



ALMANAK HISAB RUKYAT



DIREKTORAT JENDERAL BIMBINGAN MASYARAKAT ISLAM
KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
TAHUN 2010



ALMANAK HISAB RUKYAT

**DIREKTORAT JENDERAL BIMBINGAN MASYARAKAT ISLAM
KEMENTERIAN AGAMA RI
TAHUN 2010**

**TIM PENYUSUN REVISI
BUKU REVISI ALMANAK HISAB RUKYAT**

Pengarah	Dr. H. Rohadi Abdul Fatah, M.Ag
Ketua	Drs. H. Muhyiddin, M.Si
Sekretaris	H. Nur Khazin, S.Ag
Anggota	1. H. Mat Achwani, S.Ag 2. Ali Fauzan. Lc 3. Ismail Fahmi, S.Ag 4. Malihatuz Zahroh

KATA PENGANTAR

(Cetakan I)

Pada kurun waktu kini, terasa perlu ditumbuhkan metode yang tepat dalam penentuan awal waktu yang benar-benar ilmiah dan terpadu dengan kaidah syar'i. Penggunaan pemikiran yang matematis dan teori probabilitas yang didukung oleh data serta teguh berpegang pada kaidah syar'i perlu tetap dikembangkan dalam kegiatan rukyat dan hisab di Indonesia.

Hisab dan rukyat adalah dua hal yang sangat penting bagi umat Islam sebab pelaksanaan ibadah dalam ajaran Islam banyak yang dikaitkan dengan hasil dari kedua hal tersebut.

Telah banyak kegiatan yang berhubungan dengan Hisab dan Rukyat, yang bertugas memberi saran-saran kepada Menteri Agama dalam menentukan permulaan Bulan Qomariyah dan menentukan Hari-hari Besar Islam, terutama satu Ramadhan, satu Syawal dan sepuluh Dzulhijjah.

Setiap tahun Departemen Agama mengadakan Musyawarah Kerja Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Hisab dan melakukan perhitungan-perhitungan mengenai waktu Shalat dan arah kiblat untuk kota-kota Propinsi di Indonesia bahkan kota-kota penting di Luar Negeri, Awal Bulan Qomariyah yang dijadikan dasar untuk penentuan hari-hari besar Islam dan Ketinggian Hilal setiap awal bulan Qomariyah untuk dijadikan pedoman dalam pelaksanaan Rukyatul Hilal di seluruh Wilayah Indonesia.

Kepustakaan yang dapat dijadikan pedoman untuk kepentingan tersebut belum banyak, bahkan belum ada kepustakaan tersebut yang memberikan gambaran secara umum menyangkut hisab dan rukyat dengan berbagai aspeknya.

Untuk ikut berusaha melengkapi kepustakaan tersebut, Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama bekerja sama dengan Pimpinan Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama, menyusun ALMANAK HISAB DAN RUKYAT ini dengan maksud memberikan gambaran secara umum tentang hisab dan rukyat dengan

segala aspeknya, (obyek, kepentingan, sejarah, aliran-aliran, ilmu bantu, hubungannya dengan syara' dan lain sebagainya).

Selain itu, ALMANAK HISAB DAN RUKYAT ini juga memuat Peta Daerah Waktu Peta Penyimpangan Arah Jarum Magnit, rumus-rumus, alat-alat, istilah dan Kepustakaan Hisab Rukyat yang penting untuk diketahui oleh orang yang berminat di bidang ini.

Sistem hisab dan rukyat kita ternyata mampu menjembatani penyeragaman pandangan dan sikap umat Islam di Indonesia dalam menentukan saat pelaksanaan ibadah mereka, mendekatkan pola dan cara perhitungan hisab di Indonesia, sanggup memadukan dengan serasi antara pandangan ahli hisab di satu pihak dengan pandangan para ahli rukyat di lain pihak. Kalau semula dianggap bahwa antara hisab dan rukyat bisa bertentangan dan memang pernah menjadi alasan untuk pertentangan di antara ummat Islam, ternyata kita dapat menunjukkan perpaduan dan keserasiannya, hisab dan rukyat justru saling kait mengkait dan saling bantu membantu. Hisab yang menyediakan data bagi pelaksanaan rukyat, mendukung pelaksanaan rukyat betul-betul benar dan tepat, baik tentang penentuan posisi hilal, saat pengamatan maupun penggunaan peralatannya. Rukyat yang dilaksanakan dengan pedoman dan nilai ilmiah, berfungsi menguji kebenaran perhitungan hisab dan dapat dimanfaatkan untuk koreksi.

Aspek probabilitas perlu dikembangkan sebagai bahan penentuan kegiatan rukyat dan hasilnya yang bermanfaat untuk penentuan hari-hari besar. Kemampuan sistem memadu hisab dan rukyat dapat menembus benteng kekakuan pandangan antara para ahli hisab di satu pihak dan para ahli rukyat di lain pihak. Bukan hanya terbatas di tingkat nasional atau regional saja, tetapi bahkan sampai ke tingkat internasional. Keluwesan sistem ini telah kita tunjukkan pada forum Konferensi Internasional tentang Kalender Hijriyah yang memadukan dengan serasi antara hisab dan rukyat ternyata mampu meredakan ketegangan tersebut dan dapat diterima oleh kelompok ahli rukyat dan kelompok ahli hisab. Sudah barang tentu semuanya itu belum berjalan sempurna seperti yang kita harapkan, karena di sana-sini masih juga ada perbedaan seperti yang baru saja kita lihat pada saat penentuan awal Ramadhan 1400 H. Tetapi hal ini memang telah kita ketahui dan kita perhitungkan.

Almanak semacam ini dan adanya Badan Hisab dan Rukyat Departemen

Agama, sangat membantu tumbuhnya ilmu hisab dan peningkatan rukyat yang ilmiah dan dapat drpertanggungjawabkan.

Di samping memuat uraian dan data yang diperlukan untuk pelaksanaan hisab dan rukyat, almanak ini juga memuat hasil kegiatan hisab dan rukyat yang telah dilakukan oleh Departemen Agama R.I. sejak beberapa tahun yang lalu sebagai usaha mendokumentasikan data.

Penyusunan ALMANAK HISAB DAN RUKYAT ini dilakukan oleh Badan Hisab Rukyat Departemen Agama Pusat, yang anggotanya terdiri dari unsur-unsur:

1. Departemen Agama R.I
2. Pusat Meteorologi dan Geofisika Jakarta.
3. Planetarium dan Observatorium' Jakarta.
4. Jawatan Hidro-oseanografi Markas Besar TNI Angkatan Laut.
5. Para Ulama yang ahli dalam bidang hisab dan rukyat
6. Para ahli dari IAIN
7. Para Hakim Agama yang terlibat secara langsung dengan hisab dan rukyat di Indonesia.

Semoga penyajian Almanak Hisab dan Rukyat ini bermanfaat bagi pertumbuhan bangsa dan negara Indonesia, mempersatukan Umat, dan merupakan amal bakti pengembangan ihnu amaliyah dalam negara yang ber-Tuhan-kan Allah Yang Maha Kuasa.

Jakarta, 3 Januari 1981

**KETUA BADAN HISAB DAN RUKYAT
DEPARTEMEN AGAMA RI**

ttd.

H. ICHTIJANTO SA, SH
NIP. 150021983

KATA PENGANTAR

(Cetakan II)

Penerbitan Buku Almanak Hisab Rukyat cetakan I tahun 1981 oleh Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, sangat dirasakan manfaatnya oleh Departemen Agama, Badan Hisab Rukyat Departemen Agama, Pengadilan Tinggi Agama, Pengadilan Agama, Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri serta para ahli dan peminat hisab rukyat pada umumnya.

Banyak permintaan kepada kami untuk mendapatkan buku tersebut. Penerbitan Buku Almanak Hisab Rukyat cetakan II tahun 1998/1999 ini merupakan jawaban terhadap permintaan tersebut sekaligus merupakan tindak lanjut dari saran/kritik yang masuk.

Penerbitan buku yang dibiayai oleh Dana Rutin (DIK) Dirjen Binbaga Islam tahun 1998/1999 ini tidak mengalami perubahan materi inti, kecuali penambahan pada isi lampiran mengenai Susunan Personalia Badan Hisab Rukyat Departemen Agama dan Hasil Minit Jawatan Kuasa Penyelarasan Rukyat dan Taqwim Islam Negara-negara Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia dan Singapura.

Kami berharap, semoga Buku Almanak Hisab Rukyat Cetakan II ini dapat berguna untuk pengembangan Hisab Rukyat di Indonesia. Saran dan kritik dari para pembaca kami harapkan untuk penyempurnaan buku ini.

Akhirnya, kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan dan penerbitan buku ini, kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,
Jakarta, Desember 1998
Direktur Pembinaan
Badan Peradilan Agama Islam

ttd.

Drs. H. Syamsuhadi Irsyad, SH, M.Hum.
NIP. 150018016

KATA PENGANTAR

(Cetakan III)

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT bahwa Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Ditjen Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI pada anggaran tahun 2010 ini dapat menerbitkan kembali buku Almanak Hisab Rukyat.

Buku Almanak Hisab Rukyat cetakan I dan II tahun 1981 dan 1998 oleh Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, sangat dirasakan manfaatnya oleh Kementerian Agama RI, Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama, Kanwil Kementerian Agama, Kantor Kementerian Agama Kab/Kota, Pengadilan Agama, Fakultas Syari'ah Universitas Islam Negeri, Institut Agama Islam Negeri, Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri serta para ahli dan peminat hisab rukyat pada umumnya.

Penerbitan buku yang dibiayai oleh Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Ditjen Bimbingan Masyarakat Islam tahun 2010 ini tidak mengalami perubahan materi inti tapi justru terdapat penambahan pada bagian-bagian yang diperlukan.

Akhirnya kami berharap agar buku Almanak Hisab Rukyat Cetakan III ini benar-benar dapat dimanfaatkan dan berguna untuk pengembangan Hisab Rukyat di Indonesia. Kami sangat menunggu adanya saran dan kritik dari pembaca dan ahli hisab rukyat guna penyempurnaan buku ini pada masa yang akan datang.

Jakarta, September 2010

Direktur Urusan Agama Islam
Dan Pembinaan Syariah



Dr. H. Rohadi Abdul Fatah, M.Ag
NIP. 195409021978031001

DAFTAR ISI BUKU

	Hal
KATA PENGANTAR(Cetakan I)	iii
KATA PENGANTAR(Cetakan II).....	v
KATA PENGANTAR(Cetakan III)	vi
DAFTAR ISI	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Ayat-ayat Al-Quran, Hadits dan Aqwal (pendapat) Ulama tentang Hisab dan Rukyat.....	1
B. Hisab dan Rukyat dalam Hukum Syara'.....	20
1. Waktu shalat.....	22
2. Arab Kiblat	23
3. Awal bulan qamariyah	25
4. Gerhana	28
5. Kesimpulan.....	29
C. Peranan Hisab dan Rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Qamariyah.....	30
D. Kerjasama Internasional di Bidang Hisab Rukyat (makalah)	40
E. Hisab and Islamic Calendar.....	46
F. How to Determine the Beginning of the Hegira (Lunar) Months and of Praying Time in Indonesia	52
BAB II. HISAB DAN RUKYAT DI INDONESIA	74
A. Sejarah, Aliran dan Permasalahan Hisab Rukyat di Indonesia	74
1. Sejarah Badan Hisab Rukyat	74
2. Perkembangan Badan Hisab dan Rukyat.....	79
3. Aliran-aliran hisab di Indonesia	90
4. Permasalahan hisab rukyat di Indonesia	98
B. Hisab di Indonesia	104
1. Sistem penanggalan dan sejarahnya	104

a.	Penanggalan atau Tarikh Masehi	104
b.	Sistem penanggalan atau Tarikh Hijriah	107
c.	Sistem penanggalan atau Tarikh Jawa	111
2.	a. Hisab	115
	b. Rumus-rumus ilmu hisab	116
	1) Rumus-rumus dasar	116
	a) Rumus dasar Geneometri.....	116
	b) Pemindahan satuan derajat busur menjadi satuan waktu	117
	2) Lama siang dan lama malam.....	118
	3) Waktu-waktu shalat	121
	4) Arab kiblat.....	123
	5) Bayang-bayang kiblat	126
3.	Rumus Ilmu Ukur Segitiga Bola dalam menghitung posisi benda langit dan arah kiblat	129
	a. Definisi-definisi.....	130
	b. Rumus dasar segitiga bola	132
	c. Tiga rumus penting diturunkan dari rumus dasar ..	134
	d. Pemakaian rumus-rumus segitiga bola dalam menghitung ketinggian Bulan pada saat Matahari terbenam menjelang awal bulan Qamariyah	136
	e. Menentukan arah kiblat	139
	f. Pemakaian Kompas dalam penentuan arah utara geografis	141
4.	Hisab awal waktu shalat dan arah qiblat	143
	a. Awal waktu shalat	143
	b. Hisab arah kiblat	146
5.	Hisab dan penentuan awal bulan qamariyah	147
	a. Hisab awal bulan qamariyah	147
	b. Rumus-rumus hisab awal bulan qamariyah.....	150
	1) Menghisab tinggi Bulan.....	150
	2) Menghisab azimuth.....	151

3) Contoh penggunaan rumus-rumus	152
c. Penentuan awal bulan qamariyah	155
1) Sistem penentuan awal bulan qamariyah	157
2) Dasar perhitungan	158
3) Penyediaan data	163
4) Sistem hisab	166
5) Hasil perhitungan dan analisis	168
6) Kesimpulan	173
6. Hisab Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan	176
a. Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan	176
1) Gerhana Matahari	176
a) Gambaran umum	176
b) Batas terjadinya gerhana Matahari	179
c) Unsur-unsur Besselian	180
2) Gerhana Bulan	184
a) Gambaran umum	184
b) Batas terjadinya gerhana Bulan	185
b. Hisab gerhana Matahari atau Gerhana Bulan	187
1) Menghitung terjadinya gerhana pada suatu tempat	189
2) Perhitungan gerhana Bulan	194
7. Daftar alat-alat hisab	199
a. Mesin hitung	199
b. Rubu' Mujayyab	200
C. Rukyat di Indonesia	202
1. Pengertian Rukyat	202
2. Teknik observasi	204
3. Beberapa masalah mengenai observasi Bulan bagi penentuan awal bulan qamariyah	205
4. Beberapa Koreksi dalam Pengamatan Ketinggian Benda Langit dan Fenomena Cahaya Senja	217
5. Daftar Alat-alat Rukyat	229

a.	Alarm Clock	229
b.	Altimeter.....	230
c.	Chronometer atau Lonceng Astronomi.....	230
d.	Gawang Lokasi.....	231
e.	Jarum pedoman atau kompas	232
f.	Mistar Radial.....	232
g.	Pemotret Bintang dan Pesawat Equatorial.....	234
h.	Pesawat Lingkaran Meridian atau Transit Theodolit.....	234
i.	Pesawat Pelaluan atau Pesawat Passage	235
j.	Radio	235
k.	Stopwatch.....	236
l.	Theodolit.....	236
m.	Tongkat Istiwa.....	237
6.	Pemakaian Kompas dalam Penentuan Arah Utara Geografs	239
BAB III.	SUPLEMENTASI	241
A.	Penentuan Waktu.....	241
1.	Jenis waktu	241
a.	Waktu Bintang	241
b.	Waktu Matahari Sejati	241
c.	Waktu Matahari Menengah.....	242
2.	Penyiaran.tanda waktu	244
B.	Iklim dan Cuaca di Indonesia	245
1.	Zone Equatorial	246
2.	Zone Sub Equatorial.....	247
Tekanan udara.....	248	
Temperatur udara	249	
Kebasahan udara	250	
Perawanan.....	251	

Beberapa fenomena optis daripada awan	252
Pengendapan (hujan)	253
a. Selat Malaka (Selat Sumatera)	254
b. Kepulauan Laut Cina Selatan	255
c. Jawa Pantai Utara	255
d. Flores Pantai Utara	256
e. Banda	256
f. Kepulauan Arafuru.....	256
g. Sulawesi Pantai Utara	257
h. Pantai sebelah Utara Irian Jaya.....	257
i. Kepulauan Maluku	257
j. Laut Sawu.....	258
k. Daerah Pantai Selatan Jawa	258
l. Daerah Pantai sebelah Barat Daya Sumatera.....	258
Fog. Visibilitas dan fenomena-fenomena di udara	259
 BAB IV. KAMUS ISTILAH ILMU FALAK	 260

LAMPIRAN-LAMPIRAN

I. Keputusan Presiden RI No. 41 Tahun 1987 tentang pembagian wilayah Republik Indonesia menjadi 3 (tiga) wilayah waktu	312
II. Peta Koreksi magnet (Magnetic Variation) BMG.....	316
III. Daftar Lintang dan Bujur Tempat kota-kota di Indonesia	317

BAB I

PENDAHULUAN

A. Ayat Al Quran, Hadits dan Aqwal Ulama tentang Hisab dan Rukyat

1. Awal Waktu Shalat

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَوْقُوتًا (النساء: ١٠٣)

Artinya : Sesungguhnya shalat itu adalah fardu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman. (QS. An Nisa', 4:103)

وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا ۖ وَمِنْ آنَاءِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ (طه : ١٣٠)

Artinya : Dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum terbit Matahari (subuh), dan sebelum terbenamnya (Asar dan Zhuhur), dan bertasbih pulalah sewaktu-waktu di malam hari (Isya'), dan ujung siang (Maghrib), supaya kamu merasa senang. (QS. Toha, 20:130)

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: فُرِضَتْ عَلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الصَّلَوَاتُ لَيْلَةً أُسْرَىٰ بِهِ خَمْسِينَ ثُمَّ نُقِصَتْ حَتَّى جُعِلَتْ خَمْسًا ثُمَّ نُودِيَ يَا مُحَمَّدُ إِنَّهُ لَا يُبَدَّلُ الْقَوْلُ لَدَى. وَإِنَّ لَكَ بِهَذِهِ الْخَمْسِ خَمْسِينَ. (رواه أحمد والنسائي والترمذی وصححه)

Artinya : Dari Anas bin Malik r.a; Difardukan shalat-shalat itu pada malam di isra'kannya Nabi Muhammad saw lima puluh, kemudian dikurang-kurangkan sampai menjadi lima, lalu diseru: "Hai Muhammad! Sesungguhnya tidak boleh diganti ketetapan di sisi-Ku itu, dan sesungguhnya bagi engkau dengan yang lima ini akan memperoleh lima puluh pahala.

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ ۖ إِنَّ قُرْآنَ
الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا (الإسراء : ٧٨)

Artinya : Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam, dan (dirikanlah pula shalat) Subuh. sesungguhnya shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat). (QS. Al-Isra', 17:78)

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفَيْ النَّهَارِ وَزُلْفًا مِنَ اللَّيْلِ (هود : ١١٤)

Artinya : Dan dirikanlah shalat itu pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bagian permulaan dari pada malam. (QS. Hud, 11:114)

Keterangan : Ayat ini menerangkan waktu-waktu shalat yang lima Tergelincir Matahari untuk waktu shalat Zhuhur dan Asar, gelap malam untuk waktu Maghrib dan Isya.

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: إِنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ جَاءَهُ جِبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ فَقَالَ لَهُ: قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الظُّهْرَ حَتَّى زَالَتِ الشَّمْسُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعَصْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْعَصْرَ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ، ثُمَّ جَاءَهُ الْمَغْرِبَ فَقَالَ: قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْمَغْرِبَ حِينَ وَجِبَتِ الشَّمْسُ، ثُمَّ جَاءَهُ الْعِشَاءُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْعِشَاءَ حِينَ غَابَ الشَّفَقُ ثُمَّ جَاءَهُ الْفَجْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْفَجْرَ حِينَ بَرَقَ الْفَجْرُ وَقَالَ سَطَعَ الْفَجْرُ، ثُمَّ جَاءَهُ مِنَ الْعَدَدِ لِلظُّهْرِ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الظُّهْرَ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعَصْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْعَصْرَ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلِهِ ثُمَّ جَاءَهُ الْمَغْرِبَ وَقَتًا وَاحِدًا لَمْ يَزَلْ عَنْهُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعِشَاءَ حِينَ ذَهَبَ

نصفُ اللَّيْلِ أَوْ قَالَ ثُلُثُ اللَّيْلِ فَصَلَّى الْعِشَاءَ ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ أَسْفَرَ جَدًّا
فَقَالَ: قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْفَجْرَ، ثُمَّ قَالَ: مَا بَيْنَ هَذَيْنِ الْوَقْتَيْنِ وَقْتُ

(رواه أحمد والنسائي والترمذى بنحوه)

Artinya : Dari Jabir bin Abdullah r.a. berkata: Telah datang kepada Nabi saw. Jibril as. lalu berkata kepadanya; bangunlah! lalu shalatlah, kemudian Nabi shalat Zhuhur di kala Matahari tergelincir. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Asar lalu berkata; bangunlah lalu shalatlah! Kemudian Nabi shalat Asar di kala bayang-bayang sesuatu sama dengan panjang bendanya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Maghrib lalu berkata; bangunlah lalu shalatlah, kemudian Nabi shalat Maghrib di kala Matahari terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Isya lalu berkata; bangunlah lalu shalatlah! Kemudian Nabi shalat Isya di kala mega merah telah terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Fajar lalu berkata; bangunlah lalu shalatlah! Kemudian Nabi shalat Fajar di kala fajar menyingsing, atau ia berkata; di waktu fajar bersinar. Kemudian ia datang pula esok harinya pada waktu Zhuhur, kemudian berkata kepadanya; bangunlah lalu shalatlah, kemudian Nabi shalat Zhuhur di kala bayang-bayang sesuatu sama dengannya. Kemudian datang lagi kepadanya di waktu Asar dan ia berkata; bangunlah dan shalatlah! Kemudian Nabi shalat Asar di kala bayang-bayang suatu benda dua kali bendanya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Maghrib dalam waktu yang sama, tidak tergeser dari waktu yang sudah. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Isya di kala telah lalu separuh malam, atau ia berkata telah hilang sepertiga malam, kemudian Nabi shalat Isya. Kemudian ia datang lagi kepadanya, di kala telah bercahaya benar dan ia berkata; bangunlah dan shalatlah, kemudian Nabi shalat Fajar. Kemudian Jibril berkata; Saat di antara dua waktu itu adalah waktu shalat. (H.R. Ahmad, An-Nasai, dan At-Tirmidzi dari Jabir bin Abdilllah)

عَنْ طَلْحَةَ بْنِ عُمَيْدٍ اللَّهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: إِنَّ أَعْرَابِيًّا جَاءَ إِلَيَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ تَائِرَ الرَّأْسِ فَقَالَ: يَا رَسُولَ اللَّهِ أَخْبِرْنِي مَا فَرَضَ اللَّهُ عَلَيَّ مِنَ الصَّلَاةِ؟ قَالَ: الصَّلَوَاتُ الْخَمْسُ إِلَّا أَنْ تَطْوَعَ شَيْئًا (الحديث متفق عليه)

Artinya : Dari Thalhah bin Ubaidillah r.a. berkata; Bahwa seorang badui berambut kusut telah datang kepada Rasulullah saw, kemudian ia bertanya; ya Rasulullah, ceritakanlah kepadaku shalat apa yang telah Allah fardlukan kepadaku? Rasulullah menjawab; shalat yang lima, kecuali jika engkau bertathawwu'. (H.R. Bukhari dan Muslim dari Thalhah bin Ubaidillah)

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: إِنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ العَصْرُ، وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفِرِ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ، وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نَصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ، وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ (رواه مسلم)

Artinya : Dari Abdullah bin. Amr r.a. berkata; Rasulullah saw bersabda: waktu Zhuhur apabila tergelincir Matahari, sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu Asar. Waktu Asar selama Matahari belum menguning. Waktu shalat Maghrib selama syafaq (mega merah) belum terbenam. Waktu shalat Isya sampai tengah malam yang pertengahan, dan waktu subuh mulai fajar menyingsing sampai selama Matahari belum terbit. (HR. Muslim dari Abdullah bin Amr)

2. Arah Kiblat

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ
لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ (البقرة: ١٤٩)

Artinya : Dan darimana saja kamu keluar (datang), maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari (terhadap) apa yang kamu kerjakan. (QS. Al-Baqarah, 2:149).

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَحَيْثُ مَا
كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ
ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلِأْتِمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ
تَهْتَدُونَ (البقرة: ١٥٠)

Artinya : Dan darimana saja kamu berangkat, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, dan di mana saja (kalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka, dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Ku-sempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk. (QS. Al-Baqarah, 2:150)

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: إِنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ الْبَيْتِ الْمُقَدَّسِ فَنَزَلَتْ: فَذَرْنِي نَقُصُّكَ

وَجْهَكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ، فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلُّوا رُكْعَةً. فَنَادَى الْأَإِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حُوِلَتْ فَمَا لَوْ كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ (رواه مسلم)

Artinya : Bahwa Rasulullah saw (pada suatu hari) sedang shalat dengan menghadap ke Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat; "Sungguh kami sering melihat mukamu menengadahkan ke langit (sering melihat ke langit mendo'a agar turun wahyu memerintahkan beliau menghadap ke Baitullah), Sungguh kami palingkan mukamu ke Qiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram". Kemudian ada orang dari Bani Salimah sedang mereka melakukan ruku' pada rakaat kedua shalat Shubuh. Lalu diserukan : Sesungguhnya Qiblat telah diubah. Lalu mereka berpaling ke arah Qiblat. (H.R. Muslim dari Anas bin Malik)

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَإِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَاسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ (رواه البخارى)

Artinya : Dari Abu Hurairah ra. berkata: Nabi bersabda: Bila hendak shalat, maka sempurnakanlah wudlu, lalu menghadap qiblat, kemudian takbir (shalat). (HR. Bukhari dan Muslim dari Abu Hurairah)

عَنْ أُسَامَةَ بْنِ زَيْدٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: إِنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا دَخَلَ الْبَيْتَ دَعَا فِي نَوَاحِيهِ وَلَمْ يُصَلِّ فِيهِ حَتَّى خَرَجَ فَلَمَّا خَرَجَ رَكَعَ رُكْعَتَيْنِ فِي قِبَلِ الْقِبْلَةِ وَقَالَ: هَذِهِ الْقِبْلَةُ (رواه الشافعى)

Artinya : Dari Usamah bin Zaid ra berkata: Sesungguhnya Nabi saw ketika masuk ke Baitullah, beliau berdoa di sudut-sudutnya, dan

beliau tidak shalat di dalamnya, sehingga Beliau keluar. Kemudian setelah keluar beliau shalat dua rakaat di hadapan Ka'bah, lalu bersabda: Inilah Qiblat. (HR. Asy-Syafi'i dari Usamah bin Zaid)

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ (رواه الترمذی وابن ماجه)

Artinya : Dari Abi Hurairah ra berkata: Rasulullah saw bersabda: Antara masyrik (timur) dan maghrib (barat) terletak Qiblat. (HR. At-Tirmidzi dan Ibn Majah dari Abu Hurairah)

3. Penentuan awal bulan Qamariah.

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۗ وَلَا يَسَّ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَى ۗ وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ (البقرة: ١٨٩)

Artinya : Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadah) haji, dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertaqwa. Dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya, dan bertaqwalah kepada Allah agar kamu beruntung. (QS. Al Baqarah, 2:189)

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِّ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۗ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (يونس: ٥)

Artinya : Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya, dan ditetapkannya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun

dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui. (QS. Yunus, 10:5)

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَاتَيْنِ ۗ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِّتَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ وَكُلُّ شَيْءٍ فَصَلَّنَاهُ تَفْصِيلًا (الإسراء : ١٢)

Artinya : Dan Kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda, lalu Kami hapuskan tanda malam, dan Kami jadikan tanda siang itu terang, agar kamu mencari kurnia dari Tuhanmu, dan supaya kamu mengetahui bilangan tahun-tahun dan perhitungan. Dan segala sesuatu telah Kami terangkan dengan jelas. (QS. Al-Isra', 17:12)

وَعَلَامَاتٍ ۗ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ (النحل: ١٦)

Artinya : Dan (Dia ciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintang-bintang inilah mereka-mereka mendapat petunjuk. (QS. An-Nahl, 16:16).

إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ (التوبة : ٣٦)

Artinya : Bahwasanya bilangan bulan itu di sisi Allah ada dua belas bulan di dalam kitab Allah pada hari ia menjadikan segala langit dan bumi. (QS. At-Taubah, 9:36).

وَلَقَدْ جَعَلْنَا فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَزَيَّنَّاهَا لِلنَّاظِرِينَ (الحجر: ١٦)

Artinya : Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan gugusan bintang-bintang di langit, dan Kami telah menghiasi langit itu bagi orang-orang yang memandangnya. (QS. Al-Hijr, 15:16)

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۗ كُلٌّ فِي فَلَكٍ
يَسْبَحُونَ (الأنبياء: ٣٣)

Artinya : Dan Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, Matahari dan Bulan, masing-masing dari keduanya itu beredar di dalam garis peredarannya. (QS. Al-Anbiya, 21:33)

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ۗ ذَلِكَ تَقْدِيرُ
الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ . وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النَّجْمَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ
وَالْبَحْرِ ۗ قَدْ فَصَّلْنَا آيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (الأنعام : ٩٦-٩٧)

Artinya : Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan menjadikan Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah yang Maha Kuasa lagi Maha Mengetahui Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. (QS. Al-An'am, 5:96-97).

فَمَنْ شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ (البقرة : ١٨٥)

Artinya : Barang siapa di antara kamu hadir (di negeri tempat tinggalnya) di bulan itu, maka hendaklah ia berpuasa pada bulan itu. (QS. Al-Baqarah, 2:185)

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ (الرحمن : ٥)

Artinya : Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan. (QS. Ar-Rahman, 55:5)

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتِطَعْتُمْ أَنْ تَتَفَدُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ
وَالْأَرْضِ فَانْفُدُوا ۗ لَا تَتَفَدُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ (الرحمن : ٣٣)

Artinya : Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, Kamu tidak

dapat melintasinya melainkan dengan kekuatan.
(Q.S. Ar-Rahman, 55:33)

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (يس : ٣٨)

Artinya : Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui.
(QS. Yasin, 36:38)

وَالْقَمَرَ قَدَرْتَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰٰٓ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (يس : ٣٩)

Artinya : Dan telah Kami tetapkan bagi Bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah dia sampai ke manzilah yang terakhir) kembalilah dia sebagai bentuk tandan yang tua. (QS. Yasin, 36:39)

Penjelasan : Hilal itu pada awal bulan kecil berbentuk sabit kemudian sesudah menempati manzilah-manzilah, menjadi purnama, kemudian pada manzilah terakhir kelihatan seperti tandan kering yang melengkung.

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (يس : ٤٠)

Artinya : Tidaklah mungkin bagi Matahari mendapatkan Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Dan masing-masing beredar pada garis edarnya. (QS. Yasin, 36:40)

إِنَّ خَيْرَ عِبَادِ اللَّهِ الَّذِينَ يُرَاعُونَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لِذِكْرِ اللَّهِ

Artinya : Sesungguhnya hamba-hamba Allah yang baik ialah yang selalu memperhatikan Matahari dan Bulan, untuk mengingat Allah. (H.R. At-Thabrani)

تَعَلَّمُوا مِنَ النُّجُومِ مَا تَهْتَدُونَ بِهِ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ثُمَّ انْتَهَوْا

(رواه ابن السني)

Artinya : Pelajarilah keadaan bintang-bintang supaya kamu mendapat petunjuk dalam kegelapan darat dan laut, lalu berhentilah (H.R. Ibnu Sunni)

صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَافْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ غُيِبَ عَلَيْكُمْ فَاكْمِلُوا الْعِدَّةَ (رواه

مسلم)

Artinya : Berpuasalah kamu karena melihat hilal, dan berbukalah kamu karena melihat hilal. Jika hilal tertutup, sempurnakan bilangan bulan tersebut. (HR. Muslim dari Abu Hurairah)

صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَافْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ غُيِبَ عَلَيْكُمْ فَاكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ

ثَلَاثُونَ (متفق عليه)

Artinya : Berpuasalah kamu karena melihat hilal, dan berbukalah kamu karena melihat hilal. Bila hilal tertutup debu maka, sempurnakanlah bilangan bulan Sya'ban tigapuluh. (HR. Muslim dari Abu Hurairah)

إِذَا رَأَيْتُمُوهَا الْهِلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَافْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ

فَصُومُوا ثَلَاثِينَ (رواه مسلم)

Artinya : Bila kamu sekalian melihat Hilal, maka berpuasalah. Dan bila kamu sekalian melihat hilal, maka berbukalah. Bila hilal tertutup awan, maka berpuasalah tiga puluh hari. (HR. Muslim)

صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَافْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ حَالَ بَيْنَكُمْ وَبَيْنَهُ سَحَابٌ فَاكْمِلُوا

عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ (رواه أحمد بن حنبل)

Artinya : Berpuasalah kamu sekalian karena melihat Hilal, dan berbukalah kamu sekalian karena melihat Hilal, Bila awan menghalangi

antara kamu dan Hilal, maka sempurnakanlah bilangan bulan Sya'ban. (HR. Ahmad bin Hanbal)

صُومُوا لِرُؤْيَتِهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَتِهِ فَإِنْ أُغْمِيَ عَلَيْكُمْ فَاقْدِرُوا لَهُ ثَلَاثِينَ
(رواه مسلم)

Artinya : Berpuasalah kamu sekalian karena melihat Hilal, dan berbukalah kamu sekalian karena melihat Hilal. Bila Hilal itu tertutup awan, maka takdirkanlah ia tigapuluh hari. (HR. Muslim dari Ibnu Umar)

إِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَاصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَافْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ
فَاقْدِرُوا لَهُ (رواه مسلم)

Artinya : Bila kamu melihat Hilal maka berpuasalah, dan bila kamu melihat Hilal maka berbukalah. Bila Hilal itu tertutup awan maka takdirkanlah ia. (HR. Muslim dari Ibnu Umar)

عَنْ طَلْحَةَ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا
رَأَى الْهَيْلَالَ قَالَ: اللَّهُمَّ عَلَيْنَا بِالْأَمْنِ وَالْإِيمَانِ وَالسَّلَامَةِ وَالْإِسْلَامِ
رَبِّي وَرَبُّكَ اللَّهُ هَيْلَالَ خَيْرٍ وَرُشْدٍ (رواه الترمذی)

Artinya : Dari Thalhah bin Abdillah ra Sesungguhnya Nabi saw jika melihat Hilal berdo'a : Ya Allah perlihatkan Hilal atas kami sekalian dengan aman dan iman, dan dengan keselamatan dan Islam. Tuhanku dan Tuhanmu ialah Allah, sebagai Hilal baik dan benar. (HR. At-Tirmidzi)

قَالَ الْأَخْضَرِيُّ رَحِمَهُ اللَّهُ تَعَالَى :

★ وَعَلِمَ أَنَّ الْعِلْمَ بِالنُّجُومِ
★ كَالْفَجْرِ وَالْأَسْحَارِ وَالسَّاعَاتِ
★ عِلْمٌ شَرِيفٌ لَيْسَ بِالْمَذْمُومِ

وَهَكَذَا يَلْبِيقُ بِالْعِبَادَةِ ☆ حِينَ قِيَامُهُمْ إِلَى الْأُورَادِ

Artinya : Ketahuilah, bahwasanya ilmu nجوم (perbintangan) adalah ilmu yang mulia, tidak terlarang; Oleh karena dengan ilmu itu dapat diketahui waktu umpama fajar, sahur dan jam. Begitulah dengan ilmu itu, orang abid dapat membagi waktu ibadahnya.

فائدة :

إِنَّ عِلْمَ الْحِسَابِ عِلْمٌ رَفِيعٌ * فِيهِ عَوْنٌ إِذْ تَشْتَرِي وَتَبِيعُ
 لَمْ يَضَعْ قَطُّ دِرْهَمٌ بِحِسَابٍ * وَالْوَفْ بِلَا حِسَابٍ تَضِيعُ
 إِنَّ الْحِسَابَ مِنَ الْعِلْمِ جَلِيلٌ * وَعَلَى دَقِيقَاتِ الْأُمُورِ ذَلِيلٌ
 لَوْلَا الْحِسَابُ لَعَلِمَ كُلُّ فَرِيضَةٍ * لَمْ يُعَلِّمِ التَّحْرِيمِ وَالتَّحْلِيلِ

(ترتيب أول)

عَنْ كُرَيْبٍ أَنَّ أُمَّ الْفَضْلِ بِنْتَ الْحَارِثِ بَعَثَهُ إِلَى مُعَاوِيَةَ بِالشَّامِ قَالَ:
 فَقَدِمْتُ الشَّامَ فَقَضَيْتُ حَاجَتَهَا وَاسْتَهَلُّ عَلَى رَمَضَانَ وَأَنَا بِالشَّامِ
 فَرَأَيْتُ الْهِلَالَ لَيْلَةَ الْجُمُعَةِ ثُمَّ قَدِمْتُ الْمَدِينَةَ مِنْ آخِرِ الشَّهْرِ. سَأَلَنِي
 عَبْدُ اللَّهِ بْنُ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ ثُمَّ ذَكَرَ الْهِلَالَ فَقَالَ: مَتَى رَأَيْتُمُ
 الْهِلَالَ؟ فَقُلْتُ رَأَيْتَاهُ لَيْلَةَ السَّبْتِ فَلَا تَزَالُ تَصُومُ حَتَّى تَكْمُلَ ثَلَاثِينَ
 — أَوْ تَرَاهُ فَقُلْتُ أَوْلَا تَكْتَفِي بِرُؤْيِيهِ مُعَاوِيَةَ وَصِيَامِهِ؟ فَقَالَ: لَا، هَكَذَا
 أَمَرَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ . (رواه مسلم)

Artinya : Dari Kureb, sesungguhnya Ummul Fadhal binti Al-Harits mengutusnyanya ke Mu'awiyah di Syam, Kureb berkata; aku telah sampai di Syam terus menyelesaikan hajatnya Umul Fadhal, dan kelihatan Hilal Ramadhan kepadaku, sedang aku di Syam, aku melihat Hilal pada malam Jum'at selanjutnya aku datang

di Madinah pada akhir bulan (Ramadhan), maka Abdullah bin Abbas tanya kepadaku. Abdullah bin Abbas membicarakan soal Hilal (seraya bertanya; kapan kamu (Kureb) dan teman-temanmu melihat Hilal? Maka aku jawab, kita melihat Hilal hari Jum'at. Maka Abdullah bertanya lagi; kamu sendiri melihat Hilal? Maka jawab Kureb; Ya ... dan orang-orang juga melihat Hilal dan berpuasa, Mu'awiyah juga berpuasa). Maka Abdullah bin Abbas berkata; tapi kita melihat hilal pada malam Sabtu, makakitaselaluberpuasasehinggabertakmil(menyempurnakan) tigapuluh hari. Aku (Kureb) bertanya; apakah kamu (Abdullah) tidak cukup mengikuti rukyatnya Mu'awiyah (di Syam, dan puasanya?) Abdullah bin Abbas jawab : Tidak. Demikian inilah perintah Rasulullah saw. (HR. Muslim)

قَالَ ابْنُ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ لَوْ كَانَ فِي دَارِي رَجُلٌ أَعْجَمِيٌّ لَا يَعْرِفُ الْقَمَرَ بِأَيِّ الْمَنَازِلِ مَا أَبَقَيْتُهُ.

Artinya : Ibn Umar berkata : Bila di rumahku ada seorang yang tidak mengetahui manzilah Bulan, aku tidak biarkan dia tinggal di rumahku.

قَالَ عَلِيُّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ مَنْ اقْتَبَسَ عِلْمًا مِنَ التُّحُومِ مِنْ حَمَلَةِ الْقُرْآنِ أَزْدَادَ بِهِ إِيمَانًا وَيَقِينًا.

Artinya : Ali berkata : Barang siapa yang mempelajari ilmu perbintangan, sedang ia dari orang yang mengerti Al-Qur'an, niscaya bertambahlah imannya dan keyakinannya.

وَقَدْ اتَّفَقَ عُلَمَائُنَا عَلَى أَنَّ الْتِمَاسَ هِلَالِ رَمَضَانَ فَرَضٌ كِفَايَةٌ
(كتاب إرشاد أهل الملة لإثبات الأهلة)

Artinya : Dan telah sepakat ulama kita semua, bahwa mencari (rukyat) hilal Ramadhan itu fardu kifayah.
(Kitab Irsyad Ahlil Millah li Istabil Ahillah, hlm 99)

لَكِنْ يَجِبُ عَلَيْهِ أَنْ يَعْمَلَ فِي حِسَابِهِ وَكَذَلِكَ مَنْ صَدَقَهُ

(كسفة السجا : ١٠٩)

*Artinya : Tetapi wajib atas ahli hisab mengamalkan ilmu hisabnya, demikian pula orang yang membenarkannya.
(Kasifatus saja, hlm 109)*

وَيَعْمَلُ الْحَاسِبُ بِحِسَابِهِ سِوَاءَ قَطَعِ بُوْجُودِ الْهِلَالِ وَرُؤْيِيهِ أَوْ
بُوْجُودِهِ وَامْتِنَاعِ رُؤْيِيهِ أَوْ بُوْجُودِهِ وَجَوَازِ رُؤْيِيهِ
(شرفاوى أول: ٤١٩)

*Artinya : Ahli hisab mengamalkan ilmu hisabnya, dengan wujudnya hilal dan rukyatnya, dengan wujudnya hilal tetapi terhalang rukyatnya atau wujudnya hilal dan dapat dirukyat
(Syarqawi, juz I, hlm 419)*

وَإِذَا دَلَّ الْحِسَابُ عَلَى أَنَّ الْهِلَالَ قَدْ طَلَعَ مِنَ الْأُفُقِ عَلَى وَجْهِ يُرَى
لَوْلَا وَجُودُ الْمَانِعِ كَالْغَيْمِ مَثَلًا فَهَذَا يَقْتَضِي الْوُجُوبَ لِوُجُودِ السَّبَبِ
الشَّرْعِيِّ (قاله القشيري)

Artinya : Bila hisab menunjukkan bahwa hilal ada di atas ufuk yang bisa dapat dilihat kalau tidak ada mani' (penghalang) seumpama mendung, maka ini menunjukkan wajib berpuasa, karena ada sebab syar'i.

يَتَّبَعِي فِيمَا لَوْ دَلَّ الْحِسَابُ الْقَطْعِيُّ عَلَى وَجُودِهِ بَعْدَ الْغُرُوبِ بِحَيْثُ
تَتَأْتِي رُؤْيِيَهُ لَكِنْ لَمْ تُوجَدْ بِالْفِعْلِ أَنْ يَكْفِي ذَلِكَ
(قال ابن القاسم العبادى على التحفة)

Artinya : Bila hisab qat'i telah menunjukkan atas wujudnya hilal, setelah terbenamnya matahari sehingga bisa dilihat, tetapi tidak dapat

dilihat dengan mata kepala, sepatutnya dianggap cukup demikian itu. (Ibn Qasim Al-Ibadi berkata dalam at-Tuhfah)

رَوَى عَنْ بَعْضِ السَّلَفِ أَنَّهُ إِذَا أَغْمَى الْهَيْلَالُ رَجَعَ الْحِسَابَ بِمَسِيرِ الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ وَهُوَ مَذْهَبُ مَطْرَفِ بْنِ السُّخَيْرِ وَهُوَ مِنْ كِبَارِ التَّابِعِينَ. وَهَذَا أَبُو السَّرِيحِ عَنِ الشَّافِعِيِّ أَنَّهُ قَالَ مَنْ كَانَ مَذْهَبُهُ الْإِسْتِدْلَالَ بِالنُّجُومِ وَمَنَازِلِ الْقَمَرِ ثُمَّ تَبَيَّنَ لَهُ مِنْ جِهَةِ الْإِسْتِدْلَالِ أَنَّ الْهَيْلَالَ مَرْتَبِيٌّ وَقَدْ غَمَّ فَإِنَّ لَهُ أَنْ يَعْقِدَ الصَّوْمَ وَيُحْزِرِيهِ

(بداية المجتهد : ٢٤٢)

Artinya : Diriwayatkan dari sebagian ulama Salaf, bahwa bila hilal tertutup awan, maka ia kembali kepada hisab yang berdasarkan perjalan Bulan dan Matahari, itulah mazhabnya Mutharaf bin Su hair termasuk ulama besar tabi'in. Dan Ibnu Suraj bercerita dari Imam Syafi'i bahwa Imam Syafi'i berkata; Orang-orang yang mazhabnya itu mengambil pedoman dengan bintang-bintang dan kedudukan Bulan, kemudian jelas baginya menurut dalil tersebut, bahwa hilal telah bisa dilihat, tetapi tertutup awan, maka orang tersebut boleh menjalankan puasa dan cukuplah. (Bidayat al-Mujtahid, juz I. hlm 242-243)

وَأَمَّا صَارَ الْجُمْهُورُ إِلَى هَذَا التَّأْوِيلِ لِحَدِيثِ ابْنِ عَبَّاسٍ الثَّابِتِ عَلَيْهِ السَّلَامُ أَنَّهُ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا ثَلَاثِينَ وَذَلِكَ مُجْمَلٌ وَهَذَا مُفَسَّرٌ فَوَجَبَ أَنْ يَحْمَلَ الْمُجْمَلُ عَلَى الْمُفَسَّرِ وَهِيَ طَرِيقَةٌ لَا خِلَافَ فِيهَا بَيْنَ الْأُصُولِيِّينَ فَإِنَّهُمْ لَيْسَ عِنْدَهُمْ بَيْنَ الْمُجْمَلِ وَالْمُفَسَّرِ تَعَارُضٌ أَصْلًا فَذَهَبَ الْجُمْهُورُ فِي هَذَا لِأَيْحُ

(بداية المجتهد أول : ٣٤٣)

Artinya : Adapun jumhur ulama menetapkan takwilan ini karena ada hadits Ibnu Abbas, bahwa Rasulullah saw bersabda; bila hilal tertutup awan di atasmu, maka sempurnakanlah bilangan itu 30. maka hadits yang pertama sifatnya mujmal (kurang terang), sedang hadits yang kedua mufassar (sudah jelas). Maka wajiblah kata-kata mujmal itu diartikan sebagaimana yang mufassar. Inilah suatu cara yang tidak khilaf lagi di antara ahli Usul Fiqh. Menurut ahli Usul Fiqh tidak akan terdapat pertentangan antara kata-kata yang mujmal dan mufassar. Maka mazhab jumhur inilah yang terang. (Bidayat al-Mujtahid, Juz I, hlm 343)

فَصَلِّ : وَأَتَّفَقُوا عَلَى أَنَّهُ إِذَا رُئِيَ الْهَيْلَالُ فِي بَلَدٍ رُؤْيَةً فَاشِيَةً فَإِنَّهُ يَجِبُ الصَّوْمُ عَلَى سَائِرِ أَهْلِ الدُّنْيَا إِلَّا أَنْ أَصْحَابَ الشَّافِعِيِّ صَحَّحُوهُ أَنَّهُ يَلْزَمُ حُكْمَهُ أَهْلُ بَلَدِ الْقَرِيبِ دُونَ الْبَعِيدِ . (ا هـ رحمة الأمة)

Artinya : Mereka telah sepakat apabila terlihat hilal di suatu negeri di beberapa tempat, wajib puasa atas seluruh isi bumi kecuali ahab Imam Syafi'i menurut qaul mu'utamad, bahwasanya wajib puasa bagi negeri yang berdekatan, tidak bagi negeri yang jauh. (Rahmatul Ummah)

وَقَالَ أَبُو مَخْرَمَةَ إِذَا كَانَ بَيْنَ غُرُوبِ الشَّمْسِ بِمَحَلِّينِ قَدَرَ ثَمَانِ دَرَجٍ فَاقْلُ فَمَطْلَعُهُمَا مُتَّفَقٌ بِالنِّسْبَةِ لِرُؤْيَةِ الْهَيْلَالِ وَإِنْ كَانَ أَكْثَرَ وَلَوْ كَانَ فِي بَعْضِ الْفُصُولِ فَمُخْتَلِفٌ أَوْ مَشْكُوكٌ فِيهِ فَهُوَ كَالْمُخْتَلَفِ كَمَا نَصَّ عَلَيْهِ التَّوَوِيُّ إِلَى أَنْ قَالَ قُلْتُ وَذَكَرَ الْعَلَامَةُ طَاهِرُ بْنُ هَاشِمٍ أَنَّ مَطْلَعَ تَرِيمٍ وَمَكَّةَ وَاحِدٌ لِأَنَّ غَايَةَ الْبُعْدِ بَيْنَهُمَا فِي الْمَيْلِ الْجَنُوبِيِّ سَبْعَ دَرَجٍ . (ا هـ بغية المسترشدين)

Artinya : Dan berkata Abu Makhramah: Apabila antara dua tempat selisih tenggelam Matahari kadar 8 derajat atau kurang, maka matla'nya sama dalam hal rukyatul hilal; Dan jikalau lebih banyak daripada 8 derajat, maka matla'nya berlainan, atau diragukan keadaannya, maka hukumnya berlainan matla'nya, sebagaimana yang diterangkan oleh Imam Nawawi. Selanjutnya ia berkata: Tahir bin Hasyim menerangkan bahwasanya matla' Traim dan Makkah adalah satu, karena jauh antara keduanya pada mail janubi 7 derajat. (Bughayatul Musyatarsyidin)

جَاءَ أَعْرَابِيٌّ إِلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَالَ رَأَيْتُ الْهَيْلَالَ قَالَ
أَتَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ قَالَ نَعَمْ قَالَ أَتَشْهَدُ أَنْ مُحَمَّدًا رَسُولُ اللَّهِ،
قَالَ نَعَمْ، قَالَ: يَا بِلَالُ أَدِّنْ فِي النَّاسِ فَلْيَعْبُوهُمَا غَدًا (رواه أبو داود عن
مكرمة عن ابن عباس)

Artinya : Seorang Badui telah datang kepada Rasulullah saw, ia berkata : “Sesungguhnya saya telah melihat hilal (Ramadhan)”. Maka Rasulullah saw bertanya : “Apakah engkau mengakui bahwa tiada Tuhan selain Allah? “Badui menjawab. “Ya!” Bertanya lagi Rasulullah saw: “Apakah engkau mengakui bahwa Muhammad itu Rasul Allah?” Badui menjawab : “Ya!” maka bersabdalah Rasulullah : “Wahai Bilal, beritahukanlah kepada orang-orang, supaya mereka berpuasa esok hari” (H.R. Abu Daud dari Ikrimah dari Ibn Abbas) (lihat Asy Syaikani, Nailul Authar, Juz IV, Mushthafa al-Baby al-Halaby, Mesir, tt, hlm 209).

تَرَأَى النَّاسُ الْهَيْلَالَ فَاخْبَرْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنِّي
رَأَيْتُهُ فَصَامَ وَأَمَرَ النَّاسَ بِصِيَامِهِ.

Artinya : “Orang-orang melihat hilal, maka saya mengabarkan kepada Rasulullah bahwa saya telah melihat hilal. Kemudian itu Rasulullah berpuasa dan memerintahkan orang-orang supaya

berpuasa". (H.R. Abu Dawud dan Ad-Daruquthni dari Ibnu 'Umar). (Lihat Nailul Author, Juz IV, hlm 209)

... تَقَى الدِّينَ السُّبْكِيَّ يَذْكُرُ فِي فَتَاوَيْهِ (ج اص ٢١٩-٢٢٠) إِنَّ الْحِسَابَ إِذَا دَلَّ بِمُقَدِّمَاتٍ قَطْعِيَّةٍ عَلَى عَدَمِ امْتِنَانِ رُؤْيَةِ الْهِلَالِ لَمْ يُقْبَلْ فِيهِ شَهَادَةُ الشُّهُودِ، وَتُحْمَلُ عَلَى الْكَذِبِ أَوْ الْعَلَطِ ثُمَّ يَقُولُ: "لَأَنَّ الْحِسَابَ قَطْعِيٌّ، وَالشَّهَادَةُ وَالْخَبَرُ ظَنِّيَّانِ، وَالظَّنُّ لَا يُعَارِضُ الْقَطْعَ فَضْلًا عَنْ أَنْ يُقَدَّمَ عَلَيْهِ، وَالْبَيِّنَةُ شَرْطُهَا أَنْ يَكُونَ مَا شَهِدَتْ بِهِ مُمَكِّنًا حَسًّا وَعَقْلًا وَشَرْعًا، فَإِذَا فَرِضَ دَلَالَةُ الْحِسَابِ قَطْعًا عَلَى عَدَمِ الْإِمْتِنَانِ اسْتَحَالَ الْقَبُولُ شَرْعًا"

Artinya : "...Taqiyuddin as Subkiy, berkata dalam Kitab Fatawanya (Juz I, hal. 219-220), jika hisab menunjukkan secara pasti bahwa hilal mungkin dapat dirukyat, kesaksian (telah melihat hilal) dalam hal ini tidak bisa diterima, sebab mengandung kebohongan dan kesalahan/kekeliruan. Selanjutnya ia berkata : "Sebab sesungguhnya hisab adalah qath'i sedangkan kesaksian dan khabar adalah zanni. Yang zanni tidak bisa menentang yang qath'i... Dan bayyinah syaratnya bahwa kesaksian itu haruslah suatu hal yang mungkin, dapat diindra, rasional dan menurut hukum. Maka jika hisab menunjukkan secara pasti bahwa hilal tidak mungkin untuk dirukyat, maka menurut syara', kesaksian mustahil untuk diterima (Ahmad Muhammad Syakir, Awailusy Syuhur al-'Arabiyah, Mushthafa al-Baby Sahalaby wa Auladih, Mesir, 1939, hlm 9)

لَقَدْ كَانَ الْأُسْتَاذُ الْأَكْبَرُ الشَّيْخُ الْمَرَاغِي مُنْذُ أَكْثَرِ مِنْ عَشْرِ سِنِينَ حِينَ كَانَ رَئِيسُ الْمُحْكَمَةِ الْعُلْيَا الشَّرْعِيَّةِ، رَأَى فِي رَدِّ الشُّهُودِ إِذَا كَانَ الْحِسَابُ يَقْطَعُ بِعَدَمِ امْتِنَانِ الرُّؤْيَةِ كَالرَّأْيِ الَّذِي نَقَلْتُهُ هُنَا عَنْ

تَقِي الدِّينِ السُّبْكِيَّ وَأَثَارُ رَأْيِهِ هَذَا جِدًّا شَدِيدًا، وَكَانَ وَالِدِي
 وَكُنْتُ أَنَا وَبَعْضُ إِخْوَانِي مِمَّنْ خَالَفَ الْأُسْتَاذَ الْأَكْبَرَ فِي رَأْيِهِ،
 وَلَكِنِّي أَصْرَحُ الْآنَ بِأَنَّهُ كَانَ عَلَى صَوَابٍ، وَأَزِيدُ عَلَيْهِ وَجُوبَ اثْبَاتِ
 الْأَهْلَةِ بِالْحِسَابِ فِي كُلِّ الْأَحْوَالِ إِلَّا لِمَنْ اسْتَعَصَى عَلَيْهِ الْعِلْمَ بِهِ.

Artinya : "Al ustadz al Akbar asy Syekh al Maraghiy, sejak sepuluh tahun (terakhir ini), ketika ia menjadi Ketua Mahkamah Tinggi Agama, mempunyai pendapat bahwa kesaksian haruslah ditolak jika hisab menentukan hilal tidak mungkin dapat dilihat, seperti pendapat Taqiyuddin as-Subkiy yang telah saya kutip di sini dan pendapat ini menimbulkan perdebatan yang keras. Semula ayah saya, saya, dan sebagian saudara-saudara saya menolak pendapat Syekh al-Maraghiy ini, namun sekarang bagi saya lebih jelas bahwa pendapat itu adalah benar. Bahkan saya menambahkan bahwa wajib menetapkan hilal itu dengan jalan hisab dalam segala hal, kecuali bagi orang yang mengingkari ilmu ini. (Ahmad Muhammad Syakir, Awailusy Suhuril Arabiyah, hlm 15)

B. Hisab dan Rukyat dalam Hukum Syara'

Kalau kita lihat di kamus-kamus, ilmu hisab yang dalam bahasa Inggrisnya disebut "Arithmetic", adalah suatu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan. "Hisab" itu sendiri berarti hitung. Jadi "Ilmu Hisab" adalah ilmu hitung.

Ilmu Falak dan Ilmu Faraidl di kalangan umat Islam, dikenal pula dengan sebutan ilmu hisab, sebab kegiatan yang paling menonjol pada kedua ilmu tersebut yang dipelajari dan dipergunakan oleh umat Islam dalam praktek ibadah adalah melakukan "perhitungan-perhitungan".

Namun di Indonesia, umumnya orang hanya mengenal bahwa Ilmu Falaklah yang dimaksud dengan istilah Ilmu Hisab. Dalam tulisan ini pun

Ilmu Hisab yang dimaksudkan penulis adalah Ilmu Hisab sebagai Ilmu Falak yang biasa digunakan umat Islam dalam praktek ibadah.

Ilmu Falak atau Astronomi adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit, tentang fisiknya, gerakannya, ukurannya dan segala sesuatu yang berhubungan dengannya.

Benda langit yang dipelajari umat Islam untuk kepentingan praktek ibadah adalah Matahari, Bumi dan Bulan. Itupun terbatas hanya pada posisinya saja sebagai akibat dari gerakannya (Astromekanika). Hal ini disebabkan karena perintah-perintah ibadah yang waktu dan cara pelaksanaannya melibatkan benda langit, semuanya itu berhubungan dengan posisi.

Ilmu Hisab modern, dalam prakteknya banyak mempergunakan ilmu pasti yang kebenarannya sudah tidak disangsikan lagi. Ilmu tersebut adalah Spherical Trigonometry (Ilmu Ukur Segitiga Bola). Di samping itu juga, Ilmu Hisab modern mempergunakan data yang dikontrol oleh observasi setiap saat. Atas dasar inilah, banyak kalangan yang mengatakan bahwa Ilmu Hisab ini memberikan hasil yang qat'i dan yakin.

Namun perlu diketahui bahwa ilmu hisab hanya memberikan hasil perhitungan dalam soal waktu dan posisi saja. Dalam soal posisi hilal awal bulan, Ilmu Hisab tidak mengatakan bahwa hilal pada posisi tertentu pasti atau mustahil kelihatan. Kelihatan atau tidaknya itu tergantung kepada hasil rukyat pada waktunya.

Rukyat adalah melihat hilal pada saat matahari terbenam tanggal 29 bulan qamariyah. Kalau hilal berhasil dirukyat, maka sejak matahari terbenam tersebut sudah dihitung bulan baru. Kalau hilal tidak terlihat, maka malam itu dan keesokan harinya masih merupakan bulan yang sedang berlangsung, bulan itu genap berumur 30 hari (istikmal).

Berhasil tidaknya rukyatul hilal tergantung pada kondisi ufuk sebelah barat tempat peninjau, posisi hilal itu sendiri dan kejelian mata si peninjau.

Dari pengalaman yang sering dilakukan biasanya orang dapat menaksir terlihat atau tidaknya hilal bulan baru tersebut. Inipun tidaklah menjadi jaminan. Sebab demikian tipisnya bentuk hilal serta rupanya yang

mirip awan yang menjadi latar belakangnya, hilal sangat sulit untuk bisa diobservasi oleh orang-orang yang penglihatannya kurang tajam. Namun demikian perlu kita bersyukur bahwa rukyatul hilal yang dilakukan oleh umat Islam di Indonesia sering berhasil, sekalipun menurut ahli astronomi umum, hilal pada posisi seperti itu kecil kemungkinan untuk dapat dirukyat.

Tugas kita adalah meningkatkan kualitas hisab dalam rangka membantu pelaksanaan rukyat, serta meningkatkan cara pelaksanaan rukyat berikut pengabdian hasilnya untuk dijadikan pedoman dalam pelaksanaan rukyat selanjutnya, juga sebagai fakta ilmiah atas keberhasilan rukyat itu sendiri.

Dengan demikian orang tidak lagi mempertentangkan antara hisab dan rukyat atau tidak lagi ragu-ragu terhadap hasil rukyat. Orang akan berkeyakinan, bahwa hisab dan rukyat adalah dua hal yang saling membantu, saling mengisi kekurangan dan saling menutupi kelemahan satu sama lain.

Materi pembahasan Ilmu Hisab terbatas pada hal-hal yang ada hubungannya dengan pelaksanaan ibadah. Sasaran yang dituju adalah menentukan awal dan akhir waktu shalat, arah qiblat, awal bulan qamariyah, dan terjadinya gerhana.

1. Waktu Shalat

Shalat yang diwajibkan kepada kita sehari semalam ada lima waktu. Mengenai waktu pelaksanaannya Allah hanya memberikan isyarat-isyarat, seperti antara lain terlihat pada surat Al-Isra ayat 78: "Dirikanlah shalat sejak matahari tergelincir sampai gelap malam, dan dirikan pulalah shalat Shubuh ...". Dalam surat Hud ayat 114; "Dan dirikanlah shalat pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bagian dari permulaan malam ...". Dalam ayat itu Allah tidak jelas mewajibkan berapa kali kita shalat sehari semalam dan tidak jelas pula menerangkan batas waktunya. Namun sesuai dengan salah satu fungsi hadits sebagai tabyin lil Qur'an, maka jumlah, cara dan waktu-waktu shalat dengan jelas diterangkan oleh hadits Nabi saw.

Banyak hadits menyebutkan bahwa waktu shalat Zhuhur dimulai sejak Matahari tergelincir ke arah barat sampai panjang bayang-bayang suatu benda sama dengan panjang bendanya. Shalat Asar dimulai sejak habis waktu Zhuhur sampai Matahari terbenam, shalat Maghrib dimulai sejak habis waktu Asar sampai hilang awan merah. Shalat 'Isya' dimulai sejak habis waktu Maghrib sampai sepertiga malam atau setengah malam atau sampai terbit fajar shidiq. Shalat Shubuh dimulai sejak terbit fajar Shidiq sampai terbit Matahari.

Sekiranya tidak menggunakan Ilmu Hisab, maka sudah barang tentu kita akan banyak mengalami kesulitan. Setiap saat kita akan melakukan shalat Asar misalnya, setiap itu pula kita harus keluar rumah sambil membawa tongkat untuk diukur tinggi bayang-bayangnya. Setiap kita akan sembahyang Maghrib, maka setiap itu pula kita harus berusaha melihat apakah Matahari sudah terbenam atau belum. Demikian pula seterusnya setiap kali kita akan sembahyang Isya, Shubuh dan Zhuhur, setiap itu pula kita harus melihat awan, fajar, dan Matahari sebagai sebab datang atau habisnya waktu shalat.

Karena perjalanan semu Matahari itu relatif tetap, maka terbit, tergelincir, dan terbenamnya dengan mudah dapat diperhitungkan. Demikian pula kapan Matahari itu akan membuat bayang-bayang suatu benda sama panjang dengan bendanya juga dapat diperhitungkan untuk tiap-tiap hari sepanjang tahun. Oleh karena itu dengan mudah jika orang akan melakukan sembahyang hanya tinggal melihat jadwal atau mendengar azan atau beduk yang dibunyikan berdasarkan perhitungan ahli hisab.

Alhamdulillah nampaknya setiap orang dalam hal ini sudah sepakat tentang kebolehan penggunaan hasil perhitungan hisab, tidak ada perselisihan.

2. Arah Kiblat

Tidak ada perselisihan di kalangan umat Islam, bahwa menghadap ke arah qiblat adalah syarat sahnya shalat, sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Baqarah ayat 144: "... palingkanlah mukamu ke arah Masjidil

Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya

Bagi orang-orang yang berada di sekitar Masjidil Haram, suruhan ini tidak ada lagi masalah. Namun bagi orang-orang yang jauh dari Makkah perintah ini menimbulkan masalah yang kadang-kadang menjadi pertentangan. Ada orang yang berpendapat hanya wajib menghadap jihatnya saja, walaupun pada hakikatnya jauh dari arah sebenarnya, namun ada pula yang berpendapat bahwa kita wajib berusaha menghadap ke arah yang maksimal mendekati arah sebenarnya.

Bahkan ada suatu peristiwa yang betul-betul terjadi di Suriname, di mana orang-orang yang shalat terbagi dua kelompok, ada yang menghadap ke arah timur dan ke arah barat. Orang Suriname yang berasal dari Indonesia yang jumlahnya tidak sedikit dalam shalatnya menghadap ke arah barat karena di Indonesia pun kalau shalat selalu menghadap ke arah barat. Sedang orang yang sudah mengetahui arah kiblat yang sebenarnya, mereka menghadap ke arah timur.

Dengan Ilmu Hisab, persoalan ini tidak ada kesulitannya, karena bentuk bumi relatif bulat, maka arah kiblat dari setiap permukaan bumi dapat diperhitungkan setepat-tepatnya dengan bantuan Ilmu Ukur Segitiga Bola.

Kita tidak akan heran, bila suatu tempat yang berada di sebelah Barat Makah, namun arah qiblat yang semestinya dari tempat itu adalah ke arah mendekati Utara. Seperti halnya daerah San Fransisco ($37^{\circ} 45' \text{ LU}$, $122^{\circ} 30' \text{ BB}$) berarah kiblat 72° dari titik Timur ke arah Utara, padahal kalau kita lihat perbandingan bujur tempatnya, San Fransisco ada di sebelah Barat kota Makah ($21^{\circ} 25' \text{ LU}$, $39^{\circ} 50' \text{ BT}$). Hal ini bisa terjadi karena bentuk Bumi bulat seperti bola, dan arah pada bidang lengkung bola adalah arah yang paling dekat, sebab kalau kita katakan bahwa arah Makah dari Jakarta adalah ke Timur itu bisa saja karena Makah bisa dijangkau dari Jakarta melalui arah Timur. Hanya menurut ilmu pasti, arah tersebut adalah arah yang paling pendek.

Demikian pula untuk Paramaribo Suriname. Arah kiblat dari sana adalah $21^{\circ} 52'$ dari Titik Timur ke arah Utara, atau $68^{\circ} 08'$ dari titik Utara ke arah Timur. Arah itulah yang paling pendek untuk menjangkau Makah dan

Suriname. sebab posisi astronomis Suriname adalah $6^{\circ} 00'$ LU. $55^{\circ} 25'$ BB.

Menentukan arah yang tepat dengan jarum pedoman mengalami beberapa kesulitan antara lain disebabkan pusat magnet tidak tepat di Kutub Utara, selalu berpindah-pindah dan kadang-kadang kondisi tempat di mana jarum diletakkan suka mempengaruhi cara kerja jarum tersebut. Namun beberapa rasi bintang dan peredaran semu Matahari dapat digunakan untuk menentukan arah yang setepat-tepatnya. Bahkan dengan Ilmu Ukur Segitiga Bola, kita bisa menentukan kapan bayang-bayang setiap benda tegak menghadap persis ke arah kiblat. Membuat arah kiblat dengan cara bayang-bayang ini lebih tepat dari pada mempergunakan jarum pedoman. Ini juga membuktikan betapa pentingnya ilmu Hisab dalam pelaksanaan ibadah umat : Islam.

3. Awal Bulan Qamariyah

Penentuan awal bulan qamariyah penting artinya bagi umat Islam sebab selain untuk menentukan hari-hari besar, juga yang lebih penting adalah untuk menentukan awal dan akhir bulan Ramadhan, awal Zulhijjah, karena masalah ini menyangkut masalah "wajib Ain" bagi setiap umat Islam, yaitu kewajiban menjalankan ibadah puasa dan haji.

Tidak seperti halnya penentuan waktu shalat dan arah qiblat, yang nampaknya setiap orang sepakat terhadap hasil hisab, namun penentuan awal bulan ini menjadi masalah yang diperselisihkan tentang "cara" yang dipakainya. Satu pihak ada yang mengharuskan hanya dengan rukyat saja dan pihak lainnya ada yang membolehkannya dengan hisab. Juga di antara golongan rukyatpun masih ada hal-hal yang diperselisihkan seperti halnya yang terdapat pada golongan hisab. Oleh karena itu masalah penentuan awal bulan ini, terutama bulan-bulan yang ada hubungannya dengan puasa dan haji, selalu menjadi masalah yang sensitif dan sangat dikhawatirkan oleh pemerintah, sebab sering kali terjadi perselisihan di kalangan sementara masyarakat hanya karena berlainan hari dalam memulai dan mengakhiri puasa Ramadhan.

Ketidaksepakatan tersebut disebabkan dasar hukum yang dijadikan alasan oleh ahli hisab tidak bisa diterima oleh ahli rukyat dan dasar hukum yang dikemukakan oleh ahli rukyat dipandang oleh ahli hisab bukan merupakan satu-satunya dasar hukum yang membolehkan cara dalam menentukan awal bulan qamariyah ini.

Dasar hukum yang dipegang oleh ahli rukyat antara lain hadits riwayat Bukhari Muslim dari Abu Hurairah: "Berpuasalah kamu jika melihat Hilal dan berbukalah jika melihat Hilal. Jika keadaan mendung maka sempurnakan bilangan bulan Sya'ban 30 hari". Sedang dasar hukum yang dikemukakan oleh ahli hisab antara lain adalah Al-Qur'an surat Yunus ayat 5: "Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkannya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu) . . .".

Kalau kita ikuti pertentangan tersebut maka terlihatlah bahwa masing-masing pihak tetap mempertahankan pendapatnya masing-masing seolah-olah tidak akan ada habisnya. Sebetulnya rukyat dan hisab mempunyai keunggulan dan kelemahannya masing-masing dan bisa saling bantu membantu satu sama lain.

Rukyat adalah suatu metode ilmiah yang paling tua dan amat besar manfaatnya. Galileo Galilei, perintis ke jalan pengetahuan modern, yang hidup pada abad XVI M, telah besar jasanya dalam memajukan ilmu pengetahuan setelah ia menemukan metode observasi sebagai metode ilmiah yang paling efektif. Namun jauh sebelum itu di negeri Arab Nabi besar saw. telah mengumandangkan perintahnya: "Berpuasalah kamu dengan melihat hilal, ... janganlah puasa sebelum melihat hilal...". Dari segi ilmu pengetahuan hadits tersebut jelas mendorong kita untuk lebih banyak mengadakan observasi ("melihat"). Hanya dengan menggunakan metode "melihat" dari jarak jauh, ahli astronomi dapat menentukan susunan rasi atau suatu tata surya, mereka dapat mengukur besarnya bintang-bintang, mengukur jarak, bahkan dapat mengukur berat benda langit dengan kesalahan yang relatif kecil. Betapa penting dan bermanfaatnya metode ini.

Dari segi hukum, hadits tersebut jelas menjadi dasar penggunaan

rukyat sebagai salah satu cara dalam menentukan awal bulan qamariyah. Sebagai diterangkan di atas, rukyat dan hisab mempunyai kelemahan dan keunggulannya masing-masing. Kelemahan itu dapat diatasi jika kita gabungkan keduanya. Sebagai gambaran dapat dikemukakan:

- 1) Kalaupun pada saat Matahari terbenam tanggal 29 bulan qamariyah keadaan cuaca mendung, sehingga hilal tidak nampak. Lalu setelah terjadi demikian kita tetapkan istikmal, maka bisa terjadi suatu bulan qamariyah hanya berumur 28 atau bahkan 27 hari. Terutama untuk daerah-daerah berlintang besar pada saat deklinasi berlawanan tanda dengan lintang tempat.
- 2) Kalau seseorang melaporkan bahwa ia telah melihat hilal lengkap disebutkan posisinya, Hakim dapat saja menolak kesaksian tersebut dengan alasan kesaksiannya tidak ada yang menguatkan dan bertentangan dengan hasil perhitungan hisab yang dapat dipercaya.
- 3) Bisa terjadi di suatu tempat, posisi hilal pada saat Matahari terbenam sebelum terjadi ijtima; sudah berada di atas ufuk, dan tidak mustahil untuk dapat dirukyat. Kejadian ini seperti terjadi pada tanggal 1 Januari 1976 untuk daerah Ukraina Eropah Timur (50° LU, 30° BT). Hilal muncul setinggi $2^{\circ} 20'$ di atas ufuk, 15 menit kemudian Hilal itu terbenam. Kalau kita tetapkan tanggal satu bulan baru berdasarkan posisi tersebut, maka tidak mustahil umur bulan baru itu akan lebih panjang dari 30 hari. Posisi ini bisa lebih tinggi lagi jika kemiringan Kutub Ekliptika terhadap lingkaran ufuk lebih besar (akibat besarnya harga lintang tempat) dan Lintang Astronomis Bulan dalam keadaan maksimum.
- 4) Untuk daerah-daerah abnormal (berlintang besar), hilal sukarsekali untuk dapat dirukyat, sebab perjalanan Matahari itu sendiri tidaklah seperti pada daerah dekat Equator. Di daerah itu Matahari berhari-hari kadang-kadang ada di atas ufuk dan kadang-kadang berada di bawah ufuk, tergantung kesamaan arah antara lintang tempat dengan deklinasi Matahari. Untuk daerah semacam ini, cara hisab adalah lebih cocok untuk digunakan sebagai penentu masuknya awal bulan qamariyah.
- 5) Sering terjadi antara Makkah dan Indonesia atau tempat-tempat lain di permukaan bumi ini, berlainan hari dalam memulai/mengakhiri puasa atau berhari raya haji. Hal ini sangat membuat sensasi di kalangan umat

Islam. Ada yang mengatakan, walaupun bagaimana dalam hari raya haji itu semua tempat harus mengikuti Makah, sebab Makahlah yang mempunyai Ka'bah dan Padang Arafah. Namun ada pula yang mengatakan bahwa masalah ini tergantung kepada tempat itu masing-masing. Kalau kita memahami masalah hisab dan rukyat, maka masalah itu tidaklah perlu diperselisihkan. Kalau kita berpegang pada matla' sendiri maka kita tidak perlu mengikuti Makah walaupun di sana sudah berhasil rukyatul hilal. Namun kalau kita mengikuti adanya sistem penyeragaman seperti dikehendaki oleh Muktamar Islam Internasional di Turki (1978 dan 1980), maka setiap tempat yang berhasil rukyat bisa mengumumkannya ke seluruh dunia dan berlaku pula untuk semua tempat, termasuk negeri Arab.

4. Gerhana

Rasulullah. seperti diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim dari Ibn. Abbas, pernah bersabda:

“Sesungguhnya Matahari dan Bulan itu adalah dua tanda di antara tanda-tanda kebesaran Allah. Keduanya tidak gerhana karena meninggalnya atau lahirnya seseorang. Maka jika kamu melihat gerhana, hendaklah berzikir kepada Allah”.

Jelaslah bahwa kejadian gerhana bukanlah kejadian luar biasa yang banyak dihubungkan orang dengan hal yang bukan-bukan. Gerhana adalah salah satu tanda kebesaran Allah yang jika umat Islam melihatnya dianjurkan untuk melakukan sembahyang sunat dan zikir kepada Allah sebanyak-banyaknya.

Demikian pula menurut Ilmu Falak, gerhana hanyalah merupakan kejadian terhalangnya sinar Matahari oleh Bulan yang akan sampai ke permukaan Bumi (pada gerhana Matahari), atau terhalangnya sinar Matahari oleh Bumi yang akan sampai ke permukaan Bulan pada saat bulan purnama (Gerhana Bulan). Semuanya ini memang merupakan kebesaran dan kehendak Allah semata.

Lebih jauh, Ilmu Falak dapat menghitung kapan terjadi gerhana dan berlaku untuk daerah-daerah mana saja. jauh sebelum gerhana itu sendiri terjadi, sehingga umat Islam dapat bersikap-siap menanti tibanya gerhana dan membuktikannya. Juga umat Islam sebelumnya dapat bersiap-siap untuk mengadakan upacara shalat dan khutbah gerhana serta dapat menyebarkan publikasi mengajak umat untuk sama-sama menyaksikan gerhana dan melakukan ibadah sehubungan dengan gerhana tersebut. Seperti kita alami, pada gerhana bulan tanggal 24 Maret 1978 jam 21:33 WIB sampai jam 01:12 WIB. Di beberapa tempat kejadian tersebut telah diumumkan sebelumnya, sehingga orang-orang beramai-ramai mendatangi tempat-tempat ibadah untuk menyaksikan gerhana dan langsung mengikuti upacara ibadah yang telah disiapkan oleh pengurus-pengurus masjid. Atas kehendak Allah dan ketepatan perhitungan para ahli, maka betullah gerhana itu tepat terjadi pada waktunya, maka bergemalah suara takbir, tahlil dan tahmid dikumandangkan umat Islam dari masjid-masjid, surau-surau dan tidak ketinggalan pula dilakukan shalat gerhana serta mendengarkan khutbah tentang keagungan Allah yang telah menciptakan jagat raya dengan segala yang dikandungnya sebagai bahan renungan bagi makhluk-Nya.

Kita merasa, betapa besarnya Allah dan betapa berjasanya orang yang melakukan perhitungan dengan tepat serta menyebarkannya ke tengah masyarakat dengan karena Allah.

5. Kesimpulan

- a. Melihat pembahasan di atas maka betapa pentingnya pengetahuan tentang hisab itu. Mempelajari ilmu pengetahuan tentang benda-benda langit serta mengadakan perhitungan-perhitungan dengan berdasarkan pada peredaran Bumi, Bulan dan Matahari, jelaskit telah bertindak sesuai dengan apa yang telah difirmankan oleh Allah, dalam Al-Qur'an dengan ayat-ayatnya yang cukup banyak jumlahnya. Di antaranya: "Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkannya manzilah-manzilah bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu)..." (Yunus 5).

- Dan "Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan" (Ar Rahman)
- b. Dalam hal penentuan waktu shalat, arah qiblat dan gerhana, nampaknya setiap orang sudah sepakat tentang kebolehan penggunaan hasil perhitungan hisab, bahkan lebih dari itu mereka sudah biasa menggunakannya. Namun dalam hal penentuan awal bulan, orang masih berselisih paham.
 - c. Setelah kita lihat pembahasan di atas, maka jelaslah bahwa hisab sebagaimana rukyat adalah bukan satu-satunya alat untuk menentukan awal bulan, namun kedua-duanya sama-sama merupakan "cara" yang mempunyai kekuatan dan kelemahan masing-masing. Kalau kita gabungkan maka kedua cara itu akan saling menguatkan dan saling membantu menuju kesempurnaan. Tugas kita adalah meningkatkan kualitas ilmu hisab yang telah kita miliki dan menggunakan metode rukyat yang sudah jelas banyak sekali manfaatnya baik dari segi hukum maupun ilmu pengetahuan.
 - d. Untuk mengatasi agar umat Islam tidak berpecah belah maka hendaklah semua hasil hisab dan rukyat disampaikan kepada hakim (ulil amri), kemudian diolah, dimusyawarahkan dengan berpijak kepada kebenaran serta dianjurkan kepada para ahli untuk tidak mengumumkan hasilnya kepada masyarakat, 'sebelum ada pengumuman resmi dari pemerintah. Hal ini sesuai dengan tuntutan Nabi saw, di mana pada masa itu kalau ada orang yang melihat hilal, ia selalu melapor kepada Nabi. Lalu Nabi mengecek, dan kalau Nabi sudah yakin barulah beliau mengumumkannya kepada umat. Alhamdulillah, hal ini sedikit banyak sudah dilakukan di Indonesia.
 - e. Pada dasarnya rukyat sebagaimana hisab, hanyalah merupakan "alat" dalam menentukan waktu-waktu ibadah. Sedangkan keputusan penentuannya terutamanya yang berhubungan dengan masyarakatan terletak di atas meja dan palu hakim pemerintah sebagai ulil amri.

C. Peranan Hisab dan rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Qamariyah

Sejak awal peradaban, manusia memerlukan metode untuk membagi-bagi waktu dalam beberapa periode untuk kepentingan kehidupan mereka sehari-hari, dan kehidupan keagamaan mereka seperti hari minggu, bulan dan tahun. Metode tersebut disebut kalender atau di dalam bahasa Arab disebut taqwim. Pembagian waktu menjadi hari, bulan dan tahun adalah berdasarkan peristiwa-peristiwa astronomis. Sedang pembagian waktu menjadi jam dan minggu merupakan pembagian berdasarkan rekaan atau artifisial. Kalender merupakan kebutuhan masyarakat agraris sebagai cek point bagi pelaksanaan pertanian dan kebutuhan masyarakat urban untuk mengorganisir serta mengkoordinir kegiatan-kegiatan mereka. Ada tiga sistem kalender yang berkembang, yaitu lunar kalender (takwim qamariyah), solar kalender (kalender syamsiyah), dan lunar solar kalender.

Lunar kalender adalah sistem kalender berdasarkan fase-fase bulan yang rata-rata 29,53 hari. Solar kalender adalah sistem kalender berdasarkan gerak Bumi sekeliling Matahari yang rata-rata 365,5 hari. Luna solar kalender adalah sistem kalender berdasarkan perhitungan satu tahun rata-rata 12 bulan, dan satu tahun $12 \times 29,5$ hari, 354 hari.

Mesir kuno menganut sistem lunar kalender. Awal bulan ditentukan dengan cara menyaksikan bulan tua akhir bulan sebelum terbit Matahari apabila bulan tua tersebut tidak dapat dilihat, maka hari berikutnya merupakan awal bulan. Romawi menganut sistem solar kalender ini. Sedang Babilonia menganut sistem lunar kalender. Awal bulan ditentukan dengan menyaksikan hilal setelah terbenam Matahari pada akhir bulan. Sementara itu masyarakat Arab pra Islam menganut sistem lunar kalender. Setiap akhir bulan di antara mereka berusaha untuk melihat "Bulan muda". Kalau berhasil mereka meneriakkan kata-kata "hilal" sebagai pengagungan terhadap kedatangan dewa mereka dan melakukan upacara ritual. Oleh karena itu Bulan muda dinamakan hilal. Disamping itu masyarakat Arab pra Islam menganut sistem kalender yang terkenal dengan nama "nasi'a", sistem yang mengusahakan agar bulan Zulhijjah jatuh pada musim tertentu dengan cara menambah atau mengurangi perhitungan.

Setelah beberapa bangsa menguasai ilmu astronomi dan matematika yang lebih maju penentuan waktu awal qamariyah dilakukan berdasarkan

ilmu tersebut di samping dengan cara melihat bulan.

Sebagaimana dijelaskan di muka bahwa bangsa Arab menganut sistem taqvim qamariyah, taqvim berdasarkan fase-fase bulan, dan mereka menentukan awal bulannya dengan cara melihat hilal sesudah terbenam Matahari pada akhir bulan. Di samping itu mereka menentukan awal bulan berdasarkan pengalaman bahwa setelah umur bulan genap tiga puluh hari, kemungkinan besar hilal dapat dilihat dan setelah umur bulan 29 hari kadang-kadang hilal dapat dilihat, karena umur bulan qamariyah rata-rata 29,5 hari. Maka mereka menentukan awal bulan berdasarkan umur bulan ganjil 30 hari dan umur bulan genap 29 hari. Oleh karena itu Al-Quran memberikan jawaban atas pertanyaan mereka mengenai gejala alam yang mereka saksikan dengan jawaban yang dapat mereka serap berdasarkan persepsi yang telah mereka miliki. Hal ini dapat dipahami dari ayat antara lain:

سَأَلُونَكَ عَنِ الْهَيْلَةِ ۗ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۗ

(البقرة : ١٨٩)

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِّينَ وَالْحِسَابِ ۗ (يونس : ٥)

وَالْقَمَرَ قَدَرْنَا مَنَازِلَ حَتَّىٰ آعَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (يس : ٣٨)

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۗ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (يس : ٣٩)

فَمَنْ شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۗ (البقرة : ١٨٥)

Rasulullah saw memberikan petunjuk tentang penentuan awal Ramadhan dan awal Syawal dalam kaitannya dengan kewajiban puasa, antara lain:

صُومُوا لِرُؤُوتِهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤُوتِهِ فَإِنْ غُيِبَ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ
ثَلَاثِينَ (رواه البخارى عن ابى هريرة)

كان رسول الله ص.م يتحفظ في شعبان ما لا يتحفظ في غيره ثم
يصوم لرؤيته رمضان فلئن غم عليه عد ثلاثين يوما ثم صام
(رواه الدار قطنى عن عائشة)

الشهر يكون تسعة وعشرين ويكون ثلاثين فإذا رأيتموه فصوموا وإذا
رأيتموه فافطروا فإن غم عليكم فأكملوا العدة
(النسائى عن أبى هريرة)

Dalam hadits lain digunakan kata "faqduru lah" atau "faahsibu" dan memberikan alasan mengapa beliau memberikan ketentuan tersebut. Alasan tersebut ialah:

Ayat serta hadits tersebut mengandung makna yang dapat dipahami oleh umat yang memiliki persepsi sederhana dan makna yang lebih dalam yang hanya dapat ditangkap oleh umat yang memiliki kebudayaan lebih maju.

Setelah Khalifah Umar ra menguasai wilayah-wilayah yang memiliki peradaban yang lebih maju, dan melihat kenyataan bahwa di kalangan masyarakat Arab berlaku sistem kalender nasi'a sebagaimana dijelaskan di muka maka beliau menetapkan satu sistem kalender baru berdasar sistem lunar solar. Sistem tersebut menentukan jumlah bulan ada dua belas diawali dengan bulan Muharram. Tahun pertama adalah tahun yang di dalamnya terjadi hijrah nabi Muhammad saw dari Makah ke Madinah. Jumlah hari pada bulan ganjil 30 hari sedang pada bulan genap 29 hari. Sementara itu masyarakat Arab masih melangsungkan penentuan awal bulan berdasarkan rukyat awal bulan.

Setelah kekuasaan Islam mencakup wilayah-wilayah yang memiliki

kebudayaan lebih maju dan menggunakan sistem kalender bermacam-macam serta menggunakan penentuan awal bulan qamariyah yang lebih canggih, maka di kalangan ahli hukum Islam (Fuqaha) timbul perbedaan pendapat mengenai penentuan awal bulan qamariyah yang berkaitan dengan hukum, khususnya bulan Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah. Untuk memecahkan masalah tersebut dari segi hukum harus berdasarkan sumber hukum Islam. Al-Quran, Hadits, Ijma', Qiyas dan Adat. Al-Quran tidak memberikan petunjuk tegas tentang hal tersebut. Hadits hanya memberikan petunjuk penentuan awal bulan Ramadhan dan Syawal. Sebagian fuqaha berpendapat bahwa penentuan awal bulan Ramadhan, dan Syawal serta bulan-bulan lainnya, berdasarkan rukyat hilal. Pendapat ini berdasarkan metode mengqiyaskan hukum bulan selain bulan Ramadhan dan Syawal dengan hukum kedua bulan tersebut yang hukumnya berdasarkan hadits nabi tentang rukyat; dan adat kebiasaan masyarakat Arab. Fuqaha lainnya berpendapat bahwa penentuan awal bulan selain Ramadhan dan Syawal adalah berdasarkan hisab urfi atau hisab hakiki sebagaimana diisyaratkan oleh Al-Quran. Mengqiyaskan bulan-bulan lainnya dengan bulan Ramadhan dan Syawal, adalah tidak benar. Sebab ketentuan awal kedua bulan tersebut ada kaitannya dengan ibadah. Perbedaan pendapat tersebut hanya sebatas teori, sebab praktek masyarakat Islam dan pemerintah pada umumnya menentukan awal bulan berdasarkan hisab, Sebab penentuan awal bulan berdasarkan rukyat adalah tidak praktis. Pendapat mengenai penentuan awal bulan qamariyah berdasarkan rukyat dapat kita baca dalam kitab "Bughyatul Mustarsyidin" bab puasa. Jadi dalam praktek peran rukyat dalam penentuan awal bulan selain Ramadhan dan Syawal hampir tidak ada, ia hanya merupakan teori sebagian ulama saja.

Di Indonesia, Syuriah NU menetapkan bahwa penentuan awal bulan qamariyah selain Ramadhan dan Syawal adalah berdasarkan rukyat, sesuai dengan pandangan dalam kitab "Bughyatul Mustarsyidin" tersebut. Putusan ini hanya diatas kertas saja. Dalam praktek sebagian besar ulama dan umat Islam berpedoman kepada Kalender Hijriyah berdasarkan hisab hakiki sementara yang lain berdasarkan hisab 'urfi.

Mengenai peran rukyat dan hisab dalam penentuan awal Ramadhan terdapat beberapa pendapat. Hal ini disebabkan karena perbedaan mengenai apakah penentuan awal kedua bulan tersebut termasuk bidang ta'abbudi atau

ta'aqquli? Di samping itu juga disebabkan karena kenyalnya teks hadits rukyat tersebut hingga dapat ditafsirkan lebih dari satu bahkan lebih dari sepuluh. Kebanyakan hadits tentang rukyat dijelaskan oleh Al-Qalyubi dalam tulisannya sebagai berikut.

(قوله صوموا لرؤيته الخ) فيه أمور يحتمله اللفظ بحسب ذاته، أحدها أنه أن حمل ضمير صوموا ورؤيته على الكلية فيهما كان المعنى يصوم كل واحد إذا رأى دون غيره، أو حمل عليها في الأولى دون الثاني كان المعنى يصوم كل واحد لرؤية واحد، أو عكسه كان المعنى يصوم كل واحد لرؤيته واحد، ثانيها ان حملت الرؤية على ما هو بالبصر كان المعنى من أبصره يصوم دون غيره كالأعمى، ثالثها أنه حملت الرؤية على العمل دخل التواتر وخرج خبر العدل، رابعها أنه ان حملت على ما يشمل الظن دخل خبر المنجم، خامسها ان حملت على إمكانها دخل طلب الصوم إذا غم وكا بحيث يرى، سادسها ان حملت على وجوده لزم طلب الصوم وان لم يمكن رؤيته بأن أخبر المنجم ان له قوسا لا يرى، سابعها أنه ان جعل ضمير صوموا لجميع الأمة ورؤيته بلعضهم ولو واحد على نظير ما مر، ثامنها إن هذه الإحتمالات تأتي بالفطر بقوله وافطروا لرؤيته، تاسعها إن ضمير رؤيته عائدا للال رمضان فيهما وهو غير ممكن في الثاني، عاشرها أن

Dari uraian tersebut dapat diketahui bahwa teks hadits tersebut secara potensial menimbulkan beberapa pendapat mengenai awal Ramadhan dan Syawal. Di antara masalah yang menonjol dalam memahami hadits tersebut ialah mengenai masalah apakah penentuan awal Ramadhan dan Syawal itu termasuk ta'abbudi atau ta'aqquli. Kalau dianggap masalah rukyat adalah masalah ta'abbudi, maka penentuan awal Ramadhan dan Syawal hanya

dapat dilakukan berdasarkan rukyat dengan mata bugil sesuai dengan lahir hadits tersebut dan praktek Nabi saw. Tetapi apabila ia dianggap termasuk masalah ta'aqquli maka makna (rukyat) dalam hadits tersebut ialah terdapat dugaan kuat ada kemungkinan hilal dirukyat atau wujud. Maka penentuan awal Ramadhan dapat ditentukan berdasarkan informasi seorang adil bahwa ia telah melihat hilal dengan mata kepala atau berdasarkan perhitungan ahli astronomi bahwa hilal mungkin dilihat atau wujud. Masalah menonjol kedua mengenai peran penguasa dalam penentuan awal kedua bulan tersebut. Masalah ketiga yang menonjol adalah masalah luas cakupan keberlakuan rukyat.

Sehubungan dengan hadits rukyat tersebut fuqaha berbeda pendapat mengenai kedudukan serta peran hisab dan rukyat dalam penentuan awal Ramadhan dan Syawal. Pendapat-pendapat tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Kelompok pertama ialah mereka yang memberikan kedudukan serta peran utama bagi rukyat dengan mata bugil dengan mengesampingkan sama sekali kedudukan serta peran hisab. Yang termasuk kelompok ini ialah fuqaha Malikiyah, Hanafiyah, Hanabilah, dan penganut Ibnu Hajar dari kalangan Syafi'iyah. Awal Ramadhan dan Syawal ditentukan hanya berdasarkan rukyat saja. Rukyat tersebut dapat diterima meskipun bertentangan dengan perhitungan hisab dan bahkan dalam keadaan cuaca mendung. Hisab sama sekali tidak dapat dijadikan pedoman baik bagi orang awam tetapi dapat dijadikan pedoman bagi ahli hisab sendiri. Puasa berdasarkan hisab tidak sah. Berikut ini penjelasan Ibnu Hajar.

لا قول منجم وهو من يعتمد النجم وحاسب وهو من يعتمد منازل
القمر وتقدير سيره ولا يجوز لأحد تقليدهما نعم لهما العمل بهما
ولكن لا يجزئهما عن رمضان كما صححه في المجموع.

Menurut Mazhab Hanabilah dan Hanafiyah rukyat berlaku untuk seluruh dunia. Sedangkan penganut Ibnu Hajar ia hanya untuk wilayah seluas satu matla' (80 km atau sejauh 8 derajat bujur (perbedaan waktu selama 32 menit)

Kitab lanah, Juz II, hlm 219 menjelaskan :

وإذا ثبت رؤيته ببلد لزم حمكه البلد القريب دون البعيد ويسبت
البعء بإختلاف المطالع على الأصح والمراد بإختلافها ان يتباعد المحلان
بحيث لو رؤى فى أحدهما لم يره الآخر غالبا قاله فى الأنوار وقال
التاج التبرزى وأقره غيره لا يمكن إختلافها فى أقل من أربعة وعشرين
فرسخا (قوله على الأصح) مقابلة لا يعتبر البعد بإختلاف المطاله بل
بمسافة القصر قال لأن الشرع أناط بها كثيرا من الأحكام واعتبار
المطالع يوجب الى تحكيم المنجمين وقواعد الشرع بأباه.

2. Kelompok kedua yang memberi kedudukan serta peran utama kepada rukyat sedang kedudukan serta peran hisab sebagai pelengkap. Termasuk kelompok ini, penganut Imam Ar-Ramli dari kalangan Syafi'iyah. Pendapat ini antara lain dalam kitab II, hlm 49.

(قوله بعدل) لإفادته الظن قال شيخنا الرملى كواله وشيخنا الزياىدى
فكل ما أفاد الظن كذالك فى الصوم والفاطر ومنه خير غير العدل ولو
عن العدل لمن وثق به أو صدقه ولو صبيا أو فاسقا ومنه حساب
المنجم لنفسه ولمن صدقه.

Menurut kelompok ini ketetapan Ilmu Hisab hanya berlaku bagi ahli hisab dan orang-orang yang membenarkannya. Kelompok ini berpendapat bahwa hisab hanya sebagai alat pembantu. Sedang rukyat sebagai penentu.

3. Kelompok ketiga yang memberi kedudukan serta peran utama kepada hisab sedang kedudukan serta peran rukyat sebagai pelengkap. Pendapat ini kita baca dalam kitab Qalyubi, hlm 49.

بل قال العلامة العبادى انه إذا دل الحساب القطعى على عدم رؤيته

لم يقبل قول العدول لرؤيته وترد شهادتهم بما انتهى وهو ظاهر جلي ولا يجوز الصوم حينئذ ومخالفة ذلك معاندة ومكابرة.

وفي المعنى للخطيب ما نصه (فرع) لو شهد برؤية الهلال واحد أو إثنان واقتضى الحساب عدم إمكان رؤيته قال السبكي لا تقبل هذه الشهادة لأن الحساب قطعي والشهادة ظنية والظن لا يعارض القطع.

Dalam kitab Syarwani III, hlm 374

ينبغي فيما لو دل القطع على وجوده بعد الغروب بحيث تتأتى رؤيته لكن لم يوجد بالفعل ان يكفي ذلك فلتيامل.

Menurut kelompok ini rukyat dapat diterima apabila tidak bertentangan dengan hisab. Di samping itu apabila menurut ahli hisab berkesimpulan bahwa hilal mungkin dapat dilihat kalau seandainya tidak terhalang mendung atau partikel lainnya, maka hari berikutnya merupakan awal Ramadhan atau Syawal.

4. Kelompok keempat memberikan kedudukan serta peran utama kepada hisab dan mengesampingkan sama sekali kedudukan serta peran rukyat bagi penentuan awal Ramadhan dan Syawal. Kelompok ini sebagian berpendapat bahwa dasar penentuan awal Ramadhan adalah wujudnya hilal. Sebagian yang lain berpendapat bahwa dasar penentuan kedua bulan tersebut adalah imkanur rukyat. Adapun kriterianya ada beberapa, umur bulan 14 jam, lama hilal dapat dilihat 42 menit, tinggi hilal 5 derajat dengan sudut sinar delapan derajat, tinggi hilal dua derajat dan tinggi hilal dua derajat dengan umur delapan jam.

Di dalam praktek hisab tidak dapat dikesampingkan sama sekali sebab untuk rukyat perlu pedoman dan penentuan umur bulan 29 hari yang tidak dapat ditentukan kecuali dengan hisab. Dalam kenyataan masyarakat pada umumnya berpegang hisab. Ulama yang berpegang rukyat murni hanya dalam teori semata. Perbedaan-perbedaan penentuan awal Ramadhan dan Syawal di Indonesia disebabkan perbedaan sistem hisab.

Umat Islam pada abad pertengahan dalam menentukan awal Ramadhan berpedoman kepada teori Al-Birruni, bahwa awal Ramadhan dapat ditentukan berdasarkan perhitungan 59 hari dan rukyat awal bulan Jumadil Akhir. Karena itu sejak tanggal 27 Jumadil Akhir sebagian umat berbondong-bondong ke pantai atau pegunungan untuk mencari hilal hingga tanggal 29.

Fuqaha Syafi'iyah sepakat bahwa rukyat hanya berlaku bagi orang yang mengalaminya saja, tidak mengikat orang lain. Rukyat baru mengikat orang-orang lain apabila rukyat tersebut telah ditetapkan oleh pemerintah atau qadli. Hal ini dapat disimpulkan dari uraian kitab Qulyubi, juz II, hlm 49 sebagai berikut:

Menentukan awal bulan berdasarkan perhitungan bahwa umur bulan ganjil 30 hari dan umur bulan genap 29 hari. Dasar metode ini ialah bahwa umur rata-rata bulan adalah 29,5 hari. Maka untuk memudahkan perhitungan, umur bulan yang pertama 30 hari dan kedua 29 hari, umur kedua bulan 59 hari, sebagai kelipatan 29,5 hari. Hisab hakiki menentukan awal bulan berdasarkan posisi Bulan pada akhir bulan. Metode hisab terakhir ini secara singkat dapat dikemukakan bahwa untuk menentukan awal bulan diperhitungkan lebih dahulu posisi rata-rata Matahari dan Bulan dan kecepatannya rata-rata pada akhir bulan. Kemudian dicari posisi dan kecepatan keduanya pada akhir bulan tersebut dengan cara mengoreksi posisi rata-ratanya. Kemudian tinggi hilal ditentukan dari segi kehalusan perhitungan maka hisab hakiki dapat dikategorikan sebagai berikut:

Hisab hakiki taqribi ialah hisab hakiki yang metode koreksinya tidak begitu halus. Demikian juga metode penentuan tinggi hilalnya jauh dari kesempurnaan, sebab untuk menentukan tinggi hilal bukan dengan cara menghitung secara teliti posisi hilal di atas ufuk, tetapi hanya dengan cara membagi dua waktu antara waktu ijtimā' dengan waktu ghurub Matahari. Asumsinya ialah bahwa rata-rata Bulan bergerak ke arah timur meninggalkan Matahari sebesar setengah derajat setiap jam. Termasuk hisab ini ialah antara lain Sullam al-Nayyirain, Fath al-Raufi al-Manan, dan al-Qawa'idul Falakiyah.

Hisab Hakiki bit tahkik ialah hisab hakiki yang telah menggunakan

teori-teori astronomi modern, matematika dan hasil observasi baru. Metode koreksinya lebih teliti dari pada hisab hakiki yang pertama, koreksi dilakukan hingga lima kali. Di samping itu untuk menentukan tinggi hilal, posisi hilal di atas ufuk dihitung. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan daftar goneometri dan logaritma. Termasuk hisab ini antara lain Khulashah wafiyah (oleh KH. Zubair), Badi'atul Mitsal (oleh KH. Makshum bin Ali), dan Hisab Hakiki (oleh KH. Moh. Wardan).

Hisab hakiki kontemporer, ialah hisab hakiki yang metodenya sama dengan hisab hakiki bit tahkik, tetapi koreksinya jauh lebih teliti. Koreksinya dilakukan sampai seratus kali dan pengaruh cuaca dan pembelokan cahaya diperhitungkan dengan teliti. Sarana yang dipergunakan adalah komputer. Metode ini menggunakan hasil penelitian pusat-pusat astronomi di negara-negara barat dan literatur astronomi modern.

D. Kerjasama Internasional di Bidang Hisab Rukyat

Hisab rukyat dan permasalahannya tidak saja merupakan objek pembicaraan yang menarik di tingkat nasional. Di tingkat internasional pun, hisab rukyat cukup mendapat perhatian, baik di tingkat regional negara-negara ASEAN, maupun di tingkat negara-negara Islam. Pembicaraan-pembicaraan tersebut pada dasarnya menginginkan adanya suatu kalender Islam yang dapat diberlakukan secara internasional atau setidaknya ada suatu kesamaan dalam merayakan hari-hari besar Islam, seperti Idul Adha dan Idul Fitri. Namun sampai saat ini, keinginan tersebut masih belum dapat terwujud.

Ada beberapa hal yang menyebabkan belum dapat terwujudnya penyatuan kalender Islam. Di antara sebab-sebab tersebut, antara lain, adalah bahwa dunia Islam belum dapat menciptakan suatu sistem kalender yang dapat dijadikan pedoman dan disetujui oleh semua pihak. Dilihat dari pengalaman yang sudah-sudah, adanya perbedaan dalam hisab rukyat merupakan kendala dalam mewujudkan sistem tersebut. Di samping itu, adanya perpecahan atau perbedaan politik di antara negara-negara Islam juga merupakan faktor yang ikut mempersulit terwujudnya kalender Islam. Tidak jarang terjadi, keputusan yang sudah disepakati bersama kemudian tidak dilaksanakan dengan alasan yang tidak jelas. Namun demikian

adanya pembicaraan-pembicaraan tersebut mempunyai pengaruh yang positif terhadap usaha penyatuan penentuan awal-awal bulan qamariah di Indonesia, terutama manakala terjadi adanya kesamaan dengan hasil keputusan-keputusan internasional tersebut.

Indonesia sendiri sudah seringkali mengikuti pembicaraan masalah hisab rukyat di forum internasional sejak beberapa tahun yang silam. Tercatat tahun 1974, di Indonesia sudah mulai diselenggarakan pembahasan kerjasama hisab rukyat antara Indonesia, Malaysia dan Singapura. Kemudian sejak 1978, Indonesia aktif dalam Konferensi Penyatuan Kalender Hijriyah Internasional yang disponsori Turki. Tahun-tahun belakangan ini, Indonesia aktif bekerja sama dengan Negara Brunei Darussalam, Malaysia, dan Singapura, melalui wadah Jawatankuasa Penyelarasan Rukyat dan Taqwim Islam yang dipayungi oleh MABIMS, yaitu Pertemuan Tahunan Tidak Resmi Menteri-Menteri Agama Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, dan Singapura.

Berikut ini adalah pertemuan-pertemuan internasional yang diikuti oleh Indonesia.

1. Musyawarah Hisab Rukyat Tiga Negara

Musyawarah ini diselenggarakan pada tanggal 9 sampai 11 Juli 1974 di Jakarta, atas prakarsa Menteri Agama Prof. H.A. Mukti Ali, dihadiri oleh Indonesia, Malaysia, dan Singapura.

Malaysia mengirim 5 orang delegasi, dipimpin oleh Syeik Abdul Mohsein Bin Haji Salleh, PCM, PCK, Mufti Wilayah Persekutuan, sedangkan Singapura mengirim 3 orang delegasi yang dipimpin oleh Haji Mahmood Haji Yusuf, Presiden Majelis Ugama Islam Singapura Indonesia sendiri, sebagai tuan rumah, menunjuk 4 orang delegasi, dipimpin oleh H.A. Wasith Aulawi, MA, Direktur Peradilan Agama, dengan juru bicara H. Sa'aduddin Djambek. Anggota lainnya adalah H. Z. A. Noeh dan Drs. Peunoh Daly Delegasi Indonesia juga didampingi oleh Tim ahli sebanyak 9 orang, yang terdiri dari unsur-unsur instansi terkait dan perorangan yang ahli dalam bidang hisab rukyat.

Musyawarah yang berjalan dalam suasana penuh mahabbah dan

persefahaman ini menghasilkan "Pernyataan Bersama" yang antara lain berisi persetujuan untuk kerja sama dan tukar menukar informasi di bidang hisab rukyat serta mengusulkan agar musyawarah serupa terus dilanjutkan dan ditingkatkan.

Kelanjutan dari musyawarah ini adalah terus berlanjutnya tukar menukar informasi, terutama tentang penentuan kalender hijriyah dan penentuan hari-hari besar. Namun demikian, keinginan untuk meningkatkan kerja sama dalam bentuk musyawarah dan meningkatkan kualitas pelaksanaan hisab rukyat di tiga negara tidak dapat dilakukan, setidaknya-tidaknnya sampai terbentuk Jawatankuasa Penyelarasan Rukyat dan Taqwim Islam yang bernaung di bawah payung MABIMS.

2. Hisab Rukyat di bawah MABIMS

Pertemuan tahunan tidak resmi Menteri-Menteri Agama Negara Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, dan Singapura yang pertama kali diadakan di Brunei Darussalam tahun 1989, antara lain membahas kerja sama di bidang hisab rukyat di antara ke empat negara. Untuk menangani masalah kerjasama tersebut dibentuklah suatu komisi tetap yang bertugas membahas secara teknis bentuk-bentuk kerjasama dan pelaksanaannya. Komisi tersebut diberi nama Jawatankuasa Penyelarasan Rukyat dan Taqwim Islam Negara Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, dan Singapura. Indonesia ditunjuk sebagai penghubung tetapnya. Pada awal kalendernya, Singapura belum termasuk di dalamnya.

Jawatan kuasa ini dalam menjalankan tugasnya didukung oleh personalia yang ahli di bidang hisab rukyat dan bidang-bidang yang berkaitan, seperti ahli astronomi dan ahli hukum agama. Sampai saat ini jawatankuasa telah mengadakan 9 kali pertemuan, yaitu di Indonesia 3 kali, Malaysia 3 kali, Brunei Darussalam 2 kali dan Singapura 1 kali. Dalam pertemuan tersebut, selain diisi oleh kegiatan musyawarah, juga dilakukan rukyat bersama dan simulasi rukyat untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan rukyat.

Sesuai dengan namanya, jawatankuasa ini bertujuan membahas dan merumuskan kaidah-kaidah untuk menyusun Taqwim Islam dan Kerjasama

Pelaksanaan Rukyat. Kini, Jawatankuasa ini telah menghasilkan Taqwim Hijriyah sampai Tahun 1442/2020 Masehi dan Buku Panduan Hisab Rukyat sebagai pedoman kerjasama yang kini sedang dalam proses pencetakan.

Dalam Buku Panduan tersebut dikemukakan bahwa Taqwim Hijriyah ditentukan oleh hisab dengan catatan bahwa ketinggian hilal untuk seluruh wilayah negara anggota sudah dua derajat diatas ufuk, jarak matahari-bulan minimal 3 derajat dan umur bulan setelah ijtimā' minimal 8 jam. Selain hisab, rukyat dilakukan untuk menentukan awal Ramadhan dan Syawal. Khusus untuk Brunei Darussalam, rukyat juga dilakukan untuk menentukan awal Dzulhijjah.

Disebutkan pula, bahwa Indonesia, Malaysia, dan Singapura sepakat untuk menerima hasil rukyat secara timbal balik, sedangkan Brunei Darussalam hanya menerima hasil rukyat dari daerah mathla'nya maksimal berjarak 8 derajat bujur ke arah barat. Keempat negara juga sepakat bahwa kesaksian rukyat dapat diterima sepanjang sesuai dengan Ilmu Hisab Syar'i dan ilmu astronomi. Jika kedua ilmu tersebut menyatakan bahwa hilal mustahil dapat dirukyat, maka laporan kesaksian rukyat harus ditolak.

Selain itu, jawatankuasa ini juga sepakat untuk meningkatkan kualitas rukyat. Untuk ini, pernah dilakukan simulasi rukyat di Planetarium dan Observatorium Jakarta pada tanggal 1 s.d 4 Juli 1992 dan di Mataram tahun 1997. Dalam Simulasi ini, para peserta dibawa ke suatu ruangan besar yang kondisinya dibuat sedemikian rupa sehingga seolah-olah para peserta berada di suatu tempat menghadap ke ufuk barat di saat Matahari terbenam. Peserta disuguhi oleh permainan sinar yang menampilkan fenomena alam dengan kecerahan hilal yang berbeda-beda, dilatarbelakangi oleh kecerahan cuaca yang berbeda-beda pula. Dengan demikian mata peserta dilatih untuk melihat hilal dalam ukuran dan keadaan yang berbeda. Di samping itu, dengan simulasi tersebut bisa dicek ketajaman mata seseorang, yang hasilnya dapat disaksikan oleh orang banyak.

Simulasi ini sangat menarik perhatian para delegasi tamu, sehingga mereka sepakat memasukkan simulasi ke dalam buku panduan sebagai

cara untuk meningkatkan metode rukyat yang perlu dikembangkan di tiap negara peserta.

Kerja sama hisab rukyat di bawah MABIMS ini memberikan manfaat yang cukup besar bagi pengembangan hisab rukyat dan penyatuan taqvim, baik di tingkat nasional maupun regional. Walaupun rumusan kerjasama ini suatu waktu, dalam kasus tertentu, dapat saja berbeda dengan kebiasaan yang sudah berjalan di tingkat nasional, namun hal ini tidak menimbulkan adanya keresahan sebab rumusan-rumusan kerja sama dalam pelaksanaannya harus dikaitkan dengan kepentingan nasional. Oleh karena itu kerjasama-kerjasama dengan negara lain tidak boleh bertentangan dengan kepentingan dan kebijaksanaan nasional yang sudah mapan. Di samping itu, dalam kerja sama tersebut ada suatu kemufakatan bahwa rumusan-rumusan yang telah disepakati dapat ditinjau kembali dari waktu ke waktu. Hal ini untuk menghindari adanya perkembangan yang memungkinkan adanya perbedaan.

3. Mukhtamar Penyatuan Kalender Hijriyah Internasional

Mukhtamar ini diselenggarakan di Istanbul, Turki, tanggal 28 s.d 30 November 1978 M, bertepatan dengan 26 s.d 29 Dzulhijjah 1398 H. Mukhtamar ini disponsori oleh Turki ini dihadiri oleh 19 negara Islam atau mayoritas berpenduduk muslim dan 3 organisasi Islam, termasuk Rabithah Alam Islami. Indonesia diwakili oleh 2 orang delegasi, yaitu Drs. H. Kafrawi Ridwan, MA (Direktur Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam) dan Drs. Abd. Rachim (Wakil Ketua Badan Hisab Rukyat Departemen Agama).

Pada garis besarnya mukhtamar ini merumuskan 2 hal, yaitu tentang kaidah-kaidah penentuan Kalender Hijriyah dan pembentukan Komisi Penyusunan Kalender.

Hal-hal yang penting dari kaidah-kaidah penentuan kalender adalah sebagai berikut:

- a. Dasar yang dipergunakan pada prinsipnya adalah rukyat. Namun demikian, untuk penyusunan kalender dipergunakan hisab syar'iy dengan ketentuan bahwa awal bulan ditetapkan jika tinggi Hilal sekurang-kurangnya sudah 5 derajat di atas ufuk dan jaraknya dari Matahari

sekurang-kurangnya 8 derajat.

- b. Hasil rukyat suatu tempat atau keadaan posisi Bulan sudah imkan rukyat menurut suatu tempat di permukaan bumi, maka awal bulan dapat ditetapkan berdasarkan keadaan tersebut.

Mengenai Komisi Penyusunan Kalender, Muktamar telah menyetujui 10 negara sebagai anggotanya dan bertugas untuk melakukan perhitungan kalender untuk setiap dua tahun ke depan. Kesepuluh negara itu adalah Aljazair, Bangladesh, Indonesia, Irak. Qatar, Kuwait, Mesir, Saudi Arabia, Tunisia, dan Turki. Komisi ini telah melakukan sidang sebanyak 7 kali, yaitu di Istanbul, Aljazair, Tunis, Jeddah, dan Indonesia, dan telah menghasilkan Kalender Hijriyah sampai tahun 1411/1991 M.

Sidang ketujuh diselenggarakan di Jakarta tahun 1987. Salah satu rumusannya sidang ke delapan akan diselenggarakan di Kuwait atau Irak pada tahun 1989. Namun sebelum sampai waktunya, terjadilah perpecahan Irak-Kuwait, sehingga sidang ke delapan Komisi Penyusunan Kalender Hijriyah Internasional ini ditunda, dan sampai sekarang tidak ada beritanya lagi.

Indonesia selalu aktif dalam setiap persidangan. Hasil dari perhitungan komisi tersebut pada umumnya hampir selalu sama dengan Kalender Hijriyah yang disusun oleh Indonesia. Walaupun kriterianya berbeda, namun oleh karena Indonesia secara geografis berada paling timur diantara negara-negara anggota, maka ukuran wujudul hilal -yang dijadikan kriteria di Indonesia-, akan selalu jauh lebih tinggi jika dilihat dari Maroko, negara anggota yang paling barat. Jadi, jika di Indonesia, tinggi hilal 2 derajat, di Maroko dapat mencapai 5 derajat. Akibatnya, kriteria Indonesia akan menghasilkan kesimpulan yang sama dengan kriteria muktamar yang menganut tinggi hilal 5 derajat namun tanpa batasan mathla'.

4. International Islamic Calender Programme

Keinginan adanya Kalender Islam Internasional juga terlihat dari usaha-usaha yang dilakukan kaum Muslimin secara luas. Pada tahun 1991, di University of Science Malaysia, Pulau Penang, diselenggarakan konferensi internasional yang dihadiri oleh para ahli bidang agama dan

iptek dari hampir seluruh pelosok dunia. Kemudian teretuslah adanya keinginan yang kuat untuk menyusun Kalender Islam Internasional yang berdasarkan kepada "imkan rukyat". Imkan rukyat inilah yang dianggap kriteria yang paling mendekati kepada yang dikehendaki oleh Al-Quran dan As-Sunnah.

Tugas penyusunan kalender tersebut dibebankan kepada suatu badan yang diberi nama International Islamic Calender Programme, yang terdiri dari International Programme Committee, National Coordinators Group dan Technical Support Group. Di atas badan ini terdapat suatu badan penasehat yang diberi nama International Advisory Committee.

Hampir seluruh negara dilibatkan. Paling tidak, disebut nama tokoh-tokohnya. Dari Indonesia tercatat nama-nama Prof. Bambang Hidayat (ITB) dan Drs. H. Zarkowi Soejoeti (Dep. Agama) yang duduk di Advosory Committee, Drs. Moedji Raharto (ITB) duduk di Programme Committee dan Drs. H. Taufiq (Dep. Agama) duduk di National Coordinators Group.

Badan yang tampaknya disponsori oleh Organisasi Konferensi Islam (dalam hal ini Standing Committee on Scientific and Technological Cooperation/COMSTECH) ini, lebih tampak bergerak secara terprogram, berorientasi iptek dan didukung oleh dana yang cukup. Terbukti, sudah beberapa buku diterbitkan, sebagai usaha pemasyarakatan dan pemancing opini.

Departemen Agama RI secara tehnik tampaknya tidak banyak terlibat. Dalam masalah teknis, keterlibatan unsur ITB lebih nampak dominan. Namun demikian, Departemen Agama selalu dikirim informasi-informasi atau terbitan-terbitan yang berkaitan dengan perkembangan kegiatan program ini.

E. Hisab and Islamic Calendar *

1. Introduction

- a. "Time" is a very fundamental doctrine of Islam! The time limits the existence of creature ('alam). Allah creates the creatures ('alam) are

*) Kertas kerja pada Muktamar Islam International Ru'yatul Hilal kedua di Turki pada tanggal 25 s.d 26 April 1980, disampaikan oleh H. Ichitijanto SA, SH sebagai delegasi Indonesia

limited by the time (time dimension) and by the space (space dimension). Time is a kind of resource for man and humankind. There are Koranic verses and Sunnah Rasul teach the muslim: what "time" is, how to utilize it and what is the effect for man who loses and wastes his time (Al-Quran S. 103 : 1-3; S.93 : 1-2; 8.91:3-4; S.89: 1-4; S.92 : 1-2;).

- b. Astronomy as a science in Islam is very clear. The muslim community needs the astronomy especially the lunar system for the Moon (the crescent, the new Moon), because the new Moon is particular significance in muslim life. The new Moon of Ramadhan, Syawal, Zulhijjah, Muharram, Maulid and Rajab must be calculated astronomically and observed by two witnesses of the instant. (See and compare: Louis Gardet, *Muslim views of Time and History, Culture and Time*, The Unesco Press, Paris 1976) How Islam encourages developing astronomy (the Lunar System) we can read in the Qur'an (S.2:185, 189; S.3:190; S.7:56; S.10:5; S.16:12; S.14:33; S.21:33; S.35:13; S.36:38,39,40; S.39:5; S.55:5; S.13:2; S.17:12,78) and the Sunnah Rasul.
- c. The lunar calendar has been recognized by Islam by its activities of muslims as servants of The One God, as a member of society and as a citizen of a state. Muhammad had abolished the old solilunar calendar and had prohibited the practice of intercalation, (nasi')- The lunar year has twelve months, each month being divided into weeks, each week having seven days and each day beginning in the evening. As we know the Islamic lunar calendar is dated in 622, (See and compare: Louis Gardet, *Muslim views of Time and History, Culture and Time*, The Unesco Press, Paris 1976).

2. Hisab and the Rituals

- a. Calculating astronomically (hisab) is significance for the muslim life, especially to determine:

- 1) The start and the last of the vast time in Ramadhan.
- 2) The Zakat and vestivals-time.
- 3) The start and the last of the praying time (5 times daily).
- 4) The time of Dhuha Pray.
- 5) The eclipse of the Sun and the Moon.
- 6) The direction of praying (qiblat).

The needs of the moslem life show us, that, in Islam the Lunar System and the Solar System are both important and usefull. The time lunar system is used to determine the time of Ramadhan vasting, zakat, vestivals ('Idul Fitri and 'Idul Adha) and all the new Moon of the month. The Solar System is utilized in Islam to determine: the five praying times daily and the Dhuha time. The both (solar and lunar system) are used to determine the eclipses, when the muslim are ordered (Sunnah) to pray, To determine the qiblat, the solar system is used in correction. According to the two systems (Lunar and Solar System), we can not devided absolutely, because there is not lunar system is utilized by Islam without the solar; and cosmos is total for moslem's and Islamic view.

- b. The Department of Religious Affairs of The Republic of Indonesia utilizes the International Data Resource to solute the six problems in Islamic ritual. The American Ephemeris and The Nautical Almanac are used as a resource to determine the time to pray the new Moon (the Ramadhan, The Syawal, The Vestivals, the Muharram) and the eclipses. The Van Den Boss Atlass is utilized to determine the direction of praying for the cities in Indonesia (especially) and the big cities in the world.

3. Islamic Calendar

- a. There are systems of astronomical calculating (hisab); conventional astronomical calculating (hisab 'urfi), traditional astronomical calculating and modern astronomical calculating. There are traditional astronomical calculating systems:
 - 1) Sullamun Nayyirain.

- 2) FathurRaufil Mannan
- 3) Khulashah Wafiah.
- 4) Al Qowaid al Falakiyah

In recent time the science of astronomy grew up and the modern astronomical calculating system were born in Indonesia. After the growing of The Hisab Hakiki system and The New Comb system calculating, The Sa'adoeddin Djambek is the most modern astronomical calculating system. The Department of Religious Affairs of The Republic of Indonesia (Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama) recognizes and develops the Sa'adoeddin Djambek system because the mathematical reason and the validity and precise (accurately) data from the Nautical Almanac.

b. Sa'adoeddin Djambek system

The Saaduddin Djambek system uses:

- 1) The Nautical Almanac as data resource (the new Moon, declination of the Moon and the Sun, local hour angle of the Moon and the Sun, meridian pass of the Sun, parallax, refraction, and the semi diameter of the Moon).
- 2) The American Ephemeris or the USSR Ephemeris (right ascension, new Moon, declination of the Moon and the Sun, local hour angle of the Moon and the Sun, meridian pass of the Sun, parallax, refraction and the semi diameter of the Moon).
- 3) The Principles of spherical Trigonometry as Mathematical formulas to determine:
 - a) The times of the daily praying:

$$\cos t = -\operatorname{tg} p \operatorname{tg} d + \sec p \sec d \sin h$$

Notes: (1) "t" is the local hour angle.

"t + ephemeris transit (taken from the table of the Nautical Almanac) is the beginning of . the praying.

- (2) "p" is the latitude.
- (3) "d" is the declination of the Sun
- (4) "h" (high) is the altitude of the Sun in the beginning of the praying:
 - "h" for Maghrib = -1°
 - "h" for Isya = -18°
 - "h" for Subuh = -20°
 - "h" for Dhuhur is $90^\circ - |p - d|$
 - "h" for Ashar is obtained from $\text{Cotg } h = \text{tg } |p - d| + 1$

b) The Azimuth of the Qiblat:

$$\text{Cot } B = \frac{\text{Cotg } b \text{ Sin } a + \text{Cos } a \text{ Cotg } C}{\text{Sin } C}$$

Notes:

- (1). B is the Azimuth of the Qiblat,
- (2). b is obtained from $90^\circ - (\text{Latitude of the Ka'bah})$.
- (3). a is obtained from $90^\circ - (\text{Latitude of the Town})$.
- (4). C is the different of the Longitude of Ka'bah and Town.

c) The Altitude of the crescent:

$$\text{Sin } h = \text{Sin } p \text{ sin } d + \text{cos } p \text{ cos } d \text{ cos } t$$

Notes:

- (1). "h" is the Altitude of the crescent.
- (2). p is the Latitude.
- (3). d is the Declination of the crescent.
- (4). t is the Local Hour Angle of the crescent.

d) The Azimuth of the crescent or the Sun.

$$\text{Cotg } A = -\sin p \text{ cotg } t + \cos p \text{ tg } d \text{ cosec } t$$

Notes:

- (1). A is the Azimuth of the crescent or the Sun.
 - (2). p is the Latitude.
 - (3). t is the Local Hour Angle of the crescent or the Sun.
 - (4). d is the Declination of the crescent or the Sun.
- c. The Sunnah Rasul teaches us that the hisab 'Urfi is used for the old community. The modern community in this recent time has to use the astronomical calculating (Ilmu Hisab) to determine the calendar. Nowadays, The Department of Religious Affairs of The Republic of Indonesia has used the astronomical telescope and astronomical camera for the crescent observation.

4. Conclusion.

- a. To determine the Islamic Calendar system, Ilmu Al Hisab (Astronomical calculating) is the fundamental tool.
- b. The crescent Observation is used as counterpart and correction for the ilmu Al Hisab (astronomical calculating),
- c. The one International Islamic Calendar supports the unity of Islamic community around the world.
- d. To realize the one International Islamic Calendar recommended to build an International Islamic Calendar Board whose functions are:
 - 1) To determine the Islamic Calendar.
 - 2) To publish the calendar and sending to the muslim community.
 - 3) To determine the new Moon, especially the day of Arafah.
 - 4) To determine the praying time for the sub tropical and the pole area muslim community.
 - 5) To determine the astronomical position of The Ka'bah (Mecca), its longitude and latitude.
 - 6) To recommend to the muslim countries and muslim community the International Islamic Holidays based on Islamic doctrine and Islamic history; i.e.:
 - (a). The 'Ied Al Fitri (1 Syawal).

- (b). The 'Ied Al Adha (10 Dzulhijjah).
- (c). The Islamic New Year (1 Muharram).
- (d). The Birthday of The Rasul (12 Rabiul Awwal).
- (e). The Isra' Mi'raj (27 Rajab).
- (f). The Revelation of The Holy Qur'an (17 Ramadhan).

F. How to Determine the Beginning of the Hegira (Lunar) Months and of Praying Times in Indonesia (An Astronomical and Islamic Law Analysis)*

1. Introduction

The existing difference among the Moslem community is the way of how to determine the beginning of the Hegira (lunar) month. This difference will inevitably cause other differences as to when to begin some certain worships: fasting in the month of Ramadhan and both Idul Fithri and Idul Adha prayings. Similar differences will occur in determining some other religious commemorations: the Hegira New Year, the Prophet's birthday, the Prophet's Isra' and Mi'raj as well as the revelation of the Qur'an.

Such a difference is, nevertheless, not new at all, both in Indonesia and in other countries, I assume, it began afar back as the era of the Prophet's companions, when Islamic religion began disseminating in to the region outside the Arab peninsula.

Today the current facts differing from one another has been encouraging the Moslem thinker in the world to seek the answer to that problem. And in this way, they have their own way of thinking. Some base on the understand able idea of the written text of both the Quran and the Prophetic Tradition (the Hadith), while others on essence and hidden ideas drawn from both of them. And I should frankly say that

*) Kertas kerja pada Muktamar Islam Internasional tentang Rukyatul hilal ke satu di Turki (27 s/d 30 Nopember 1978), disampaikan oleh Drs. H. Kalrawi MA dan Drs. Abd. Rachim, delegasi Indonesia

sucy dispenting points of view is still developing among the Indonesian Moslem community.

As I told you before these different points of view has also understandably made them separated one another in beginning their prayings and worships; while at the same time they will obviously contradict each other, so that if we do nothing for this, it might, in the long run, even disturb their national stability.

Therefore, some Moslem leaders and thinkers, individually as well as in group, have, by way of their various Moslem organizations, submitted their proposals and appeals to the government of the Republic of Indonesia, i. c. the Department of Religious Affairs, so that the latter will responsibly establish a new special board by which all kinds of disputes may be discussed and solved as peacefully as possible.

And this board is also to do a careful research on how far the differences in opinions, the result and the efectiveness of astronomical prediction as well as the systems of thinking they have been using, despite that on the references that both of the two contradictive thinkers have been using.

In considering the above-mentioned appeals, the Department of Religious Affairs, i.e. the Directorate for Development of the Islamic Court, has repeatedly convened conferences in wich leaders of many Moslem organizations in the country as well as Moslem thinkers were invited and tried to establish the expected special board, the might be capable of solving the problem.

And after some long mutual-understanding discussions there has been an agreement of the establishment of what so called "BADAN HISAB DAN RUKYAT", a special board of how to make use of "HISAB" (astronomical calculation) and of "RUKYAT" (new-Moon-use watching) in relation to the problem of determining the beginning of the lunar month, which members consist of some officials of the Department of Religious Affairs, some leaders of the Indonesian Moslem

organizations and some Moslem thinkers.

For the time being, the bear used not only done deal with the problems relating to how to determining or the lunar month, but is also deal with those relating to the determination of Islamic praying time as well as the direction of Islamic praying towards the Ka'ba in Mecca.

It is worth mentioning that in 1973 the board convened a joined conference with the governments of both Singapore and Malaysia, which was aimed at trying a collaborationship among the three countries in discussing and solving the same problem of them, in spite of seeking the possibility of exchanging the result of the astronomical calculation made by each of them.

Now we know that government of the Republic of Turkey is coming a conference in which Moslem leaders and thinkers are uncoured to discuss the problem of determining the exact time of beginning fasting in the month of Ramadhan, the Idul Fitri and Idul Adha, included those of the people living in the sub-tropical and polar areas. And in this way, I should say, that the Government of the Republic of Indonesia highly appreciates this respectable achievement and does expect that it will successfully do a positive achievement for the benefit of all the Moslem community in the world.

In the world of Astronomy, we know that the Republic of Turkey is a well-known country, because almost all astronomers in the world know well the Turkish Ulugh Beyk, the founder of the astronomical label (Zeij), which is, up to now, still being used as a guide in determining the astronomical data, in spite of those discovered by the progress of the modern technology.

It is reasonable, therefore, for my government at well as for all the Moslems in the country to hope that the Government of the Republic of Turkey will be the real pioneer in solving the above mentioned problem, as the late Ulugh Beyk was with his useful astronomical tables.

2. Why the Determination of the lunar months differs from one another.

Among the Indonesia Moslem community, the difference of determining of lunar months is usually because of two factors: First: There are difference in understanding the text of both the Quran and the Prophetic Tradition. This includes the understanding of some aspects of Islamic Law, that calls for attention of Islamic jurists and thinkers, as to, especially, how to draw the fix Islamic Law decision from the written texts of both the Quran and the Prophetic Tradition. Second: There are differences in the systems of astronomical prediction used by the Moslem community that cause other differences in the result of it. This includes some aspects of the astronomical points of view, that need careful researches consisting of its system of calculation, data as well as it procedures.

From this brief overview I think to bridge the differences in determining the beginning of the lunar months needs careful researches on the aspects of both Islamic Law and Astronomy.

3. The Islamic Law's point of view.

The Quran as the main guidance, explains the time of beginning fasting for the Moslems in the month of Ramadhan unclearly. It says that every Moslem should begin fasting if they are sure that it is really the first day of the month of Ramadhan. It is, therefore, understandable that they keep on seeking additional explanations from the Prophetic Tradition, as to how to determine the beginning of the month.

On of the Prophetic Traditions says that the Moslems should begin fasting if they or some of them have watched the one indicating the first day of the following month of Syawal. In case the sky is cloudy, the prophetic tradition shows another alternative that is to complete the days of the month of Sya'ban with thirty days.

Based on the above-mentioned Islamic guidance the Moslems have many ways and methods in beginning their fasting as described

in the following:

a. Using the crescent watching on the first day of Ramadhan.

This method is based on a prophetic tradition told by both Bukhari and Moslem quoted from Abi Hurairah, which idea has been mentioned above; In trying to watch the crescent, the Moslem should have been ready on top hill by Sunset time on the month of Sya'ban 29th. My own experience shows, however, that it is something difficult to do, because the steam coming up from the surface of the earth and the cloud surrounding the western part of the horizon often make this observation go up in smoke. Even another one using a telescope does not succeed well Because the visible Sunlight although it is usually very weak—is strengthened by the lens of the telescope, so that it may become a handicap in watching the crescent.

b. Completing the days of the month of Sya'ban with thirty days.

Due to the above-mentioned difficulties, and especially, in case the western part of the horizon is cloudy, the Moslems make use of another way, by completing the days of the month of Sya'ban with thirty days. And this method is also based on the same prophetic tradition, by which we are allowed to do so.

c. Following other people's successful crescent watching.

There is still another way that most Moslems in my country do, that is to follow the realiable and successful crescent watching done by any one else. And we know according to the Books of Fiqih, it is said that any news told by realiable men is enough 16 be applied as the basis of beginning fasting.

d. Using astronomical prediction.

There is, despite the above-mentioned ways and methods,

another method, that is to use astronomical prediction. This method is done by some Moslem on the basis of a prophetic tradition told by Both Bukhari and Moslem, quoted from Ibnu 'Umar, that says: "If the sky is cloudy you are to calculate the days that the month has.

As far as the Moslems concerned in trying to determine the beginning of the month of Ramadhan, I can say, that the crescent watching is the most popular and influential method of all that most Indonesian Moslems make use. I think, however, this is not the only condition that every Moslem should fulfill before beginning their fasting, because if it must be so, it may raise some difficulties to the Moslems. Therefore, they are eased with other "alternatives: to complete the days of the month of Sya'ban, to watch the crescent, to follow other people's crescent watching, or to accept astronomical prediction.

According to research done by experts in prophetic tradition, to calculate the numbers of the days of Sya'ban based on the above-mentioned Bukhari-Moslem prophetic tradition is not convincing, because the indication (ad dalalah) of the tradition does not bear an independent and convincing idea. It says further that the idea of that tradition should be related to the other clearer one of the same narrators — Bukhari and Moslem —, quoted from Ibnu Umar that states: "If the sky is cloudy, the Moslems are to complete the days of the month of Sya'ban until thirty days". The indications of this prophetic tradition is clearer and more convincing, because it is exactly the same as that indicated in another Bukhari's prophetic tradition, quoted from Abu Hurairah that clarifies, "if the sky is cloudy, the Moslems are to complete the number of the days in the month of Sya'ban until thirty".

In spite of that, the expert are also in the opinion that the application of astronomical prediction has no strong and convincing basis. But I should, nevertheless, say, that we will discover something about which they were doubt, if we would like to pay more attention to some verses in the Quran.

In Sura 30 (Yaasiin): “— we find a statement in indicating the variable location of the Moon in the sky, that will be revisible like a curved, dry and old leaf of a date tree. In Sura 10 (Yunus): 5 Allah also states that He himself who has made both the Sun and Moon shine and located them accordingly, so that the Moslems might be able to tell time (years) exactly and make a calculation upon it.

Although those verses were revealed in Mecca, which according to most experts in Islamic Law, have nothing to do with Islamic judgement, there are verses indicating the great power of the God, something unforgettable. I am sure, that you and I are in same opinion, that everything stated in the Quran is really true and cannot be repealed by anything else, including the Prophetic tradition has no function but is aimed at making the general Quranic principles clearer and more understandable. Therefore, we can also conclude that the Moslems making use crescent watching in determining the beginning of the month of Ramadhan do not really base their deed on a reliable and convincing reason, because the Arabic word “RUKYAT” may mean to see by sight or by mind. According to principles of USHUL AL FIQH such an indication is called ZHANNIYU ADDALALAH that does not bear a certainly Moreover, according to ULUMU AI HADITH. The above mentioned prophetic traditions are not MUTAWAITR at all. And every prophetic tradition, except the mutawatir one, has only what so called ZHANNIYU AL WURUUD. The only thing supporting the ideas of crescent watching is that had been a consensus of the Prophet companions (IJMA' SHAHABY), so that by which it had been strengthened.

Since the two methods of determining the beginning of the month of Ramadhan - by way of the crescent watching and of astronomical prediction — have almost the same numbers of followers in Indonesia, so what we have been doing, by way of our “BADAN HISAB DAN RUKYAT is to collect all kinds of informations wherever they come from, and make a comparative study to find the most convincing idea. And in this case we also observe the

results of the crescent watching done by the Moslem all over the country, especially on the location of the Moon watched by them. And after being discussed by the Badan (Institution) we give all the conclusions as well as appeals to the Minister of Religious Affairs, so that the latter may make his reliable and reasonable decision.

And as usual, even as a rule, his final decision is; officially announced to all the people by using all kinds of mass media: radio broadcast, television and newspapers. This is what we, the Indonesian government have been and will be doing for the benefit of our Moslem people.

And more or less, everything is done in accordance with our symbol "BHINNEKA TUNGGAL IKA" that means Unity in Diversity.

4. Astronomical points of view

Every time the BADAN HISAB DAN RUKYAT receives astronomical predictions' from its members scattering all over the country, something confusing, even questionable always happens, because their predictions are different from one another, although they sometimes have the same locations.

After being checked we discover that differences are resulted, among other things, from two factors: First: They make use of different data.

Second: They make use of different system and procedures of prediction.

Looked at from the first factor, the difference of data, we discover two groups of astronomical predictors:

- a. They who based on old bibliographies, containing tables, principles and procedures made by old generations of astronomers such as the Turkish Ulugh Beyk who died in 854 Hegira.
- b. They who base on modern astronomy, that pays more attention to the current progress of astronomy, inspire of taking the old ones in

to account. They use the required data from some ephemeris as American Ephemeris, Nautical Almanac and Almanac for computers. In determining the location of the Moon they also use some principles of Spherical Trigonometry, Physics and other sciences.

Being different in bibliographies and their supporting data, their result will be understandably different, too. And this difference is sometimes very great; varying from 2 to 3 degrees, and is hard to bridge. At the time the location of the Moon in the sky is very critical, such differences may make everything more difficult and complicated so that it will take more time to solve.

Looked at from the system they have been using we can now divide them into three groups:

- a. The first group bases their predictions on the conjunction (ijtima') between the Moon and the Sun. They use it as a date line. If the conjunction occurs before Sunset in a certain place, they decide that the following day is the first day of the following month. On the contrary, if it happens after Sunset, the following day must be the last day of prevailing month.

Generally speaking, we can conclude, then this group base only on General Astronomy without considering both the physical location of the Moon as well as the location of the watchers. In other word, they resemble to obey the Quranic verse while at the same time they obey neither the prophetic traditions nor the opinions of Moslem thinkers.

- b. The second group base their predictions on the true horizon. They take conjunction into account, but they do not think it is decisive. According to them conjunction functions just as an indicator to determine exactly the location of the Moon in the horizon (ufuq haqiqi). if the crescent over the horizon, it means that the following day must be the first day of the following month. On the contrary, however, if the crescent is negatively beneath the true horizon, the following day must be the last day of the prevailing month.

It is obvious, then, that they really do not pay any attention to the influence of longitude difference to the watcher, the parallax of the celestial bodies as well as the refraction that always occurs everywhere in the space. Such ignorances are understandable due to lack of interest in observing the exact location of the crescent in the sky in order to get an exact prediction. So they do not need any crescent watching.

- c. The third group of astronomical predictors are those who based their predictions on the visible horizon, *ufuq mar'i*. They also take the conjunction into account, especially in determining the location of the crescent either over or beneath the visible horizon; but in this way some necessary corrections are made by them. They make those corrections after carefully considering some influences of longitude differences, parallax, refraction etc. So that if the altitude of crescent is positively over the visible horizon, the following day must be the first day of the following lunar *Higira* month. And on the contrary, if the altitude of the crescent is negatively beneath the visible horizon, the following day must be the last of prevailing lunar month. In cash the altitude of the crescent is so critical that almost nobody can watch, such different system may cause various conclusions contrary to one another. Fortunately, however, such a case is very rare.

In trying to bridge those differences, the "Badan Hisab dan Rukyat" has repeatedly convened conferences and has adopted some considerations as follows:

- 1) To collect all kinds of bibliographies on Astronomy as well as astronomical data from all kinds of system.
- 2) To unify all kinds of existing procedures of prediction that might be applied in seeking a unification of both system and procedures of astronomical prediction.
- 3) To establish a reasonable convention that every predictors should obey.
- 4) To compile a special dictionary on astronomical terminologies,

comprising both Arabic and English terms.

5. To Predict Astronomically the beginning of the month.

Although astronomical predictors make use of different way and systems in determining the beginning of lunar month, they have the same goal: to determine whether the Moon has been in the east of the Sun or in the west of it, at Sunset time, to make the prediction easier we usually put the Sun in setting position, when both the Sun and the Moon are in the same celestial longitude.

If the prediction indicates that the Moon is over the horizon, it means that it has been in the east of the Sun. On the contrary, if the Moon is still beneath the horizon, it means that it is in the west of the Sun. That is why we need to predict first when the Sun will exactly set. Astronomers state the Sun sets if its upper watchable limb has been tightly in the same line as the visible horizon.

In determining the Sunset time, we have to make corrections, because the data prepared in both Ephemeris, American Ephemeris and Nautical Almanac are the real ones. The corrections that we need include: (1) the Dip of the horizon, (2) refraction, (3) semidiameter and (4) parallax.

Such correction should also be made when we are predicting the Moon altitude, in order to get a reliable information for further observation. We can practically ignore then Sun parallax, because it is very small, but we cannot ignore the Moon parallax, because it varies around one degree, something unignorable.

6. Procedures of Prediction

The phases of measuring the Moon altitude that most Astronomical predictors do include: (a) to determine the Moon-Sun conjunction time, (b). To predict the Sunset time, (c). To determine required data on the Moon, (d). to measure the Moon altitude and (e) to make corrections on the Moon altitude.

To make this procedure clearer and more understandable, we will illustrate with examples that show how to measure the Moon altitude in four chosen situations relation to the beginning of the month of Ramadhan, the Idul Fitri, the Idul Adha and another Islamic commemoration of the next year (1979 A.D.).

a. To determine the Moon-Sun conjunction.

Bom the American Ephemeris and the Nautical Almanac give exact informations about the Moon-Sun conjunction which are called new Moon according to the original text-based on Greenwich Mean Time (G.M.T). For Indonesian people who live in the far eastern part of the world should change the basis of G.M.T. into Indonesian Mean Time. Indonesia has three time divisions: Western, Middle and Eastern Indonesian Mean Tune. In the following examples we will make use of Western Indonesian Mean Time (W.I.B) basing on longitude 105°,00'. Therefore, we should make a correction for seven hours before the basis of G.M.T

The Moon-Sun conjunction of :

	Ramadhan	Syawal	Zulhijjah	Muharram
	July, 24,1979	August 22,1979	October 21,1979	November 19,1979
G.M.T	01 ^h 41 ^m	17 ^h 10 ^m	02 ^h 23 ^m	18 ^h 04 ^m
	<u>07</u>	<u>07</u>	<u>07</u>	<u>07</u>
W.I.T	08 41	00 10	09 23	01 04
	July 24, 1979	August 23,1979	October 21,1979	November 20,1979

To predict the exact time of Sunset, we have to estimate in advance by looking up the table of Sunset time in the Nautical Almanac as below mentioned.

	July, 24,1979	August 22,1979	October 21,1979	November 20,1979
Sunset	17 ^h 56 ^m	17 ^h 58 ^m	17 ^h 56 ^m	18 ^h 03 ^m
Cor	<u>+ 4</u>	<u>+ 2</u>	- <u>2</u>	<u>-4</u>
	18 00	18 00	17 54	17 59

The above-mentioned time are local time, i.e. in Pelabuhan Ratu. a small town in southern beach of West Java Province. Since the data that we want to apply is still on the basis of GM.T., so we must change them into G.M.T. by reducing as long as the local longitude difference from the local time.

	July, 24,1979	August 22,1979	October 21,1979	November 20,1979
	18 ^h 00 ^m	18 ^h 00 ^m	17 ^h 54 ^m	17 ^h 59 ^m
Long	-7 05 44	7 05 44	7 2 44	7 4 44
G.M.T	<u>10 54 16</u>	<u>10 54 16</u>	<u>10 48 16</u>	<u>10 53 16</u>

By using the result of the above-mentioned calculation we can find the required data from the table, to determine the Sun declination.

	July, 24,1979	August 22,1979	October 21,1979	November 20,1979
0	+19° 57'	+11° 34'	-11° 34'	19° 36'

b. To predict the Sunset time.

To predict the beginning of post-afternoon praying (MAGH-RIB) we need the following data: (1) latitude - (2) longitude = (3) declination = 0. (4) equation of Time = e (5). altitude = h.

Since the objective of this prediction is the post-; afternoon praying time or the Sunset time conceding the Moon-Sun conjunction, the most ideal place for this is Pelabuhan Ratu as mentioned above. The following is the illustration.

$$\phi = -7^{\circ} 07'$$

$$\lambda = 106^{\circ} 26'$$

	July, 24,1979	August 22,1979	October 21,1979	November 20,1979
$\phi =$	+19° 56'	+11° 34'	-10° 34'	-19° 36'
e =	-16 ^m 26 ^s	-02 ^m 29 ^s	+15 ^m 15 ^s	+14 ^m 29'
h =	-1° 13'			

The data of 0 and e is available from either the American

Ephemeris or the Nautical Almanac, while those of 0 and X are noticeable from any carefully-made map, such as that of van den Bosch. Further procedures for determining the corner of the G.H.A. of the Sun (t) is as follows:

$$\sin \frac{1}{2} t = \frac{\sqrt{\cos (s + \varnothing) \cos (s + \delta)}}{\cos \varnothing \cos \delta}$$

$$2 s = 270^\circ - (\varnothing + \delta + h)$$

	July 24,79		August 23,79		October 21,79		November 20,79	
	-7°	07'	-7°	07'	-7°	07'	-7°	07'
\varnothing	-7°	07'	-7°	07'	-7°	07'	-7°	36'
0	+19	57	+11	34	-10	34	-19	36
$\varnothing + 0$	12	50	4	27	-17	41	-26	43
h	-1	13	-1	13	-1	13	-1	13
$\varnothing + 8 + h$	11	37	3	14	-18	54	-27	56
2 s	258	23	266	46	288	54	297	56
s	129	12	133	23	144	27	148	58
\varnothing	-7	07	-7	07	-7	07	-7	07
s + \varnothing	122	05	126	16	137	20	141	51
s	129	12	133	23	144	27	148	58
0	+19	57	+11	34	-10	34	-19	36
s + 0	149	09	144	57	133	53	129	22
log cos \varnothing	9,9956		9,9966		9,9966		9,9966	
log cos 0	<u>9,9731</u>		<u>9,9911</u>		<u>9,9892</u>		<u>9,9741</u>	
	9,9697		9,9877		9,9892		9,9707	
log cos (s + 0)	9,7252-		9,7720-		9,8665-		9,8956-	
log cos (s + o)	<u>9,9337-</u>		<u>9,9131-</u>		<u>9,8409-</u>		<u>9,8023-</u>	
2 log sin $\frac{1}{2} t$	9,6589		9,6851		9,7074		9,6979	
log sin $\frac{1}{2} t$	9,8446		9,8487		9,8591		9,6979	
$\frac{1}{2} t$	44° 32'		44° 54'		44° 18'		44° 55'	

	t	89 04	88 48	92 36	93 50
c.t		12 ^h 06 ^m 26 ^s	12 ^h 02 ^m 29 ^s	11 ^h 44 ^m 45 ^s	11 ^h 45 ^m 31 ^s
		<u>5 54 56</u>	<u>5 59 12</u>	<u>6 10 24</u>	<u>6 15 20</u>
Sunset		<u>18 01 22</u>	<u>18 01 41</u>	<u>17 55 09</u>	<u>18 00 20</u>
		<u>7 05 44</u>	<u>7 05 44</u>	<u>7 05 44</u>	<u>7 05 44</u>
G.M.T		<u>10 55 38</u> -	<u>10 55 57</u> -	<u>10 49 25</u> -	<u>10 55 07</u> -

c. To determine data on Moon

From the-above time indicators we will find some data on Moon: movement angle — Greenwich Hour Angle — and Moon declination, at exactly the same time as the Sunset. Since there are only informations on the hour Moon movement angle and its declination, both its minute and second movement angles should be carefully calculated by interpolizing them with the existing data. And then it is added to the differences between the longitude of the place that we are determining and that of Greenwich, so that we can find the required angle. This procedure of calculation is also applicable for finding the Moon declination.

The following is the illustration of the procedure:

	July 24,79	August 23,79	October 21,79	November 20,79
Indheks	0,9271	0,9324	0,8237	0,9185
GHA 10 th GMT	325° 09,6	322° 10,8	328° 55,7	324° 19,3
Cor	<u>13 28,1</u>	<u>+11 34</u>	<u>-10 34</u>	<u>-19 36</u>
GHA	338 38	335 45	340 54,5	337 37
t	106 26	106 26	106 26	106 26
Moon declination	85 04	82 11	87 20,5	84 03
	+16° 14,9	+8° 44,5	-7° 57,7	-16° 17,6

	- 14,6	- 7,8	- 7,4	- 5,5
0	+16° 0',9	+8° 36',42'	-8 05',06"	-16 23',6"

d. To determine the altitude of the Moon

Further procedures for determining the altitude of the Moon.

4 to determine the altitude of the Moon

Further procedures for determining the altitude of the Moon

$$\frac{Tg p = \cotg \theta \cos t}{\cos p}$$

log cotg θ	10,5378	10,8195	10,8476-	10,5321
log cos t	8,9230	9,1336	8,8039	9,0156
logtg p	9,4608	9,9351	9,6515-	9,5477
p	16° 07'	41° 55'	155° 51'	160° 33'
\emptyset	-7 07	-7 07	7 07	-7 07
(\emptyset +p)	9 00	34 48	148 44	153 26
log sin \emptyset	9,4447	9,1756	9,1480-	9,4499-
log sin ($\emptyset + p$)	9,1943	9,7564	9,7152	9,6505
log cos	9,9826	9,8716	9,9602	9,9745
log sin h	8,6564	90604	8,9030	9,1259
h	2° 36	6° 36'	4° 36'	7° 41'

e. To make corrections to the true altitude of the Moon in order to fit the parallax.

The correction in this way include (1). parallax, (2). refraction, (3).

semidiameter and (4). Dip of the horizon.

	July 24,79	Augt 23,79	Oct 21,79	Nov 20,79
h	2° 36	6° 36	4° 36'	7° 41'
p	- 54	- 53	- 55	56
	<u>1 42</u>	<u>5 43</u>	<u>3 41</u>	<u>6 45</u>
ref	18	- 9	- 12	8
	<u>2 00</u>	<u>5 52</u>	<u>3 53</u>	<u>6 53</u>
s.d	16	- 16	- 16	16
	<u>2 16</u>	<u>6 08</u>	<u>4 09</u>	<u>7 09</u>
dip	22	- 22	- 22	22
	<u>2 37</u>	<u>6 30</u>	<u>4 31</u>	<u>7 31</u>
h	-	-	-	-

From that analysis we can determine the altitude of the Moon in the four situations is positively over the visible horizon.

According to this astronomical prediction we conclude that :

- 1) The beginning of the month of Ramadhan 1399 Hegira will be on next July 25, 1979.
- 2) The beginning of the month of Syawal 1399 Hegira will be on next August 24, 1979.
- 3) The beginning of the month of Zulhijjah 1399 Hegira will be on next October 21, 1979.
- 4) The beginning of the month of Muharram 1400 Hegira will be on next November 21, 1979.

The result of this astronomical prediction is very credible and convincing, that it will be quite probably to watch the crescent on thos day.

7. To Determine the Idul Adha

The Idul Adha in Indonesia is determined on the month of Zulhijjah 10 while the first day of Dzulhijjah is determined on the basis of the prevailing official rule. This determination was strengthened and adapted by the conference of Badan Hisab dan Rukyat" held on March 9-11,1977, where Moslem leaders and thinkers from all over the country participated.

In addition, there is still another recommendation submitted by some Moslem leaders that the 'Idul Adha have been determined the day after the Arafah on Zulhijjah 9.

However this has not been accepted by Badan Hisab dan Rukyat, because of, among others, the following reasons:

- a. The Islamic judicial consideration on which the government of Saudi Arabia bases its decision on the Arafah pilgrimage—Stop day is not clear enough, whether it is astronomical prediction., crescent watching, the Moon-Sun conjunction or it is based on other consideration.
- b. There is, up to now, no date line for the Moslems all over the world and also no agreement about what town is the pole of that line.

As to the first point, the government of the Republic of Indonesia has repeatedly asked for informations from those concerned with that issue. The world Moslem Association (Rabithah Alam Islamy) give only a brief information in 1976, saying that it was based on analysis made by the Rector of Al Azhar University in Cairo. According the Rabithah it is true and convincing that needless to argue about it. On the other hand, the government of Saudi Arabia has never given us any information: about it, except an official announcement given during the pilgrimage season every year.

Now I should tell you that most Moslem leaders in Indonesia are eager to know further this issue, especially its background, because according to them it may very unconvincing if it is only based on the crescent watching:

To analyze this opinion let me put last Idul Adha as an example. The Moon-Sun conjunction by the beginning of the month of Zulhijjah was on Wednesday, November 1, 1978 at 03^h06^m WIT. The altitude of the crescent that evening, watched in Yogyakarta (Central Java) was 06°34'12". According to this, the first day of Zulhijjah 1398 A.H. was on Thursday, November 2, 1978 and the 'Idul Adha was on Saturday 11, 1978.

For Mecca, in Saudi Arabia (east longitude of 39° 50'X; the Moon-Sun conjunction on Tuesday, October 31, 1978 at 22^h45^m 52° Mecca Time. It was impossible to watch the crescent from Mecca at that time, because it was disappeared. It was watchable the day after, i.e. Wednesday, November 1, 1978; so that the first day of" Zulhijjah 1398 H should have been on Thursday, November 2, 1978. Consequently, the Arafah—pilgrimage—stop day should have been on Friday, November 10, 1978; and the 'Idul Adha should have been on the following day, i.e. Saturday, November 11, 1978.

However, something questionable occurred, when the government of Saudi Arabia decided to take Thursday, November 9, 1978, as the day of pilgrimage stop in ARAFAH. This decision was and is still question able to Most Moslems leaders and thinkers in Indonesia.

Therefore, the government of the Republic of Indonesia until now has not been able to accept such a decision made by the government of Saudi Arabia; because it still has to respect the opinion of Moslem thinkers in the Country, suggesting that government should determine the Idul Adha in such a way according to the location of the country in the globe.

As to point 2, the Moslem thinkers in Indonesia are of me opinion that, if the Idul Adha must be on the same day as that in Saudi Arabia, some preconditions should be fulfilled in advance:

a. The determination of the pilgrimage stop in 'Arafah should be

based on reliable and convincing crescent watching in accordance with the astronomical prediction.

- b. There should be an exact date line indicating which areas in the world that should have the same Idul Adha as Saudi Arabia has. Because if there is not such a date line all the Moslem in the world will be constantly confusing.

Let me give you another example as a comparison to make this issue more understandable. As we know, the solar system of calendar has an exact date line, on Bering straits, at longitude 180° , that separates the continent of Asia and that of America, and divides the globe into two equal hemispheres, Guided by this date line, if it is Friday on the western side of the date line, it must be Thursday on the other one.

It is understandable, therefore, if there is not such a date line in our lunar system of calendar, every appeal to the Moslems all over the world for having the same 'Id is really difficult to do. What I have told is only an idea that will be impracticable, unless the Moslems all over the world would reasonable respond to it.

On the basis of the above analysis, I think it is not exaggerated to appeal that this respectable conference will adopt a join agreement i.e. to determine a certain city as the date line for our lunar system of calendar.

8. To determine praying time for Muslims¹ living in the Polar Areas

The areas where praying time is difficult to determine are those having only night or day in a fair length of time. To know those are as we can make use of both the Sun declination and latitudes as indicators.

If the Sun shines around the southern part of the globe with its declination of $-23^{\circ}26'$, all the areas lying on South Latitude of $66^{\circ}34'$ until 90° south pole will have only day. On the contrary, those lying

from north latitude of $+66^{\circ} 34'$ to 90° in the north pole will have only nights. This one occurs every Desember 22.

If the Sun shines around the northern part of the globe with its declination of $+23^{\circ}27'$, the areas lying on north latitude of $+ 66^{\circ} 33'$ until 90° in the north pole will have only day, while those lying on south latitude of $-66^{\circ}33'$ until 90° in the south pole will have only night. This one occurs every July 21. The length of night and day in those areas almost the same as that on March 21 as well as September 23.

Such conditions make the prediction on praying time difficult. In case there is only day it will be difficult to determine: to praying time of MAGHRIB, ISYA' and SUBUH. On the contrary, if there is only night, it will be difficult to determine the praying of ZHUHUR and ASAR, and probably including that the Maghrib too. It also quite probable that the praying time of ISYA' and SUBUH will be joined together and that they cannot be differentiate exactly from one another. Once in a year will also be along after Moon in those areas.

In tackling this special problem the Moslem in the world, as far as we know, have different trends and opinions as below mentioned:

- a. Some Moslems are on the opinion that it will be possible to determine praying time in those areas if will do a careful calculation. According to them, in case there is only day the determinable praying time are only ZHUHUR and ASAR. As to praying times of MAORIS ISYA' and SUBUH, they cannot predict anything because there are no natural as well as celestial indicators for this. In this case they are of the opinion that all the three praying should be preformed, but unfortunately they do not tell us when they should be performed. They only tell that this condition is the same as that of a Moslem who is un conscious or sleeps from the beginning of MAGHRIB praying time until morning in the following day. According to some books on Fiqih (Islamic Law), such a Moslem should perform his missed praying at the time he is conscious or the gets up. In line with this opinion, they

say, if there is a Moslem astronaut in the outer space who does not know whether or not it is time to pray, he should perform the missed praying after coming back to the earth.

b. There are also theories in some books of Fiqih, such as:

- 1) There are thinkers in Islamic Law (FUQAHA) who think that praying time in those areas should be predicated and determined according to their neighbouring normal areas. But this opinion is astronomically unacceptable because in the polar areas the distance between one longitude to the other is very near.
- 2) In spite of that, there is also another opinion saying that praying time in those areas should be the same as that in both Mecca and Medina in Saudi Arabia, because both cities are where the Islamic religion was revealed.

Whatever they say, however, and whatever reason, this problem still exist and need a vast discussion. And of course it should be solved and determined by way of respectable and obeyable agreement among all the Moslem all over the world. And I am sure that this respectable conference will be able to lead us to do so.

BAB II

HISAB DAN RUKYAT DI INDONESIA

A. Sejarah, Aliran dan Permasalahan Hisab Rukyat di Indonesia

Sejak zaman berkuasanya kerajaan-kerajaan Islam di Indonesia, umat Islam sudah mulai menggunakan penanggalan Islam, yaitu penanggalan hijriyah. Mereka mempergunakan sebagai penanggalan yang resmi. Setelah adanya penjajahan Belanda di Indonesia maka oleh Pemerintah Belanda penanggalan Masehi digunakan dalam kegiatan-kegiatan Administrasi Pemerintahan dan dijadikan sebagai tanggal resmi. Akan tetapi umat Islam tetap mempergunakan tarikh Hijriyah, terutama di daerah-daerah kerajaan Islam. Pemerintah penjajah membiarkan saja pemakaian penanggalan itu dan pengaturannya diserahkan kepada para penguasa kerajaan-kerajaan Islam yang masih ada, terutama pengaturan terhadap hari-hari yang ada hubungannya dengan peribadatan seperti tanggal 1 Ramadhan, 1 Syawal, dan 10 Zulhijjah.

Setelah Proklamasi Kemerdekaan, secara berangsur-angsur mulailah diadakan perubahan. Dan setelah terbentuknya Departemen Agama pada tanggal 3 Januari 1946, maka diserahkanlah tugas-tugas pengaturan hari libur, dan termasuk juga tentang pengaturan tanggal 1 Ramadhan, Syawal, dan Zulhijjah kepada Departemen Agama. Wewenang ini tercantum dalam Penetapan Pemerintah tahun 1946 No.2/Um.7 Um.9/Um, dan dipertegas dengan Keputusan Presiden No.25 tahun 1967 No.148/1968 dan 10 tahun 1971. Pengaturan hari-hari libur termasuk tanggal 1 Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha itu berlaku untuk seluruh Indonesia. Namun demikian perbedaan masih belum dapat dihindari sama sekali karena adanya dua pendapat yang mendasarkan tanggal satu bulan qamariyah masing-masing dengan hisab, dan dengan rukyat.

1. Sejarah Badan Hisab dan Rukyat

Untuk menjaga persatuan dan Ukhuwah Islamiyah, maka pemerintah (dalam hal ini Departemen Agama) selalu berusaha untuk

mempertemukan paham para ahli hisab dan rukyat dalam masyarakat Indonesia terutama di kalangan ulama-ulamanya dengan mengadakan musyawarah-musyawah, konferensi-konferensi untuk membicarakan hal-hal yang mungkin dianggap menimbulkan pertentangan di dalam menentukan hari-hari besar Islam, terutama penentuan awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha, kalau dapat, disatukan. Dan kalau ternyata tak dapat berhasil diusahakan untuk menetralsir, jangan sampai menimbulkan pertentangan-pertentangan di kalangan masyarakat lebih meluas. Musyawarah itu dilakukan tiap tahun. Pada tanggal 12 Oktober 1971 diadakan musyawarah di mana pada waktu itu terjadi perbedaan pendapat mengenai jatuhnya tanggal 1 Ramadhan 1391. Dalam Musyawarah ini dapat dinetralsir adanya perbedaan-perbedaan dan ternyata dapat meniadakan ketegangan-ketegangan di kalangan masyarakat, dan yang lebih penting lagi ialah bahwa musyawarah mendesak kepada Menteri Agama untuk mengadakan Lembaga Hisab dan Rukyat.

Musyawah pada tahun berikutnya diadakan pada tanggal 20 Januari 1972, dalam menghadapi tanggal 1 Dzulhijjah 1972/1391 yang juga terdapat perbedaan. Musyawarah ini pun dapat meredakan suasana pertentangan dan selanjutnya para peserta mengulangi desakannya lagi supaya direalisasikan dengan cepat adanya Lembaga Hisab dan Rukyat Musyawarah yang terakhir ini diikuti oleh, ormas-ormas Islam, Pusroh ABRI, Lembaga Meteorologi dan Geofisika, Planetarium, IAIN, dan dari Departemen Agama.

Untuk merealisasikan terbentuknya Lembaga hisab dan rukyat Departemen Agama tersebut maka ditunjuklah team perumus yang terdiri dari lima orang yaitu:

- a. A. Wasit Aulawi, MA
 - b. H. ZA. Noeh
 - c. H. Sa'adoeddin Djambek
 - d. Drs. Susanto (dari Lembaga Meteorologi & Geofisika)
 - e. Drs. Santoso Nitisastro (dari Planetarium).
- } dari Departemen Agama

Setelah mengadakan beberapa kali pertemuan maka dalam rapatnya tanggal 23 Maret 1972 tim perumus mengambil keputusan

sebagai berikut:

- a. Bahwa tujuan dari hisab dan rukyat ialah mengusahakan bersatunya umat Islam dalam menentukan tanggal 1 Ramadhan, 1 Syawal, dan 10 Dzulhijjah.
- b. Bahwa status daripada Lembaga Hisab dan Rukyat ini adalah resmi dan berada di bawah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam dan berkedudukan di Jakarta
- c. Bahwa tugas dari Lembaga Hisab dan Rukyat ini adalah memberi advis dalam hal penentuan permulaan tanggal bulan qamariyah kepada Menteri Agama.
- d. Bahwa keanggotaan Lembaga Hisab dan-Rukyat ini adalah terdiri dari 1 Anggota tetap (inti) yang mencerminkan 3 unsur, yaitu :
 - 1) Unsur Departemen Agama;
 - 2) Unsur ahli-ahli Falak/Hisab;
 - 3) Unsur ahli Hukum Islam/Ulama.

Untuk mensukseskan tugas-tugas Lembaga perlu disediakan perlengkapan-perengkapan sebagai berikut:

- a. Mesin Tik;
- b. Mesin Reproduksi;
- c. Mesin Kalkulator;
- d. Theodolit;
- e. Alat Pemotret;
- f. Teropong Bintang;
- g. Chronometer;
- h. Stopwatch;
- i. Buku-buku Nautical Almanak tiap tahun;
- j. Radio;
- k. Dan lain-lain.

Urusan selanjutnya ditangani oleh Direktorat Peradilan Agama. Pada tanggal 2 April 1972, oleh Direktur Peradilan Agama disampaikan kepada Bapak Menteri Agama daftar nama-nama anggota baik anggota tetap maupun yang anggota tersebar. Dan pada tanggal 16 Agustus 1972

dikeluarkanlah SK Menteri Agama No. 76 tahun 1972 tentang Pembentukan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama yang diktum putusannya adalah sebagai berikut:

- PERTAMA** Membentuk Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama.
- KEDUA** Tugas Badan Hisab dan Rukyat tersebut diktum PERTAMA ialah memberikan saran-saran kepada Menteri Agama dalam penentuan permulaan tanggal bulan-bulan qamariyah.
- KETIGA** Kepengurusan dari Badan Hisab dan Rukyat tersebut terdiri dari: Ketua, Wk. Ketua, Sekretaris, Anggota-anggota tetap dan Anggota tersebar (Associate members).
- KEEMPAT** Anggota-anggota tetap tersebut merupakan pengurus harian yang menangani masalah sehari-hari, sedangkan anggota tersebar bersidang dalam waktu-waktu tertentu menurut keperluan.
- KELIMA** Anggota-anggota tersebar diangkat dengan keputusan tersendiri oleh Dirjen Bimas Islam.
- KEENAM** Badan Hisab dan Rukyat tersebut dalam melakukan tugasnya bertanggung jawab kepada Direktur Peradilan Agama.
- KETUJUH** Kepada Ketua, Wk. Ketua, Sekretaris dan Anggota-anggota diberikan honorarium menurut peraturan yang berlaku.
- KEDELAPAN** Segala pengeluaran dan biaya-biaya dari Badan Hisab dan Rukyat tersebut dibebankan pada Anggaran Belanja Departemen Agama m.a 18.1.1.233. dan 18.1.1.241 dan untuk tahun-tahun berikutnya m.a. yang selaras untuk itu.

KESEMBILAN

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Selanjutnya Menteri Agama dengan SK No.77 tahun 1972 tanggal 16 Agustus 1972 telah menentukan susunan personalia Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama sebagai berikut:

- a. SA'ADOEDDIN DJAMBEK Jakarta, Sebagai Ketua merangkap Anggota;
- b. A. WASIT AULAWI MA Jakarta, Sebagai Wk. Ketua merangkap Anggota;
- c. Drs. DJABIR MANSUR Jakarta, Sebagai Sekretaris merangkap Anggota;
- d. H. Z. A. NOEH, Jakarta sebagai Anggota;
- e. Drs. SUSANTO WM.C), Jakarta sebagai Anggota;
- f. Drs. SANTOSO, Jakarta sebagai Anggota;
- g. RODI SALEH, Jakarta sebagai Anggota;
- h. KH. DJUNAIDI, Jakarta sebagai Anggota;
- i. Kapten Laut MUHADJI, Nrp. 2359/p Jakarta, sebagai Anggota;
- j. Drs. PEUNOH DALY. Jakarta sebagai Anggota;
- k. SJARIFUDDIN BA, Jakarta sebagai Anggota

Adapun anggota tersebar diserahkan penyelesaiannya oleh Direktur Jenderal Bimas Islam. Dirjen Bimas Islam dengan Surat Keputusannya No. D.I/96/P/1973 tanggal 28 Juni 1973 telah:

MENETAPKAN : Susunan anggota tersebar Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama sebagai berikut:

a. KH. Muchtar	P.A.di Jakarta
b. KH. Turaichan Adjhuri	Kudus
c. K.R.B.Tangshoban	Sukabumi
d. KH. Ali Yafie	U. Pandang
e. K.H.A. Djalil	Kudus
f. KH. Wardan	Jogjakarta
g. Drs. Abd. Rachim	Jogjakarta
h. Ir. Bachit Wachid	Jogjakarta

i. Ir. Muchlas Hamidi	Jogyakarta
j. H. Aslam Z.	Jogyakarta
k. H. Bidran Hadi	Jogyakarta
l. Drs. Bambang Hidayat	Bandung/ITB
m. Ir. Hamran Wachid	Bandung/ITB
n. KH. O. K.A. Aziz	Jakarta
o. Ustaz Ali Ghozali	Cianjur
p. Banadji Aqil	Jakarta
q. K. Zuhdi Usman	P.A.Nganjuk

Pada tanggal 23 September 1972, para anggota tetap Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama dilantik oleh Menteri Agama. Dalam pidato pengarahannya beliau mengatakan:

Apa sebab Badan Hisab dan Rukyat harus diadakan. Badan Hisab dan Rukyat ini diadakan dengan pertimbangan bahwa:

- a. Masalah Hisab dan Rukyat awal tiap bulan qamariyah merupakan masalah penting dalam menentukan hari-hari besar umat Islam;
- b. Hari-hari besar itu erat sekali hubungannya dengan peribadatan umat Islam, dengan hari libur, dengan hari kerja, dengan lalu-lintas keuangan dan kegiatan ekonomi di negeri kita ini, juga erat hubungannya dengan pergaulan hidup kita, baik antar umat Islam sendiri maupun antara umat Islam dengan saudara-saudara sebangsa dan setanah air;
- c. Persatuan umat Islam dalam melaksanakan peribadatan perlu diusahakan, karena ternyata perbedaan pendapat yang menimbulkan pertentangan itu melumpuhkan umat Islam dalam partisipasinya untuk membangun bangsa dan negara.

2. Perkembangan Badan Hisab dan Rukyat.

Pelantikan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama dilaksanakan pada waktu menjelang bulan puasa. Oleh karena itu dalam waktu 2 hari setelah pelantikan Badan Hisab dan Rukyat sudah mulai mengadakan kegiatannya dalam rangka menghadapi bulan Ramadhan

1391. Sebelum rapat Badan Hisab dan Rukyat, Direktorat Peradilan Agama telah menghubungi ormas-ormas Islam Lembaga-lembaga hisab untuk diminta bantuannya mengirimkan hasil-hasil perhitungan mereka mengenai ijtima' akhir Sya'ban, tinggi hilal pada waktu terbenam Matahari dan lain-lain. Ormas-ormas dan Lembaga itu antara lain Muhammadiyah, N.U. Lembaga Meteorologi dan Geofisika, IAIN, Unisba dan juga perseorangan. Dan alhamdulillah, perhitungan-perhitungan itu walaupun berbeda derajatnya tetapi sepakat, bahwa bulan masih di bawah ufuk. Sehingga dalam rapatnya Badan Hisab, memutuskan tidak usah melakukan rukyat karena bulan tidak mungkin terlihat, dan akhirnya mengistimkan bulan Sya'ban 30 hari.

Sebulan kemudian yaitu tanggal 14 Oktober 1972 Badan Hisab mengadakan rapatnya yang kedua, membicarakan tentang akan datangnya 1 Syawal 1392 H. dalam rapat kedua ini, sama seperti dalam rapat pertama, menerima catatan dari ormas-ormas, Lembaga-lembaga Hisab dan perseorangan yang semuanya sepakat bahwa bulan sudah mungkin untuk dirukyat. Dan alhamdulillah dalam rukyatul hilal ini Departemen Agama mendapat laporan bahwa hilal terlihat.

Tahun-tahun berikutnya, yaitu tahun 1395 H. Penetapan 1 Ramadhan, 1 Syawal juga dapat berjalan dengan lancar, tidak mengalami kesulitan-kesulitan. Pada musim haji tahun 1972/1973 Ketua Badan Hisab, Sa'adoeddin Djambek, sambil melakukan ibadah haji mengadakan peninjauan di Saudi Arabia untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan penetapan tanggal satu bulan qamariyah di sana.

Selanjutnya pada tahun 1973 dilakukan kunjungan-kunjungan ke Jawa Tengah, Jogja, Jawa Barat, Palembang, Sumatera Barat, dan Aceh untuk menemui ahli-ahli hisab setempat. Pada tanggal 5 s.d 6 Juli 1974 Ditjen Bimas Islam menyelenggarakan Musyawarah Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama yang pesertanya terdiri dari:

- a. Semua Anggota Badan Hisab dan Rukyat Pusat.
- b. Semua Anggota Badan Hisab dan Rukyat Daerah.
- c. Wakil-wakil dari organisasi Islam:
 1. PB Al Irsyad;

2. PBPSII.
3. PBNU.
4. PP Muhammadiyah
5. Dewan Dakwah.
6. PTDI.
7. PB Al Ittihadiyah.
8. Lembaga Ilmu Falak dan Hisab HMI.

Musyawahar mengambil perumusan-perumusan/kesimpulan-kesimpulan antara lain sebagai berikut:

- a. Menyambut baik prakarsa Menteri Agama untuk merintis hubungan kerjasama dengan Malaysia dan Singapura di bidang hisab dan rukyat
- b. Agar Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama lebih disempurnakan dan diperkembangkan antara lain dengan:
 1. Memodernisasi alat-alat observasi (rukyah).
 2. Melengkapi alat-alat hisab.
 3. Melengkapi perpustakaan.
 4. Mengadakan pertemuan-pertemuan rutin: minimal satu bulan sekali antara anggota inti, minim 6 bulan sekali dengan anggota tersebar dan 1 satu tahun sekali dengan alim ulama/Ormas Islam.
 5. Kaderisasi dan pendidikan.
 6. Menerbitkan brosur-brosur.

Pada tanggal 9 s.d 11 Juli 1974 diadakan musyawarah hisab dan rukyat antar Negara, Malaysia, Singapura, dan Indonesia di Jakarta.

Hasil Keputusan Musyawarah tersebut antara lain:

- a. Mengadakan kerjasama antara Indonesia, Malaysia, Singapura, dalam bidang hisab dan rukyat.
- b. Supaya diadakan pertukaran Informasi mengenai hisab dan rukyat, kaidah-kaidah dan istilah-istilah falak syar'i
- c. Supaya diadakan musyawarah lanjutan mengenai hisab dan rukyat di negara yang bersangkutan secara berganti-ganti.

- d. Kerjasama dalam bidang hisab dan rukyat hendaknya dapat dikembangkan di negara-negara Islam.

Hal ini sangat menggembirakan karena Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama telah meluaskan jangkauannya, yaitu telah mengadakan musyawarah antara tiga negara Malaysia, Singapura, dan Indonesia, di bidang hisab dan rukyat untuk menentukan permulaan Ramadhan dan hari-hari besar Islam, kerjasama dan saling tukar menukar informasi mengenai penentuan tanggal 1 Ramadhan dan tanggal 1 Syawal antar tiga negara tersebut hingga kini berjalan dengan baik.

Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama, tepatnya pada tanggal 26 April 1976 telah mengirimkan surat kepada para ulama dan cerdik pandai di bidang hisab di Indonesia untuk memohon kesediaan mereka menyampaikan perhitungan dan data hisab tanggal 1 Syawal 1397 H, (1977) dan tanggal 10 Dzulhijjah 1397 H (1977).

Data perhitungan tersebut dijadikan bahan dalam musyawarah hisab dan rukyat yang diselenggarakan Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam tanggal 9 s.d 11 Maret 1977 di Jakarta.

- a. Tujuan dari musyawarah adalah:

Menggali dan membahas masalah hisab dan rukyat sehubungan dengan awal Syawal 1397 H. di mana keadaan bulan saat itu sangat kritis, dan persoalan 10 Dzulhijjah dalam rangka kaitannya dengan hari wukuf di Saudi Arabia.

- b. Sering timbul beberapa pendapat yang menginginkan supaya Hari Raya Idul Adha itu disesuaikan dengan Hari Raya Idul Adha di Saudi Arabia. Mereka berpendapat supaya Hari Raya Idul Adha di Indonesia ini tidak lagi mempergunakan hisab maupun rukyat tetapi apa yang ditentukan oleh Saudi Arabia kita harus mengikuti saja demi solidaritas Islam.

Hasil yang diharapkan adalah adanya pendekatan pemikiran dan saling pengertian di antara kaum muslimin dalam hal menentukan awal Syawal 1397 H dan 10 Dzulhijjah

Para peserta terdiri dari unsur:

- a. Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam;
- b. Anggota Badan Hisab dan Rukyat Pusat;
- c. Anggota Badan Hisab dan Rukyat Daerah;
- d. Organisasi Islam;
- e. Perorangan.

Hasil Keputusan Musyawarah antara lain:

- a. Pada tanggal 13 September 1977 M dan 11 November 1977 M dilakukan rukyat.
- b. Mengajukan kepada ahli Hisab yang berpegang kepada sistem *ijtima'* berhari raya Idul Fitri pada hari Kamis tanggal 15 September 1977 M.
- c. Idul Adha dilaksanakan menurut ketentuan yang berlaku di Indonesia.
- d. Mengusulkan:
 - Supaya Badan Hisab dan Rukyat melakukan usaha-usaha dalam peningkatan mutu hisab dan rukyat.
 - Supaya Departemen Agama Republik Indonesia menyediakan beasiswa untuk belajar astronomi di Institut Teknologi Bandung (ITB).
 - Supaya Departemen Agama Republik Indonesia mengadakan hubungan dengan negara-negara Islam dalam rangka tukar menukar informasi khususnya dengan Kerajaan Saudi Arabia tentang penetapan tanggal 1 bulan qamariyah.
 - Supaya Departemen Agama Republik Indonesia membentuk suatu tim untuk mempelajari Keputusan *Majma' al Buhuts al Islamiyah* tahun 1966.
 - Supaya kebijaksanaan pemerintah menghargai dan memberi kesempatan kepada orang dan golongan masyarakat yang melakukan hari raya pada hari yang tidak sama dengan ketetapan pemerintah tetap dipertahankan.

Berkaitan dengan personalia Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama terjadi perubahan-perubahan. Pertama kali Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama dibentuk susunan personalianya yaitu Bapak Saadoeddin Djambek selaku Ketua dan Direktur Peradilan Agama jadi Wakilnya.

Badan Hisab dan Rukyat tersebut dalam melakukan tugasnya bertanggungjawab kepada Direktur Peradilan Agama (sesuai dengan Keputusan Menteri Agama No.76/72). Artinya secara tidak langsung Ketua harus melapor kepada Wakil Ketua.

Untuk menghilangkan kejanggalan tersebut di atas maka Menteri Agama dengan Surat Keputusannya No.10 Tahun 1976, melakukan perubahan Susunan Personalialia Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama yaitu Direktur Peradilan Agama ex ofisio menjadi Ketua dan wakilnya ditunjuk Bapak Sa'adoeddin Djambek.

Selanjutnya dengan pertimbangan adanya beberapa personalia Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama meninggal dunia/alih tugas maka dengan Keputusan Menteri Agama No.38 tahun 1980 diadakan perubahan-perubahan dan tambahan personalia Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama yang paling baru.

Adapun susunan personalianya sebagai berikut :

- a. H. Ichtijanto SA, SH Direktur Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, sebagai Ketua merangkap Anggota;
- b. Drs. Abdur Rachim Wakil Dekan 1 IAIN Sunan Kalijaga sebagai Wk. Ketua merangkap Anggota;
- c. Drs. Supangat Kepala Subdit IV Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, sebagai Sekretaris merangkap Anggota;
- d. H. Zaini Ahmad Noeh Staf Ahli Menteri Agama, sebagai

- Anggota;
- e. H.A. Wasit Aulawi, MA : Dosen IAIN Syarif Hidayatullah sebagai Anggota;
- f. Drs. Susanto Kepala Bagian Geofisika, Pusat Meteorologi dan Geofisika, sebagai Anggota;
- g. Drs. Darsa Direktur Planetarium dan Observatorium DKI, sebagai Anggota;
- h. K.H.A. Djunaidi Hakim Pengadilan Agama Jakarta Pusat, sebagai Anggota;
- i. Mayor Laut Muhadji Kepala Bagian Meteo Jawatan Hidro Oceanografi TNI Angkatan Laut, sebagai Anggota;
- j. Syarifuddin, Bc.Hk Rohani Islam Jawatan Hidro Oceanografi TNI Angkatan Laut, sebagai Anggota;
- k. H. Rodhi Saleh Guru Agama, sebagai Anggota;
- l. Banadji Aqil Hakim Pengadilan Agama Jakarta Pusat, sebagai Anggota;
- m. Drs. Wahyu Widiana Pegawai Pengadilan Agama Jakarta Utara sebagai Anggota.

Untuk membantu tugas badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama sehari-hari, maka tiap-tiap tahun Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam mengumpulkan beberapa ahli hisab untuk menyusun satu kegiatan yang sifatnya menunjang tugas Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama.

Kegiatan ini sudah dimulai sejak tahun 1978 dengan cara mengadakan musyawarah kerja evaluasi pelaksanaan kegiatan hisab rukyat.

Hasil yang telah dicapai antara lain ialah:

- a. Menentukan arah kiblat untuk Ibukota propinsi seluruh Indonesia.
- b. Menentukan arah kiblat kota-kota besar tertentu di luar negeri.
- c. Arah kiblat untuk beberapa kota penting di luar negeri sebagai tambahan dari musyawarah.
- d. Jadwal waktu terjadinya bayang-bayang benda searah dengan qiblat pada tiap tanggal satu bulan syamsiyah 1980 bagi kota-kota propinsi di seluruh Indonesia.
- e. Daftar imsakiyah Ramadhan 1400 H untuk kota Propinsi seluruh Indonesia.
- f. Jadwal waktu shalat untuk ibukota propinsi seluruh Indonesia.
- g. Awal waktu shalat bagi kota-kota penting di luar negeri sebagai tambahan dari musyawarah.
- h. Awal bulan qamariyah, saat terjadinya ijtima', dan tinggi hilal pada tiap permulaan bulan qamariyah.
- i. Garis batas tanggal pada peta dunia tiap awal bulan qamariyah.
- j. Garis ketinggian hilal pada tiap-tiap awal bulan qamariyah saat Matahari terbenam pada peta Indonesia.
- k. Grafik ketinggian hilal pada saat matahari terbenam tiap-tiap hari sepanjang bulan Ramadhan 1400 H dengan Markas pos Observasi Bulan di Pelabuhan Ratu.

Dalam rangka kerjasama antara Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama RI dengan negara lain maka wakil Ketua Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama menghadiri Konferensi penentuan awal bulan hijriah di Istanbul, Turki pada bulan Nopember 1978. Utusan dari Indonesia dalam Konferensi tersebut menyampaikan kertas kerjanya yang intinya awal bulan hijriah ditinjau baik dari bidang hukum maupun dari bidang astronomi.

Peserta Konferensi terdiri dari:

- a. Afganistan
- b. Bahrain
- c. Belgia
- d. Bangladesh
- e. Al Jazair
- f. Indonesia
- g. Emirat Arab (Abu Dhabi)
- h. Marokko
- i. Perancis
- j. Iraq
- k. Cyprus
- l. Kuwait
- m. Libanon
- n. Malaysia
- o. Uni Sovyet
- p. Sudan
- q. Saudi Arabia
- r. Yordania
- s. Tunisia
- t. Pakistan.

Hasil yang dicapai antara lain ialah:

- a. Penetapan awal bulan hijriah menurut Syariat Islam ialah rukyat
- b. Para ahli hisab yang melakukan perhitungan kedudukan hilal pada tiap-tiap awal bulan hijriyah hendaknya dipakai pedoman kedudukan bulan di atas ufuk pada saat Matahari tenggelam.
- c. Syarat fundamental hilal dapat diobservasi jarak titik pusat Bulan dan Matahari tidak kurang dari 7° - 8° . Tinggi bulan pada saat matahari tenggelam, tidak kurang dari 5 derajat.
- d. Hasil rukyat dari sesuatu tempat mengikat juga kepada seluruh tempat yang berada di permukaan Bumi.
- e. Konferensi bersepakat untuk menciptakan Kalender Hijriyah Internasional yang berlaku untuk seluruh kaum Muslim sedunia Selanjutnya pada bulan April 1980 diadakan Konferensi Kalender

Hijriyah yang II di Istanbul Turki. Delegasi Indonesia diwakili oleh Ketua Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama. Konferensi ini membicarakan tahun hijriah yang berlaku untuk seluruh dunia. Pembicaraan dalam Konferensi lebih bersifat teknis hisab dan Hukum Syar'i.

Dalam Konferensi ini terlihat ada tiga pola pandangan dalam hubungannya dengan Kalender Hijriyah dan Kegiatan Ibadah.

1. Pendapat delegasi dan Negara Turki, Aljazair dan Tunisia berpegang padang hisab. Mereka mengartikan dalil dan Nash tentang rukyat bil ilmi. Dan hisab merupakan ilmu yang dipakai dalam melakukan rukyat bil ilmi.
2. Delegasi Saudi Arabia berpegang kepada rukyat. rukyat dipahami sebagai rukyat bil fi'li yang harus diistbatkan oleh Penguasa Pemerintahan.
3. Delegasi Indonesia dan Bangladesh berpendirian bahwa sistem yang paling baik adalah pemahaman Nash dengan melakukan rukyat yang dihitung oleh hisab. Rukyat dan hisab sama-sama merupakan upaya untuk menentukan tanggal dan waktu yang sangat berkait dengan ibadah.

Hasil Keputusan Konferensi antara lain sebagai berikut:

- a. Konferensi menghendaki agar ada penyatuan di seluruh dunia Islam tentang masalah waktu-waktu dan Hari Raya serta penyeragaman tahun hijriyah sejak tahun 1400 H.
- b. Penentuan jatuhnya tanggal bulan hijriyah tahun 1401 dan tiga bulan pertama tahun 1402 bertepatan dengan tanggal dan bulan miladiyah beserta peta-peta hisab yang dibuat Kandilli Observatory sebagai langkah penyatuan kalender hijriyah di seluruh dunia Islam.

Untuk perkembangan selanjutnya maka telah terbentuk di daerah-daerah Badan Hisab dan Rukyat Daerah yang dikoordinasi oleh Pengadilan Tinggi Agama.

Tugasnya antara lain menghimpun para ahli hisab dan rukyat di daerah dan menyusun perhitungan hisab baik masalah arah kiblat Jadwal waktu shalat dan sebagainya.

Penyebaran hasil perhitungannya harus berkonsultasi dahulu dengan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama (Pusat), agar jangan sampai terjadi kesimpangsiuran.

Departemen Agama pada tahun 1968 telah membangun Pos Observasi Bulan di Pelabuhan Ratu. Sebelum dibangun terlebih dahulu dilakukan Survey oleh Tim Survey atas kerja sama Departemen Agama RI dengan ITB untuk meneliti lokasinya.

Tim itu berkesimpulan bahwa lokasi Pos Observasi Bulan di Pelabuhan Ratu adalah sangat strategis.

Motivasi didirikannya tempat observasi itu adalah:

- a. Sebagai sarana untuk praktek melihat arah yang tepat pada benda langit bagi yang berkepentingan.
- b. Peningkatan kegiatan rukyat dengan ditingkatkan pula baik teknis maupun skill dan pengetahuan para pelaksananya.
- c. Tempat observasi dapat digunakan untuk pengamatan terhadap peristiwa-peristiwa penting misalnya Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari.
- d. Keuntungan lain adanya tempat observasi adalah terpadunya usaha-usaha hisab yang benar dan juga pekerjaan rukyat yang dapat lebih diyakini kebenarannya.

Selanjutnya tidak berapa lama lagi akan dibangun Laboratorium Hisab dan Rukyat di daerah Ciputat (saat ini sudah dibangun tetapi belum dapat dimanfaatkan). Peralatan berupa Astronomical Telescope beserta cameranya telah ada. Bila gedung tersebut telah terwujud akan diperlengkapi pula alat-alat laboratorium lainnya, sehingga pelaksanaan pendeteksian hasil perhitungan hisab dengan alat-alat tersebut diharapkan dapat berhasil dengan sebaik-baiknya.

Mudah-mudahan laboratorium ini akan bermanfaat sebagai alat dalam rangka perpaduan antara hisab dan rukyat.

Demikianlah sepintas kilas sejarah Badan Hisab dan Rukyat sejak berdirinya hingga perkembangannya sampai saat ini.

3. Aliran-aliran Hisab Di Indonesia

Suatu kenyataan yang hingga kini masih berlaku ialah perbedaan cara yang ditempuh kaum muslimin dalam menentukan awal Bulan hijriyah. Perbedaan cara itu mengakibatkan perbedaan pula dalam memulai peribadatan-peribadatan tertentu, yang paling menonjol ialah perbedaan dalam memulai puasa Ramadhan, shalat Idul Fitri dan shalat Idul Adha. Tidak disangsikan lagi bahwa perbedaan itu berpengaruh pula dalam menentukan hari-hari besar yang lain: Tahun Baru Hijriyah, peringatan Maulid Nabi, peringatan Isra Mi'raj dan peringatan turunnya Al-Qur'an.

Apabila diadakan penelitian secara seksama perbedaan-perbedaan penentuan awal Bulan hijriyah itu disebabkan oleh dua hal yang pokok:

1. Dari segi penetapan hukum.
2. Dari segi sistem dan metode perhitungan.

Dari segi penetapan hukum.

Di Indonesia ini dapat dibedakan menjadi empat kelompok besar:

Kelompok pertama: Yang berpegang kepada rukyat.

Kelompok ini bukannya tidak melakukan hisab sebagai persiapan untuk kesuksesan mereka dalam melakukan rukyat, hanya saja mereka ini menganggap bahwa hisab itu sebagai alat pembantu saja guna suksesnya rukyat.

Rukyat bagi mereka ini merupakan salah satu alat bukti yang dipergunakan untuk penentuan masuknya awal bulan qamariyah yang ada sangkut-pautnya dengan peribadatan, apabila hilal sudah dirukyat, dan setelah dilaksanakan itsbat menurut tata cara yang lazim barulah hasil rukyat itu dikumandangkan.

Landasan pokok dari kelompok ini karena adanya hadits Nabi yang memerintahkan kepada umatnya agar berpuasa karena melihat Bulan dan berhari raya karena melihatnya.

Ayat-ayat Al-Qur'an yang berhubungan dengan hisab dipandanginya sebagai ayat-ayat yang mujmal dan tidak ada sangkut pautnya dengan hukum, karena hampir seluruh ayat Al-Qur'an yang berhubungan dengan ketentuan peredaran Matahari dan Bulan yang telah ditetapkan oleh Allah secara pasti adalah dalam rangka penonjolan kekuasaan Allah yang terbentang di Langit dan di Bumi serta pada seluruh isinya. Maka ayat-ayat itu oleh mereka dipandanginya sebagai ayat yang mengemukakan tanda-tanda kekuasaan Allah agar supaya manusia dapat mengakui kekuasaan dan ke-Esaan Allah.

Sedang hadits yang bersangkutan paut dengan adanya perintah untuk menilai umur bulan, apabila Bulan itu tidak dapat dilihat dianggapnya sebagai hadits yang mutlak yang harus dibawakan kepada keterangan-keterangan hadits yang muqayyad. Hadits yang muqayyad itu ialah perintah Nabi agar kaum muslimin menyempurnakan bilangan bulan Sya'ban 30 hari apabila Bulan tidak dapat dirukyat.

Itulah sebabnya kelompok ini apabila telah melakukan hisab sedang kedudukan Bulan sudah berada di atas ufuk akan tetapi tidak cukup tinggi untuk dirukyat, dan setelah dilakukan rukyat tidak juga berhasil maka mereka ini melengkapkan Bulan Sya'ban selama 30 hari. Kelompok ini mendapat dukungan yang terbanyak di Indonesia.

Kelompok kedua : Kelompok yang memegang ijtima' sebagai pedoman untuk penentuan awal Bulan hijriyah.

Kelompok ini berlandaskan kepada pendirian apabila *ijtima'* terjadi hanyalah sampai kepada penentuan *ijtima'* saja, dan biasanya tidak pernah menjelaskan kedudukan Bulan berapa derajat di atas ufuk.

Kelompok ini berlandaskan kepada pendirian apabila *ijtima'* terjadi sebelum Matahari terbenam maka keesokan harinya dianggap bulan baru, sedang apabila *ijtima'* terjadi sesudahnya maka keesokan harinya dianggap bulan yang sedang berjalan.

Pendirian mereka dilandasi dengan ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan bahwa Allah SWT telah menetapkan manzilah-manzilah bagi peredaran Matahari atau Bulan yang berguna bagi manusia untuk menentukan perhitungan bilangan-bilangan hari dalam satu tahun dan cara-cara perhitungannya.

Hadits-hadits yang bersangkutan paut dengan perintah memulai puasa karena melihat Bulan dan berhari raya karena melihat Bulan dianggapnya sebagai petunjuk Nabi yang berguna bagi umatnya dalam hal menentukan masuknya awal bulan. Cara ini bukanlah suatu kepastian dan bukan satu-satunya jalan dalam menentukan masuknya awal bulan.

Mereka juga mengemukakan pandangan bahwa andainya melihat Bulan ini dijadikan syarat bagi tiap-tiap orang yang akan memulai puasa tentulah setiap orang yang akan memulai puasanya diharuskan melihat Bulan. Tapi toh kenyataannya bahkan kebanyakannya orang-orang mulai puasa hanya dengan jalan mendengar berita bahwa bulan itu sudah dapat dilihat.

Kelompok ini juga memahami bahwa rukyat tidaklah memberi kepastian, diartikan melihat sebab kata-kata itu juga bisa dipahami melihat dengan akal, sedang pegangan mereka menetapkan bulan dengan *ijtima'* itu dijiwai dengan firman Allah yang menyatakan bahwa Bulan itu sudah ditetapkan kedudukannya untuk tiap-tiap saat, sehingga Bulan itu kembali terlihat seperti hilal kembali. Mereka ini mengumandangkan sebuah semboyan ***-Ijtimaun Nayyiroen Isbatun Baines Syahrain-*** (bertemunya dua benda yang bersinar yang dimaksud ialah Bulan dan Matahari adalah ketentuan yang terjadi di antara dua bulan). Itulah sebabnya mereka ini

dengan gigih menanamkan ajarannya di kalangan pengikut-pengikutnya di tengah-tengah masyarakat dan pengaruhnya cukup banyak serta mempunyai dukungan-dukungan dari kaum muslimin.

Kelompok ketiga : **Kelompok yang memandang bahwa ufuk hakiki sebagai kriteria untuk menentukan wujudnya hilal.**

Kelompok ini dalam mempersiapkan perhitungan-perhitungannya berpegang kepada kedudukan hakiki daripada Bulan dengan alasan bahwa Bulan dalam keadaan dekat dengan Matahari tidak mungkin bersinar, oleh sebab itu mereka ini tidaklah melakukan koreksi-koreksi yang berguna untuk kepentingan observasi. Koreksi-koreksi bagi mereka dianggapnya berguna untuk kepentingan rukyat.

Kegiatan pokok dalam mempersiapkan perhitungan ialah menentukan kedudukan hakiki daripada Bulan pada saat Matahari terbenam. Apabila Bulan berada di atas ufuk hakiki maka Bulan dihukumi wujud -yang dimaksud ialah wujud hukman - sedang apabila hilal berada di bawah ufuk hakiki malam itu dan keesokan harinya dianggap akhir dari bulan yang sedang berjalan.

Kelompok ini berlandaskan kepada dasar-dasar hukum yang hampir sama dengan alasan yang dikemukakan oleh kelompok kedua, hanya saja mereka ini memahami ayat-ayat Al-Qur'an itu secara keseluruhan sehingga mereka berkesimpulan bahwa apabila kedudukan hilal sudah diketahui dengan akal berada di atas ufuk hakiki, maka pengetahuan akal itu tidak dapat didustakan lagi dan merupakan suatu alat yang kuat untuk menetapkan masuknya awal bulan.

Kelompok ini mendapat dukungan yang cukup besar dari kalangan kaum muslimin dan pengaruhnya cukup kuat dalam masyarakat, terutama di kalangan cerdik cendekiawan.

Kelompok keempat : **Kelompok yang berpegang kepada kedudukan hilal di atas ufuk mar'i - yaitu ufuk yang dapat dilihat**

langsung oleh mata kepala - sebagai kriteria dalam menentukan masuknya awal bulan

Apabila hilal berada di atas ufuk mar'i pada saat Matahari terbenam dianggapnya hilal sudah wujud, sedang apabila hilal berada di bawahnya dianggaplah malam itu dan keesokan harinya akhir bulan yang sedang berjalan.

Kelompok ini di dalam melakukan perhitungan-perhitungannya melakukan koreksi-koreksi baik koreksi terhadap ufuk ataupun koreksi-koreksi terhadap kedudukan hilal. Koreksi yang dilakukan pada ufuk ialah koreksi kerendahan ufuk yang relatif terhadap tinggi tempat si peninjau, juga koreksi refraksi yang berlaku bagi ufuk itu. Koreksi-koreksi ini dilakukan secermat-cermatnya dengan maksud kedudukan ufuk itu dapat diperhitungkan sesuai dengan penglihatan mata si peninjau. Koreksi yang dilakukan terhadap tinggi hilal ialah semidiameter Bulan, refraksi, parralax; yang dilakukan dengan secermat-cermatnya dengan memperhatikan pula tekanan udara dan temperatur dengan maksud kedudukan Bulan (Hilal) itu dapat ditentukan setepat-tepatnya sesuai dengan penglihatan si peninjau.

Dasar hukum yang dipakai hampir bersamaan dengan kelompok dua dan ketiga. Hanya kelompok ini di samping memperhatikan ayat-ayat Al-Qur'an secara keseluruhan dipautkannya pula dengan jiwa yang terkandung dalam hadits, yaitu kedudukan Bulan ditentukannya dengan kecermatan sedemikian rupa sesuai dengan pemandangan mata si peninjau.

Dalam kenyataannya kelompok ini adalah kelompok yang giat melakukan observasi-observasi (rukyat) bersama-sama dengan kelompok pertama, dengan maksud agar dengan observasi-observasinya itu mendapatkan pengalaman-pengalaman baru untuk perbaikan-perbaikan perhitungannya.

Masing-masing kelompok dari empat kelompok yang dikemukakan ini kenyataannya masih tetap hidup hingga sekarang dan masih dihargai

oleh Departemen Agama sebagai lembaga-lembaga yang harus dikembangkan dan berjalan menurut jalannya sesuai dengan kebhinekaan Republik Indonesia. Hanya sebagai cara untuk mempersatukannya, Departemen Agama telah membentuk Badan Rukyat dan Hisab untuk menampung hasil rukyat dan hasil perhitungan dari masing-masing kelompok ini.

Kebijaksanaan Pemerintah serupa ini ditujukan untuk menggalang kegiatan keagamaan dan untuk mempersatukan gerak peribadatan di antara kaum muslimin.

Dari segi sistem dan metode; perhitungan.

Kita dapat lihat adanya perbedaan-perbedaan, di dalam menentukan masuknya awal Bulan.

Aliran-aliran hisab di Indonesia apabila ditinjau dari segi sistemnya dapatlah dibagi menjadi dua kelompok besar :

Kelompok pertama : Hisab Urfi.

Hisab ini dinamakan dengan hisab urfi karena kegiatan perhitungannya dilandaskan kepada kaidah-kaidah yang bersifat tradisional yaitu dibuatnya anggaran-anggaran dalam menentukan perhitungan masuknya awal bulan itu dengan anggaran yang didasarkan kepada peredaran Bulan Anggaran yang dipedomani pada prinsipnya sebagai berikut:

- a. Ditetapkannya awal pertama tahun hijriyah, baik tanggal, bulan dan tahunnya dan persesuaiannya dengan tanggal masehi, dalam hal ini ditentukan bahwa tanggal 1 Muharam 1 H, bertepatan dengan hari Kamis tanggal 15 Juli 622 M. atau hari Jum'at tanggal 16 Juli 622 M.
- b. Ditetapkan pula bahwa satu tahun itu umurnya $354 \frac{11}{30}$ hari sehingga dengan demikian dalam 30 tahun atau satu daur terdapat 11 tahun panjang dan 19 tahun pendek.

- c. Tahun panjang ditetapkan umurnya 355 hari sedang tahun pendek ditetapkan 354 hari.
- d. Tahun panjang terletak pada deretan tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, dan ke 29 sedangkan deretan yang lain sebagai tahun pendek.
- e. Bulan-bulan gasal umurnya ditetapkan 30 hari sedang bulan-bulan genap umumnya 29 hari dengan keterangan untuk tahun panjang bulan yang ke 12 (Dzulhijjah); ditetapkan 30 hari.

Dengan kaidah-kaidah inilah sistem perhitungan hisab urfi ini menentukan awal bulan qamariyah. Sistem ini sebenarnya mirip dengan sistem yang ditempuh oleh sistem Paus Gregorius dalam penentuan perhitungan kalender masehi.

Kelompok kedua : Hisab Hakiki.

Hisab hakiki ini adalah sistem penentuan awal bulan qamariyah dengan metode penentuan kedudukan Bulan pada saat Matahari terbenam. Cara yang ditempuh dari sistem ini ialah:

- a. Menentukan terjadinya ghurub Matahari untuk sesuatu tempat.
- b. Atas dasar inilah mereka menghitung longitude Matahari dan Bulan serta data-data yang lain dengan koordinat ekliptika.
- c. Atas dasar longitude ini mereka menghitung terjadinya ijtima'.
- d. Kemudian kedudukan Matahari dan Bulan yang ditentukan dengan sistem koordinat ekliptika diproyeksikanlah ke equator dengan koordinat equator. Dengan demikian diketahuilah mukuts (jarak sudut lintasan Matahari dan Bulan pada saat terbenamnya Matahari).
- e. Kemudian kedudukan Matahari dengan sistem koordinat equator itu diproyeksikan lagi ke vertikal sehingga menjadi koordinat horizon, dengan demikian dapatlah ditentukan berapa tingginya Bulan pada saat Matahari terbenam tersebut dan berapa azimuthnya.

Kemudian sistem ini beraneka ragam pula sesuai dengan data-data yang dipakai yang ditandai dengan kepustakaan yang dipergunakan.

Tingkat ketelitian yang terdapat di dalam Kitab-kitab kepustakaan mereka itu berbeda-beda sehingga menyebabkan pula perbedaan hasil hisab.

Data-data itu dapat dilihat dalam tabel-tabel yang termuat dalam kitab-kitab kepustakaan itu.

Adapun kitab-kitab kepustakaan yang menjadi sandaran dan menandai hasil perhitungan mereka yang sekaligus menjadi ciri dari kelompok mereka ialah:

- a. Al-Qawaidul Falakiyah yang disusun oleh: Abd. Fatah Ath-Thirkhy.
- b. Daftar-daftar yang dilandaskan kepada New Comb dan Laveriair.
- c. Hisab hakiki yang disusun oleh BKRT H. Mohammad Wardan.
- d. Al-Khulashatul Wafiyah yang disusun oleh Kiyai Zubeir.
- e. Sullam an-Nayyirain oleh Muhammad Mansur bin Abdul Hamid bin Muhammad Damiri Al Batawi.
- f. Fathur Rauf al-Manan oleh Abu Hamdan Abdul Jalil bin Abdul Hamid.
- g. Almanak Nautika oleh Royal Greenwich Observatory Herstmanceux Castle, East Sussex BN 27 1 RP England.
- h. American Ephemeris. Nautical Almanac office oleh United States Naval Observatory.

Kemudian dalam penyelesaian perhitungan-perhitungan dapat dibedakan pula menurut peralatan yang dipergunakan. Perbedaan alat-alat yang dipergunakan menyebabkan perbedaan pula mengenai hasilnya

- a. Yang mempergunakan Rubu' Mujayyab sebagai alat pemecah persoalan segitiga bola langit dan fungsi Goneometris. Meskipun pada prinsipnya Rubu' Mujayyab itu merupakan alat yang dapat memecahkan fungsi Goneometris, namun hasilnya kurang halus hingga menyebabkan hasil yang masih kasar.
- b. Logaritma dan rumus-rumus Trigonometri sebagai alat yang mengantarkan dalam menyelesaikan perhitungan kedudukan benda-benda langit. Hasil yang diperoleh lebih halus dan lebih mendekati kepada kebenaran.

Sistem dan metode perhitungan ini dipergunakan dalam

memperhitungkan awal-awal Bulan qamariyah oleh Badan Rukyat dan Hisab Departemen Agama dengan maksud untuk mendapatkan perbandingan hasil hisab dari berbagai macam aliran, akan tetapi yang jadi pegangan pokok ialah Nautical Almanak dan American Ephemeris dengan menggunakan Spherical Trigonometri sebagai alat pemecah dalam menentukan kedudukan benda-benda langit. Hasil hisab diberikan kepada Menteri Agama sebagai pertimbangan pada saat menentukan masuknya awal bulan qamariyah dengan memberikan pula kesempatan kepada khalayak ramai dan kepada petugas khusus untuk melakukan observasi (rukyat). Dengan demikian segala macam aliran hisab dan sistem perhitungan dapat digalang dalam satu wadah persatuan untuk diamalkan secara serempak di bawah satu pengendalian.

4. Permasalahan Hisab Rukyat di Indonesia

Di Indonesia sudah sering kali terjadi adanya perbedaan tanggal satu Syawal dan Dzulhijjah. Hal ini membuat persatuan Islam sedikit terganggu. Bahkan tidak hanya pertentangan paham saja, namun kadang-kadang perbedaan tersebut dapat menimbulkan pertentangan fisik. Sudah barang tentu hal ini sangat memprihatinkan umat Islam yang mayoritas di negeri ini.

Jika kita perhatikan dari waktu ke waktu, keadaan perbedaan itu bervariasi. Setidak-tidaknya, sebelum tahun delapan puluhan, sering terjadi ahli hisab mendahului ahli rukyat. Artinya, menurut perhitungan hilal sudah wujud, namun dalam praktek rukyat, hilal tidak dapat terlihat. Namun belakangan ini, tiga tahun berurut-turut, ahli rukyat berlebaran terlebih dahulu. Hasil rukyat, yaitu laporan telah terlihat hilal, tidak diterima oleh sebagian umat. Akibatnya, bagi yang mempercayai ada hilal dan terlihat maka berlebaran lebih awal dari yang tidak mempercayainya.

Tiga tahun berturut-turut, yaitu 1 Syawal 1412 H, 1413 H dan 1414 H, jika kita perhatikan, perbedaan itu tidak saja terjadi antara ahli hisab dan ahli rukyat, namun juga terjadi antara ahli hisab dengan ahli hisab, dan antara ahli rukyat dengan ahli rukyat.

Sebab-sebab Perbedaan

Masyarakat luas, pada umumnya, hanya mengetahui bahwa perbedaan penetapan bulan qamariyah disebabkan karena adanya perbedaan antara hisab dan rukyat. Hal ini memang betul. Namun demikian, perbedaan antara hisab dan rukyat tidak merupakan satu-satunya penyebab. Bahkan jika kita perhatikan lebih jauh, perbedaan penetapan awal bulan qamariyah yang disebabkan secara murni oleh adanya perbedaan antara hisab dan rukyat sangat jarang terjadi. Satu-satunya kejadian selama belasan tahun terakhir ini adalah penetapan tanggal satu Ramadhan 1407 H. Ijtima terjadi hari Selasa, 28 April 1987 pukul 08:34 WIB. Ketinggian hilal di Indonesia antara +1 sampai +3 derajat. Laporan rukyat dari seluruh wilayah Indonesia termasuk dari Banda-Aceh, daerah yang mempunyai ketinggian hilal maksimum-menyatakan hilal tidak dapat dilihat. Menteri Agama, setelah memperhatikan pendapat-pendapat yang berkembang pada sidang itsbat dan Fatwa MUI No.Kep. 276/MUI/Vm/81 tanggal 27 Juli 1981, terlampir, memutuskan tanggal satu Ramadhan 1407 H jatuh pada hari Rabu 29 April 1987 (SK Menteri Agama Nomor 70 tahun 1987). Sudan barang tentu, Keputusan Menteri Agama tersebut ditolak oleh kelompok yang berpegang kepada rukyat. Menurut kelompok rukyat, tanggal satu Ramadhan jatuh pada hari Kamis, 30 April 1987, dengan mengistimkalkan bulan Sya'ban 30 hari.

Di samping karena adanya perbedaan antara hisab dan rukyat, perbedaan penetapan tanggal satu Ramadhan disebabkan juga oleh adanya perbedaan intern di kalangan ahli hisab atau ahli rukyat itu sendiri. Perbedaan intern inilah yang sering kali menjadi penyebab perbedaan penentuan tersebut. Bahkan dalam beberapa kasus, seperti kasus penentuan satu Syawal 3 tahun berturut-turut, perbedaan intern di kalangan hisab dapat menimbulkan perbedaan antara hisab dan rukyat. Hal ini dapat terjadi di mana hisab yang menyatakan hilal sudah di atas ufuk secara psikologis sangat mendorong orang untuk berusaha agar dapat melihat hilal walaupun menurut sistim hisab yang lainnya hilal masih di bawah ufuk. Manakala usaha melihat hilal tersebut dilaporkan berhasil, walaupun hanya oleh beberapa orang dan ditolak oleh yang lainnya, maka

akan terjadi perbedaan penentuan masuknya awal bulan qamariyah, yang kini bukan lagi merupakan perbedaan intern di kalangan ahli hisab, namun juga sudah merupakan perbedaan antara ahli hisab dan ahli rukyat.

Sistim Penetapan Awal Bulan Qamariyah

Sebagaimana dikemukakan di atas, pada garis besarnya sistem penetapan awal bulan qamariyah ada dua, yaitu hisab dan rukyat. Sistem hisab itu sendiri ada dua macam, yaitu hisab urfi dan hisab hakiki. Hisab urfi adalah sistem perhitungan awal-awal bulan bulan qamariyah yang didasarkan kepada rata-rata peredaran Bulan dan Bumi mengelilingi Matahari. Dalam prakteknya, sistem ini tidak menghitung lagi posisi bulan. Sistem ini sama halnya dengan sistem penanggalan masehi.

Dalam sistem hisab urfi, satu tahun qamariyah dihitung 354 11/30 hari, sehingga satu siklus qamariyah ditentukan 30 tahun. Sebelas kali ditetapkan sebagai tahun kabisat, berumur 355 hari, sedangkan sisanya tahun biasa, berumur 354 hari. Tahun kabisat terjadi pada tahun-tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, dan 29.

Tiap bulan ganjil berumur 30 hari. Sedangkan bulan genap 29 hari kecuali bulan yang kedua belas (Dzulhijjah) berumur 30 hari pada tahun-tahun kabisat. Sistem perhitungan kalender asopon dan aboge atau sistim lainnya yang ditentukan beraturan dapat dikategorikan pada sistim hisab urfi.

Berbeda dengan sistem hisab urfi, sistem hisab hakiki: memperhitungkan posisi hilal atau saat *ijtima'*. Dalam sistim hisab hakiki' terdapat pula beberapa cara untuk menentukan awal-awal bulan qamariyah. Di antara cara yang dipegang adalah sistem *ijtima'* sebelum Matahari terbenam (bahkan ada yang berpegang pada sistim *ijtima'* sebelum fajar), wujud hilal di atas ufuk hakiki, wujud hilal di atas ufuk *mar'i* dan *imkanurrukyat* (batas minimal kemungkinan hilal dapat dirukyat).

Batas *imkanurrukyat* itu sendiri bermacam-macam. Ada yang berpegang kepada ketinggian bulan (*altitude of the Moon*), selisih azimuth antara Hilal dan Matahari, selisih sudut pandang antara Matahari dan Bulan (*angular distance*) dan umur Bulan setelah terjadi *ijtima'*.

Sebagaimana dalam sistem hisab, dalam sistem rukyat pun terdapat beberapa perbedaan, baik mengenai pelaksanaannya maupun mengenai keabsahan laporannya. Pelaksanaan rukyat di Indonesia ada yang dilakukan secara sederhana, tanpa mempergunakan perhitungan hisab dan alat apa pun, dan ada yang dilakukan dengan mempergunakan data hisab serta alat pembantu, bahkan ada yang sudah mempergunakan teropong kecil.

Para ulama berbeda pendapat tentang boleh tidaknya mempergunakan alat dalam pelaksanaan rukyat, tentang "apakah hasil laporan rukyat tersebut harus sesuai dengan hisab atau ilmu pengetahuan" dan tentang batas wilayah yang dapat dijangkau oleh berhasilnya suatu rukyat. Di samping itu, para ulamapun masih belum ada kesepakatan tentang jumlah saksi dan kriteria orang yang dapat diterima kesaksiannya.

Ada perbedaan-perbedaan tersebut di atas sangat potensial untuk menimbulkan adanya perbedaan dalam penetapan awal bulan qamariyah, terutama awal bulan Ramadhan dan Syawal.

Sistem Hisab Rukyat di Indonesia

Selain adanya perbedaan-perbedaan sistim dalam penetapan awal bulan qamariyah seperti tersebut di atas, di Indonesia terdapat pula beberapa sistim hisab yang hidup dan berkembang di kalangan umat Islam. Untuk penetapan awal-awal bulan yang berkaitan dengan ibadah, pada garis besarnya ada dua sistem hisab, yaitu hisab taqribi dan hisab hakiki.

Sistem hisab taqribi adalah sistem hisab yang menghitung saat terjadi *ijtima'* dan ketinggian hilal dengan cara yang sederhana, yaitu dicari rata-rata waktu *ijtima'* dengan ditambah koreksi-koreksi sederhana. Sistem ini mempergunakan data yang bersumber dari astronomer zaman Ulugh Bek (wafat tahun 854 M) dengan penambahan dan pengurangan. Sistem ini tidak mempergunakan rumus-rumus Spherical Trigonometry dan tidak memperhitungkan posisi observer serta posisi Bulan dan Matahari secara detail.

Sistem hisab taqribi banyak dipakai di pesantren-pesantren, terutama di Pulau Jawa. Sistem ini banyak mempunyai kelebihan-kelebihan dari sistem lainnya. Di antara kelebihannya terletak pada kesederhanaan dari cara perhitungannya, yaitu dengan mempergunakan label dan sistem perhitungan sederhana seperti sistim penambahan, pengurangan dan perkalian yang dapat dilakukan tanpa mesin hitung. Cara memperoleh datanyapun cukup mudah, sebab sistem ini mempergunakan data abadi yang cukup diterbitkan satu kali, tidak seperti data Almanak Nautika atau Ephemeris yang harus diterbitkan setiap tahun dan relatif sulit didapat. Sistem-sistem hisab, yang terdapat pada kitab Sullamun Nayyirain, Fathurraufil Mannan, dan Al-Qowaidul Falakiyah merupakan sistem hisab yang dapat dikelompokkan kepada sistem hisab taqribi.

Berbeda dengan sistem hisab taqribi, hisab tahkiki dalam proses perhitungannya mempergunakan rumus-rumus Special Trigonometry dan koreksi-koreksi yang lebih banyak dari hisab taqribi. Sistem hisab ini juga sudah memperhatikan posisi observer, data deklinasi, sudut waktu atau assensio rekta dari Bulan dan Matahari. Hisab tahkiki ini juga hidup dan berkembang di beberapa pesantren, IAIN, lembaga-lembaga astronomi seperti Planetarium, Badan Meteorologi dan Geofisika, Observatorium Bosscha ITB dan sebagainya. Di antara sistem hisab yang termasuk sistem tahkiki adalah Al-Khulashatul Wafiyah, hisab Hakiki, al-Mathla'ussaid. New Comb, Jean Meeus, Hisab Awal Bulan Saadoeddin Jembek, Almanak Nautika, dan Ephemeris.

Sesuai dengan nama dari proses perhitungannya, hisab taqribi menghasilkan data ijtima, ketinggian hilal dan data lainnya secara perkiraan, sedangkan sistem hisab Tahkiki sudah lebih teliti. Di antara perbedaan yang mencolok adalah mengenai proses dan hasil perhitungan ketinggian Hilal pada saat Matahari terbenam setelah terjadi ijtima'. Dalam keadaan seperti itu, sistem hisab taqribi akan selalu menghasilkan ketinggian hilal positif, sedangkan hisab tahkiki tidak selalu demikian. Sistem hisab hakiki, dalam keadaan seperti itu, dapat menghasilkan ketinggian hilal di atas ufuk atau di bawah ufuk.

Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan tentang cara perhitungan ketinggian Hilal. Menurut Sistem hisab taqribi, data ketinggian hilal saat Matahari terbenam diperoleh dari selisih waktu ijtima' dengan terbenam Matahari lalu dibagi dua, tanpa memperhatikan posisi observer, deklinasi dan sudut waktu atau assensio rekta. Sedangkan hisab tahkiki memperhatikan ketiga unsur tersebut, bahkan juga memperhatikan pengaruh refraksi (pembiasan sinar), paralaks (beda lihat), dip (kerendahan ufiq) dan semi diameter (jari-jari Bulan).

Perbedaan penentuan satu Syawal 1412 H, 1413 H dan 1414 H yang lalu diawali oleh adanya perbedaan ketinggian Hilal saat Matahari terbenam setelah terjadi ijtima' secara umum. Model data kedua bulan Syawal tersebut hampir sama. Untuk awal Syawal 1413 H, semua sistim perhitungan sepakat bahwa ijtima' terjadi pada hari Selasa, 23 Maret 1993 sebelum Matahari terbenam, sekitar pukul 14.00. Saat Matahari terbenam, menurut hisab taqribi hilal sudah di atas ufuk sekitar 2 derajat, sedangkan menurut tahkiki masih di bawah ufuk. Dalam keadaan seperti ini, hilal dilaporkan berhasil dilihat. Ini menimbulkan pro dan kontra.

Laporan rukyat dan data hisabnya dibahas dalam sidang itsbat. Sidang yang dihadiri oleh Badan Hisab Rukyat, MUI dan ormas-ormas Islam menolak laporan tersebut, dengan alasan lain terdapat keraguan, seperti mendung, tidak diitsbat oleh Hakim dan sebagainya.

Penutup

Dapat disimpulkan bahwa sebenarnya hisab dan rukyat itu, merupakan dua hal yang dapat saling menguatkan satu sama lain. Dan selama ini banyak persamaannya dari perbedaannya. Namun demikian, jika terjadi perbedaan maka akan mudah membuat umat menjadi bingung, bahkan timbul keresahan dan pertentangan.

Sebab perbedaan bukan saja karena antara hisab dan rukyat, namun yang sering terjadi adalah antara intern hisab sendiri dan intern rukyat sendiri.

Oleh karena hal itu selalu terus terjadi, maka sebaiknya dibentuk

suatu lembaga yang menghimpun ahli hisab dan ahli rukyat yang dilengkapi oleh ahli-ahli terkait lainnya. Lembaga ini sebaiknya terus menerus melakukan koordinasi dan peningkatan kualitas, sehingga pada akhirnya terjadi keseragaman sistem dan paham, setidak-tidaknya ada saling menghormati.

B. Hisab di Indonesia

1. Sistim Penanggalan dan Sejarahnya

Penanggalan atau tarikh yang membudaya di masyarakat Indonesia ini serta secara praktis digunakan untuk menentukan peristiwa-peristiwa penting ada tiga macam:

- a. Penanggalan atau tarikh Masehi.
- b. Penanggalan atau tarikh Hijriyah.
- c. Penanggalan atau tarikh Jawa.

Ketiga macam penanggalan ini mempunyai sistem dan cara-cara sendiri di dalam menentukan penanggalan serta mempunyai anggaran-anggaran tersendiri pula.

a. Penanggalan atau tarikh Masehi.

Dasar perhitungan tarikh ini didasarkan kepada peredaran Matahari semu yang dimulai pada saat Matahari berada di titik Aries hingga kembali lagi ke tempatnya semula. Yang menurut penelitian-penelitian Matahari berada di titik Aries pada tiap-tiap tanggal 21 Maret. Lama waktu yang diperlukan sebanyak 365,2425 hari untuk sekali peredaran atau putaran.

Sebenarnya sistem perhitungan serupa ini telah berlangsung lama sebelum dilahirkannya Nabi Isa. Saat itu bulan yang pertama adalah bulan Maret, bulan yang kedua bulan April dan bulan yang terakhir adalah bulan Pebruari. Baru kemudian pada saat DPR Yunani bersidang untuk pertama kalinya pada bulan Januari barulah bulan Januari dianggap bulan yang pertama dan bulan yang terakhir ialah bulan Desember.

Bukti-bukti kebenaran dari keterangan ini ialah bulan September menurut arti bahasa adalah tujuh dan bulan Oktober delapan, tetapi karena permulaan tahun tidak dihitung dari bulan Maret melainkan maju kepada bulan Januari, maka menjadilah bulan September sebagai bulan yang ke sembilan dan bulan Oktober sebagai bulan yang ke sepuluh.

Sesudah beberapa waktu lamanya perhitungan tahun mengalami perubahan. Tahun kelahiran Nabi Isa dijadikanlah sebagai tahun yang pertama sedangkan nama-nama bulan tetap diteruskan hanya saja pada saat itu satu tahun dihitung sebanyak 365,25 hari. Sistem ini terkenal dengan nama sistem Yustinian.

Sistem serupa ini setelah berlangsung selama 15 abad terdapatlah keraguan mengenai kebenaran sistem ini. Satu hal yang menarik perhatian dan justru sebagai pengungkap kesalahan sistem itu ialah saat-saat penentuan wafatnya Isa Al-Masih (Easterday), yang diyakini oleh orang-orang Masehi bahwa hari itu jatuh pada hari Minggu setelah bulan purnama yang selalu terjadi segera setelah tanggal 21 Maret. Hanya saja, saat itu mereka memperingati wafatnya Nabi Isa tidak lagi pada saat hari Minggu setelah terjadinya bulan purnama segera setelah Matahari berada di titik Aries, melainkan sudah lama beberapa hari bertalu. Keraguraguan seperti itu mengetuk hati Paus Gregorius XIII untuk menyusun koreksi-koreksi. Maka pada tanggal 4 Oktober 1582 Paus Gregorius atas saran dari Klafius melakukan koreksi itu yaitu memotong 10 hari, dengan memerintahkan agar keesokan harinya tidak lagi dibaca 5 Oktober 1582, melainkan supaya dibaca tanggal 15 Oktober 1582. Penggunaan dimaksud diharapkan agar peringatan wafatnya Nabi Isa betul-betul menjawai keadaan sesungguhnya yaitu jatuh pada bulan purnama segera setelah Matahari melintasi titik Aries (21 Maret).

Peristiwa itu merupakan peristiwa bersejarah dalam sistem anggaran baru tarikh Masehi. Satu tahun tidak lagi dihitung panjangnya 365,25 hari, melainkan 365,2425 hari. Atas dasar ketentuan ini maka tiap-tiap 400 tahun akan terjadi selisih 3 hari dengan anggaran Yustinian. Selisih tiga hari di atasi dengan cara:

Tiap-tiap bilangan abad yang tidak habis dibagi empat dianggap tahun pendek (basithah = Common year), tetapi bilangan abad yang habis dibagi empat dihitung tahun panjang (kabisah = leap year), sedang anggaran yang menentukan bahwa tiap-tiap tahun Masehi yang tidak habis dibagi empat sebagai tahun pendek dan tiap-tiap tahun yang habis dibagi empat dianggap tahun panjang tetap dijalankan. Dengan demikian kesulitan akibat adanya anggaran baru itu dapat diatasi.

Dengan demikian dapatlah diketahui bahwa siklus kecil tahun masehi itu (4 tahun) sama dengan 1461 hari, sedangkan siklus besar selama 400 tahun sama dengan 146097 hari.

Sebenarnya sistem serupa itu masih belum halus, sebab kalau kita mau meneliti secara seksama satu tahun itu panjangnya sama dengan 365,24220 hari. Jadi dengan sistem Gregorius itu terdapatlah selisih 0,0003 hari tiap-tiap tahun, maka selama 3334 tahun akan terjadi selisih satu hari lagi.

Di Indonesia sistem Gregorius itu berlakunya sejak Belanda memasuki negeri kita karena di negeri Belanda sistem serupa itu diperlakukan sejak tahun 1583 M. Di Swedan mulai tahun 1753 M, Jepang pada tahun 1873 M, di Cina tahun 1912 M dan yang terakhir ialah di Turki pada tahun 1927 M.

Selanjutnya ketentuan-ketentuan yang perlu diketahui ialah untuk bulan Januari - Maret - Mei - Juli - Agustus - Oktober - dan Desember ditentukan panjangnya 31 hari, sedang bulan-bulan April - Juni - September dan Nopember ditentukan masing-masing lamanya 30 hari. Khusus untuk bulan Pebruari untuk tahun-tahun pendek dihitung 28 hari dan untuk tahun-tahun panjang dihitung 29 hari.

Untuk menghadapi perhitungan yang rumit itu memerlukan penyederhanaan. Satu siklus 4 tahun dianggap sama rata besarnya = 1461 hari. Dengan demikian untuk memperoleh jumlah hari dapatlah dirumuskan bilangan tahun dibagi empat, kemudian dikalikan 1461 hari, sesudah itu hasilnya dikurangi 13 hari. Bilangan 13 ini berasal dan 10 hari akibat pembaharuan sistem Gregorius sedang 3 hari ialah

abad 17, 18, dan abad 19, yang di dalam perhitungan dianggap sebagai tahun panjang padahal semestinya tahun pendek.

Contoh perhitungan:

Berapakah jumlah hari pada tanggal 9 November 1980.
Tanggal ini dapat diterjemahkan dengan;
1979 tahun + 10 bulan + 9 hari.

$$1979 \text{ th lamanya} = \frac{1979}{4} = 494 \text{ daur} + 3 \text{ tahun}$$

494 daur = 494 x 1461	=	721734	hari
3 tahun = 3 x 365	=	1095	hari
10 bulan	=	305	hari
9 hari	=	<u>9</u>	hari +

Jumlah hari pada tanggal			
9 November 1980	=	723.143	hari

Untuk memperoleh bilangan hari yang sebenarnya angka ini (723143) harus dikurangi 13 sehingga diperoleh: 723143 - 13 = 723130 hari.

b. Sistem penanggalan atau tarikh Hijriyah.

Sistem penanggalan atau tarikh Hijriyah ini dimulai sejak tahun 17 H yaitu pada masa kekhalifahan Umar bin Khattab ra setelah pemerintahan beliau berlangsung 2,5 tahun yaitu sejak terjadinya persoalan yang menyangkut sebuah dokumen yang terjadi pada bulan Sya'ban. Terjadilah pertanyaan bulan Sya'ban yang mana?, bulan Sya'ban pada tahun itu? atau pada bulan Sya'ban yang baru lalu?. Pertanyaan itu tidak terjawabkan. Sebab itulah Umar memanggil beberapa orang sahabat terkemuka guna membahas persoalan tersebut serta mencari jalan keluarnya dengan menciptakan anggaran tentang penentuan tarikh.

Ada beberapa pendapat mengenai standar perhitungan tarikh Hijriyah ini. Akan tetapi yang disepakati ialah hendaknya perhitungan

tarikh Islam itu dimulai sejak hijrah dari Makah ke Madinah. Nama-nama bulan serta sistem perhitungannya masih tetap menggunakan sistem yang dipakai oleh masyarakat Arab yang dimulai dari bulan Muharam dan diakhiri dengan bulan Dzulhijjah. Dengan demikian maka perhitungan tahun Hijriyah itu diperlakukan mundur sebanyak 17 tahun, sedang perhitungan bulan dimulai dengan bulan Muharram.

Menurut penelitian, hijrah Nabi terjadi pada tanggal 2 Rabiul Awal bertepatan dengan tanggal 14 September 622 M dan apabila perhitungan itu dihitung dari bulan Muharam, maka 1 Muharam 1 H itu setelah diadakan penelitian diketahui terjadi pada 16 Juli 622 M. Inipun apabila permulaan bulan didasarkan kepada rukyat. Bagi yang berpegangan dengan hisab, karena pada tanggal 14 Juli 622 M, itu pada petang harinya tinggi hilal sebanyak $5^{\circ} 57'$ maka ditetapkanlah malam itu dan keesokannya hari Kamis tanggal 15 Juli 622 M. sebagai permulaan tahun Hijriyah. Bulan setinggi itu memang sulit untuk dirukyat, itulah sebabnya maka terjadi dua pendapat tentang permulaan tahun Hijriyah.

Sistem perhitungan ini didasarkan pada peredaran bulan mengelilingi bumi yang lamanya $29^d 12^h 44^m 2,8^s$. Dan setelah dilakukan perhitungan secara cermat diketahuilah bahwa dalam 12 bulan atau 1 tahun sama dengan $354^d 8^h 48,5^m$ yang kalau kita sederhanakan diketahuilah bulan selama setahun itu = $354 \frac{11}{30}$ hari.

Oleh sebab itulah untuk menghindari terjadinya pecahan tersebut diciptakanlah tahun-tahun panjang dan tahun-tahun pendek yaitu dalam tiap-tiap 30 tahun terdapat 11 tahun panjang dan 19 tahun pendek. Tahun panjang umurnya 355 hari dan tahun pendek umurnya 354 hari. Tambahan satu hari untuk tahun panjang ini diletakkan pada bulan terakhir yaitu bulan Dzulhijjah.

Tahun panjang dan tahun pendek selama 30 tahun ditentukan dengan huruf-huruf pada bait syair. Tiap huruf yang bertitik adalah tahun panjang, dan huruf yang tidak bertitik adalah tahun pendek. Syair tersebut adalah sebagai berikut:

كُلِّ خَلِّ حَبُّهُ فَصَانَهُ عَن

كَفِّ الْخَلِيلُ كَفَّهُ دِيَانَهُ

Dari syair tersebut diketahuilah bahwa tahun panjang yang ditandai dengan huruf yang bertitik terdapat pada urutan huruf yang ke 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, dan huruf yang ke 29. Nama-nama bulan dimulai dengan bulan:

- | | | |
|------------------|--------------------|---------------|
| a. Muharram | e. Jumadal Ula | i. Ramadhan |
| b. Safar | f. Jumadal Akhirah | j. Syawal |
| c. Rabi'ul Awal | g. Rajab | k. Dzulqa'dah |
| d. Rabi'ul Akhir | h. Sya'ban | l. Dzulhijjah |

Bulan-bulan yang gasal ditentukan umurnya 30 hari sedangkan bulan-bulan genap 29 hari. Dengan demikian 1 tahun umurnya 354 hari kecuali tahun panjang umurnya ditetapkan 355 hari. Tambahan 1 hari itu diletakkan pada bulan Dzulhijjah, sehingga menjadi 30 hari.

Atas dasar sistem perhitungan itulah ditetapkan satu unit perhitungan yang disebut dengan satu daur (siklus) yang panjangnya 30 tahun, karena dalam satu tahun tersebut terdapat sebelas tahun panjang maka dalam satu daurnya = $30 \times 354 \text{ hari} + 11 \text{ hari} = 10.631$ hari. Kesatuan ini digunakan untuk memudahkan perhitungan-perhitungan bilangan hari menurut sistem kalender Hijriyah. Sehingga untuk menghitung bilangan tahun Hijriyah bilangan tahun dibagi dengan 30 dikalikan 10.631 hari, sisanya dikalikan dengan 354 hari. Sedang perhitungan bulan dihitung menurut ketentuan tersebut di muka sebagai contoh:

Misalnya ingin mengetahui berapa bilangan hari tanggal 1 Muharam 1401 H (permulaan abad 15 H.) dari tanggal, bulan dan tahun ini kita dapat memahami bahwa waktu telah berlangsung selama:
 $1400 \text{ th} + 0 \text{ bulan} + 1 \text{ hari}$.

$$\frac{1400}{30} = 46 \text{ daur} + 20 \text{ th.}$$

46 daur = 46 x 10631 hari	= 489.026 hari
20 tahun = 20 x 354 hari + 7 hari	= 7.087 hari
1 hari =	= <u>1 hari</u> +
maka 1 Muharam 1401 H	= 496.114 hari

Untuk melakukan penukaran dengan tahun masehi hendaknya selalu diingat selisih tetap tahun masehi dengan tahun Hijriyah yang lamanya 227.016 hari yaitu lama hari yang dihitung dari 1 Januari 1 M sampai 15 Juli 622 M.

Oleh sebab itu tanggal 1 Muharam 1401 H akan dijadikan tanggal masehi ditempuh perhitungan sebagai berikut:

Jumlah hari pada satu Muharam 1401 H	= 496.114
Selisih tetap tahun masehi dengan tahun Hijriyah	= <u>227.016</u>
	723.130 hari
anggaran baru Gregorius ke-XIII	= <u>13</u> +
	723.143 hari

Bilangan ini apabila dijadikan tanggal, bulan dan tahun masehi dilakukan perhitungan sebagai berikut bilangan tersebut di atas dibagi siklus tahun Masehi hasilnya dikalikan empat, sisanya dibagi 365 selebihnya dijadikan bulan menurut lama dari masing-masing bulan pada bulan masehi.

723.143:1461	= 494 siklus, lebih 1409 hari.
494 siklus	= 494 x 4 = 1976 th, lebih 1409 hari.
1409 hari	= 3 th, lebih 314 hari.
314 hari	= <u>10 bulan lebih 9 hari.</u>
Jumlah =	1979 th + 10 bulan + 9 hari.

dengan demikian tanggal 1 Muharam 1401 H. itu jatuh pada tanggal 9 Nopember 1980 M .

c. Sistem penanggalan atau tarikh Jawa.

Mula pertama perhitungan Jawa ini didasarkan pada sistem Jawa Hindu, yang terkenal dengan tahun "SOKO" yang sistem perhitungannya didasarkan pada peredaran Matahari.

Menurut penelitian tanggal 1 Saka tahun pertama Soko bertepatan hari Sabtu 14 Maret 78 M yaitu bertepatan dengan 1 tahun setelah dinobatkannya Prabu Syaliwahono (Aji Soko).

Kemudian pada tahun 1633 M bertepatan dengan tahun 1043 H atau tahun 1555 Soko, oleh Sri Sultan Muhammad yang terkenal dengan Sultan Agung Anyokrokusumo yang bertahta di Mataram diadakan perubahan. Perubahan itu menyangkut sistemnya tidak lagi didasarkan pada peredaran Matahari melainkan didasarkan pada peredaran Bulan disenyawakan dengan sistem perhitungan Tahun Hijriyah. sehingga nama-nama bulan ditetapkan dengan urutan-urutan sebagai berikut:

- | | |
|------------------|----------------|
| a. Suro | g. Rejeb |
| b. Sapar | h. Ruwah |
| c. Mulud | i. Poso |
| d. Bakdo Mulud | j. Sawal |
| e. Jumadil awal | k. Dulkongidah |
| f. Jumadil akhir | l. Besar |

sedang tahunnya masih tetap melanjutkan Tarikh Jawa, yaitu tahun 1555 Soko.

Di samping itu terdapat juga sistem perhitungan yang berbeda, satu tahun umumnya ditetapkan $354 \frac{3}{8}$ hari. Dalam perhitungan ini pecahan itu tidaklah merupakan kesulitan yaitu diatasi dengan jalan tiap-tiap 8 tahun terdapat 3 tahun panjang, sehingga selama 8 tahun umumnya: $354 \times 8 + 3 = 2835$ hari, tahun-tahun panjang itu diletakkan pada tahun 2,5 dan ke 8.

Satu daur yang lamanya 8 tahun itu disebut "Windu", tahun panjang disebut "Wuntu" umumnya 355 hari, tahun pendek disebut

"Wastu" umumnya 354 hari.

Urut-urutan tahun dalam satu windu itu diberi lambang dengan huruf arab abjadiah sebagai berikut:

- | | |
|----------------|----------------|
| a. Alip (ا) | e. Dal (د) |
| b. Ehe (هـ) | f. Be (ب) |
| c. Jimawal (ج) | g. Wawu (و) |
| d. Ze (ز) | h. Jimakir (ك) |

Akibat dari ketentuan satu windu yang panjangnya 8 tahun itu = 2835 hari, maka dalam 30 tahun akan menjadi 10631 lebih $\frac{1}{4}$ hari. Dengan demikian sistem perhitungan ini lebih panjang dari sistem tahun Hijriyah sebanyak $\frac{1}{4}$ hari. Maka selama 120 tahun sistem baru akan mengalami pengunduran waktu selama satu hari dibandingkan dengan sistem perhitungan tahun Hijriyah.

Oleh sebab itulah ditetapkan pemotongan hari pada tiap-tiap 120 tahun yaitu dengan menghitung bulan Besar yang semestinya berumur 30 hari dihitung 29 hari.

Terdapatlah catatan-catatan sebagai berikut:

- Suro Alip tahun 1555 Soko menjelang tahun 1627 jatuh pada hari Jum'at Legi.
- Mulai permulaan tahun 1627 sampai menjelang tahun 1747 satu Suro Alip jatuh pada hari Kamis Kliwon (Amiswon).
- Mulai permulaan tahun 1747 hingga menjelang tahun 1867 satu Suro Alip jatuh pada hari Rabu Wage (Aboge).
- Mulai permulaan tahun 1867 hingga menjelang tahun 1987 satu Suro Alip jatuh pada hari Selasa Pon (Asopon).

Dari keterangan-keterangan tersebut terlihatlah pemotongan-pemotongan hari pada tiap-tiap 120 tahun. Pemotongan itu diharapkan agar sistem perhitungan itu dimaksud agar supaya sesuai

dengan sistem peredaran bulan. Kemudian untuk menghitung jumlah hari dalam sistem perhitungan tahun Jawa ini, dipatuhilah ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

Selisih tetap tahun hijrah dengan tahun Jawa sebanyak 369251 hari, Selisih ini adalah selisih hari pada satu Muharam 1555 Soko dengan jumlah hari tahun Hijriyah. Di samping itu hendaknya diperhitungkan pemotongan-pemotongan yang didahului sejak 1555 Soko sampai tahun 1912 yaitu sebanyak 3 hari. Sebagai contoh di bawah ini akan dikemukakan cara menghitung jumlah hari menurut sistem perhitungan tahun Jawa.

Satu Suro 1913 Soko berapakah jumlah harinya?

Dari ketentuan itu kita dapat melihat bahwa hari berjalan sebanyak 1912 tahun + 0 bulan + 1 hari.

akan tetapi karena sistem berlaku sejak tahun 1555 maka 1913 dikurangi

$$\begin{array}{r} 1555 \\ 358 \text{ th} \\ \hline \end{array} = 358 \text{ tahun} \\ = 44 \text{ daur (lebih 6 tahun)}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 44 \text{ daur} \\ 6 \text{ tahun} \\ 1 \text{ suro} \end{array} = \begin{array}{r} 44 \times 2835 \text{ hari} \\ 6 \times 354 + 2 \text{ hari} \\ = \end{array} = \begin{array}{r} 124740 \text{ hari} \\ 2126 \text{ hari} \\ \underline{1 \text{ hari} +} \\ 126867 \text{ hari} \end{array}$$

$$\text{Pemotongan hari sejak 1555 sampai 1412} = \begin{array}{r} \underline{3 \text{ hari} -} \\ 126864 \text{ hari} \end{array}$$

$$\text{Selisih tetap tahun Jawa} = \underline{369251 \text{ hari} +}$$

$$\text{Jadi bilangan hari pada tanggal 1 Suro 1913 Soko} = 496155 \text{ hari}$$

Bilangan hari ini umpamanya tahun hijriyah dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{array}{r} 1 \text{ Suro 1913 Soko} \\ \text{Selisih tetap tahun hijriyah dan jawa} \\ \text{Sisa} \end{array} = \begin{array}{r} 496115 \text{ hari} \\ = \underline{369251 \text{ hari} -} \\ = 126864 \text{ hari} \end{array}$$

Sisa ini ditukar dengan sistem perhitungan Hijriyah, hasilnya ditambahkan dengan 1042 tahun

$$126864 : 10631 = 11 \text{ daur (lebih 9923 hari)}$$

$$11 \text{ daur} = 11 \times 30 = 330 \text{ tahun}$$

$$9923 : 354 = 28 \text{ tahun (lebih 11 hari-10)}$$

$$1 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{maka jumlah itu} = 58 \text{ th} + 1 \text{ hari}$$

$$\text{Pada menjelang taun 1555 Soko} = 1042 \text{ tahun}$$

$$\text{Jumlah} = 1400 \text{ th} + 1 \text{ hari}$$

Maka satu Suro 1913 Soko jatuh pada tanggal 1 Muharram 1401 H.

2. a. Hisab

Hisab yang dimaksud dalam uraian ini ialah perhitungan gerakan benda-benda langit untuk mengetahui kedudukan pada suatu saat yang diinginkan. Maka apabila hisab dikhususkan penggunaannya pada hisab waktu ataupun hisab awal bulan maka yang dimaksudkan ialah menentukan kedudukan Matahari ataupun Bulan, sehingga dapatlah diketahui kedudukan Matahari dan Bulan tersebut pada bola langit di saat-saat tertentu. Karena hisab awal waktu yang digunakan adalah waktu Matahari maka kegiatan hisab dalam menentukan waktu selalu dipautkan dengan kedudukan Matahari yang diukur dengan kesatuan waktu yang disebut dengan Waktu Matahari Pertengahan, yaitu yang dapat dibaca pada jam kita.

Waktu Matahari Pertengahan ini sebenarnya adalah Waktu Matahari Hakiki yang dibuat rata dengan cara menambahkan atau pun mengurangi waktu Matahari Hakiki itu dengan perata waktu (*equation of time* atau *ta'dilul auqat*). Waktu pertengahan itu biasanya disesuaikan lagi dengan waktu daerah yaitu waktu-waktu yang telah ditetapkan menurut bujurnya, sehingga dengan demikian untuk tempat-tempat yang berada di sebelah timur bujur yang dijadikan pedoman waktu daerah disesuaikan dengan mengurangi selisih waktu sebanyak selisih bujurnya. Sedang bagi tempat-tempat yang bujurnya berada di sebelah Barat bujur tempat yang dijadikan pedoman ditambahkan dengan selisih bujur tersebut.

Hasil dari perhitungan ini dinyatakan sebagai waktu daerah (*Zone mean time*). Di samping itu masih dikenal dengan waktu Internasional (*International Civil Time*). Dan karena yang dijadikan pedoman waktu internasional ini adalah kota Greenwich, maka waktu internasional ini terkenal dengan *Greenwich Mean Time*.

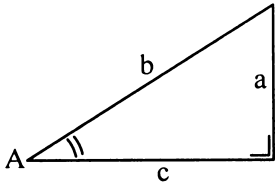
Apabila waktu ini dijadikan standar pedoman, maka tiap tempat yang bujurnya di sebelah timur bujur Greenwich dikurangi dengan selisih bujur tempat itu dengan bujur Greenwich. Sedangkan untuk kota-kota yang bujurnya di sebelah barat bujur Greenwich ditambahkan, sehingga dengan demikian didapatkan kesatuan waktu yang disebut dengan Waktu Greenwich.

Waktu inilah yang digunakan oleh para ahli hisab sebagai kesatuan waktu mengukur kedudukan benda-benda pada bola langit.

b. Rumus-rumus ilmu Hisab

1) Rumus-rumus Dasar

a) Rumus Dasar Goneometri



$$\sin A = \frac{a}{b}$$

$$\cos A = \frac{c}{b}$$

$$\text{tg } A = \frac{a}{c}$$

$$\text{cosec } A = \frac{1}{\sin A}$$

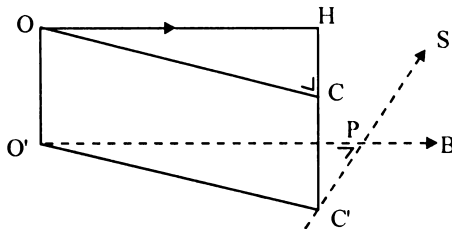
$$\text{sec } A = \frac{1}{\cos A}$$

$$\text{cotg } A = \frac{1}{\text{Tg } A}$$

Penggunaan praktis dari rumus-rumus di atas, dapat dilihat dalam menentukan posisi hilal pada pelaksanaan rukyat secara sederhana.

Misal, data yang diperoleh dari hasil perhitungan masuk awal bulan hijriyah adalah sebagai berikut "Pada saat Matahari terbenam posisi hilal berada pada $6^\circ 10'$ di atas ufuk dan azimuth $14^\circ 15'$ sebelah utara titik barat".

Posisi tersebut dapat ditentukan dengan mempergunakan Garis Penunjuk Arah (yang dibuat berdasarkan Jarum Pedoman atau bayang-bayang) dan tiang tegak lurus, seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Keterangan:

Garis putus-putus adalah Garis Penunjuk Arah.

O = Mata si peninjau, yang mempunyai jarak 500 cm dari garis arah Utara —

Selatan. (O' - P)

OO' dan HCC' adalah tiang tiang tegak

OO' = CC' sekitar 100 cm

OH = Garis pandangan yang mengarah ke posisi hilal.

Cara meletakkan tiang-tiang tegak itu adalah sebagai berikut: Pada segitiga siku-siku O' PC', sudut PO' C' adalah merupakan azimuth hilal dari arah barat, maka

$$1) \cos PO' C' = \frac{O' P}{O' C'} \rightarrow O' C' = \frac{O' P}{\cos PO' C'} = \frac{500 \text{ cm}}{\cos 14^\circ 15'}$$

$$O' C' = \frac{500 \text{ cm}}{0,96923} = 515,87 \text{ cm}$$

$$2) \sin PO' C' = \frac{PC'}{O' C'} \rightarrow PC' = O' C' \times \sin PO' C'$$

$$PC' = 515,87 \text{ cm} \times \sin 14^\circ 15' = 515,87 \text{ cm} \times 0,24615$$

$$PC' = 126,98 \text{ cm}$$

Pada segitiga siku-siku OCH, sudut HOC merupakan tinggi hilal, maka :

$$\text{Tg HOC} = \frac{HC}{OC} \rightarrow HC = OC \text{ tg HOC}$$

$$HC = 515,87 \text{ cm} \times \text{tg } 6^\circ 10' = 515,87 \text{ cm} \times 0,10805$$

$$HC = 55,74 \text{ cm}$$

b) Pemindahan satuan derajat busur menjadi satuan waktu.

360°	=	24 jam
15°	=	1 jam
1°	=	4 menit
15'	=	1 menit
1'	=	4 detik, dst

Keterangan :

- 1) Dasar dari rumus ini adalah waktu yang dipakai oleh Bumi dalam berotasi

satu kali putaran penuh selama sehari semalam; artinya 360° ditempuh selama 24 jam.

- 2) Rumus ini khusus berlaku bagi pemindahan satuan derajat sudut waktu, artinya satuan derajat busur pada lingkaran edaran harian suatu benda langit. Jadi; kurang tepat apabila melakukan pemindahan satuan derajat tinggi suatu benda langit menjadi satuan waktu dengan memakai rumus di atas, kecuali bagi daerah-daerah yang terletak tepat di katulistiwa.

Contoh penggunaan :

Sudut Waktu Matahari (t) pada saat awal waktu ashar tanggal 1 Januari 1981 bagi Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu adalah $51^\circ 43'$ dan Mer. Pass = 12j 04m waktu setempat.

Ditanyakan : Jam berapa awal waktu ashar?

Jawab : $t = 51^\circ 43'$

$$t = \frac{51^\circ 43'}{15} \times 1 \text{ jam}$$

$$t = 3 \text{ jam} + \text{sisa } 6^\circ 43' \left(\begin{array}{l} 6^\circ = 24 \text{ menit} \\ 30' = 2 \text{ menit} \\ 13'' = 52 \text{ detik} \\ 6^\circ 43'' = 26 \text{ menit } 52 \text{ dt} \end{array} \right.$$

$$t = 3j 26^m 52^{dt}$$

Mer. Pas = 12 04

Awal 'ashar = 15j 30^m 52^{dt} waktu setempat + kor.bjr = 15j 24^m 38^d, 15

2) Lama Siang dan Lama Malam

$$\cos t_0 = -\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$$

Keterangan:

- a. Rumus ini dipergunakan untuk mencari lama siang dan lama malam pada suatu tempat di permukaan Bumi pada waktu

tertentu. Dalam rumus ini belum diperhitungkan koreksi jari-jari Matahari, kerendahan ufuk dan pembiasan sinar pada saat Matahari terbit atau terbenam.

- b. t_0 = setengah bujur siang
 δ = deklinasi Matahari.
 ϕ = lintang tempat
- c. Bila $\delta = 0^\circ$, maka untuk semua harga ϕ , $\text{Cos } t_0 = 0^\circ$ dan $t_0 = 90^\circ$. Artinya, bila Matahari di equator (sekitar tanggal 21 Maret dan 23 September) maka untuk semua tempat di permukaan Bumi lama siang dan malam akan sama panjangnya.
- d. Bila $\phi = 0^\circ$, maka untuk semua harga δ , $\text{Cos } t_0 = 0$ dan $t_0 = 90^\circ$. Artinya, untuk tempat-tempat yang tepat terletak di equator, sepanjang tahun siang dan malam akan sama panjangnya, yaitu masing-masing 12 jam
- e. Hasil kali $\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$, dapat mencapai setiap harga, sedangkan $\text{Cos } t_0$ harga mutlaknya tidak akan lebih dari 1.

Oleh karena itu, jika hasil kali $\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$ mencapai harga mutlak lebih dari 1, maka pada hari itu tidak terdapat titik terbit atau titik terbenam. Artinya, sepanjang hari itu Matahari berada di atas ufuk jika deklinasi dan lintang tempat sama letaknya (sama-sama di utara atau di selatan equator), atau sepanjang hari itu Matahari berada di bawah ufuk jika deklinasi dan lintang tempat berlainan letak (yang satu utara dan lainnya selatan equator, atau sebaliknya).

Contoh Penggunaan:

- a. Pada tanggal 1 Januari di Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu

$$\delta = -23^\circ$$

$$\phi = -7^\circ 1' 44",6$$

$$\text{Cos } t_0 = -\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$$

$$= -\text{tg } (-23^\circ) \text{ tg } (-7^\circ 1' 44",6)$$

$$= -(-0,42447) \times (-0,12329935)$$

$$\cos t_0 = -0,05233747$$

$$t_0 = 90^\circ \text{ (dibulatkan)}$$

$$2t_0 = 186^\circ = 12^{\text{i}} 24^{\text{m}} \text{ (dibulatkan)}$$

Kesimpulan :

Lama siang di Pos Observasi pada tanggal 1 Januari = $12^{\text{i}} 24^{\text{m}}$

Lama malam = $11^{\text{i}} 36^{\text{m}}$

b. Pada tanggal 22 Juni di Oslo, Ibukota Norwegia

$$\delta = 23^\circ 26'$$

$$\phi = 59^\circ 57'$$

$$\cos t_0 = -\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$$

$$= -\text{tg } 23^\circ 26' \text{ tg } 59^\circ 57'$$

$$= -0,43342953 \times 2,593806815$$

$$\cos t_0 = -0,7492113 \rightarrow$$

$$t_0 = 138^\circ 31' \text{ (dibulatkan)}$$

$$2t_0 = 277^\circ 2' = 18^{\text{i}} 28^{\text{m}} \text{ (dibulatkan)}$$

Kesimpulan :

Lama siang di Oslo pada tanggal 22 Juni = $18^{\text{i}} 28^{\text{m}}$

Lama Malam = $5^{\text{i}} 32^{\text{m}}$ (dibulatkan)

c. Pada tanggal 22 Juni di Murmansk, daerah sebelah utara laut putih, Rusia

$$\delta = 23^\circ 26'$$

$$\phi = 68^\circ 55'$$

$$\cos t_0 = \text{tg } \delta \text{ tg } \phi$$

$$= \text{tg } 23^\circ 26' \text{ tg } 68^\circ 55'$$

$$= -0,43342953 \times 2,593806815$$

$$\cos t_0 = 1,12423248$$

(lebih dari harga mutlak 1) $\rightarrow t_0$ tak punya harga.

Kesimpulan :

Oleh karena antara δ dan ϕ sama letaknya, yaitu sama-sama utara, maka pada tanggal 22 Juni di Murmansk, Matahari di atas ufuk dan tidak pernah terbenam

3) Waktu-waktu Shalat

$$\sin \frac{1}{2} t = \sqrt{\frac{\cos (s+p) \cos (s+d)}{\cos p \cos d}}$$

$$2 s = 270^\circ (\phi + \delta + h)$$

$$\text{atau } \cos t = -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta + \sec \phi \sec \delta \sin h.$$

Keterangan :

- a. t = sudut waktu
 δ = deklinasi Matahari
 ϕ = lintang tempat
 h = tinggi Matahari
- b. Awal waktu Zhuhur, posisi Matahari persis pada Meridian Langit ($t = 0^\circ$), $h = 90 |\phi - \delta|$
Awal waktu Ashar, h diperoleh dari rumus :
 $\operatorname{Cotg} h = \operatorname{tg} |\phi - \delta| + 1$
Awal waktu Maghrib, $h = -1^\circ$
Awal waktu Isya', $h = -18^\circ$
Awal waktu Subuh, $h = -20^\circ$
Akhir waktu Subuh (Syuruk), $h = -1^\circ$
- c. Nilai tinggi Matahari tersebut di atas, sudah termasuk koreksi-koreksi semidiameter Matahari, refraksi dan kerendahan ufuk ($=19'$, untuk tinggi tempat sekitar 30 meter di atas permukaan air laut).
- d. Agar lebih teliti dalam menentukan tinggi Matahari pada saat syuruk dan ghurub, KERENDAHAN UFUK yang dipengaruhi oleh ketinggian tempat hendaknya dihitung kembali, dengan

mempergunakan rumus:

$$D' = 1,76' \times \sqrt{m}$$

D' = Kerendahan ufuk, dalam satuan menit busur.

m = Tinggi tempat dari permukaan air laut, dalam satuan meter.

Jadi tinggi Matahari saat Syuruq atau Ghurub = - ($16' + 34' + D'$).

$16'$ = Harga Semidiameter Matahari.

$34'$ = Harga Refraksi

- e. Setelah t (sudut waktu) Matahari diketahui, kemudian diubah menjadi satuan waktu (lihat l b.), kemudian ditambah dengan waktu Matahari melintasi Meridian langit (Dalam Almanak Nautika diistilahkan "Mer. Pass", sedang dalam American Ephemeris disebut "Ephemeris Transit"). Hasil dari penjumlahan tersebut merupakan awal waktu shalat dalam Waktu Setempat (Local Mean Time). Untuk diubah menjadi Waktu Daerah, dipergunakan rumus: $WAKTU\ DAERAH = Waktu\ Setempat + ((Bujur\ Daerah - Bujur\ Tempat) / 15)$.

Catatan:

- | | |
|--|-------------------|
| 1) Bujur Daerah Waktu Indonesia Barat | = 105° BT. |
| 2) Bujur Daerah Waktu Indonesia Tengah | = 120° BT. |
| 3) Bujur Daerah Waktu Indonesia Timur | = 135° BT. |

Contoh Penggunaan.

Mencari awal waktu Ashar, pada tanggal 1 Januari, di Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu

Data yang tersedia : $\phi = -7^\circ 1' 44,6''$
 $\lambda = 106^\circ 33' 27,8''$
 $\delta = -23^\circ 00'$
Mer Pass = $12^h 04^m$

$$\text{Cotg } h = \text{tg} |\phi - \delta| + 1 = \text{tg} |-7^\circ 1' 44,6'' - (-23^\circ)| + 1 =$$
$$\text{tg } 15^\circ 50' + 1 = 0,286196653 + 1$$

$$\text{Cotg } h = 1,286196653 \rightarrow h = 37^\circ 52' \text{ (dibulatkan)}$$

Rumus 3 :

$$\begin{aligned}
 \text{Cos } t &= -\text{tg } \phi \text{ tg } \delta + \text{sec } \phi \text{ sec } \delta \sin h. \\
 &= -\text{tg } (-7^\circ 1' 44'',6) \text{ tg } (-23^\circ) + \\
 &\quad \text{sec } (-7^\circ 1' 44'',6) \text{ sec } (-23^\circ) \sin 37^\circ 52' \\
 &= -(-0,123299353) \times (-0,42447481) + \\
 &\quad (1,007572692) \times (1,086360377) \times (0,613826025) \\
 &= -0,05233747 + 0,671886018 \\
 \text{Cos } t &= 0,619548548 \\
 t &= 51^\circ 43' = 31 \text{ } 26^m \text{ } 52^d
 \end{aligned}$$

Meridian Pass	= <u>12i 04^m</u> +
Waktu Setempat	= 15i 30 ^m 52 ^d
Selisih Bujur	= <u>-00i 06^m 14^d</u> + (lihat rumus 3 e)
Waktu Daerah	= 15i 24 ^m 38 ^d WIB
Ikhtiyati	= <u>00i 01^m 22^d</u> +
Awal Waktu 'Ashar	= 15i 26 ^m WIB

Keterangan :

Ihtiyati adalah langkah pengaman, agar supaya daerah bagian Barat kota tidak mendahului awal waktu atau daerah bagian Timur kota tidak melampaui batas akhir waktu, sebab penentuan lintang dan bujur tempat biasanya di pusat kota dengan menambahkan 1 s.d 2 menit kepada hasil perhitungan awal waktu, atau mengurangkannya dari hasil perhitungan akhir waktu, berarti daerah sepanjang sekitar 25 sampai 50 km, ke arah Timur/Barat dari pusat kota, sudah dapat menggunakan hasil perhitungan ini dengan aman,

4) Arah Kiblat

$$\text{Cotg } B = \frac{\text{Cotg } b \text{ Sin } a}{\text{Sin } C} - \cos a \text{ cotg } C \text{ Sin } C$$

$$\begin{aligned} \text{atau ... } \quad \text{tg } \frac{1}{2} (A+B) &= \frac{\text{Cos } \frac{1}{2} (a - b)}{\text{Cos } \frac{1}{2} (a + b)} \text{Cotg } \frac{1}{2} C \\ \text{tg } \frac{1}{2} (A-B) &= \frac{\text{Sin } \frac{1}{2} (a - b)}{\text{Sin } \frac{1}{2} (a + b)} \text{Cotg } \frac{1}{2} C \\ B &= \frac{1}{2} (A+B) - \frac{1}{2} (A-B) \end{aligned}$$

Keterangan:

a. Rumus-rumus tersebut di atas adalah untuk mencari arah kiblat dari suatu tempat di permukaan Bumi yang sudah diketahui Lintang dan Bujur tempatnya.

b. B = Arah kiblat suatu tempat, yaitu sudut antara arah ke Ka'bah dan arah ke titik Kutub Utara.

p = Sudut bantu,

a = 90° - lintang tempat, yaitu busur antara titik Kutub Utara dengan tempat yang akan dicari arah kiblatnya.

b = 90° - lintang Ka'bah, yaitu busur antara titik Kutub Utara dengan Ka'bah

C = selisih antara bujur Ka'bah ($39^\circ 50'$ BT) dengan bujur tempat yang akan dicari arah kiblatnya.

c. Lintang Ka'bah = $+21^\circ 25'$ (LU)

Bujur Ka'bah = $39^\circ 50'$ BT

Contoh Penggunaan.

a. Mencari arah kiblat untuk Pos Observasi Bulan, Pelabuhan Ratu (Lintang Tempat = $-7^\circ 1' 44",6$ Bujur Tempat = $106^\circ 33' 27",8$ BT)

a = $90^\circ - (-7^\circ 1' 44",6) = 97^\circ 1' 44",6$

b = $90^\circ - (21^\circ 25') = 68^\circ 35'$

C = $106^\circ 33' 27",8 - 39^\circ 50' = 66^\circ 43' 27",8$

$$\text{Cotg B} = \frac{\text{Cotg b Sin a}}{\text{Sin C}} - \text{Cos a Cotg C}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Cotg } 68^{\circ}35' \text{ Sin } 97^{\circ}2'}{\text{Sin } 66^{\circ}43'} - \text{Cos } 97^{\circ}2' \text{ Cotg } 66^{\circ}43' \\
&= \frac{0,39223 \times 0,9925}{0,91856} - (0,1225)(0,430323) \\
&= 0,423792 - (-0,052191)
\end{aligned}$$

$$\text{Cotg B} = 0,476485$$

$$B = 64^{\circ} 31' 22",51 = 64^{\circ}31'$$

Kesimpulan:

Arah kiblat : Pos Observasi adalah $64^{\circ} 31'$ dari titik Utara ke arah Barat. atau $25^{\circ} 29'$ dari titik Barat ke arah Utara.

b. Mencari arah kiblat untuk kota London.

(Lintang Tempat = $51^{\circ} 30'$ LU ; Bujur Tempat = $00^{\circ} 05'$ BB)

$$a = 90 - 51^{\circ} 30' = 38^{\circ} 30'$$

$$b = 90^{\circ} - 21^{\circ} 25' = 68^{\circ} 35'$$

$$C = 39^{\circ} 50' + 0^{\circ} 05' = 39^{\circ} 55'$$

$$\begin{aligned}
\text{Tg } p &= \text{tg } b \text{ Cos } C & \text{Cotg B} &= \frac{\text{Cotg } C \text{ Sin } (a - p)}{\text{Sin } p} \\
&= \text{tg } 68^{\circ} 35' \text{ Cos } 39^{\circ} 55' & &= \frac{\text{Cotg } 39^{\circ}55' \text{ Sin } - 23^{\circ}35',5}{\text{Sin } 62^{\circ}55' \text{ (dibulatkan)}}
\end{aligned}$$

$$= 2,549516 \times 0,7669785$$

$$= 1,955424$$

$$P = 62^{\circ} 55'$$

$$a = 38^{\circ} 30' \quad \frac{1,1952799 \times (-0,40010467)}{0,8903453}$$

$$\begin{aligned}
a - P &= -24^{\circ} 25' & \text{Cotg B} &= -0,53713662 \\
& & B &= -61^{\circ} 45' 29",2 \text{ (S-T)}
\end{aligned}$$

$$AK = 118^{\circ} 14' 30'' \text{ (U-T)}$$

Kesimpulan:

Arah kiblat kota London adalah $119^{\circ} 1' 40''$ dari titik Utara ke arah Timur atau $60^{\circ} 58' 20''$ dari titik Selatan ke arah Timur.

5) Bayang-bayang Kiblat

$$\text{Cotg } P = \text{Cos } b \text{ tg } A$$

$$\text{Cos (C-P)} = \text{Cotg } a \text{ tg } b \text{ Cos } P$$

Keterangan:

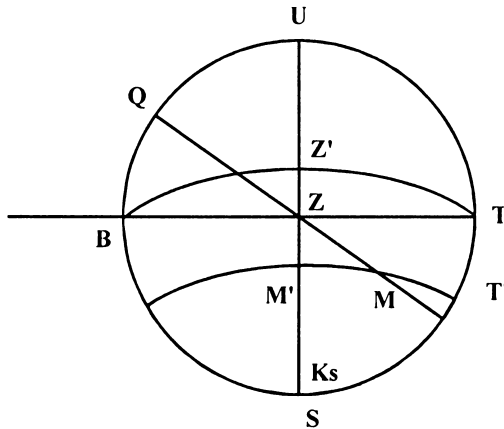
- a. Rumus ini dipergunakan untuk menentukan waktu terjadinya bayang-bayang setiap benda yang berdiri tegak menunjuk ke arah kiblat
- b. p = Sudut bantu.
 C = sudut waktu Matahari, yaitu busur pada edaran harian Matahari, antara lingkaran Meridian dengan titik Pusat Matahari yang sedang membuat bayang-bayang menunjuk ke arah kiblat.
 A = Arah kiblat. (dihitung dan Titik Utara ke arah Barat/Timur).
 a = 90° - deklinasi Matahari. yaitu jarak antara kutub utara dengan Matahari diukur sepanjang lingkaran deklinasi/lingkaran waktu.
 b = 90° - lintang tempat.
Jarak titik kutub utara dengan titik zenith,
- c. Jika harga mutlak deklinasi lebih besar dari harga mutlak ($90^{\circ}-A$) maka pada hari itu tidak akan terjadi bayang-bayang yang menunjuk ke arah kiblat, sebab antara lingkaran azimuth kiblat dengan lingkaran edaran harian Matahari tidak berpotongan.
- d. Jika harga deklinasi Matahari sama dengan harga lintang tempat, maka Matahari akan berkulminasi persis di titik zenith. Artinya

pada hari itu tidak akan terjadi bayang-bayang menunjuk ke arah kiblat sebab pada titik zenithlah lingkaran azimuth kiblat berpotongan dengan lingkaran edaran harian Matahari.

- e. Agar lebih tepat dalam menentukan harga deklinasi dari sumbernya (misal dari Almanak Nautika), maka perlu digambar terlebih dahulu, sehingga terlihat jelas titik perpotongan antara lingkaran azimuth kiblat dengan lingkaran edaran harian Matahari itu. Kemudian kita dapat menafeir kira-kira terjadi jam berapa. Dari taksiran itulah kita mengambil harga deklinasi Matahari tersebut. Atau akan lebih teliti lagi jika dilakukan perhitungan ulang. Namun perlu diketahui bahwa selisih kedua hasil perhitungan itu tidak besar dan sangat tidak mempengaruhi dalam observasi.

Contoh penggunaan:

- a. Menentukan terjadinya bayang-bayang menunjuk ke arah kiblat pada tanggal 1 Januari 1981 di Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu.



Taksiran, Matahari akan membuat bayang-bayang menunjuk ke arah kiblat, yaitu pada saat menempati posisi titik M pada jam 09:00 WIB Deklinasi Matahari (δ) saat itu = $-23^\circ 1' 6''$.

ZZ' = lintang tempat (ϕ) = $-7^{\circ} 1' 44",6$
 M' = Titik kulminasi Matahari.
 Matahari menempati titik ini: 12:04 LMT.
 UQ = Azimuth Qiblat = $64^{\circ} 31' 34",63$
 Z = Titik Zenith TZ'B = Equator langit
 T'M'B' = Edearan harian Matahari.
 UZS = Meridian langit; KS = Kutub Selatan.

maka :

$$\begin{aligned}
 a &= 90^{\circ} - \delta = 90^{\circ} - (-23^{\circ} 1' 6") = 113^{\circ} 1' 6" \\
 b &= 90^{\circ} - \phi = 90^{\circ} - (-7^{\circ} 1' 44",6) = 97^{\circ} 1' 44",6 \\
 A &= 64^{\circ} 31' 34",63
 \end{aligned}$$

Rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Cotg P} &= \cos b \operatorname{tg} A \\
 &= \cos 97^{\circ} 1' 44",6 \operatorname{tg} 64^{\circ} 31' 34",63 \\
 &= -0,12237266 \times 2,0990213 \\
 &= -0,25686282 \\
 P &= -75^{\circ} 35' 39",4
 \end{aligned}$$

Rumus :

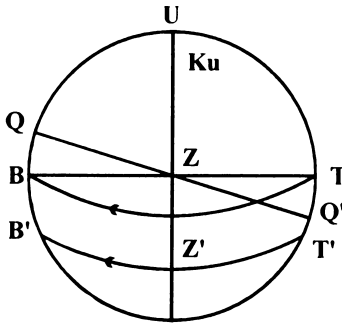
$$\begin{aligned}
 \text{Cos (C-P)} &= \operatorname{cotg} a \operatorname{tg} b \cos P \\
 &= (-0,42485) \times (-8,11034) \times (0,248786619) \\
 \text{Cos (C-P)} &= 0,8572439 \\
 \text{(C-P)1} &= 30^{\circ} 59' 29",33 \text{ atau} \\
 \text{(C-P)2} &= -30^{\circ} 39' 29",33 \\
 P &= \frac{-75^{\circ} 35' 39",4}{+} \\
 P &= \frac{-75^{\circ} 35' 39",4}{+} \\
 C1 &= -44^{\circ} 36' 10",15 \\
 C2 &= -106^{\circ} 35' 08",7 \\
 &= -2^{\text{J}} 58^{\text{m}} 24^{\text{d}},67 \\
 &= -07^{\text{J}} 06^{\text{m}} 20^{\text{d}},58 \\
 \text{Kulminasi} &= \underline{12^{\text{J}} 04^{\text{m}}} + \text{Kulminasi} = \underline{12^{\text{J}} 04^{\text{m}}} +
 \end{aligned}$$

LMT	=	09 ^h 05 ^m 35 ^d ,33	LMT	=	04 ^h 57 ^m 39 ^d ,42
Kor Bujur	=	$-00^{\circ} 06' 13'' +$	Kor Bujur	=	$-00^{\circ} 06' 13'' +$
WIB	=	08 ^h 59 ^m 22 ^d ,33		=	04 ^h 51 ^m 26 ^d ,42
Dibulatkan:		08 ^h 59 ^m			(tidak mungkin)

Kesimpulan :

Pada tanggal 1 Januari 1981 di Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu dan sekitarnya, bayang-bayang setiap benda yang berdiri tegak, akan menunjuk ke arah Qiblat pada jam 8:59 WIB.

b. Pada tanggal 1 Januari 1981 di Banda Aceh



* Arah Qiblat (A) = $67^{\circ} 54'$

$90^{\circ} - A = 22^{\circ} 06'$

Lintang tempat(P) = $+5^{\circ} 34'$

Deklinasi Matahari (d)

= $-23^{\circ} 01' 30''$ jam 7.00 WIB)

= $-23^{\circ} 01' 18''$ jam 8.00WIB)

Oleh karena lingkaran Azimuth Qiblat (QZQ') tidak berpotongan dengan lingkaran gerak harian Matahari (B'Z'T') (harga mutlak δ lebih besar dari harga mutlak $(90^{\circ} - A)$, maka pada hari itu di Banda Aceh dan sekitarnya tidak akan terjadi bayang-bayang menunjuk ke arah Kiblat.

3. Ilmu Ukur Segitiga Bola dalam Menghitung Posisi Benda Langit dan Arah Kiblat

Apabila kita melihat benda-benda langit, maka yang tampak oleh mata kita adalah proyeksi benda-benda langit itu pada bola langit. Mata kita tidak dapat memberitahukan mana yang dekat dan mana yang jauh

secara pasti di antara benda-benda langit itu, karena jarak-jarak tersebut baru dapat diketahui kalau diukur. Letak benda-benda pada bola langit kita catat dengan mengabaikan jaraknya masing-masing dan mengenai hal ini dinyatakan di dalam suatu sistem acuan atau sistem koordinat bola. Dengan demikian sistem acuan itu membantu kita menyatakan arah ke benda langit dari Bumi kita. Titik pusat bola langit adalah titik pusat Bumi sendiri, yang berarti sistem acuan ini adalah geosentris.

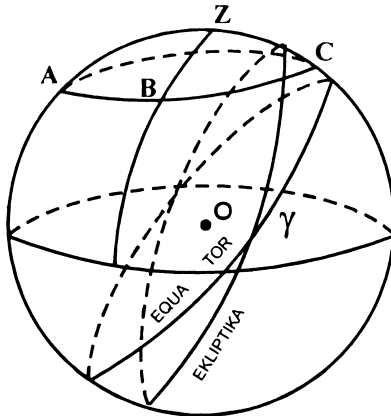
Bentuk Bumi kita diketahui mendekati bentuk sebuah bola. Yang membuatnya tidak persis sekali sebagai bola ialah karena agak pepat di arah kedua kutubnya. Jari-jari di ekuator dan di arah kutub berbeda 21,385 kilometer dan faktor pepatannya 0,003. Dengan faktor pepatan yang relatif kecil itu, maka tidak ada kesalahan yang berarti, bila menganggap Bumi sebagai bola sempurna, dalam hal penentuan arah atau jarak sudut suatu tempat dihitung dari suatu tempat yang lain.

Di dalam uraian berikut ini dikemukakan mengenai rumus-rumus pokok bagi suatu segitiga bola (Spherical Trigonometry), yakni segitiga yang digambarkan pada kulit bola dengan pengertiannya yang khusus sebagaimana yang didefinisikan. Rumus-rumus itu sebagai alat, antara lain untuk melakukan transformasi dari sistem koordinat equatorial ke sistem koordinat azimuthal, menghitung jarak sudut antara dua tempat dan menghitung arah ke suatu tempat (misalnya arah kiblat), di antara banyak perhitungan lainnya yang terdapat dalam pekerjaan astronomi praktis.

a. Definisi-definisi.

Langkah yang pertama, untuk mengenal ilmu ukur yang unik ini, kita mulai dengan mengenal beberapa definisi, supaya uraian selanjutnya mudah diikuti dan tidak terjadi kekeliruan disebabkan salah tafsir.

Perhatikanlah Gambar No. 1, bola langit yang titik pusatnya berimpit dengan titik pusat Bumi. Pada bola langit itu kita dapat membuat banyak sekali lingkaran.



Gambar No. 1

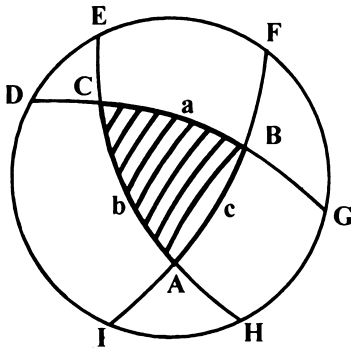
Akan tetapi kita bedakan dua macam lingkaran, yakni lingkaran besar dan lingkaran kecil. Lingkaran besar ialah lingkaran yang titik pusatnya berimpit dengan titik pusat bola. Di antaranya yang merupakan lingkaran besar ialah lingkaran horizon, lingkaran vertikal (tegak), lingkaran equator dan lingkaran ekliptika. Lingkaran kecil ialah yang titik pusat-pusatnya tidak berimpit dengan titik pusat bola. Pada gambar, lingkaran ABCA adalah lingkaran kecil. Lingkaran-lingkaran deklinasi, yaitu lingkaran yang sejajar

dengan equator, juga merupakan lingkaran-lingkaran kecil.

Selanjutnya perhatikanlah Gambar No.2 ,sebuah bola dengan lingkaran besar IABFI, DCBGD dan HACEH. Pada bagian yang tampak, ketiga bagian lingkaran itu berpotongan di titik-titik A, B dan C dan daerah bola yang dibatasi oleh ketiga busur lingkaran besar itu dinamakan segitiga bola ABC. Secara umum, suatu segitiga bola didefinisikan sebagai daerah segitiga yang sisi-sisinya merupakan busur-busur lingkaran besar. Busur AB, BC dan CA adalah sisi-sisi segitiga bola ABC dan titik A, B dan C adalah titik-titik sudutnya. Sisi-sisi segitiga bola dinyatakan oleh huruf kecil (a, b, dan c), sesuai dengan simbol sudut-sudut di hadapannya. Sudut segitiga bola besarnya sama dengan sudut yang dibentuk oleh garis singgung sisi-sisinya pada tiap titik sudutnya. Sebagai contoh, sudut A dibentuk oleh garis singgung sisi c dan garis singgung sisi b pada titik A. Sudut dinyatakan oleh huruf besar.

Menurut definisi di atas, pada gambar No.2 juga dapat dilihat bahwa segitiga-segitiga DCE, IHA, FBG dan lain-lainnya juga

merupakan segitiga-segitiga bola. Apabila salah satu sudut suatu segitiga bola 90° , maka segitiga bola itu disebut segitiga bola siku-siku.



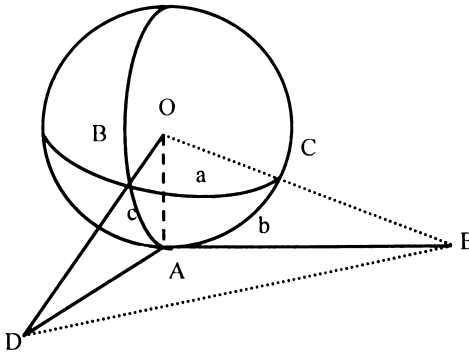
Gambar No. 2

Apabila salah satu sisinya berharga 90° , dinamakan segitiga bola kuadran. Yang perlu kita ingat sekali lagi ialah bahwa sisi-sisi sebuah segitiga bola adalah busur-busur lingkaran besar dan kalau salah satu sisinya saja merupakan lingkaran kecil, maka tidak bisa dinyatakan sebagai segitiga bola.

b. Rumus dasar segitiga bola.

Setelah memahami definisi-definisi untuk segitiga bola, langkah berikut ini ialah pengungkapan rumus-rumus dasar atau rumus-rumus pokok segitiga bola, yang bisa dipakai langsung untuk menghitung besaran yang dikehendaki atau dapat dipadukan dan diuraikan lagi untuk memperoleh bermacam-macam rumus lainnya.

Perhatikanlah bola pada gambar No.3, yang titik pusatnya di O dan titik-titik A, B dan C pada kulit bola membentuk segitiga bola ABC. Sisi b digambarkan pada lingkaran besar yang berimpit dengan bidang kertas, sedangkan sisi a dan sisi c tidak perlu digambarkan dengan seluruh bagian lingkaran besarnya. Garis AD dan AE masing-masing sebagai garis singgung sisi C dan sisi b di A, sehingga sudut DAE adalah sudut A segitiga bola ABC itu. Sudut OAD sama dengan sudut OAE, yaitu 90° . Sudut DOA sama dengan sisi C dan sudut EOA sama dengan sisi b. Berdasarkan ilmu ukur sudut untuk segitiga bidang ODA kita nyatakan persamaan-persamaan sebagai berikut:



Gambar No.3

$$\overline{AD} = \overline{OA} \operatorname{tg} c ; \overline{OD} = \overline{OA} \sec c \quad (1)$$

Demikian pula untuk segitiga bidang OEA:

$$\overline{AE} = \overline{OA} \operatorname{tg} b ; \overline{OE} = \overline{OA} \sec b \quad (2)$$

Sedangkan pada segitiga bidang ADE berlaku persamaan:

$$DE^2 = AD^2 + AE^2 - 2 AD \cdot AE \cos A$$

Dengan memasukkan AD pada (1) dan AE pada (2) ke dalam persamaan di atas diperoleh:

$$\overline{DE}^2 = \overline{OA}^2 (\operatorname{tg}^2 c + \operatorname{tg}^2 b - 2 \operatorname{tg} b \cdot \operatorname{tg} c \cdot \cos A) \quad (3)$$

Panjang DE juga dapat dihitung berdasarkan segitiga bidang DOE sebagai berikut:

$$DE^2 = OD^2 + OE^2 - 2 \overline{OD} \cdot \overline{OE} \cos a$$

dan sekarang masukkan OD pada (1) dan OE pada (2) ke dalam persamaan itu, sehingga kita dapatkan:

$$\overline{DE} = \overline{OA} (\sec^2 c + \sec^2 b - 2 \sec b \cdot \sec c \cdot \cos a) \quad (4)$$

Persamaan (3) dan (4) menghasilkan:

$$\sec^2 c + \sec^2 b - 2 \sec b \cdot \sec c = \operatorname{tg}^2 c + \operatorname{tg}^2 b - 2 \operatorname{tg} b \cdot \operatorname{tg} c \cdot \cos A$$

dari karena $1 + \operatorname{tg}^2 c = \sec^2 c$ dan $1 + \operatorname{tg}^2 b = \sec^2 c$, maka persamaan itu bisa disederhanakan lagi menjadi:

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \quad (5)$$

Selanjutnya dengan cara yang sama seperti yang diuraikan di atas, yaitu dengan menggilir kedudukan A oleh B dan C pada gambar No. 3, dapat diturunkan persamaan yang bentuknya serupa dengan yang diatas sebagai berikut:

$$\cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B \quad (6)$$

dan

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C \quad (7)$$

Masing-masing persamaan (5) sampai dengan (7) di atas mengungkapkan hubungan antara ketiga sisi dengan salah satu sudut segitiga bola ABC. Ketiga persamaan itu merupakan rumus dasar dan biasa disebut sebagai "rumus cosinus"

c. Tiga rumus penting diturunkan dari rumus dasar.

Untuk menyelesaikan perhitungan, tidak semuanya dapat langsung diperoleh dengan memasukkan ke persamaan dasar. Bila ingin memperoleh rumus yang langsung dapat digunakan, kita perlu menurunkannya dari rumus dasar itu. Yang akan diturunkan berikut ini hanya di antaranya saja, yang dapat dianggap sebagai pokok penurunan selanjutnya

Persamaan (5) dapat kita ubah susunannya sebagai berikut ini:

$$\sin b \cdot \sin c \cdot \cos A = \cos a - \cos b \cdot \cos c$$

Kemudian kedua ruas persamaan itu kita kuadratkan dan pada ruas kiri $\cos^2 A$ diubah menjadi $1 - \sin^2 A$ dan $\sin^2 b$ menjadi $1 - \cos^2 b$, sehingga diperoleh bentuk persamaan:

$$\sin^2 b \cdot \sin^2 c \cdot \sin^2 A = 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c \quad (8)$$

Apabila hal seperti di atas kita lakukan untuk persamaan (6) dan (7), masing-masing persamaan itu akan menghasilkan:

$$\sin^2 a \cdot \sin^2 c \cdot \sin^2 B = 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c \quad (9)$$

dan

$$\sin^2 a \cdot \sin^2 b \cdot \sin C = 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c \quad (10)$$

Terlihat bahwa ruas kanan dari ketiga persamaan terakhir di atas persis sama, dan ini berarti:

$$\pm \frac{\sin A}{\sin a} = \pm \frac{\sin B}{\sin b} = \pm \frac{\sin C}{\sin c}$$

Tanda \pm dipakai karena bisa positif dan bisa negatif. Akan tetapi karena sisi dan sudut segitiga bola harganya kurang dari 180° dan harga sinus positif untuk daerah sudut itu, maka tanda negatif tidak perlu dipakai. Dengan demikian sekarang kita peroleh:

$$\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c} \quad (11)$$

yang biasa disebut "rumus sinus". Rumus ini memberikan arti bahwa perbandingan sinus antara sudut-sudut segitiga bola, harganya sama dengan perbandingan sinus sisi di hadapan sudut-sudut yang bersangkutan.

Dua macam rumus berikutnya kita peroleh dengan menggabungkan tiap dua dari tiga persamaan dasar, yaitu (5), (6) dan (7). $\cos c$ pada persamaan (7) dimasukkan ke dalam persamaan (6), menghasilkan:

$$\cos b = \cos a (\cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C) + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B$$

atau

$$\sin^2 a \cdot \cos b = \cos a \cdot \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B$$

Dengan membagi kedua ruasnya oleh $\sin a \cdot \sin b$, persamaan itu menjadi:

$$\sin a \cdot \cot b = \cos a \cdot \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B$$

Rumus sinus, persamaan (11), dapat kita pakai untuk mengganti $\frac{\sin c}{\sin b}$ oleh $\frac{\sin C}{\sin B}$ sehingga akhirnya menjadi:

$$\cos a \cdot \cos C = \sin a \cdot \operatorname{ctg} b - \sin C \cdot \operatorname{ctg} B \quad (12)$$

Melalui cara yang sama, masing-masing penggabungan antara dua persamaan dari persamaan (5) sampai dengan (7), akan diperoleh lagi 5 persamaan yang sejenis itu dan pembaca dapat mencobanya.

Sekarang kita lakukan lagi penggabungan persamaan-persamaan dasar, akan tetapi dengan cara yang agak lain daripada yang di atas. Persamaan (6) kita ubah susunannya sebagai berikut:

$$\sin a \cdot \sin C \cdot \cos B = \cos b - \cos a \cdot \cos c$$

Lalu persamaan (7) dimasukkan untuk mengganti $\cos c$ pada ruas kanan $\sin a \cdot \sin c \cdot \cos B = \sin^2 c \cdot \cos b - \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$

Setelah kedua ruas dibagi oleh $\sin c$ kita peroleh:

$$\sin a \cdot \cos B = \sin c \cdot \cos b - \sin b \cdot \cos c \cdot \cos A \quad (13)$$

Persamaan ini menentukan hubungan antara dua sudut segitiga bola, ditentukan oleh ketiga sisinya. Seperti halnya persamaan (12), di sini pun kita masih bisa menurunkan 5 persamaan yang sejenis, diperoleh dari penggabungan rumus cosinus itu.

Demikianlah telah diturunkan tiga buah bentuk persamaan penting, yakni persamaan-persamaan (11), (12) dan (13) untuk membantu mencari rumus-rumus yang langsung dapat digunakan di dalam perhitungan.

d. Pemakaian rumus-rumus segitiga bola dalam menghitung ketinggian Bulan pada saat Matahari terbenam menjelang awal bulan Qamariyah

Menghitung ketinggian Bulan pada saat Matahari terbenam, menjelang awal bulan qomariyah, ada dua macam cara yang biasa

dilakukan. yaitu:

Pertama, menggunakan selisih waktu terbenamnya Matahari dan waktu terbenamnya Bulan. Selisih waktu itu dianggap sebagai ketinggian Bulan pada saat Matahari terbenam dan satuannya dinyatakan dalam derajat, dengan membagi selisih waktu itu oleh kecepatan pergerakan harian Matahari rata-rata, yakni seperempat derajat permenit. Kalau waktu yang dihitung di sini sesuai dengan posisi titik pusat kedua benda itu, maka dengan sendirinya masih harus dilakukan koreksi setengah diameter, refraksi dan parallaks. Akan tetapi jelaslah bahwa cara ini hasilnya hanya merupakan pendekatan saja, sebab selisih waktu yang dimaksud tadi sebenarnya bukan ketinggian Bulan pada waktu Matahari terbenam. Ketinggian dihitung pada lingkaran vertikal atau tegak, sedangkan pergerakan harian Matahari dan Bulan sejajar dengan lingkaran ekuator. Pengaruh lintang tempat harus diperhatikan. Ketinggian Bulan yang dimaksudkan itu sebenarnya harus dihitung dari posisinya pada saat permukaan atas Matahari tepat di horizon. Kemudian dari posisi itulah ketinggiannya dihitung.

Kedua, ialah yang menghitung ketinggian berdasarkan posisi seperti yang dimaksud oleh keterangan terakhir di atas. Perlu dijelaskan bahwa cara yang pertama dan yang kedua ini dalam prakteknya hanya mungkin kalau ada daftar ephemeris. Langkah-langkahnya secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Yang pertama dapat kita lakukan ialah menghitung jarak zenith Matahari (Z_0), ketika permukaan atasnya tepat di horizon. Di sini untuk mengubah dari keadaan yang teramati ke dalam perhitungan, harus diadakan koreksi-koreksi dip (kerendahan ufuk), setengah diameter, refraksi dan parallaks.
- b. Menentukan saat Matahari terbenam, yaitu dengan membandingkan saat-saat terbenamnya pada hari-hari yang sudah lewat. Saat ini dipakai untuk mengetahui posisi Matahari dalam daftar ephemeris pada waktu Greenwich yang bersesuaian. Posisi itu dinyatakan oleh asensioirekta (α_0) dan deklinasinya (δ_0).

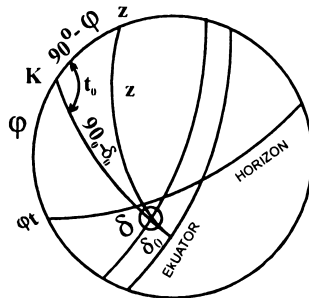
- c. Menghitung sudut jam Matahari (t_0) berdasarkan harga deklinasi yang diperoleh dalam nomor 2 di atas. Untuk menghitungnya hanya bisa dilakukan dengan menggunakan rumus cosinus yang diuraikan pada bab II di depan. Agar lebih jelas perhatikanlah bola langit yang menunjukkan keadaan itu, pada gambar No. 4 Titik S adalah titik pusat Matahari pada saat terbenam, K adalah kutub utara langit dan Z adalah zenith. Melalui segitiga bola KSZ kita gunakan rumus cosinus sebagai berikut:

$$\cos z_0 = \cos(90^\circ - \delta_0) \cdot \cos(90^\circ - \varphi) +$$

$$\sin(90^\circ - \delta) \cdot \sin(90^\circ - \varphi) \cdot \cos t_0$$

$$\text{atau } \cos Z_Q = \sin d_0 \cdot \sin \varphi + \cos \delta_0 \cdot \cos \varphi \cdot \cos t_0$$

Karena Z_0 , φ , dan δ_0 telah diketahui maka t_0 dapat dicari



Gambar No. 4

- d. Langkah selanjutnya ialah mengadakan koreksi terhadap t_0 oleh perata waktu yang ada dalam daftar ephemeris, untuk memperoleh sudut jam Matahari rata-rata (biasa juga disebut Matahari tengah). Perlu diingat bahwa kita memakai jam yang jalannya sesuai dengan kecepatan Matahari rata-rata itu dan merupakan waktu lokal atau waktu setempat. Setelah itu waktu lokal dipergunakan untuk menghitung waktu Greenwich atau yang disebut waktu civil Greenwich.

- e. Berikutnya, pada saat yang ditunjukkan oleh waktu Greenwich yang di sebutkan di atas, kita dapat mencatat posisi Bulan dari daftar ephemeris, Karena $-a_t = t_0 - t_t$ dan α_0 dan t sudah diketahui masing-masing pada langkah nomor b dan c, maka t_t dapat dicari.
- f. Langkah yang terakhir ialah menghitung jarak zenith Bulan (z_t) melalui persamaan yang sama dengan (14), sebagai berikut:

$$\cos z_t = \sin \delta_t \sin \varphi + \cos \delta_t \cdot \cos \varphi \cdot \cos t_t$$

Ketinggian Bulan ialah $h = 90^\circ - z_t$, sehingga persamaan untuk menghitung langsung h , adalah:

$$\sin h_t = \sin \delta_t \cdot \sin \varphi + \cos \delta_t \cdot \cos \varphi \cdot \cos t_t \quad (15)$$

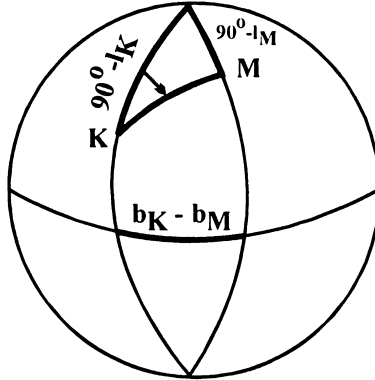
Ketinggian Bulan yang diperoleh dari perhitungan di atas harus diberi koreksi yang diperlukan untuk keperluan pengamatannya. Dalam uraian di atas φ menyatakan lintang tempat.

e. Menentukan arah kiblat

Dengan menggunakan rumus segitiga bola arah ke berbagai tempat di Bumi dapat ditentukan. Dalam hal arah kiblat. tempat yang dimaksud adalah kota Mekah, yang terletak pada lintang $21^\circ 25'$ utara dan bujur $39^\circ 50'$ timur. Tiap tempat mempunyai arah kiblat sendiri-sendiri dan untuk menghitungnya yang diperlukan ialah mengetahui besarnya lintang dan bujur tempat yang bersangkutan, di samping mengetahui posisi kota Mekah seperti yang disebutkan di atas. Arah itu sendiri dinyatakan oleh besarnya sudut, seperti menyatakan azimuth benda langit. Kita harus menentukan dari manakah; sudut itu diukur dan ke mana arah putarannya. Dalam astronomi pengukuran azimuth dilakukan dari titik utara dengan arah putaran ke timur, karena putaran itu disesuaikan dengan arah pergerakan jarum jam. Hal seperti ini hanya sebagai perjanjian saja, untuk keseragaman terminologi. Akan tetapi awal pengukuran diambil arah utara mempunyai alasan praktis, karena arah Utara (atau lawannya Selatan) dapat segera diketahui dengan alat kompas jarum magnet dibandingkan dengan arah Barat

atau Timur.

Berikut ini yang akan diuraikan adalah rumus untuk menghitung arah itu.



Gambar No. 5

Pada gambar No. 5, M menyatakan kota Mekah dan K kota yang akan diukur arah kiblat. Pada gambar itu arah kiblat bagi K ditunjukkan oleh garis KM dan garis itu adalah busur lingkaran besar yang melalui kedua tempat tersebut. Dengan menggambar kan lingkaran bujur kota M dan K, maka terbentuklah segitiga K. bola

KMU. Kalau posisi kota K dinyatakan (l_K, b_K) dan untuk kota Mekah dinyatakan (l_M, b_M) , dengan l berarti lintang dan b berarti bujur, maka sisi $MU = 90^\circ - l_M$ dan sisi $KU = 90^\circ - l_K$. Sudut U dapat diketahui pula, yaitu $(b_K - b_M)$. Dengan bujur tempat-tempat di sebelah timur Greenwich dinyatakan negatif untuk yang di sebelah baratnya dinyatakan positif, maka sudut U berharga positif untuk tempat K yang terletak di sebelah barat Mekah dan negatif kalau K berada di sebelah timurnya. Menurut persamaan (12) pada bab IV.

$$\cos(90^\circ - l_K) \cdot \cos U = \sin(90^\circ - l_K) \cdot \operatorname{ctg}(90^\circ - l_M) - \sin U \cdot \operatorname{ctg} K$$

atau

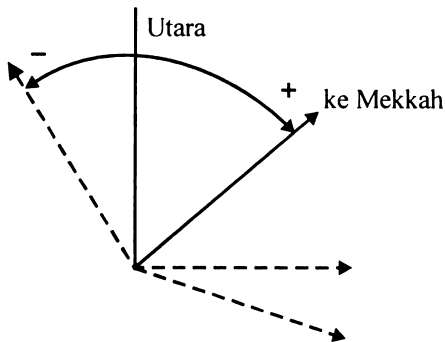
$$\sin l_K \cdot \cos(b_K - b_M) = \cos l_K \cdot \operatorname{tg} l_M - \sin(b_K - b_M) \cdot \operatorname{ctg} K$$

Jadi, sudut K dapat kita hitung sebagai berikut:

$$\operatorname{ctg} K = \frac{\cos l_K \cdot \operatorname{tg} l_M - \sin l_K \cdot \cos(b_K - b_M)}{\sin(b_K - b_M)}$$

Dari persamaan ini dapat diketahui, bahwa sudut K positif kalau ($b_K - b_M$) positif, yaitu untuk tempat-tempat di sebelah barat Makkah dan sudut K. negatif untuk tempat-tempat di sebelah timurnya.

Mengenai sudut K positif atau negatif sesuai dengan yang telah dikemukakan di depan, yakni diukur dari titik Utara dan kalau positif diputar sesuai dengan jarum jam, kalau negatif berlawanan dengan jarum jam. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar no. 6.



Gambar No. 6

Dengan mengambil batas daerah di permukaan Bumi antara bujur kota Makkah dan bujur $+140^{\circ}10'$, maka berdasarkan pemakaian rumus pada persamaan (16) itu tempat-tempat di sebelah timur Makkah akan mempunyai sudut K negatif dan tempat-tempat di sebelah baratnya mempunyai K yang positif. Ini berarti pula bahwa arah kiblat setiap tempat mengikuti arah jarak yang terpendek ke kota Makkah. Perlu ditambahkan pula untuk diketahui, yaitu bahwa lintang tempat dinyatakan positif untuk belahan Bumi utara dan negatif untuk belahan selatan.

f. Pemakaian kompas dalam penentuan arah utara geografis

Penunjukan jarum kompas atau jarum magnet tidaklah selalu mengarah ke titik Utara Geografis: (True North) pada suatu tempat. Hal ini disebabkan berdasarkan teori dan praktek bahwa kutub-kutub

magnet bumi tidak berimpit/berada pada kutub-kutub bumi (kutub-kutub geografis).

Hisab awal waktu adalah kegiatan perhitungan yang ditujukan untuk mengetahui kedudukan Matahari pada awal-awal waktu shalat dengan menggunakan kesatuan awal waktu tersebut.

Kedudukan Matahari pada awal-awal waktu shalat yang telah disepakati oleh para ahli hisab dengan berpedoman kepada ayat-ayat Al-Quran dan Al Hadits, yang kemudian dirumuskan menurut peristilahan astronomis adalah sebagai berikut: Kedudukan Matahari pada awal waktu Zhuhur ialah pada saat titik pusat Matahari terlepas dari meridian setempat yang tingginya relatif terhadap deklinasi Matahari dan lintang tempat yang secara sederhana dirumuskan sebagai berikut:

$Z_m \text{ Matahari} = 90^\circ - [\varphi - \delta]$, dengan demikian waktunya dirumuskan dengan waktu Zhuhur = 12 - e.

Kedudukan Matahari pada awal waktu Ashar juga disesuaikan dengan ketentuan yang terdapat dalam Al-Hadits yang menyatakan bahwa awal waktu Ashar ialah pada saat:

- 1). Bayang-bayang Matahari sepanjang bendanya;
- 2). Bayang-bayang Matahari dua kali panjang bendanya.

Dengan jalan memadukan dua pernyataan ini, maka dirumuskanlah secara astronomis tinggi Matahari pada awal waktu Ashar itu:

$$\text{Cotg } h_a = \text{Tg } (Z_m + 1).$$

Dari rumus itu diperoleh tinggi Matahari pada awal waktu Ashar itu kemudian penentuan waktunya diselesaikan dengan rumus:

$$\text{Cos } t = - \text{Tg } \varphi \text{ tg } d + \frac{\text{Sin } h}{\text{Cos } \delta \text{ Cos } \delta}$$

Apabila rumus ini dipergunakan dengan memakai daftar logaritma, maka dipergunakanlah rumus:

$$\sin \frac{1}{2} t = \sqrt{\frac{\cos (S + \varnothing) \times \cos (\Sigma + \delta)}{\cos \varnothing \cos \delta}}$$

dengan rumus sisipan: $2S = 270^\circ - (0 + \delta + h)$

4. Hisab awal waktu shalat dan Arah Kiblat

a. Awal waktu shalat.

Dengan mempedomani ketentuan-ketentuan yang tersebut di muka, maka di bawah ini akan diuraikan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam memperhitungkan awal waktu shalat:

1) Menentukan masuknya awal waktu zhuhur dengan rumus: 12 - e

Equation of time dapat dicari di dalam daftar-daftar, baik yang termuat dalam tabel-tabel, kitab-kitab lama ataupun dalam kitab-kitab yang baru. Hanya saja kitab yang lama kurang teliti bila dibandingkan dengan kitab yang baru.

Sebagai misal akan ditentukan jam berapa masuknya awal-waktu zhuhur untuk kota Jakarta pada tanggal 9 November 1980.

Sebelumnya kita harus menaksir lebih dahulu jam berapa masuknya waktu zhuhur untuk kota Jakarta menurut waktu Greenwich. Untuk itu kita lihat bujur kota Jakarta dalam daftar = $106^\circ 49'$. Kita taksir waktu zhuhur masuk jam 12 maka waktu zhuhur menurut waktu Greenwich jam 12 - $7^h 16^m 16^d =$ jam $4^h 52^m 44^d$. Dengan demikian maka kita dapat mencari nilai equation of time yang setepat-tepatnya, di mana equation of time untuk jam 00 Greenwich pada tanggal 9 November 1980 = $+16^m 09^d$, sedang untuk jam 12 = $16^m 07^d$, maka selisih equation of time = $2''$, sebab itulah maka untuk jam:

$$4^h 52^m 44^d = \frac{4^h 52^m 44^d}{12} \times 02^d = 0,8132d = 0^d$$

Dengan demikian maka equation pada saat itu = $16^m 09^d - 1^d = 16^m 08^d$ Waktu zhuhur untuk kota Jakarta = $12 - 16^m 08^d = 11^h 43^m$

52^d atau kalau dijadikan waktu setempat (WIB) = $11^j 43^m 52^d - 07^m 16^d = 11^j 36^m 36^d$.

2) Menentukan awal waktu maghrib

Langkah-langkah yang harus ditempuh untuk menentukan awal waktu maghrib ini sebagai berikut:

- Menentukan bujur tempat.
- Menentukan lintang tempat.
- Menentukan deklinasi Matahari.
- Menentukan tinggi Matahari.
- Menentukan equation of time.

Persediaan:

- Bujur Jakarta dapat dicari dalam daftar = $106^\circ 49'$
- Lintang Jakarta dapat pula dicari dalam daftar = $-6^\circ 10'$
- Deklinasi Matahari dapat dicari dalam Almanak Nautika dengan menaksir dahulu masuknya waktu Maghrib untuk kota Jakarta. Misalkan waktu maghrib masuk jam 18 waktu setempat, apabila dijadikan waktu Greenwich = $18^j - 7^j 07^m 16^d = 10^j 52^m 44^d$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Deklinasi Matahari untuk jam 10} & = & - 16^\circ 57'.6 \\ \text{sedang untuk jam 11} & = & - 16^\circ 58'.3 \\ \text{selisih 1 jam} & = & 0'.07 \end{array}$$

maka untuk selama $52' 44''$ deklinasi Matahari bertambah = $\frac{52' 44''}{60} = 07'' = 0',6152$

maka deklinasi pada jam itu = $16^\circ 57',6$

$$\begin{array}{r} \underline{\quad 00',6152 \quad} + \\ 16^\circ 58',2152 = - 16^\circ 58' \end{array}$$

- Untuk menentukan tinggi Matahari pada saat ghurub ada sangkut pautnya dengan kerendahan ufuk, dan kerendahan ufuk itu ditentukan oleh tinggi tempat. Andaikan kita taksir kota Jakarta tingginya 150 m dari daerah sekitar, maka kerendahan

ufuknya adalah

$$D' = 1,76 \sqrt{h} = D' = 1,76 \sqrt{150} = 21',6$$

Dengan demikian maka tinggi Matahari untuk kota Jakarta = -
(34 + 16 + 21,6) = -1° 11',6.

3) Menentukan equation of time.

Seperti penaksir tadi bahwa masuknya waktu maghrib untuk kota Jakarta = 10ⁱ 52^m 44^d GMT.

Dalam Almanak Nautika kita dapati equation of time untuk:

$$\begin{aligned} \text{jam 00} &= 16^m 09^d \\ \text{jam 12} &= 16^m 07^d \\ \text{selisih} &= 02^d \end{aligned}$$

$$\text{maka untuk selama } 52^m 44^d = \frac{52^m 44^d}{60} \times 02^d = 1^d,7578$$

$$\text{dengan demikian equation of time} = 16^m 09^d - 1^d 7578 = 16^m 07^d,2422 = + 16^m 07^d$$

Dengan demikian data-data yang didapati sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \varphi \text{ (lintang)} &= -6^\circ 10' \\ \lambda \text{ (lamda)} &= 106^\circ 49' \\ \delta \text{ mt (Deklinasi Matahari)} &= -16^\circ 58' \\ h \text{ (tinggi Matahari)} &= -1^\circ 11,6' \\ e \text{ (equation of time)} &= + 16^m 07^d \end{aligned}$$

Jalan perhitungan.

Misalkan kita mau melaksanakannya dengan memakai kalkulator, maka kita selesaikan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= -\text{tg } \varnothing \text{ tg } \delta + \frac{\sin h}{\cos \varnothing \cos \delta} \\ &= 0,10804616 \times (-0,30509463) + \frac{-0,02082608}{0,99421363 \times 0,956447469} \\ &= -0,329643 + (-0,02190052) = -0,054866482 \end{aligned}$$

$$t = 93^{\circ} 08' 42'',37$$

$$= 6^i 12^m 34^d,82$$

$$\text{maka waktu Zhuhur} = 12^i - 16^m 07^d = 11^i 43^m 53^d$$

$$t = \frac{06^i 12^m 34^d 83}{17^i 56^m 27^d,82} +$$

$$\text{selisih lamda dengan lamda WIB} = \frac{-07^m 16^d}{17^i 49^m 11,82} +$$

$$\text{Ihtiyathi} = \frac{48,18}{17^i 50^m 00^d} +$$

Jadi waktu Maghrib masuk untuk kota Jakarta = jam 17:50

b. Hisab arah kiblat

Menentukan arah kiblat bagi kota Jakarta, pertama kali hendaknya dipersiapkan:

- a. Bujur dan lintang kota Makah.
- b. Bujur dan lintang kota Jakarta.

Sesudah itu dipersiapkan segi tiga bola yang titik-titik sudutnya terdiri dari Kutub Utara dengan diberi simbol C, Kota Makah diberi simbol A dan Jakarta diberi simbol B. Dengan demikian dapatlah dibuat sisi-sisi dari segi tiga bola tersebut.

- Meridian yang melalui kota Makah diberi simbol b.
- Meridian yang melalui kota Jakarta diberi simbol a.
- Sedang busur yang menghubungkan Makah dan Jakarta diberi simbol c.

Sesudah itu diselesaikan dengan rumus:

$$\text{Cotg B} = \frac{\text{cotg b} \cdot \sin a}{\sin C} - \text{Cos a} \cdot \text{cotg C}$$

$$\lambda \text{ (lamda) Makah} = 39^{\circ} 50'; \text{ Jakarta} = 106^{\circ} 49'$$

$$\varphi \text{ (lintang) Makah} = 21^{\circ} 25'; \text{ Jakarta} = -6^{\circ} 10'$$

dengan demikian:

$$a = 90^\circ + 6^\circ 10' = 96^\circ 10'$$

$$b = 90 - 21^\circ 25' = 68^\circ 35'$$

$$C = 106^\circ 49' - 39^\circ 50' = 66^\circ 59'$$

Jalan perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Cotg } B &= \frac{\text{cotg } b \cdot \sin a}{\sin C} - \text{Cos } a \cdot \sin C \\ &= \frac{0,392231316 \times 0,99421363}{0,92039116} - (-0,10742096 \times 0,424818158) \\ &= 0,4236912954 + 0,04563437 = 0,46932567 \end{aligned}$$

$$B = 64^\circ 51' 29,27''$$

Jadi arah kiblat Jakarta dari sebelah Barat, = $25^\circ 08' 30,73'' = 25^\circ 09'$.

Kemudian apabila kita akan mempraktekkan dengan magnetis kompas, maka magnetis kompas itu hendaknya dikoreksi dengan -1° , sehingga arah kota Jakarta tersebut akan menjadi $24^\circ .09'$.

5. Hisab dan penentuan awal bulan qamariyah

a. Hisab awal bulan qamariyah

Hisab awal Bulan kegiatannya tiada lain ialah menentukan kedudukan hilal pada saat terbenamnya Matahari yang diukur dengan derajat.

Kegiatan ini dilakukan orang pada saat-saat terjadi ijtima' (conjunction) pada bulan-bulan qamariyah yang ada perpautannya dengan pelaksanaan-pelaksanaan ibadah.

Penentuan tinggi Bulan pada saat Matahari terbenam bertujuan agar kedudukan Bulan dapat dilokalisir sedemikian rupa, sehingga memudahkan orang yang akan melakukan observasi guna meneliti kebenaran dari hasil hisab.

Kaum muslimin dalam hal ini mempunyai pendirian yang berbeda-beda. Satu pihak memandang bahwa permulaan bulan qamariyah ditentukan oleh berhasil atau tidaknya observasi bulan (rukyat). Apabila hilal berhasil dirukyat maka ditetapkanlah bahwa keesokan harinya adalah awal bulan baru. Tetapi apabila hilal tidak berhasil dirukyat apapun juga alasannya maka malam itu dianggap sebagai hari yang ketiga puluh dari bulan yang sedang berjalan itu dan tanggal satu bulan baru bermula pada hari lusanya. Pihak lain berpendirian bahwa apabila pada malam itu Bulan sudah positif di atas ufuk sekalipun tidak bisa di observasi (dirukyat) dengan alasan apapun maka dianggaplah keesokan harinya sebagai bulan baru qamariyah. Para pihak ini masih terdapat lagi perbedaan-perbedaan pendirian tentang penentuan tinggi Bulan:

- 1) Tinggi Bulan diukur dari ufuk hakiki.
- 2) Tinggi Bulan diukur dari ufuk mar'i.
- 3) Tinggi Bulan tidak perlu diukur dari ufuk, melainkan tinggi Bulan itu diyakini dengan terjadinya ijtima' sebelum terbenamnya Matahari

Apabila ijtima' terjadi sebelum terbenamnya Matahari, maka keesokan harinya dianggap sebagai bulan baru, dan apabila ijtima' terjadi sesudah Matahari terbenam, maka keesokan harinya dianggap sebagai hari yang ketiga puluh dari bulan yang sedang berlangsung itu.

Karena tujuan pokok adalah menentukan tinggi Bulan pada saat Matahari terbenam pada hari terjadinya ijtima', maka langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- 1) Menentukan saat terjadinya ijtima'.

Biasanya untuk menentukan terjadinya ijtima' ini dilakukanlah perhitungan dengan perbandingan tarikh tanggal 29 dari suatu bulan menjelang bulan yang akan dihitung itu. Sesudah itu dihitunglah longitude Matahari dan longitude Bulan, kemudian longitude-longitude itu diproyeksikan ke equator sehingga

dapatlah diketahui selisihnya. Apabila ternyata didapati hasil selisih itu positif, berarti ijtima' akan terjadi sesudah Matahari terbenam. Sedang apabila selisih itu negatif maka berarti ijtima' itu akan terjadi sebelum Matahari terbenam. Kemudian ijtima' dapat diketahui dengan membagi selisih GHA Bulan dan GHA Matahari dibagi dengan selisih kecepatan Matahari dan Bulan, dengan demikian maka dapatlah ditentukan jam berapa tepatnya ijtima' itu.

- 2) Sesudah itu dihitunglah jam berapa terjadinya gurub dengan perhitungan yang setepat-tepatnya dengan cara seperti tersebut pada uraian yang lalu dan dengan memperhatikan data-data yang harus dikerjakan.
- 3) Kemudian dengan dasar waktu terbenamnya Matahari ditentukanlah berapa GHA Matahari dan berapa GHA Bulan serta berapa deklinasi masing-masing benda langit itu. Dengan memperhatikan pula berapa bujur dan berapa lintang tempat meninjau (markaz).
- 4) Sesudah itu ditentukanlah berapa tinggi Matahari pada saat itu yaitu dengan menggunakan rumus:

$$\sin h = \sin \varnothing \sin \delta + \cos \varnothing \cos \delta \cos t.$$

Setelah diketahui tinggi hakiknya kemudian dikoreksi dengan parralax, refraksi, semi diameter, dan kerendahan ufuk. Kemudian barulah diketahui tinggi mar'inya. Apabila tinggi mar'i ini positif di atas horizon betapapun kecilnya ditetapkanlah malam itu dan keesokan harinya sebagai tanggal satu bulan baru.

Bagi yang berpegangan kepada hisab hakiki maka yang dijadikan pegangan adalah tinggi hakiki. Bagi mereka ini apabila belum positif di atas ufuk, maka malam itu dan esok harinya sebagai tanggal satu bulan baru, tetapi yang berpegang kepada ijtima' mereka menghitung sampai terjadinya ijtima' saja. Apabila terjadinya ijtima' sebelum Matahari terbenam, mereka beranggapan bahwa malam itu dan keesokan harinya dianggap sebagai bulan

baru. Sedang bagi yang berpegangan kepada rukyat maka hasil hisab itu lebih dahulu diobservasi; kalau ternyata hilal belum dapat dilihat maka barulah malam berikutnya sebagai bulan baru.

b. Rumus-rumus hisab awal bulan qamariyah

1) Menghisab ketinggian Bulan.

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$$

Atau

$$\operatorname{tg} q = \operatorname{cotg} \delta \cos t$$

$$\sin h = \frac{\sin d \sin (p + q)}{\cos q}$$

Keterangan:

a) Rumus ini dipergunakan untuk mencari ketinggian Bulan/The Altitude of the Moon/ Irtifa'ul hilal, biasanya pada saat Matahari terbenam. Oleh karena itu semua data mengenai Bulan harus diambil pada saat Matahari terbenam.

b) h = tinggi nyata hilal dari ufuk hakiki/true horizon.

ϕ = lintang tempat.

δ = deklinasi hilal.

t = sudut waktu hilal.

(t dicari dengan mempergunakan rumus 3, atau diambil langsung dari Almanak Nautika dengan cara interpolasi).

c) Untuk mendapatkan tinggi lihat hilal dari ufuk mar'i (visible horizon), maka harus dilakukan beberapa koreksi terhadap tinggi nyata.

Koreksi-koreksi tersebut adalah:

(1) Parallaks beda lihat, DIKURANGKAN.

Dengan koreksi Parallaks, berarti tinggi Bulan bukan dihitung dari titik pusat Bumi melainkan dari permukaan Bumi yang ditempati peninjau.

Nilai Parallak diperoleh dari rumus:

$$\text{Par} = \text{HP} \times \cos h$$

$$\text{Par} = \text{Parallak}$$

HP = Horizontal Parallak, diperoleh dari Almanak Nautika.

$$h = \text{tinggi nyata Bulan.}$$

(2) Semi diameter hilal, DITAMBAHKAN.

Dengan koreksi semidiameter berarti yang kita hitung adalah posisi piringan atas Bulan, bukan titik pusatnya. Nilai semidiameter ini dapat kita peroleh dari Almanak Nautika.

(3) Refraksi/pembiasan sinar, DITAMBAHKAN.

Dengan koreksi refraksi, berarti kita menghitung posisi tinggi lihat hilal, bukan tinggi nyata.

Nilai Refraksi dapat diperoleh dari Almanak Nautika.

(4) Kerendahan ufuk, DITAMBAHKAN.

Dengan koreksi kerendahan ufuk, berarti kita menghitung tinggi lihat hilal dari ufuk mar'i, bukan dari ufuk hakiki. Untuk memperoleh nilai kerendahan ufuk, lihat rumus 3 point d.

2) Menghisab Azimuth

$$\cotg A = - \sin \phi \cotg t + \cos \phi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} t$$

atau

$$\cotg A = \frac{\cotg t \cos (p + q)}{\sin q}$$

Keterangan:

a) Rumus ini dipergunakan untuk menghisab azimuth Bulan atau Matahari.

b) A = Azimuth Bulan/Matahari, yang dihitung pada lingkaran horizon dari titik Utara ke arah Barat.

- q = Sudut bantu.
- ϕ = Lintang tempat.
- δ = Deklinasi Bulan atau Matahari.
- t = Sudut waktu Bulan atau Matahari. (dicari menurut rumus 3)

- c) Dengan diketahui azimuth Matahari terbenam dan azimuth Bulan pada saat Matahari terbenam, kita dapat melihat posisi Bulan dari Matahari. Hal ini akan sangat membantu dalam pelaksanaan rukyatul hilal, terutama kalau kita sukar menentukan arah secara tepat.
 - d) Dengan diketahui azimuth Bulan pada saat terbenamnya dan pada saat Matahari terbenam, kita dapat menaksir arah perjalanan Bulan menuju titik terbenamnya.
- 3) Contoh penggunaan rumus-rumus.

Menghisab posisi hilal saat menjelang awal Bulan Syawal 1400 H dari Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu, Sukabumi.

a) Data Pos Observasi:

- lintang tempat (ϕ) = $-7^{\circ} 1' 44,6''$
- bujur tempat = $106^{\circ} 33' 27,8$ BT.
- tinggi tempat = 52,685 meter di atas permukaan air laut. (kerendahan ufuk= $13'$)

b) Data astronomis dari Almanak Nautika 1980:

- ijtima' terjadi pada tanggal 10 Agustus 1980, jam 19:09 GMT atau 11 Agustus jam 02:09 WIB.
- taksiran Matahari terbenam tanggal 11 Agustus lam 17:55 WIB.
- deklinasi Matahari = $+15^{\circ} 09' 22''$.
- Matahari berkulminasi = Jam 12:05 waktu setempat.

c) Menghisab waktu terbenam Matahari yang sebenarnya.

- Tinggi Matahari (h) = $-(16' + 34' + 22'') = -1^{\circ} 12'$

(lihat rumus 3)

Rumus 3.

$$\begin{aligned}\cos t &= -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta + \sec \phi \sec \delta \sin h \\ \cos t &= -\operatorname{tg} (-7^{\circ} 1' 44'',6) \operatorname{tg} 15^{\circ} 9' 22'' + \\ &\quad \sec (-7^{\circ} 1' 44'',6) \sec 15^{\circ} 9' 22'' \sin (-1^{\circ} 12'). \\ &= -(-0,12330 \times 0,27087) + \\ &\quad 1,00757 \times 1,036036 \times -0,02094 \\ &= 0,033398 + (-0,021861) \\ &= 0,0115369\end{aligned}$$

$$t = 89^{\circ} 20' 20''$$

$$t / 15 = 05^{\text{h}} 57^{\text{m}} 21^{\text{s}}$$

$$\text{Meridian Pass} = 12^{\text{h}} 05^{\text{m}} +$$

$$\text{Matahari terbenam} = 18^{\text{h}} 02^{\text{m}} 21^{\text{s}} \text{ (WIB)}$$

$$\text{Selisih bujur} = \underline{-06^{\text{m}} 13^{\text{s}} +}$$

$$\text{Matahari terbenam} = 17^{\text{h}} 56^{\text{m}} \text{ (dibulatkan)}$$

d) Data Bulan pada saat Matahari terbenam, diambil dari Almanak Nautika:

$$\text{deklinasi Bulan } (\delta) = +13^{\circ} 14' 51''$$

$$\text{sudut waktu Bulan } (t) = 81^{\circ} 45' 38''$$

$$\text{semi diameter Bulan} = 15' 00''$$

$$\text{horizontal parallaks} = 55' 12''$$

e) Menghisab ketinggian Bulan nyata.

Rumus 5.b.l):

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$$

$$\sin h = \sin -7^{\circ} 1' 41'',6 \times \sin 13^{\circ} 14' 15'' +$$

$$\cos -7^{\circ} 1' 41'',6 \times \cos 13^{\circ} 14' 51'' \times \cos 81^{\circ} 45' 38''$$

$$\sin h = -0,12237 \times 0,229158 +$$

$$0,992484 \times 0,97339 \times 0,14331$$

$$\sin h = -0,02804 + 0,138498$$

$$= 0,1104056.$$

$$h = 06^{\circ} 20' 19''.$$

$$\text{Par} = \underline{-00^{\circ} 54' 52''} + \text{ (Ingat rumus: Par} = \text{HP} \times \cos h)$$

$$\begin{aligned} \text{Ref} &= \frac{05^\circ 25' 27''}{05^\circ 34' 27''} + (\text{Diambil dari Almanak Nautika}) \\ \text{Semi-diameter} &= \frac{00^\circ 15' 00''}{05^\circ 49' 27''} + \\ \text{Kerendahan ufuk} &= \frac{00^\circ 13' 00''}{05^\circ 49' 27''} + \\ \text{Tinggi lihat} &= \frac{00^\circ 13' 00''}{05^\circ 49' 27''} = 06^\circ 02' \text{ (dibulatkan)}. \end{aligned}$$

- f) Menghisab Azimuth Bulan, pada saat Matahari terbenam.
Rumus 5.b.2):

$$\begin{aligned} \text{Cotg A} &= -\sin \phi \cotg t + \cos \phi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} t \\ \text{Cotg A} &= -\sin -7^\circ 07' \times \cotg 81^\circ 45' 38'' + \\ &\quad \cos -7^\circ 1' 44'',6 \times \operatorname{tg} 13^\circ 14' 51'' \times \operatorname{cosec} 81^\circ \\ &\quad 45' 38'' \\ \text{Cotg A} &= -(-0,122373) \times (0,14481) + \\ &\quad (0,99248) \times (0,23542) \times (1,01043) \\ \text{Cotg A} &= (0,01772) + (0,236090) \\ &= 0,253810 \\ A &= 75^\circ 45' 31'' = 75^\circ 46' \end{aligned}$$

- g) Menghisab azimuth Matahari terbenam.

$$\begin{aligned} \text{Cotg A} &= -\sin \phi \cotg t + \cos \phi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} t \\ \text{Cotg A} &= -\sin (-7^\circ 1' 44'',6) \times \cotg 89^\circ 20' 20'' + \\ &\quad \cos (-7^\circ 1' 44'',6) \times \operatorname{tg} 15^\circ 9' 22'' \times \operatorname{cosec} 89^\circ \\ &\quad 20' 20'' \\ \text{Cotg A} &= -(-0,122373)(0,011539) + \\ &\quad (0,992484) \times (0,27087) \times (1,000067) \\ \text{Cotg A} &= 0,001412 + 0,268854 \\ &= 0,270266 \\ A &= 74^\circ 52' 43'' = 74^\circ 53' \text{ (dibulatkan)} \end{aligned}$$

- h) Menentukan posisi Bulan dari Matahari.

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Bulan} &= 75^\circ 46' \text{ (dari titik utara kearah barat)} \\ \text{Azimuth Matahari} &= 74^\circ 53' \text{ (dari titik utara kearah barat)} \\ \text{Posisi Bulan} &= 00^\circ 53' \text{ sebelah selatan Matahari.} \end{aligned}$$

- i) Kesimpulan:
- a. Ijtima' menjelang Bulan Syawal 1400 H terjadi pada tanggal 11 Agustus 1980 jam 2:09 WIB.
 - b. Matahari terbenam pada tanggal 11 Agustus 1980 = 17:56 WIB.
 - c. Tinggi Bulan saat Matahari terbenam = $6^{\circ} 02'$ di atas ufuk.
 - d. Azimuth Bulan = $75^{\circ} 46'$ sebelah barat titik utara, atau = $14^{\circ} 14'$ sebelah utara titik barat, atau = $00^{\circ} 53'$ sebelah selatan Matahari.
 - e. Tanggal 1 Syawal 1400 H. jatuh pada tanggal 12 Agustus 1980.

c. Penentuan awal bulan qamariyah

Penentuan awal bulan qamariyah sangat penting artinya bagi segenap kaum muslimin, sebab banyak macam ibadah dalam Islam yang pelaksanaannya dikaitkan dengan perhitungan bulan qamariyah.

Di antara ibadah-ibadah itu adalah shalat dua Hari Raya, shalat Gerhana Bulan dan Matahari, zakat (perhitungan waktunya), puasa Ramadhan dengan zakat fitrahnya, haji dan sebagainya. Demikian pula hari-hari besar dalam Islam, semuanya diperhitungkan menurut perhitungan bulan qamariyah.

Untuk itu, Syara' telah memberikan pedoman dalam menentukan perhitungan waktu, seperti kita lihat dalam Al-Quran dan Hadits Nabi.

Pedoman tersebut dalam garis besarnya terbagi kepada 2 bagian, yaitu:

1. Cara rukyat bil f'li dan istikmal, seperti diterangkan antara lain oleh Hadits Nabi saw, yang diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim dari Abu Hurairah: "*Berpuasalah kamu*

sekalian jika melihat Hilal dan berbukalah jika melihat Hilal, jika keadaan mendung, maka sempurnakanlah bilangan bulan Sya'ban 30 hari".

2. Cara perhitungan astronomis (hisab), seperti diterangkan dalam Al-Quran surat Yunus ayat 5: *"Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu)".*

Perhitungan awal bulan qamariyah dengan cara hisab pada garis besarnya ada dua macam:

- a. Hisab urfi, yaitu cara penentuan awal bulan dengan perhitungan yang didasarkan kepada peredaran Bulan dan Bumi rata-rata dalam mengelilingi Matahari.

Dalam Hisab urfi ini, setahun ditetapkan 12 bulan, tiap bulan ganjil berumur 30 hari dan bulan genap berumur 29 hari kecuali bulan Dzulhijjah pada tahun kabisat berumur 30 hari. Tahun kabisat terjadi 11 kali selama 30 tahun. Para ulama sepakat bahwa sistem Hisab urfi tidak bisa dipergunakan dalam waktu yang ada hubungannya dengan ibadah kecuali perhitungan waktu (haul) dalam zakat Untuk yang terakhir ini, hisab urfi bisa digunakan, sebab jumlah hari dalam setahun sama dengan jumlah hari yang diperhitungkan oleh hisab hakiki., yaitu 354 hari dalam tahun biasa (basithah) dan 355 hari dalam tahun panjang (kabisat).

- b. Hisab hakiki, yaitu penentuan awal bulan qamariyah dengan perhitungan yang didasarkan kepada peredaran Bulan dan Bumi yang sebenarnya.

Dalam pembahasan sub bab ini akan dibatasi hanya dalam hal penentuan awal bulan dengan cara hisab hakiki, sebab yang dimaksud bulan qamariyah dalam bahasan ini adalah bulan qamariyah yang ada hubungannya dengan pelaksanaan ibadah secara keseluruhan.

1) Sistem penentuan awal bulan qamariyah

Pada garis besarnya ada dua sistem yang dipegang para ahli hisab dalam menentukan awal bulan qamariyah, yaitu:

- a. Sistem ijtima'.
- b. Sistem posisi hilal.

Kelompok yang berpegang pada sistem ijtima' menetapkan bahwa jika ijtima' terjadi sebelum Matahari terbenam, maka sejak Matahari terbenam itulah awal bulan baru sudah mulai masuk.

Kelompok yang berpegang pada posisi hilal menetapkan jika pada saat Matahari terbenam posisi hilal sudah berada di atas ufuk, maka sejak Matahari terbenam itulah bulan baru mulai dihitung.

Para ahli hisab yang berpegang pada posisi hilal, terbagi pada tiga kelompok, yaitu:

- 1) Kelompok yang berpegang pada ufuk hakiki/true horizon. Kelompok ini mengemukakan bahwa awal bulan qamariyah adalah ditentukan oleh tinggi hakiki titik pusat Bulan yang diukur dari ufuk hakiki. (Ufuk hakiki adalah ufuk yang berjarak 90° dari titik zenith/titik puncak bola langit).
- 2) Kelompok yang berpegang pada ufuk mar'i/visible horizon. Kelompok ini menetapkan bahwa awal bulan qamariyah mulai dihitung jika pada saat Matahari terbenam posisi piringan Bulan sudah lebih timur dari posisi piringan Matahari. Yang menjadi ukuran arah timur dalam hal ini adalah ufuk Mar'i. Jadi artinya menurut kelompok ini, jika pada saat Matahari terbenam tinggi lihat piringan atas hilal sudah berada di atas ufuk mar'i, maka sejak itu bulan baru sudah mulai dihitung. (Ufuk mar'i/visible horizon adalah ufuk yang terlihat oleh mata si peninjau. Bedanya ufuk mar'i

dengan ufuk hakiki adalah seharga nilai kerendahan ufuk yang diakibatkan oleh ketinggian tempat mata si peninjau). Dalam praktek perhitungannya, kelompok ini memberikan koreksi-koreksi terhadap tinggi hilal menurut perhitungan kelompok pertama. Koreksi-koreksi tersebut adalah:

a) beda lihat/parallaks/ikhtilaful manzar, DIKURANGKAN. Dengan koreksi ini berarti tinggi hilal diperhitungkan dari permukaan Bumi tempat si peninjau, bukan dari titik pusat Bumi.

b) seperdua garis tengah Bulan/semidiameter, DITAMBAHKAN.

Dengan koreksi ini berarti yang diukur adalah piringan atas Bulan, bukan titik pusat Bulan.

c) pembiasan sinar/refraksi/daqaiqul ikhtilaf, DITAMBAHKAN.

Dengan koreksi ini yang dihitung adalah tinggi lihat hilal bukan tinggi nyata.

d) kerendahan ufuk/dip/ikhtilaful ufuq, DITAMBAHKAN. Dengan koreksi ini berarti tinggi hilal diperhitungkan dari ufuk mar'i bukan ufuk hakiki. Kerendahan ufuk ditimbulkan oleh ketinggian tempat si peninjau dari horizon (dari atas permukaan air laut yang lainnya).

3) Kelompok yang berpegang kepada imkanurrukyat. Kelompok ini mengemukakan bahwa untuk masuknya awal bulan baru, posisi hilal pada saat Matahari terbenam harus berada pada ketinggian tertentu sehingga memungkinkan untuk dapat dirukyat.

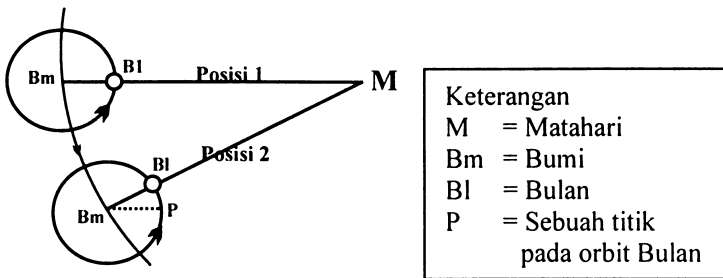
2) Dasar perhitungan.

Bulan qamariyah didasarkan kepada peredaran Bulan dan Bumi dalam mengelilingi Matahari. Lamanya

didasarkan kepada waktu yang berselang antara dua 'ijtima', yaitu rata-rata 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik. Waktu ini disebut Bulan Sinodis/Synodic Month/Syahr Iqtirani.

Bulan sinodis bukanlah waktu yang diperlukan oleh Bulan dalam mengelilingi Bumi satu kali putaran penuh, melainkan waktu yang berselang antara 2 posisi sama yang dibuat oleh Bumi, Bulan dan Matahari. Waktu ini lebih lama dari waktu yang diperlukan oleh Bulan dalam mengelilingi Bumi sekali putaran penuh.

Agar lebih jelas, perhatikan gambar di bawah ini:



"Posisi 1" dan "Posisi 2" adalah menggambarkan saat Matahari dan Bulan sedang 'ijtima'/konjungsi. Waktu yang berselang antara 2 posisi itu adalah selama sebulan Sinodis ($29^h 12^j 44^m 2,8^d$).

Waktu yang dipergunakan oleh Bulan sejak meninggalkan "Posisi 1" sampai menempati Titik P adalah rata-rata selama 27 hari 7 jam 43 menit 11,5 detik, yaitu waktu satu kali putaran penuh. Waktu ini disebut bulan Sideris/Siderial Month/Syahr Nujumi. Kemudian, setelah dua hari lebih sejak meninggalkan titik P, Bulan menempati posisi seperti pada "Posisi 2", yaitu posisi 'ijtima'. Waktu yang berselang antara "Posisi 1" dan

"Posisi 2" inilah yang dijadikan dasar perhitungan bulan qamariyah.

Kalau kita lihat gambar di atas, mungkin orang akan beranggapan bahwa setiap ijtima' atau awal bulan qamariyah pasti akan selalu terjadi gerhana Matahari, sebab sinar yang datang dari Matahari ke permukaan Bumi akan terhalang oleh Bulan. Keadaan sebenarnya tidaklah demikian, sebab pada posisi ijtima', Matahari, Bumi dan Bulan tidak selalu berada pada satu garis lurus. Pada saat ijtima', Matahari, Bumi, dan Bulan berada pada satu bidang astronomis yang tegak lurus terhadap bidang orbit Bumi (Ekliptika/Dairarul buruj). Ketiga benda langit tersebut kadang-kadang berada pada satu garis lurus dan kadang-kadang tidak. Hal ini disebabkan karena bidang orbit Bumi tidak berimpit dengan bidang orbit Bulan. Kedua bidang itu berpotongan satu sama lain, membuat sudut sebesar $5^{\circ} 08' 52''$.

Andaikan kedua bidang itu berimpit, artinya terletak sama-sama pada satu bidang datar, maka dapat dipastikan bahwa setiap ijtima' akan selalu terjadi gerhana Matahari, sebab ketiga benda langit itu selalu terletak pada satu garis lurus.

Pada saat ijtima', Bulan sama sekali tidak nampak dari permukaan Bumi, sebab seluruh bagian yang kena sinar Matahari dalam posisi membelakangi Bumi. Bumi menghadap Bulan yang sama sekali tidak terkena sinar Matahari. Itulah sebabnya pada saat-saat sekitar ijtima' biasa dikatakan sebagai Bulan mati.

Setelah satu atau dua hari sejak terjadi ijtima' Bulan mulai tampak. Mula-mula berbentuk sabit (hilal/crescent), kemudian pada sekitar hari yang ke 7 berbentuk setengah lingkaran (tarbi' awal/first quarter). Setelah itu rupa Bulan dari hari ke hari terus semakin membesar dan sampailah pada hari yang ke 14 atau 15 di mana rupa Bulan berbentuk lingkaran penuh (purnama/Badr/full Moon). Saat Bulan purnama, posisi Bulan dan Matahari dalam keadaan saling berhadapan, bagian Bulan yang terkena sinar Matahari seluruhnya menghadap ke Bumi. Posisi seperti ini dinamakan "Istiqbal/Oposisi". Setelah itu

Bulan mulai mengecil, dan sampailah pada hari yang ke 21 atau 22 di mana rupa Bulan kembali berbentuk setengah lingkaran (tarbi' tsani/last quarter). Kemudian dari hari ke hari terus semakin mengecil dan akhirnya sampailah kepada hari yang ke 29 di mana rupa Bulan kembali tidak nampak dan kembali ke posisi ijtima'.

Begitulah perubahan rupa Bulan seterusnya, dari ijtima' ke ijtima' atau dari Bulan sabit ke Bulan sabit berikutnya, seperti ditunjuki oleh Ayat 39 Surat Yasiin: "*Dan telah kami tetapkan manzilah-manzilah Bulan sampai kembali ia kepada keadaan seperti bentuk pelepah kurma yang tua (sabit)*". Siklus perputaran itu adalah selama satu bulan sinodis.

Cara menentukan saat terjadi ijtima' adalah persis seperti cara menentukan saat jarum panjang dan jarum pendek dari sebuah jam akan berimpit. Berimpitnya kedua jarum jam tersebut dapat dimisalkan sebagai Bulan dan Matahari sedang berijtima'. Perhitungan ini bisa dilakukan dengan cara perhitungan yang menggunakan rumus "persamaan" dalam sistem aljabar. Misalnya, untuk memecahkan soal kapan kedua jarum jam akan berimpit setelah jam 1:00, dapat diambil langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Jarak antara tiap angka penunjuk jam, kita misalkan 1 cm, maka:
 - 1) Jarak antara yang ditunjuk oleh jarum panjang dan jarum pendek adalah 1 cm. (Pada jam 1:00, jarum pendek menunjuk angka 1 dan jarum panjang menunjuk angka 12).
 - 2) Kecepatan jarum pendek = 1 cm/jam.
 - 3) Kecepatan jarum panjang = 12 cm/jam,
- b. Misal kedua jarum itu akan berimpit pada titik T, antara angka 1 dan angka 2.
- c. Waktu yang digunakan untuk mencapai titik T oleh jarum panjang yang start dari angka 12 adalah sama dengan waktu yang digunakan oleh jarum pendek yang start dari angka 1. Misal y menit.

d. Jarak yang ditempuh jarum pendek: $\frac{y \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \times 1 \text{ cm}$

Jarak yang ditempuh jarum panjang: $\frac{y \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \times 12 \text{ cm}$

Selisih jarak adalah 1 cm.

e. Persamaan:
$$\left(\frac{y}{60} \times 12\right) - \left(\frac{6}{60} \times 1\right) = 1$$

$$\frac{12y}{60} - \frac{y}{60} = 1$$

$$12y - y = 60$$

$$11y = 60$$

$$y = \frac{60}{11}$$

f. Maka, waktu yang diperlukan adalah $\frac{60}{11}$ menit, atau 77 jam.

Kesimpulannya:

Kedua jarum itu akan berimpit pada jam 1 lewat $\frac{60}{11}$ menit.

Kalau kita teliti hasil perhitungan (-j-pam), maka angka "1" adalah Selisih Posisi antara jarum panjang dan jarum pendek pada jam 1:00, sedangkan angka "11" adalah Selisih Kecepatan antara kedua jarum jam tersebut. Kalau kita hubungkan dengan saat terjadi ijtima' Matahari dan Bulan maka caranya pun persis seperti itu, yaitu:

- 1) Menentukan selisih posisi Matahari dan Bulan pada saat terbenam Matahari (Selisih takwim hakiki) pada ekliptika.
- 2) Menentukan "selisih kecepatan" tiap jam antara Matahari dan Bulan pada Ekliptika.
- 3) Selisih posisi dibagi "selisih kecepatan" ditambah saat terbenam Matahari adalah saat ijtima'.

(Untuk lebih jelasnya, lihat praktek perhitungan ijtima' pada lampiran2).

3) Penyediaan data

Kalau kita lihat sistem penentuan awal bulan qamariah, maka ada tiga masalah pokok yang diperhitungkan, yaitu saat terbenam Matahari, saat ijtima' dan posisi hilal pada saat terbenam Matahari.

- a) Data penting yang harus disediakan untuk menentukan saat terbenam Matahari adalah perata waktu/ta'dilul waqt/equation of time. Data ini bisa diperoleh dari The American Ephemeris, Almanak Nautika, Kitab Falak dan Hisab oleh KR Muhammad Wardan, New Comb dan sebagainya. Kegunaan data ini adalah untuk menentukan waktu istiwa / Waktu Pertengahan Setempat/ Local Mean Time.

Waktu Pertengahan Setempat adalah Jam 12:00 ditambah perata waktu. Kemudian untuk mendapatkan "waktu daerah", maka Waktu Pertengahan Setempat harus ditambah koreksi yang didasarkan kepada perbedaan bujur tempat itu dengan bujur daerah.

Bujur Waktu Indonesia Bagian Barat adalah 105° . Bujur Waktu Indonesia Bagian Tengah adalah 120° . Bujur Waktu Indonesia Bagian Timur adalah 135° .

Data bujur tempat dan lintang. tempat untuk seluruh dunia, dapat diperoleh dari atlas-atlas yang memuat data astronomis seperti ATLAS DER GEHELE AARDE oleh PR BOS dan JF NIERMEYER, terbitan Jakarta 1951.)

Untuk kota-kota di Indonesia, data dari atlas itu sudah dikutip oleh KR. Muhammad Wardan dalam bukunya "Kitab Falak dan Hisab". Sa'adoeddin Djambek juga telah mengutip data tersebut seperti terlihat dalam bukunya "Pedoman Waktu Shalat Sepanjang Masa" hanya bilangan menit dalam buku ini sudah diubah menjadi desimal.

*) Dalam lampiran almanak ini terdapat daftar lintang dan bujur tempat kota-kota di Indonesia yang dikutip dari atlas ini.

Bujur dan lintang tempat pada daftar tersebut merupakan bujur dan lintang tempat yang dipakai secara internasional, yaitu yang menggunakan bujur yang melalui kota Greenwich sebagai Bujur Nol (0° Bujur). Adapun data yang terdapat pada "Sullamun Nayyirain", karangan Muh Manshur Ibn. Abd. Hamid, tidaklah demikian. Dalam buku itu, 0° Bujur adalah Garis Bujur yang melalui "Jazairul Khalidat", $35^\circ 11'$ sebelah Barat Kota Greenwich, yaitu garis bujur yang menyinggung ujung benua Amerika Latin sebelah timur. Jadi kalau kita menggunakan data dari Sullamun Nayyirain kemudian ingin dicocokkan dengan data Internasional, maka harus diadakan koreksi, yaitu pengurangan $35^\circ 11'$ untuk yang berbujur timur, dan penambahan $35^\circ 11'$ untuk yang berbujur barat:

b) Data penting untuk menentukan saat terjadinya ijtima' adalah:

- 1) Takwim Matahari (posisi Matahari pada ekliptika diukur dari titik aries/haml ke timur), dengan koreksi-koreksinya untuk mendapatkan takwim hakiki, seperti gerak titik pusat Matahari, gerak titik node/uqdah dan aberasi.
- 2) Takwim Bulan dengan koreksi-koreksinya untuk mendapatkan takwim hakiki, seperti gerak titik Bulan, perata pusat pulan, gerak node/uqdah, perata uqdah, perata ekliptika dan aberasi.
- 3) Kecepatan Matahari tiap jam pada ekliptika.
- 4) Kecepatan Bulan tiap jam pada ekliptika.

Data untuk menentukan saat terjadinya ijtima' tersebut bisa diperoleh langsung atau diperoleh dengan proses perhitungan terlebih dahulu dari tabel-tabel yang memuat data-data astronomis seperti dari Sullamun Nayyirain, Fathur Raufil Mannan oleh Abu Hamdan Abdul Jalil, Hisab hakiki oleh KR. Muhammad Wardan, Khulashah Wafiyah oleh K. Zuber, Al-Qawaidul Falakiyah dan New Comb. The American Ephemeris dan Nautical Almanac yang terbit tiap

tahun, hanya menyebutkan hasil dari ijtima' tersebut. Kedua almanak ini tidak menyediakan data yang diperlukan untuk menentukan terjadinya ijtima'.

- c) Untuk menentukan posisi hilal dari ufuk hakiki, diperlukan data sebagai berikut:
- 1) lintang tempat .(Lihat 3.a.)
 - 2) deklinasi Bulan, antara lain dapat diperoleh dari The American Ephemeris, Almanak Nautika, New Comb dan Buku Hisab Hakiki
 - 3) sudut waktu Bulan/Hour Angle/Fadhlu Dair, antara lain dapat diperoleh dari Almanak Nautika, Hisab hakiki dan sebagainya. Sudut waktu bisa diperoleh juga dengan menggunakan ascensio rekta/panjatan tegak, yang datanya dapat diperoleh dari The American Ephemeris secara langsung, atau dengan suatu sistem perhitungan yang terdapat pada sistem New Comb atau Hisab Hakiki. The Nautical Almanac tidak menyediakan data panjatan tegak dan sebaliknya The American Ephemeris tidak menyediakan data sudut waktu

Untuk mengubah tinggi hakiki menjadi tinggi nyata, diperlukan koreksi-koreksi:

- 1) parallaks., bisa diperoleh antara lain dari The American Ephemeris, Almanak Nautika dan Sullamun Nayyirain.
- 2) semi diameter Bulan, bisa diperoleh secara tepat dari hari ke hari, dari The American Ephemeris, Almanak" Nautika dan New Comb. Rata-rata semi diameter Bulan adalah 16'.
- 3) refraksi, dapat diperoleh antara lain dari Almanak Nautika dengan istilah "Altitude Correction Table", yang sudah disadur oleh Sa'adoeddin Djambek dalam bukunya "Hisab Awal" Bulan" dengan istilah daftar refraksi
- 4) Kerendahan ufuk, dapat diperoleh dari jadwal yang

terdapat pada buku "Hisab Awal Bulan". Atau bisa juga diperoleh dengan menggunakan rumus $1,7'$ kali akar ketinggian tempat.

4) Sistem hisab.

Ada bermacam-macam sistem perhitungan untuk menentukan saat terjadi ijtima' dan posisi HM Pada garis besarnya terbagi kepada 3 (tiga) macam:

Pertama: Sistem yang menggunakan tabel semata, baik untuk mencari data maupun hasil yang akan diperoleh. Sistem ini antara lain yang dipakai dalam Sullamun Nayyirain dan Fathur Raufil Manan. (Contoh perhitungan lihat lampiran 1).

Kedua : Sistem yang menggunakan tabel dalam mencari data yang diperlukan. Adapun untuk memperoleh hasil akhir, data itu dimasukkan ke dalam rumus yang berdasarkan kaidah-kaidah segitiga bola. Data yang akan dimasukkan ke dalam sebuah rumus, tidak bisa langsung diambil dari tabel yang tersedia, melainkan data itu harus diolah terlebih dahulu dengan mengadakan koreksi-koreksi yang diperlukan. Sistem perhitungan semacam ini dipakai antara lain oleh Hisab Hakiki dan New Comb (Contoh perhitungan lihat lampiran 2):

Ketiga : Sistem yang mempergunakan tabel dalam pengambilan data, kemudian memasukkan data itu ke dalam rumus segitiga bola. Data yang diambil dari tabel sudah merupakan data masak yang tinggal pakai, tidak memerlukan pengolahan seperti pada sistem kedua. Oleh karena itu, sistem ini hanya mau mengambil data dari tabel yang dikeluarkan tiap tahun oleh sumber-sumber yang dilengkapi dengan alat modern, seperti tabel-tabel pada Almanak Nautika, The American Ephemeris, atau Uni Soviet Ephemeris. Sistem ini dipakai oleh

Sa'adoeddin Djambek seperti kita lihat dalam bukunya "Hisab Awal Bulan" (Contoh Perhitungan, lihat lampiran 3).

Mengenai *ijtima'*, semua sistem mempergunakan tabel-tabel yang memuat data mentah dan koreksi-koreksi untuk mendapatkan posisi hilal dan Matahari pada ekliptika dan kecepatan kedua benda langit tersebut tiap jam, setepat-tepatnya. Jadi, ketepatan dari hasil yang diperoleh, sangat tergantung dari ketepatan tabel dan koreksi-koreksi yang dilakukan. Oleh karena itu sistem yang ketiga di atas yang hanya mempergunakan data masak, tidak bisa melakukan perhitungan *ijtima'*. Sistem ini langsung memperoleh hasil *ijtima'* yang terdapat dalam tabel untuk setiap awal bulan qamariyah.

Mengenai perhitungan tinggi Hilal, sistem kedua dan ketiga adalah sama, yaitu mempergunakan rumus segitiga bola. Yang berbeda adalah sistem pengambilan data yang diperlukan. Perbedaan sistem pengambilan data inilah yang menimbulkan perbedaan hasil yang dicapai.

Adapun sistem pertama, dalam menentukan tinggi hilal ini mengambil cara yang sederhana, yaitu dengan mencari selisih waktu antara saat *ijtima'* dan saat terbenam Matahari kemudian dibagi dua. Hasilnya menunjukkan ketinggian Hilal dalam derajat.

Untuk memperoleh gambaran seluruh dunia, daerah mana yang sudah masuk awal bulan dan mana yang belum, sistem yang berpegang kepada ufuk mar'i biasa melukis "Garis Batas Tanggal" pada peta dunia. Garis Batas Tanggal tersebut adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat di permukaan bumi yang mengalami terbenam Bulan dan terbenam Matahari bersamaan tepat pada suatu waktu. Sebelah Timur Garis Batas, Bulan akan lebih dahulu terbenam dari Matahari dan sebelah Baratnya Bulan akan terbenam lebih kemudian. Akhirnya, sebelah Barat garis itu akan masuk bulan baru satu hari lebih cepat dari sebelah Timurnya. Data yang

diambil untuk melukis garis Batas Tanggal bersumber dari The Nautical Almanac. (Lihat gambar 1 pada lampiran 4).

5) Hasil perhitungan dan analisis

Sumber pengambilan data dan sistem perhitungan yang berbeda-beda menimbulkan hasil yang berbeda beda pula.

Departemen Agama, Cq Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, dalam Musyawarah Kerjanya tentang Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Hisab Rukyat yang dilakukan tiap tahun, selalu menentukan perhitungan saat terjadi ijtima' dan posisi hilal tiap awal bulan qamariyah. Dalam melakukan perhitungannya itu, semua sistem di atas dipergunakan yang bersumber dari buku-buku:

- a) Sullamun Nayyirain, oleh Muh. Manshur Ibn. Abd. Hamid.
- b) Fathur Raufil Mannan, oleh Abu Hamdan Abdul Jalil.
- c) Al-Khulashatul Wafiyah, oleh K. Zuber.
- d) Al-Qowaidul Falakiyah, oleh Abd. Fatah Ath-Thukhy.
- e) Hisab Urfi dan Hakiki, oleh KR Muh. Wardan, dikenal dengan Sistem Hisab hakiki.
- f) Hisab hakiki yang diterbitkan oleh Lembaga Falak dan Hisab PP Muhammadiyah Yogyakarta, dikenal dengan sistem New Comb dan Laverier.
- g) Hisab Awal Bulan, oleh Sa'adoeddin Djambek, yang mempergunakan data dari Almanak Nautika, The American Ephemeris atau USSR Ephemeris.

Perhitungan dari ketujuh sistem tersebut di atas memperoleh hasil yang berbeda-beda satu sama lain. Namun Musyawarah Kerja menjadikan Sistem Hisab Awal Bulan Sa'adoeddin Djambek sebagai pedoman utama dalam menetapkan awal bulan qamariyah, alasannya:

- (1) Rumus-rumusnya mempergunakan kaidah-kaidah Spherical Trigonometry yang sudah tidak disangsikan lagi kebenarannya.

(2) Data yang dipergunakan bersumber dari almanak-almanak yang diterbitkan oleh lembaga-lembaga bertaraf internasional yang sangat ahli dalam bidang astronomi. Sumber data itu adalah The Nautical Almanac dan The American Ephemeris yang diterbitkan tiap tahun oleh kerjasama antara "Royal Greenwich Observatory" Inggris dan "United State Naval Observatory" Amerika. The Nautical Almanac, dipakai pula di beberapa negara, terutama untuk kepentingan pelayaran, dan diterjemahkan ke dalam bahasa-bahasa Brazilia, Danish, Greek, India, Italia, Korea, Meksiko, Norwegia, Peru, dan Swedia. Di Indonesia, almanak tersebut diterbitkan ulang sesuai dengan naskah aslinya, oleh Markas Besar TNI Angkatan Laut Jawatan Hidro Oseanografi Jakarta. Sekarang Dinas Hidro Oseanografi.

Selain sumber di atas, sistem Sa'aduddin Djambek juga kadang-kadang mempergunakan data dari Daftar Ephemeris yang diterbitkan oleh Uni Soviet.

Penulis telah mengadakan penelitian terhadap hasil perhitungan dari berbagai sistem yang dilakukan oleh Muker tahun 1979 dan 1980 tentang penentuan saat terjadi ijtima' dan tinggi hilal.

Kesimpulannya, bahwa kalau data dan sistem perhitungan yang dipakai Sa'adoeddin Djambek (Almanak Nautika) dijadikan sebagai pedoman, maka:

a) Hasil perhitungan sistem New Comb adalah paling mendekati. Kalau kita buat ranking, maka sistem ini berada pada ranking yang paling atas.

Dalam perhitungan penentuan saat terjadi ijtima', perbedaannya tidak terlalu jauh, hanya beberapa menit saja, bahkan kadang-kadang sama. Demikian pula dalam menentukan posisi hilal.

b) Hasil perhitungan Sullamun Nayyirain adalah selalu yang

paling besar perbedaannya. Rangkingsya berada pada rangking yang paling bawah. Dalam perhitungan saat terjadi ijtima', perbedaannya sering sangat mencolok, sampai berpuluh menit bahkan sampai berjam-jam. Demikian pula dalam posisi HM, perbedaannya sering menyolok.

- c) Hasil perhitungan dari sistem Al-Qawaidul Falakiyah, Hisab Hakiki, Al-Khulashah dan Fathurraufil Mannan berada di antara kedua sistem di atas. Sistem-sistem ini tidak tetap, satu sama lain saling menggeser kedudukannya, namun selalu berada di atas sistem Sullamun Nayyirain dan di bawah sistem New Comb.

Mengenai penentuan tinggi hilal/irtifa'ul hilal yang dilakukan antara lain oleh Sulamun Nayyirain dan Fathurraufil Mannan yaitu dengan cara mencari selisih antara waktu ijtima' dengan terbenam Matahari lalu dibagi dua, menurut penulis adalah kurang tepat, alasannya:

- a) Karena perhitungan dengan cara ini sama sekali tidak memperhatikan kemiringan equator langit yang diakibatkan oleh lintang tempat dan juga tidak memperhatikan jarak hilal dari equator tersebut.
- b) Sistem perhitungan ini akan menjamin posisi hilal berada di atas ufuk pada saat terbenam Matahari setelah terjadi ijtima', dan sebaliknya. Padahal sebenarnya tidaklah demikian, sebab sering terjadi pada saat terbenam Matahari setelah terjadi ijtima', posisi hilal masih berada di bawah ufuk. Kejadian ini seperti kita lihat dalam perhitungan penentuan awal bulan Jumadil Awal 1401 H di Pos Observasi Bulan Pelabuhan Ratu ijtima' terjadi pada tanggal 6 Maret 1981 jam 17:31 WB3, sedang posisi hilal pada saat terbenam Matahari jam 18:11 masih 55' di bawah ufuk. Juga sering terjadi pada saat terbenam Matahari sebelum ijtima' posisi hilal sudah berada di atas ufuk, seperti perhitungan awal bulan Rajab 1400 H, di

mana pada saat terbenam Matahari jam 17:46 WIB sebelum terjadi ijtima' (jam 19:00 tanggal 14 Mei 1980), posisi hilal sudah 11' di atas ufuk.

Kedua hal tersebut di atas terutama sering terjadi pada daerah yang berlintang besar, jauh dari Katulistiwa Bumi.

Hal ini disebabkan karena lingkaran kutub ekliptika, yang menjadi ukuran dalam ijtima', tidak berimpit dengan lingkaran ufuk, melainkan miring. Kemiringannya dipengaruhi oleh lintang tempat dan deklinasi Matahari. Jadi pada saat terjadi ijtima', posisi Matahari dan Bulan tidak sama kalau kita ukur dari lingkaran ufuk setempat. Hasil perhitungan irtifa'ul hilal dari Sullamun Nayyirain dan Fathur Raufil Mannan bukanlah merupakan tinggi hilal yang diukur dari ufuk, melainkan lebih tepat kalau kita katakan sebagai rata-rata selisih posisi hilal dan Matahari pada lingkaran ekliptika pada saat terbenam Matahari. Sebab kita tahu bahwa gerak rektrograd Matahari pada ekliptika adalah sekitar 1° tiap hari, sedangkan Bulan 13° . Jadi selisih gerak kedua benda langit itu adalah 12° tiap hari atau $\frac{1}{2}^\circ$ tiap jam. Persis seperti cara perhitungan Sulamun Nayyirain dan Fathurraufil Mannan dalam menentukan "Irtifa'ul hilal".

Garis batas tanggal yang biasa dilukis oleh kelompok yang berpegang pada ufuk mari' (lihat gambar I pada lampiran 4), penting sekali untuk memperoleh gambaran keadaan dunia dalam memasuki bulan baru. Di samping itu garis ini dapat dijadikan pedoman dalam menetapkan awal bulan bagi suatu pulau atau daerah kesatuan hukum yang terbagi dua karena posisi hilal di tempat satu masih di bawah ufuk dan di tempat lainnya sudah di atas ufuk. Daerah ini pasti terlalui oleh garis batas tanggal tersebut.

Seperti untuk awal bulan Ramadhan 1400 H, di Indonesia posisi hilal dalam keadaan mendekati nol (posisi kritis). Setelah digambar, benar bahwa Indonesia bagian timur terlalui garis

batas tanggal, sehingga kalau orang akan konsekuen berpegang pada hisab, maka Indonesia harus terbagi dua. Sebelah barat garis itu berpuasa pada hari Minggu, 13 Juli 1980 dan sebelah timurnya pada hari Senin, 14 Juli 1980. Sudah barang tentu hal ini akan mengalami kesulitan, sebab sukar ditentukan daerah mana saja secara detail yang melewati garis itu, di samping kesulitan yang disebabkan faktor sosial (misal jika melewati sebuah kota). Untuk mengatasi hal ini, maka diadakan pembelokan garis ini ke arah timur/barat atau menunggu hasil rukyat. Dengan cara ini dapat disatukan bahwa seluruh wilayah Indonesia dapat mulai berpuasa pada hari Senin, 14 Juli 1980 karena tidak berhasil rukyat dan memang bagi sebagian wilayah Indonesia posisi hilal masih di bawah ufuk, dan harga maksimum pun tidak lebih dari 1° di atas ufuk.

Garis batas tanggal tidak bisa dijadikan pedoman langsung dalam menentukan posisi hilal untuk suatu tempat, hal ini disebabkan:

- a. Data terbenam Matahari yang dijadikan pedoman dalam melukis garis itu diambil rata-rata dari 3 hari.
- b. Data terbenam Matahari dan terbenam Bulan, tidak memperhatikan kerendahan ufuk. Jadi hanya berlaku bagi daerah yang persis berada di permukaan air laut (Ketinggian 0 meter).

Untuk sistem yang berpegang pada ijtimā', sebetulnya bisa juga membuat sebuah garis batas tanggal yang menghubungkan daerah-daerah di permukaan Bumi, yang mengalami saat terjadi ijtimā' persis pada saat terbenam Matahari.

Lihat gambar 2 pada lampiran 4).

Sudah barang tentu garis batas tanggal ini akan berbeda dengan garis tanggal yang dibuat berdasarkan terbenam Bulan dan Matahari, Namun demikian kita dapat melihat gambaran

keadaan dunia pada saat memasuki awal bulan menurut tiap-tiap sistem dan juga dapat melihat perbedaan yang diakibatkan oleh perbedaan sistem-sistem itu.

Berbeda-bedanya "hasil perhitungan" yang diakibatkan oleh perbedaan data dan sistem yang dipakai adalah merupakan kelemahan dari sistem hisab itu sendiri secara keseluruhan. Apalagi kalau perbedaan itu sampai berpuluh menit bahkan berjam-jam seperti dalam penentuan saat terjadi *ijtima'*, atau sampai 3° - 4° perbedaan dalam ketinggian hilal.

Namun demikian kelemahan ini bukan berarti kita dituntut untuk meninggalkan sistem hisab, melainkan kita dituntut untuk lebih banyak melakukan penelitian baik terhadap data maupun terhadap hasil perhitungan.

Sudah barang tentu penelitian ini memerlukan ketekunan, dan akan sangat lebih berhasil lagi apabila diadakan pengecekan dengan observasi yang cermat, terus-menerus dan dilakukan oleh ahli serta mempergunakan alat alat yang bias dipertanggungjawabkan.

6) Kesimpulan.

- a. Bulan qamariyah adalah perhitungan waktu yang didasarkan kepada peredaran Bulan mengelilingi Bumi dan peredaran kedua benda langit itu dalam mengelilingi Matahari. Umur bulan qamariyah didasarkan kepada waktu yang berselang antara dua *ijtima'*, rata-ratanya 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik. Jangka waktu itu disebut Bulan Sinodis atau Syahr Iqirani.
- b. Para ahli hisab dalam menentukan awal bulan qamariyah, pada garis besarnya terbagi dua bagian, yaitu yang berdasarkan kepada *ijtima'* sebelum terbenam Matahari dan yang berdasarkan kepada posisi Hilal pada saat terbenam Matahari. Dalam menentukan saat terjadi *ijtima'* dan posisi hilal di atas ufuk, para ahli hisab pun berbeda-beda dalam

mempergunakan data dan sistem perhitungan yang dipakai.

- c. Dalam menyiapkan data, ada yang mempergunakan tabel-tabel yang dibuat ratusan tahun yang lalu oleh Sarjana-sarjana Muslim, seperti Al-Makmun, Ulugh Bek, Al-Battani, Ibnu Syathir; dan ada pula yang memakai data dari daftar yang diterbitkan tiap tahun oleh Badan-badan bertaraf Intenasional (Non Muslim) yang ahli dalam astronomi dan observasi seperti Royal Greenwich Observatory dan United State Naval Observatory yang menerbitkan The Nautical Almanac dan American Ephemeris. Sampai saat ini, belum ada data astronomis yang diterbitkan tiap tahun oleh lembaga kepunyaan umat Islam yang dikontrol oleh observasi yang dilakukan dengan mempergunakan alat modern dan tenaga yang cukup ahli.
- d. Sistem perhitungan yang dilakukan oleh para ahli hisab ada dua macam:
 - 1) Sistem tabel, yaitu menjadikan posisi Bulan dan Matahari pada saat penyusunan data sebagai pedoman, lalu diadakan penambahan gerak rata-rata sejak waktu itu sampai perhitungan dilakukan dibarengi dengan koreksi-koreksi yang diperlukan sehingga menghasilkan posisi sebenarnya pada saat perhitungan dilakukan.
 - 2) Sistem matematik, yaitu dengan mempergunakan kaidah-kaidah Spherical Trigonometry (Ilmu Ukur Segitiga Bola).
- e. Untuk menentukan hasil yang paling tepat dari data dan sistem perhitungan yang berbeda-beda tersebut, sudah barang tentu diperlukan pengecekan dengan observasi dengan mempergunakan alat yang memadai. Namun setelah penulis analisa cara yang ditempuh oleh tiap-tiap sistem dalam mempergunakan data dan sistem perhitungan, maka dengan tidak bermaksud untuk menghapuskan sistem lain, penulis berkesimpulan bahwa sistem perhitungan matematik yang mempergunakan data dari The Nautical Almanac atau The

American Ephemeris atau USSR Ephemeris-lah yang sementara ini paling tepat untuk dipegangi.

Alasannya:

- 1) Kaidah-kaidah spherical trigonometry sudah tidak diragukan lagi kebenarannya. (perhatikan buku Petunjuk Penggunaan "Programming Calculator Casio" FX-501P/502P PROGRAM LIBRARY, halaman 191).
- 2) Data dari The Nautical Almanac, The American Ephemeris atau USSR Ephemeris, walaupun dibuat oleh Non Muslim, namun data itu cukup bisa kita pegangi. Sebab data tersebut disusun oleh badan bertaraf internasional yang betul-betul ahli dan disajikan terutama untuk keperluan navigasi yang sangat penting untuk kelancaran lalu lintas internasional baik di lautan atau di udara. Juga data itu banyak dipakai oleh negara-negara maju dan bahkan negara superpower, jadi tidak mungkin akan terjadi faktor manipulasi atau menjerumuskan umat Islam. Insya Allah.

6. Hisab Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan.

a. Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan.

Gerhana Matahari dan gerhana Bulan adalah fenomena alam yang tidak dapat dipisahkan dari masalah penentuan bulan baru, karena masing-masing terjadi ketika Bulan berada pada kedudukan konjungsi dan oposisi dengan Matahari. Terjadinya gerhana itu dapat "diramalkan" melalui perhitungan berdasarkan tabel ephemeris dan oleh karena itu ketepatannya merupakan suatu bukti bahwa daftar ephemeris angka-angkanya dapat dipercaya.

Berikut ini diuraikan mengenai cara-cara menghitung terjadinya kedua macam gerhana tersebut.

1) Gerhana Matahari.

a) Gambaran Umum.

Untuk dapat mengetahui dan mengerti mengenai terjadinya gerhana Matahari, berikut ini diberikan pembahasan singkat dengan bantuan gambar-gambar, sebagai pendahuluan.

Bulan beredar mengelilingi Bumi dan Bumi pun beredar mengelilingi Matahari bersama-sama planet-planet yang lain. Dari Bumi kita Bulan mempunyai jarak rata-rata 384.400 kilometer, amat kecil kalau dibandingkan dengan jarak Matahari yang rata-ratanya 149,5 juta kilometer. Ini berarti bahwa Matahari jauhnya sekitar 390 kali Bulan. Akibat peredaran itu di langit Matahari mempunyai pergeseran semu sepanjang lingkaran ekliptika, ke arah timur dengan kecepatan sekitar 1 derajat sehari atau 2,5' sejam, Sementara itu Bulan pun bergeser ke arah timur dengan kecepatan 13 derajat sehari atau 30' tiap jam. Jelas sekali, Bulan bergerak lebih cepat, yaitu sekitar 12 kali kecepatan Matahari. Di dalam pergeserannya itu Bulan melintasi lingkaran ekliptika sebanyak dua kali dalam sekali peredarannya. Kalau salah satu dari titik lintasan itu dilalui atau dekat sekali kepada Matahari, maka pada saat itulah terjadi gerhana. Pada gambar No. 1 diperlihatkan lingkaran peredaran Bulan yang miring sekitar 5° terhadap

lingkaran ekliptika dan kedua titik potongnya.

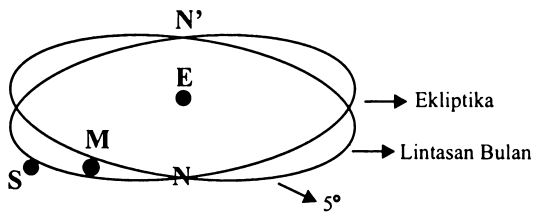
Suatu hal yang istimewa, bayang-bayang Bulan dan Matahari dilihat dari Bumi besarnya hampir persis sama (kadang-kadang Bulan tampak lebih besar sedikit). Padahal keadaan sebenarnya Matahari sangat jauh lebih besar. Hal itu jelas disebabkan oleh jaraknya yang berbeda, seperti disebutkan di depan. Piringan Matahari dan Bulan keduanya mempunyai garis tengah sekitar 32 menit busur. Pada waktu maksimum keduanya dapat mencapai sekitar 33 menit busur. Dengan demikian bila titik pusat kedua benda itu berimpit, piringan Matahari bisa sempurna ditutupi oleh Bulan.

Pada gambar No. 2 diperlihatkan terbentuknya dua daerah bayang-bayang Bulan, yaitu daerah umbra (yang gelap) dan daerah penumbra (yang samar-samar). Daerah umbra berada di dalam batas sinar Matahari yang membentuk garis singgung luar dan daerah penumbra berada dalam batas sinar yang membentuk garis singgung dalam. Ketika Bulan mendekati titik konjungsi, bayang-bayang itu mendekati Bumi menyentuhnya pada daerah-daerah tertentu. Kalau jarak Bulan pada waktu itu lebih kecil daripada tinggi kerucut umbra, maka Bumi dikenai bayang-bayang penumbra maupun umbra dan kalau jarak itu lebih besar dari pada tinggi kerucut umbra, yang mengenainya hanya bayang-bayang penumbra saja. Dalam hal yang terakhir terjadi gerhana gelang dan dalam hal yang pertama terjadi gerhana sempurna atau gerhana total, yaitu pada tempat-tempat yang dikenai bayang-bayang umbra. Daerah di Bumi yang dikenai bayang-bayang penumbra mengalami gerhana sebagian.

Bayang-bayang itu bergerak terus, karena Bulan bergerak terus mendahului Matahari ke timur, sementara itu Bumi pun berputar terus pada porosnya ke arah yang sama. Akibatnya, tempat-tempat yang dikenai bayang-bayang Bulan merupakan jalur yang memanjang. Cobalah perhatikan ilustrasi pada gambar No. 3 yang menunjukkan terbentuknya jalur tersebut. Jalur itu terdiri atas daerah yang mengalami gerhana sempurna (daerah

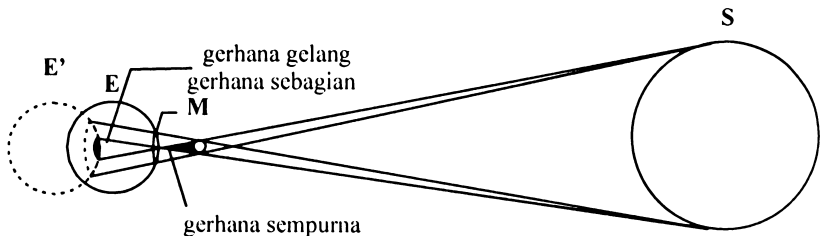
gelap) dan yang mengalami gerhana sebagian (yang samar-samar).

Kedudukan Matahari dan Bulan yang menentukan batas terjadinya gerhana dapat dihitung. Perhitungan itu diturunkan dalam sistem koordinat geosentris dan kedudukan geometris bayang-bayang Bulan dinyatakan oleh parameter-parameter yang disebut unsur-unsur Besselian. Unsur-unsur itu ialah x , y , a , d , μ , f_1 , f_2 , l_1 dan l_2 akan diuraikan pada bagian-bagian berikut ini. Di dalam daftar *Astronomical Almanac* unsur-unsur tersebut selalu dimuat untuk setiap terjadi gerhana. Yang penting dari perhitungan ini ialah pembuatan peta daerah gerhana berikut perkiraan waktunya. Mengenai hal yang terakhir inipun selalu dicantumkan di dalam *Astronomical Almanac*.



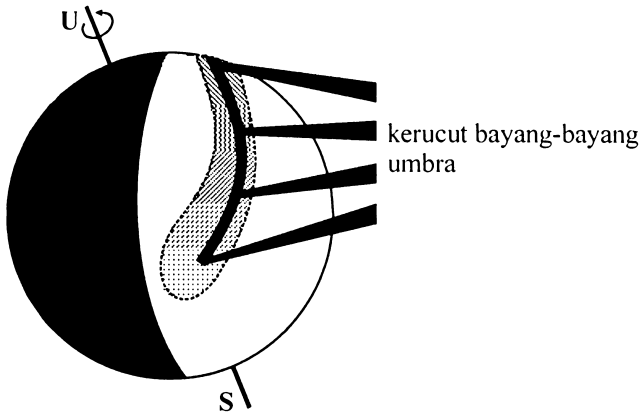
Gambar No. 1.

E = Bumi S = Matahari M = Bulan N = Titik Simpul



Gambar No. 2.

E = Bumi ketika dekat kepada Bulan
 E' = Bumi ketika jauh kepada Bulan



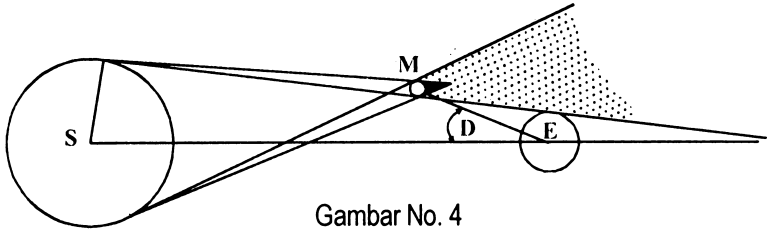
Gambar No. 3. U = Utara, S = Selatan

b) Batas terjadinya gerhana Matahari.

Yang menjadi pedoman untuk terjadinya gerhana Matahari ialah jarak sudut antara titik pusat Matahari dan titik pusat Bulan (D), dibandingkan dengan lebarnya daerah bayang-bayang Bulan sendiri di sekitar Bumi. Dengan memperhatikan gambar No. 4 dapat dibuktikan bahwa bayang-bayang penumbra akan menyentuh kulit Bumi; kalau jarak sudut D besarnya sebagai berikut:

$$D = S + S_1 + P_1 - P_2 \tag{A.1}$$

S adalah jari-jari sudut Matahari, S₁ adalah jari-jari sudut Bulan, P₁ dan P₂ masing-masing menyatakan parallaks horizontal equatorial Matahari dan Bulan.



Gambar No. 4

Kemudian dengan menggunakan gambar No. 1, kita misalkan jarak sudut antara Matahari dan titik N sama dengan X dan pada waktu itu Bulan berada pada bujur ekliptika yang sama dengannya, maka ketika keduanya menuju N bayang-bayang penumbra Bulan akan menyinggung kulit Bumi kalau

$$\sin X = \text{tg} (S + S_1 + P + Q', 3) \cotg i \tag{A.2}$$

i adalah sudut kemiringan peredaran Bulan terhadap ekliptika. Dengan data S maks. = 16',3, S₁ maks. = 16',8, P, maks. = 61',5 dan min. = 4° 58',8, batas itu terjadi pada:

$$X = 18^\circ,5$$

Kalau kita mengambil data-data sebagai berikut: S minim. = 15',8, S₁ minim. = 14',7, P, minim. = 53',9 dan i maks. = 5°18',6 kemudian dimasukkan ke dalam (A.2), maka yang kita peroleh adalah batas jarak busur SN agar terjadi gerhana sempurna, ialah

$$X = 15^\circ,4$$

Jadi sebagai syarat agar di Bumi terjadi gerhana Matahari sempurna ialah

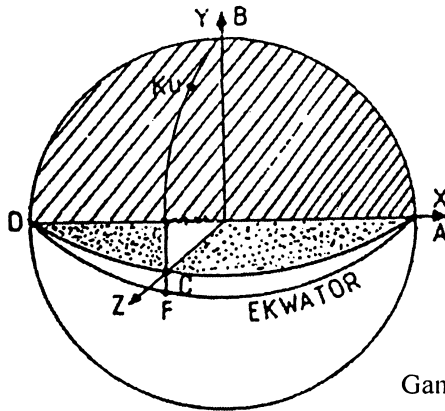
$$X < 15^\circ,4$$

c) Unsur-unsur Besselian

Untuk menurunkan perhitungan unsur-unsur ini dipakai sistem koordinat geosentris (titik pusat Bumi sebagai titik acuan koordinat), seperti pada gambar No. 5. Pusat Bumi dinyatakan oleh titik E, sumbu z diambil sejajar dengan garis yang

menghubungkan titik pusat Bulan dan titik pusat Matahari dan nilainya positif ke arah Bulan. Sumbu x terletak pada bidang equator dan arahnya positif ke arah Timur, sedangkan sumbu y positif ke arah utara. Dengan demikian bidang x, y atau bidang lingkaran ABDA tegak lurus terhadap sumbu bayang-bayang Bulan dan bidang itu disebut sebagai bidang dasar. Selanjutnya di sini hanya akan diberikan hasil perhitungan geometris ini.

Sumbu koordinat berubah terhadap waktu, sesuai dengan perubahan sumbu z, karena perubahan kedudukan Matahari dan Bulan. Misalkan pada suatu saat Matahari dan Bulan masing-masing mempunyai koordinat (α, δ) dan (a, β) dalam sistem koordinat equatorial. Di dalam sistem koordinat ini Matahari itu dinyatakan berada di (x, y, z) , sehingga sumbu bayang-bayang Bulan memotong bidang dasar di (x, y) . Hubungan antara komponen-komponen dari kedua sistem koordinat itu dapat diturunkan dan memberikan persamaan sebagai berikut:



Gambar No. 5

$$x = \tau \cos \delta \cdot \sin (\alpha - a)$$

$$y = \tau [\sin \delta \cdot \cos d - \cos \delta \cdot \sin d \cdot \cos (\alpha - a)]$$

(A 3)

$$z = \tau [\sin \delta \cdot \sin d + \cos \delta \cdot \cos d \cdot \cos (\alpha - a)]$$

dan

$$\begin{aligned} x_1 &= \tau_1 \cos \delta_1 \cdot \sin (\alpha - a) \\ y_1 &= \tau_1 [\sin \delta_1 \cos d - \cos \delta_1 \cdot \sin d \cdot \cos (\alpha_1 - a)] \\ z_1 &= \tau_1 [\sin \delta_1 \cdot \sin d + \cos \delta_1 \cdot \cos d \cdot \cos (\alpha_1 - a)] \end{aligned} \quad (A.4)$$

$$a = \alpha - \frac{b \sec \delta \cdot \cos \delta_1}{1 - b} (\alpha_1 - \alpha) \quad (A.5)$$

pada mana

$$d = \delta - \frac{b}{1 - b} (\delta_1 - \delta)$$

Dalam persamaan-persamaan itu $b = \frac{r_1}{r}$, dengan r adalah jarak Matahari dan r_1 adalah jarak Bulan. Yang termasuk unsur-unsur Besselian ialah parameter x , y dan d , yang semuanya dapat dihitung harganya berdasarkan kedudukan Matahari dan Bulan. Besaran a dan d di atas masing-masing sebagai asensioirekta dan deklinasi titik C pada gambar no. 5.

Salah satu unsur besselian yang lain adalah μ , menyatakan sudut jam titik C di meridian Greenwich. Sudut jam tersebut bisa dihitung dari waktu sideris Greenwich (G).

$$\mu = G - \alpha \quad (A.6)$$

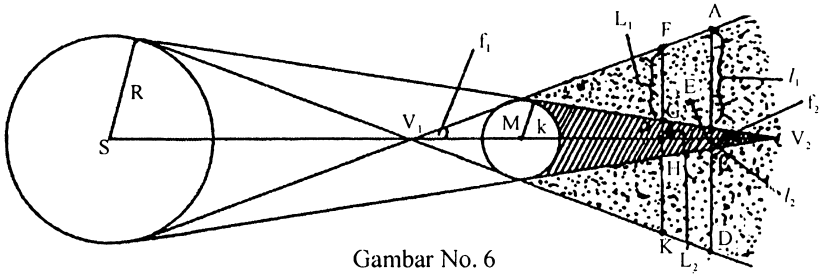
dengan telah diketahui lebih dahulu dari persamaan (A.5)

Unsur-unsur besselian selanjutnya ialah l_1 dan l_2 masing-masing menyatakan sudut antara sumbu bayang-bayang Bulan dengan garis singgung dalam dan garis singgung luar, seperti yang dinyatakan di bagian 1.a. Untuk melihat cara menghitungnya perhatikan gambar No. 6 : Pada gambar itu R dan k masing-masing menyatakan jari-jari Matahari dan Bulan:

$$\sin f_1 = \frac{R}{SV_1} = \frac{k}{V_1M} = \frac{R + k}{SM}$$

Karena $SM = r - r_1$, yaitu selisih jarak Matahari dan jarak Bulan, maka

$$\sin f_1 = \frac{R + k}{r - r_1} \quad (A.7)$$



Gambar No. 6

Berdasarkan gambar itu kita peroleh juga

$$\sin f_2 = \quad (A.8)$$

R dan k selalu tetap, karena jari-jari linier Matahari dan Bulan tidak berubah, tetapi $(r - r_1)$ berubah sesuai dengan perubahan jarak r dan r_1 , karena lintasan Bumi dan lintasan Bulan yang berbentuk elips.

Berikut ini tinggal mengungkapkan unsur-unsur beselien l_1 dan l_2 , yang masing-masing menyatakan jari-jari lingkaran bayang-bayang penumbra dan umbra pada bidang dasar. Pada gambar No. 5 bidang itu dari samping kelihatan sebagai garis lurus terhadap sumbu bayang-bayang Bulan. E adalah pusat Bumi, sebagai titik acuan sistem koordinat, $EA = l_1$ adalah jari-jari lingkaran bayang-bayang penumbra pada bidang dasar dan $EB = l_2$ adalah jari-jari untuk lingkaran bayang-bayang umbra pada bidang tersebut. Bulan (M) terletak pada sumbu z koordinat ini dan dimisalkan pada $z = z_1$ Dapat dibuktikan bahwa:

$$l_1 = z_1 \tan f_1 + k \sec f_1$$

$$l_2 = z_1 \tan f_2 + k \sec f_2 \quad (\text{A.9})$$

Dengan memperhatikan kembali berturut-turut persamaan (A3) sampai dengan (A.8), maka berarti unsur-unsur beselien dapat dihitung berdasarkan data asensioirekta, deklinasi dan jarak Matahari dan Bulan pada saat-saat yang ditentukan. Di dalam Astronomical Almanac dibuat daftar nilai untuk x , y , $\sin d$, $\cos d$, μ , l_1 , l_2 , f_1 dan f , pada waktu-waktu terjadi gerhana Matahari.

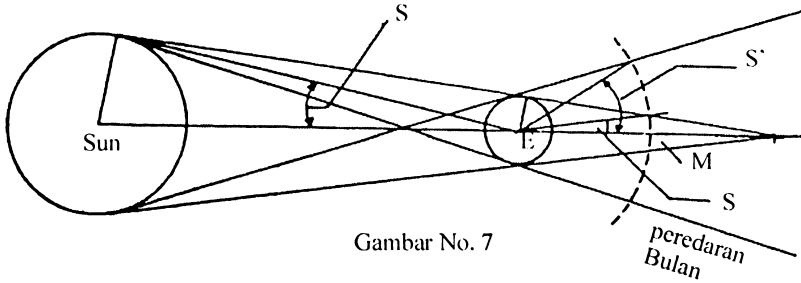
2) Gerhana Bulan.

a) Gambaran umum.

Gerhana Bulan terjadi ketika Bulan berada pada kedudukan oposisi terhadap Matahari dan letaknya dekat kepada sumbu bayang-bayang Bumi. Gerhana ini berarti hanya terjadi pada waktu Bulan purnama, berlawanan dengan kedudukannya pada waktu gerhana Matahari. Selain itu berarti pula, sebagaimana pada gerhana Matahari, bahwa Bulan pada waktu itu dalam peredarannya sedang memotong bidang ekuatorial. Telah disebutkan dalam bagian 1, bahwa lintasan peredaran Bulan miring sekitar 5° terhadap bidang ekuatorial. Perhatikanlah gambar No. 7 yang memperlihatkan adanya dua daerah bayang-bayang Bumi, yaitu umbra (yang gelap) dan penumbra (yang samar-samar). Kalau Bulan hanya melalui daerah bayang-bayang penumbra saja gerhana itu disebut gerhana Bulan penumbra (samar). Kadang-kadang kita sulit untuk melihat perbedaan terangnya Bulan ketika masih berada di luar bayang-bayang itu dengan ketika berada di dalamnya, karena penggelapannya kecil sekali. Oleh karena itu gerhana ini biasanya kurang menarik perhatian. Yang biasa kita maksudkan sebagai gerhana Bulan itu ialah ketika Bulan memasuki daerah bayang-bayang umbra. Kalau seluruhnya masuk disebut gerhana sempurna dan kalau sebagian disebut gerhana sebagian.

Dilihat dari kutub utara Bumi, Bulan bergerak berlawanan

arah dengan jarum jam. Demikian pula Matahari dalam pergerakan semu tahunannya. Sebagai akibatnya Bulan dan bayang-bayang Bumi sama-sama bergerak ke arah timur.



Gambar No. 7

b) Batas terjadinya gerhana Bulan.

Batas atau syarat terjadinya gerhana Bulan, di sini kita lihat dari jauhnya titik pusat bayang-bayang Bumi terhadap titik pusat Bulan ketika memotong ekliptika pada bola langit.

Pada gambar No. 7 sudut s menyatakan jari-jari sudut bayang-bayang Bumi pada lintasan Bulan. Besarnya sudut itu ditentukan oleh parallaks horizontal equatorial Matahari (P), parallaks horizontal equatorial Bulan (P_1) dan jari-jari sudut Matahari (S) sebagai berikut:

$$s = P + P_1 - S \tag{B.1}$$

Jari-jari sudut bayang-bayang penumbra pada lintasan Bulan dinyatakan oleh S' , yang besarnya dapat dihitung melalui persamaan

$$s = P + P_1 + S \tag{B.2}$$

Karena Bumi mempunyai atmosfer, maka secara teoritis akan memperbesar harga kedua besaran di atas sekitar 2%. Dengan koreksi ini masing-masing persamaan di atas menjadi:

$$s = \frac{51}{50} (P + P - S) \quad (B.3)$$

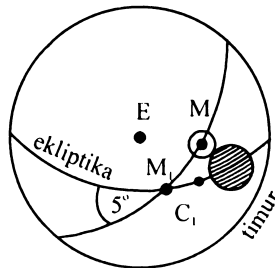
$$s' = \frac{51}{50} (P + P_1 + S)$$

Selanjutnya, kita perhatikan sekarang kedudukan Bulan dan bayang-bayang Bumi pada bola langit sekitar waktu Bulan purnama, melalui gambar No. 8 Misalkan ketika Bulan memotong ekliptika di M titik pusat bayang-bayang Bumi berada di C₁ dengan jarak sudut antara keduanya t. Sebagaimana dijelaskan dalam 2.b. kedua titik itu bergerak ke timur pada lintasannya masing-masing dan misalkan pada suatu saat Bulan berada di M dan titik pusat bayang-bayang Bumi berada di C. Berdasarkan kecepatan masing-masing dapat dibuktikan bahwa piringan Bulan akan bersinggungan dengan bayang-bayang umbra kalau t besarnya maksimum sebagai berikut:

$$\xi = 10,3 (s + S_1) \quad (B.4)$$

Pada mana S₁ adalah jari-jari sudut Bulan. Jadi kalau pada waktu Bulan di M₁ titik pusat bayang-bayang Bumi berjarak lebih besar dari harga t di atas, maka Bulan tidak akan menyentuh bayang-bayang umbra. Sekarang dapat dihitung dengan menggunakan data-data sebagai berikut:

$$S = 960'', S_1 = 935'', P = 9'' \text{ dan } P_1 = 3422''$$



Gambar No. 8

Bulan akan mengalami gerhana sebagian kalau $x < 10,3$ [

$\frac{\xi}{50} (P + P_1 - S_1) + S_1]$ atau $x \xi 9^\circ,9$. Untuk terjadi gerhana sempurna syaratnya adalah:

$$\xi < 10,3 \left[\frac{\xi}{50} (P + P_1 - S) - S_1 \right]$$

dan dengan memasukkan data-data tadi berarti $x < 4^\circ,6$. Harga-harga x yang menentukan terjadinya gerhana itu disebut limit ekliptik.

Cara yang sama dapat dilakukan untuk menghitung syarat-syarat Bulan memasuki bayang-bayang penumbra, yaitu dengan mengganti s oleh s_u . Kalau ada pengukuran jarak dalam hal ini satuannya adalah jari-jari equator Bumi.

b. Hisab gerhana Matahari atau gerhana Bulan

Hisab gerhana Matahari atau gerhana Bulan dilakukan orang untuk menentukan kapan terjadinya gerhana Matahari atau gerhana Bulan dengan maksud agar kaum muslimin dapat melaksanakan shalat khusufil qamar (shalat gerhana Bulan) atau shalat kusufisy syams (shalat gerhana Matahari).

Pedoman yang dipegangi oleh mereka ialah:

Gerhana Matahari terjadi pada saat ijtima', sedang gerhana Bulan terjadi pada saat istiqbal yaitu pada saat Matahari dan Bulan mempunyai selisih longitude 180° , baik Matahari atau Bulan terletak pada satu poros dengan Bumi, dengan demikian maka sebelumnya hendaknya dihitung lebih dahulu kapan terjadinya ijtima' dan kapan terjadinya istiqbal.

Titik ijtima' terjadi dengan membagi selisih longitude Matahari dan Bulan dengan selisih kecepatan Matahari dan Bulan, sedang titik istiqbal didapati dengan jalan longitude Matahari di-tambah dengan 180° diambil longitude Bulan dibagi dengan selisih kecepatan Matahari dan Bulan. Hasilnya dijumlahkan dengan waktu terbenamnya Matahari yang telah diperhitungkan sebelumnya.

Kemudian bagi terjadinya gerhana Matahari hendaklah diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Kerucut bayang-bayang cukup panjang mengenai Bumi.
- 2) Bulan ada pada titik simpul atau dalam jarak yang tertentu dari simpul (17°).
- 3) Bulan dalam konjungsi dengan Matahari.

Sedang pada gerhana Bulan hendaklah diperhatikan syarat syarat sebagai berikut:

- 1) Bulan harus berada pada bayangan Bumi, baik sebagiannya atau seluruhnya.
- 2) Bulan harus di titik simpul atau dalam jarak yang tertentu dari simpul (12°).
- 3) Bulan dan Matahari harus dalam oposisi

Apabila syarat-syarat itu terpenuhi maka hitunglah terlebih dahulu terjadinya *ijtima'* untuk gerhana Matahari dan terjadinya *istiqbal* untuk gerhana Bulan.

Bagi gerhana Bulan mungkin terjadi gerhana-gerhana:

- 1) Gerhana Bulan semu yaitu apabila Bulan berada pada bayangan semu Bumi.
- 2) Gerhana Bulan penuh yaitu apabila Bulan berada pada bayangan inti Bumi.
- 3) Gerhana Bulan sebahagian yaitu sebahagian permukaan Bulan berada pada bayangan inti, sedangkan yang lain berada pada bayangan semu Bumi.

Sedang pada gerhana Matahari mungkin terjadi:

- 1) Gerhana penuh yaitu apabila seluruh piringan Bulan menutup piringan Matahari, dalam hal ini semidiameter Bulan sama dengan semidiameter Matahari.
- 2) Gerhana sebahagian yaitu apabila sebahagian piringan Matahari tertutup oleh Bulan.

- 3) Gerhana cincin yaitu apabila piringan Matahari tidak tertutup seluruhnya oleh piringan Bulan, akan tetapi bahagian tepinya masih dapat terlihat, hal ini disebabkan karena semidiameter Matahari lebih besar dari semidiameter Bulan. Gerhana cincin ini akan terjadi apabila jarak Bulan sampai permukaan Bumi lebih besar daripada kerucut. Sedang bila jarak Bumi ke bayangan Bulan lebih kecil daripada kerucut, maka terjadilah gerhana penuh. Gerhana ini dapat ditentukan berapa lamanya terjadi yaitu dari saat terjadinya permulaan gerhana dan akhirnya gerhana, begitu pula terjadinya tengah-tengah gerhana.

1) Menghitung terjadinya gerhana pada suatu tempat.

Dengan menggunakan gambar No. 4, kalau di permukaan Bumi pengamat berada pada titik (ξ, μ, ζ) di dalam sistem koordinat (x, y, z) itu, maka berarti untuk tempat itu $z = \zeta$. Pada Gambar No. 5 tempat itu dinyatakan oleh titik P dan garis FK adalah perpotongan bidang datar, yang melalui P dan sejajar dengan bidang dasar, dengan bidang kertas. PF adalah jari-jari bayang-bayang penumbra dan misalkan besarnya sama dengan \angle_1 . PG adalah jari-jari bayang-bayang umbra, misalkan besarnya \angle_2 . Kalau $EV_1 = c_1$ dan $EV = c_2$, maka terlihat bahwa:

$$\angle_1 = (c_1 - \zeta) \tan f_1$$

$$\angle_2 = (c_2 - \zeta) \tan f_2$$

Pada gambar No. 6 c_2 diukur ke kanan dari E berarti harganya negatif, karena pengukuran panjang ke kiri adalah positif dan jelas sekali bahwa kalau titik V_2 berada di sebelah kanan dari P, maka $(c_2 - \zeta) < 0$. Dengan perkataan lain, gerhana sempurna terjadi kalau syarat $\angle_2 < 0$ dipenuhi. Kalau $\angle_2 > 0$ yang terjadi adalah gerhana gelang.

Karena $l_1 = c_1 \tan f_1$ dan $l_2 = c_2 \tan f_2$, maka

$$\begin{aligned}\angle_1 &= h_1 \zeta \tan f_1 \\ \angle_2 &= h_2 \zeta \tan f_2\end{aligned}\tag{A. 10}$$

Sekarang misalkan tempat pengamat P itu mempunyai lintang geosentris φ' , jaraknya dari E adalah ρ , dan terletak pada bujur λ , di sebelah barat Greenwich. Transformasi dari sistem koordinat yang terakhir ini kepada sistem koordinat yang pertama tadi adalah sebagai berikut:

$$\xi = \rho \cos \varphi' \sin (\mu - \lambda)\tag{A 11}$$

$$\eta = \rho [\sin \varphi' \cos d - \cos \varphi' \sin d \cos (\mu - \lambda)]$$

$$\zeta = \rho [\sin \varphi' \sin d + \cos \varphi' \cos \varphi' \cos (\mu - \lambda)]$$

Melalui persamaan ini berarti kita dapat menghitung ξ , η dan ζ , pada saat kapan saja. Dengan harga ρ , di atas kita baru dapat menghitung jari-jari bayang-bayang penumbra dan umbra pada bidang pengamat, yaitu \angle_1 dan \angle_2 dalam persamaan (A.10).

Untuk melihat syarat suatu tempat pengamatan mulai mengalami gerhana atau mengakhiri gerhana, kita buat bidang datar yang melalui P tadi. Misalkan sumbu bayang-bayang Bulan menembus bidang itu pada titik (x, y) dan titik P terletak pada (ξ, η) sebagaimana di atas. Jarak kedua titik itu ialah:

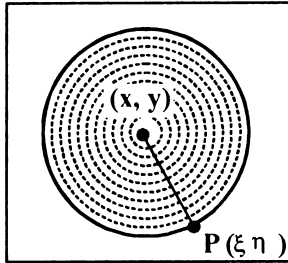
$$\sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}$$

Kalau jarak itu sama dengan jari-jari bayang-bayang penumbra, hal itu merupakan keadaan yang terjadi pada saat-saat P mulai masuk penumbra atau meninggalkan penumbra. Dengan kata lain, syarat untuk P berada pada awal dan akhir gerhana sebagian adalah:

$$(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 = \angle_1^2\tag{A.12}$$

Sama dengan di atas, syarat titik P berada pada awal dan akhir gerhana sempurna adalah:

$$(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 = \angle_1^2 \quad (\text{A. 13})$$



Gambar No. 9

Selanjutnya berikut ini adalah keterangan tentang bagaimana menggunakan rumus-rumus di atas untuk menghitung saat-saat titik P mulai masuk dan keluar dari bayang-bayang umbra, pilihlah saat T (waktu universal) sekitar saat P diperkirakan masuk bayang-bayang umbra dan hitunglah proyeksi titik pusat (x_0, y_0) pada bidang datar. Perubahan unsur-unsur koordinat itu tiap jam dapat dihitung pula dan dinyatakan masing-masing sebagai x' , y' , ξ' dan η' . Dengan demikian pada saat selang waktu t kemudian dari saat T, yaitu pada saat $(T + t)$ kita dapat menghitung:

$$x = x_0 + x't; \quad y = y_0 + y't$$

$$\xi = \xi_0 + \xi't; \quad \eta = \eta_0 + \eta't$$

$$\angle_2 = l_2 - \xi \tan f_2 \quad (\text{A.14})$$

\angle_2 dapat dianggap tidak mengalami perubahan, walaupun ξ , berubah, karena f_2 sudut yang kecil sekali harganya. \angle_2 cukup dihitung pada saat T saja.

Saat awal dan akhir gerhana sempurna menurut (A. 13) dan (A. 14).

$$[x_0 - \xi_0 + t(x' - \xi')]^2 + [y_0 - \eta_0 + t(y' - \eta_0)]^2 = \angle_2^2 \quad (\text{A. 15})$$

Sekarang diperkenalkan parameter-parameter M , m , N dan n , yang masing-masing dihitung sebagai berikut:

$$m \sin M = x_0 - \xi_0; \quad m \cos M = y_0 - \eta_0 \quad (\text{A.16})$$

$$n \sin N = x' - \xi'; \quad n \cos N = y' - \eta'$$

atau

$$\tan M = \frac{x_0 - \xi_0}{y_0 - \eta_0}; \quad m^2 = (x_0 - \xi_0)^2 + (y_0 - \eta_0)^2$$

$$\tan N = \frac{x' - \xi'}{y' - \eta'}; \quad n^2 = (x' - \xi')^2 + (y' - \eta')^2 \quad (\text{A.17})$$

Persamaan (A. 15) adalah persamaan kwadrat untuk t dan bila M , m , N , dan n dalam (A.16) dipakai untuk menggantikan parameter posisi, maka persamaan kwadrat itu menjadi:

$$n^2 t^2 + 2 m n t \cos (M - N) + m^2 - \angle_2^2 = 0 \quad (\text{A. 18})$$

Persamaan terakhir ini mempunyai akar-akar:

$$t = \frac{m}{n} \cos (M - N) \pm \frac{\angle_2 \cos \psi}{n} \quad (\text{A.19})$$

pada mana ψ dapat dihitung dari

$$\angle_2 \sin \psi = m \sin (M - N) \quad (\text{A.20})$$

Biasanya $\frac{\angle_2 \cos \psi}{n}$ dinyatakan sebagai τ , yaitu koreksi waktu untuk menentukan saat awal dan akhir gerhana sempurna. Kalau $\angle_2 = 0$, berarti tempat pengamat (P) berimpit dengan sumbu bayang-bayang Bulan. Kalau $\angle_2 \cos \psi = 0$, yaitu terjadi untuk $t = - \frac{m}{n} \cos (M - N)$.

Keduanya menyatakan kejadian pada saat tengah-tengah gerhana, yaitu pada saat:

$$T - \frac{m}{n} \cos (M - N)$$

$$\text{Lamanya gerhana sempurna adalah } 2\tau = 2 \left| \frac{\angle_2 \cos \psi}{n} \right|$$

Dalam praktek, selain daripada kita harus memilih saat itu di sekitar tengatengah gerhana, juga harus memilih dua saat perhitungan lain, yaitu saat sekitar awal gerhana sempurna dan saat sekitar berakhirnya. Misalnya, saat yang dipilih sekitar awal gerhana adalah T_1 dan sekitar akhir gerhana adalah T_2 . Dengan cara perhitungan seperti di depan, kita dapat menghitung dari saat-saat di atas, sudut ψ_1 dan sudut ψ_2 atau selang waktu τ_1 dan τ_2 . Kemudian saat awal dan akhir gerhana sempurna yang sebenarnya, masing-masing adalah sebagai berikut:

$$T_1 - \frac{m_1}{n_1} \cos (M_1 - N_1) - \tau_1$$

$$T_2 - \frac{m_2}{n_2} \cos (M_2 - N_2) + \tau_2$$

Indeks pada setiap parameter menunjukkan harga parameter itu dihitung pada saat T_1 dan saat T_2 . ψ_1 dan ψ_2 dihitung berdasarkan persamaan (A.20), tetapi karena harga $\cos \psi_1$ dan $\cos \psi_2$ masih mungkin mempunyai tanda positif atau negatif, maka pada perhitungan di atas untuk awal gerhana diambil $\cos \varphi_1$, yang positif dan $\cos \varphi_2$ yang negatif. Lamanya berlangsung gerhana sempurna dihitung dari selisih kedua saat di atas. Untuk perhitungan gerhana sebagian, kita tinggal mengganti \angle_2 oleh \angle_1 saja.

Sebagai penutup mengenai cara perhitungan ini, secara singkat dapat dikatakan bahwa kalau kita ingin menghitung saat-saat awal, tengah-tengah dan akhir gerhana perlu mengetahui kapan kira-kira tengah-tengah gerhana terjadi pada tempat-tempat di Bumi ini. Di dalam Astronomical Almanac, peta mengenai waktu dan tempat ini untuk setiap gerhana sudah dimuat, diperoleh dengan perhitungan seperti

diterangkan tadi. Peta itu dilengkapi pula oleh keterangan mengenai setengah selang waktu gerhana (semi duration). Dengan demikian kita dapat mengira-ngira kapan di tempat kita tengah-tengah gerhana berlangsung, kalau tempat kita termasuk dalam daerah gerhana. Begitu pula mengenai perkiraan saat awal dan akhir gerhana. Saat-saat yang tepat atau yang sebenarnya dapat diperoleh dengan cara perhitungan seperti yang diterangkan di atas, karena yang dibaca di peta itu berdasarkan interpolasi, belum yang sebenarnya. Parameter-parameter yang menentukan dalam perhitungan akhir adalah M , m , N dan n yang diperoleh setelah kita mengetahui lebih dahulu unsur-unsur beselien. Unsur-unsur beselien ini dapat kita baca dari daftar ephemeris pada setiap gerhana.

2) Perhitungan gerhana Bulan

Yang pokok dalam perhitungan gerhana tentu saja mengenai saat-saat yang penting selama kejadian itu. Saat-saat tersebut ialah saat Bulan mulai menyinggung bayang-bayang umbra, saat mulai gerhana sempurna dan berakhirnya, serta saat Bulan meninggalkan bayang-bayang umbra. Titik-titik persinggungan antara Bulan dengan lingkaran bayang-bayang itu biasanya disebut titik-titik kontak. Kecuali itu, juga mengenai fraksi garis tengah Bulan yang tertutup bayang-bayang Bumi pada waktu gerhana maksimum, diukur sepanjang garis yang menghubungkan titik pusat Bulan dengan titik pusat bayang-bayang. Yang terakhir ini biasanya disebut sebagai magnitude gerhana sebagian.

Untuk dapat mengikuti tentang apa yang harus dilakukan dalam perhitungan, maka berikut ini diberikan dulu penurunan rumus-rumusnya.

Pada Gambar No. 10 diperlihatkan kedudukan Bulan (M) dekat kepada titik pusat bayang-bayang Bumi (C) pada bola

langit. Bila dalam sistem koordinat equatorial titik M dan C itu masing-masing dinyatakan posisinya (α_1, δ_1) dan (α_0, δ_0) , selanjutnya sudut PCM dinyatakan sebagai sudut Q dan busur CM ditulis η , maka dengan rumus segitiga bola diperoleh:

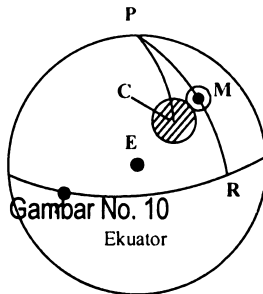
$$\sin \eta \sin Q = \cos (\alpha_1 - \alpha_0)$$

$$\sin \eta \cos Q = \sin \delta_1 \cos \delta_0 - \cos \delta_1 \sin \delta_0 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_0)$$

Karena sudut η itu relatif kecil sekali, atau $(\alpha_1 - \alpha_0)$ dan $(\delta_1 - \delta_0)$ dengan sendirinya juga kecil sekali, maka $\sin \eta = \eta$, $\sin (\alpha_1 - \alpha_0) = \alpha_1 - \alpha_0$, $\sin (\delta_1 - \delta_0) = \delta_1 - \delta_0$ dan $\cos (\delta_1 - \delta_0) = 1$. Persamaan di atas menjadi:

$$\eta \sin Q = (\alpha_1 - \alpha_0) \cos \delta_1$$

$$\eta \cos Q = \delta_1 - \delta_0 \tag{B.5}$$



Sekarang kita pakai besaran x dan y yang masing-masing dinyatakan sebagai berikut:

$$x = (\alpha_1 - \alpha_0) \cos \delta_1 = \eta \sin Q$$

$$Y = \delta_1 - \delta_0 = \eta \cos Q \tag{B.6}$$

Kita dapat mengetahui (α_0, δ_0) untuk titik pusat bayang-bayang Bumi setiap waktu, dari posisi Matahari, karena posisi keduanya berbeda 180° . Jadi saat-saat ketika titik C dan M berdekatan sekali dapat diketahui. Dengan perkataan lain saat-saat pertengahan gerhana dapat diketahui (biasanya saat

asensiorekta titik C dan M sama), misalkan dinyatakan oleh T_0 (waktu universal). Pada saat itu harga-harga x dan y dapat dihitung pula dan dinyatakan sebagai x_0 dan y_0 . Setelah waktu berjalan t jam, kita dapat menghitung pada saat $(T_0 + t)$.

$$x = x_0 + x' t, y = y_0 + y' t$$

pada mana x' dan y' adalah nilai perubahan harga x dan y tiap jam yang dapat dihitung dari (B.6) di atas, berdasarkan kepada harga perubahan posisi M dan C tiap jamnya. Berikut ini diperkenalkan lagi parameter-parameter M, m, N dan n yang memenuhi ungkapan berikut:

$$\begin{aligned} x_0 &= m \sin M, & y_0 &= m \cos M \\ x' &= n \sin N, & y' &= n \cos N \end{aligned} \quad (\text{B.7})$$

Ini berarti

$$\begin{aligned} \tan M &= \frac{x_0}{y_0}, & m^2 &= x_0^2 + y_0^2 \\ \tan N &= \frac{x'}{y'}, & n^2 &= x'^2 + y'^2 \end{aligned} \quad (\text{B.8})$$

Dengan ungkapan (B.7) di atas kita dapatkan bentuk baru dari (B.6).

$$X = \eta \sin Q = m \sin M + n t \sin N \quad (\text{B.9})$$

$$Y = \eta \cos Q = m \cos M + n t \cos N$$

Dari keduanya diperoleh bentuk persamaan kwadrat untuk mencari harga t sebagai berikut:

$$\eta^2 = m^2 + 2 m n t \cos (M-N) + n^2 t^2$$

yang mempunyai akar-akar:

$$t = -\frac{m}{n} \cos (M-N) \pm \left[\frac{n^2 - m^2 \sin^2 (M-N)}{n^2} \right]^{1/2} \quad (\text{B.10})$$

kalau kita menyatakan:

$$m \sin (M-N) = \eta \sin \psi \quad (\text{B.11})$$

maka akar-akar itu adalah:

$$t = -\frac{m}{n} \cos (M-N) \pm \frac{\eta}{n} \cos \psi \quad (\text{B-12})$$

Ingat t di atas adalah selang waktu dari saat T_0 . Jika kita mengambil $\eta = 0$, berarti mengambil saat titik C berimpit dengan M atau titik pusat bayang-bayang Bumi berimpit dengan titik pusat Bulan dan ini yang disebut saat tengah-tengah gerhana. Tengah-tengah gerhana terjadi pula pada $r^2 - m^2 \sin^2 (M-N) = 0$, yaitu pada gerhana sebagian. Jadi saat tengah-tengah gerhana dihitung dari T_0 tadi ialah:

$$T_0 - \frac{m}{n} \cos (M - N)$$

Jika kita memasukkan η sebesar $\eta = \frac{51}{50} (P + P_1 - S) + S_1$ ke dalam (B.12) itu, berarti kita dapat menentukan saat-saat Bulan mulai menyentuh umbra dan juga saat meninggalkannya.

$$T_8 - \frac{m}{n} \cos (M-N) - \frac{\frac{51}{50} (P + P_1 - S)}{n}$$

adalah saat Bulan menyentuh umbra dan:

$$T_8 - \frac{m}{n} \cos (M-N) - \frac{\frac{51}{50} (P + P_1 - S) \cos \psi}{n}$$

adalah saat meninggalkannya.

Untuk menghitung saat Bulan terbenam seluruhnya dalam bayang-bayang umbra dan muncul keluar lagi daripadanya, kita masukkan ke dalam persamaan t pada (B.12) itu $\eta = \frac{51}{50} (P + P_1 - S) - S_1$. Saat mulai terbenam seluruhnya (awal gerhana sempurna) adalah:

$$T_0 - \frac{m}{n} \cos (M-N) - \left[\frac{51}{50} (P + P_1 - S) - S_1 \right] \frac{\cos \psi}{n}$$

dan saat muncul keluar lagi (akhir gerhana sempurna) adalah:

$$T_0 - \frac{m}{n} \cos(M-N) - \left[\frac{S_1}{50} (P + P_1 - S) - S_1 \right] \frac{\cos \psi}{n}$$

Lamanya gerhana sempurna berlangsung adalah:

$$2 \times \left[\frac{S_1}{50} (P + P_1 - S) - S_1 \right] \frac{\cos \psi}{n}$$

Sekarang tinggal membicarakan caranya menghitung magnitude gerhana sebagian. Di atas telah disebutkan bahwa pada gerhana sebagian, tengah-tengah gerhana terjadi pada saat $\eta^2 - m^2 \sin^2(M-N) = 0$. Misalkan jarak C dari M pada saat itu η_{tengah} maka :

$$\eta_{\text{tengah}} = |m \sin(M-N)| \quad (\text{B.13})$$

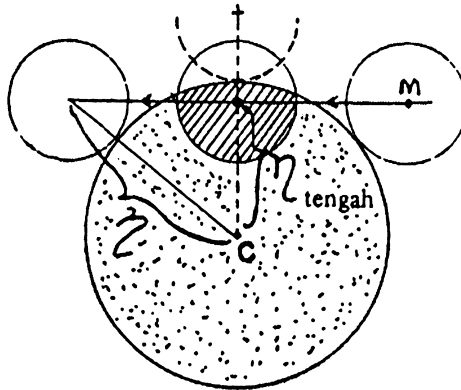
Tanda mutlak perlu dipakai, karena mempunyai satuan jarak. Kalau kita selanjutnya melihat gambar No. 11, dapat dibuktikan bahwa bagian garis tengah Bulan yang tertutup bayang-bayang Bumi adalah $\mu - \mu_{\text{tengah}}$. Karena magnitudo gerhana didefinisikan sebagai perbandingan garis tengah yang tertutup bayang-bayang dengan garis tengah Bulan, maka magnitudo itu adalah:

$$\frac{\eta - |m \sin(M-N)|}{2S_1}$$

η ialah jarak sudut CM pada waktu kontak pertama atau pada waktu kontak keempat (biasanya diambil rata-ratanya).

Sebagai kesimpulan dan penutup dari keterangan gerhana Bulan ini dapatlah diterangkan secara singkat bahwa kalau kita mengetahui akan terjadi gerhana, dengan melihat syarat-syaratnya seperti diterangkan dalam B.II, kita dapat menetapkan waktu di sekitar saat Bulan berposisi dengan Matahari. Waktu itu disebut T_0 dan pada waktu itu dapat dihitung parameter-parameter M, m, N dan n dengan lebih dahulu mencari x_0 , Y_0 , x' dan y' , berdasarkan kepada angka-angka a dan 5 yang terdapat dalam daftar ephemeris untuk Matahari dan Bulan. Pada akhirnya kita dapat menentukan

waktu tengah-tengah gerhana, saat terjadinya kontak pertama, kedua, ketiga dan keempat, lamanya berlangsung gerhana sempurna dan magnitudo gerhana sebagian, dengan menggunakan harga-harga M , m , N dan n yang dihitung itu.



Gambar No. 11

7. Daftar alat-alat hisab

a. Mesin hitung

Adalah suatu alat yang dipergunakan untuk membantu dalam soal hitung-menghitung. Pada garis besarnya mesin hitung terbagi dua bagian:

Mesin hitung ini dikenal dengan nama "Calculator". Di samping Calculator yang hanya mempunyai fungsi perjumlahan dan perkalian saja, juga terdapat Calculator yang dapat mencari fungsi goneometris, logaritma, akar, pangkat, dan lain sebagainya yang sangat membantu dalam kelancaran hitung-menghitung. Calculator semacam ini dikenal dengan istilah "Scientific Calculator".

Sistem Hisab yang mempergunakan kaidah-kaidah Spherical

Trigonometry sangat memerlukan scientific calculator ini. Untuk melakukan perhitungan dalam jumlah besar, seperti menentukan awal dan akhir waktu shalat setiap hari selama setahun atau menentukan arah kiblat untuk tiap-tiap ibukota negara seluruh dunia dan sebagainya, dapat dipergunakan mesin hitung "Programming Calculator". Calculator jenis ini sebelum melakukan perhitungan dapat dipakai untuk mem- "program" rumus terlebih dahulu. Artinya kita memasukkan rumus untuk mendapatkan "Program"-nya, bahkan "program" ini dapat disimpan dalam sebuah "kaset khusus" untuk dipergunakan bilamana perlu tanpa mem-"program" lagi terlebih dulu. Setelah kita mempunyai "program", kita hanya tinggal memasukkan data yang diperlukan dan seketika itu akan keluar hasilnya. Dengan demikian perhitungan yang berjumlah banyak, asal rumusnya sama, akan dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat.

b. Rubu' Mujayyab

Adalah suatu alat untuk menghitung fungsi goniometris, yang sangat berguna untuk memproyeksikan suatu peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Alat ini terbuat dari kayu/papan berbentuk seperempat lingkaran, salah satu mukanya biasanya ditempel kertas yang sudah diberi gambar seperempat lingkaran dan garis-garis derajat serta garis-garis lainnya. Dalam istilah goniometri alat ini disebut "kuadran".

Bagian-bagian penting dari Rubu':

- a. Bagian yang melengkung sepanjang seperempat lingkaran, disebut "Qaus" (busur). Bagian ini diberi skala derajat 0 sampai dengan 90 yang dimulai dari sisi Jaib Tamam dan diakhiri pada sisi Jaib.
- b. Satu sisi lurus tempat mengincar sasaran, disebut "Jaib". Artinya Sinus. Bagian ini diberi skala 0 sampai dengan 60 yang disebut satuan Sittini (Satuan seperenampuluan) atau 0 sampai dengan 100 yang disebut A'syari (Satuan Desimal). Dari tiap titik satuan skala itu, ditarik garis yang tegak lurus terhadap sisi "Jaib" itu

sendiri. Garis-garis itu disebut "Juyub Mankusah"

- c. Sisi lurus lainnya, disebut sisi Jaib Tamam, (artinya Cosinus), yang memuat skala seperti pada sisi Jaib. Juga dari tiap titik skala ini ditarik garis yang tegak lurus terhadap sisi Jaib Tamam itu sendiri. Garis-garis ini disebut "Juyub Mabsuthah".
- d. Titik pusat Rubu', disebut "Markaz". Titik ini merupakan perpotongan antara sisi "Jaib" dengan sisi "Jaib Tamam". Pada titik ini terdapat lobang kecil yang dimasuki benang.
- e. Pada benang tersebut ada simpulan kecil, terbuat dari benang juga yang dapat digeser turun naik dengan mudah, berfungsi sebagai pemberi tanda. Simpulan ini disebut "Muri".
- f. Bandul, terbuat dari logam yang diikatkan pada ujung benang. Bandul ini berfungsi untuk meluruskan benang sehingga dengan jelas benang tersebut menempati titik atau garis tertentu. Bandul ini disebut "Syakul".
- g. Lobang kecil sepanjang sisi Jaib yang berfungsi sebagai teropong untuk mengincar suatu benda langit atau sasaran lainnya. Lubang ini disebut "Hadafah".

Rubu' yang baik adalah yang ukurannya cukup besar, skalanya teliti dan tepat, lubang pada Markaz hanya pas untuk benang saja (tidak longgar) dan lobang Hadafahnya tidak terlalu besar serta per-sis berimpit dengan sisi Jaib. Di samping itu, jika Rubu' tersebut akan dipergunakan untuk mengincar sasaran, hendaknya memakai tiang yang dapat distel sedemikian rupa sehingga kalau sasaran-nya sudah kena, posisinya tidak berubah lagi dan dengan tepat benang bersyakul itu akan menunjukkan posisi yang sebenarnya.

Contoh penggunaan Rubu':

- a. Misal kita akan mengukur ketinggian suatu benda langit yang sudah jelas terlihat di atas horizon. Mula-mula kita incar benda langit tersebut melalui lubang Hadafah dari arah Qaus. Jadi, posisi

Rubu' adalah sebagai berikut:

Markaz berada paling atas, sisi Jaib Tamam berada paling de-pan dari arah kita dan sisi Qaus berada paling bawah. Setelah sasaran kena, lihatlah letak benang bersyakul pada sisi Qaus, kemudian kita lihat skala yang dimulai dari Awwalul Qaus (sisi Jaib Tamam). Angka tersebut menunjukkan ketinggian Benda Langit.

- b. Untuk memperoleh harga Sinus dari ketinggian Benda Langit tersebut di atas, kita lihat garis JUYUB MANKUSAH yang melalui angka ketinggian benda langit memotong sisi Jaib. Angka pada sisi Jaib yang dihitung mulai dari Markaz itulah menunjukkan harga Sinus.
- c. Untuk memperoleh harga Cosinus dari ketinggian benda langit tersebut di atas, kita lihat garis JUYUB MABSUTHAH yang melalui angka ketinggian benda langit memotong sisi Jaib Tamam. Angka pada sisi Jaib Tamam yang dihitung mulai Markaz itulah menunjukkan harga Cosinus.

Selain hal tersebut di atas, Rubu' Mujayyab dapat dipergunakan untuk menentukan fungsi-fungsi goneometris lainnya, perkalian dan pembagian fungsi goneometris, mengukur ketinggian sebuah menara, pohon dan kedalaman sebuah sumur, lebar sebuah sungai dan lain sebagainya.

Untuk mengenal Rubu' Mujayyab lebih mendalam, dipersilahkan mempelajari buku "Al-Ma'arifur Rubaniyah bil Masailil Falakiah" karangan Syeh Muhammad 'Arif Afandi, Istambul dan "Taqribul Maqshod" susunan Muh. Mukhtar 'Atharid Al-Jawi, cetakan Surabaya.

c. Rukyat di Indonesia

1. Pengertian rukyat

Rukyat berarti melihat dengan mata atau melihat dengan akal akan tetapi rukyat dalam pembicaraan ini dimaksudkan untuk melihat dengan mata.

Kegiatan melihat (rukyat) dalam hal ini ialah memperhatikan Hilal di bahagian langit sebelah Barat pada menjelang bulan baru. Kegiatan ini dilakukan untuk mengobservasi Hilal. Oleh sebab itu sebelum rukyat dilakukan perlulah dilokalisir kedudukan Hilal tersebut menurut perhitungan yang cermat:

- a. Ditentukan berapa tinggi HM.
- b. Ditentukan berapa azimutnya.
- c. Ditentukan berapa miringnya falak bulan dari Ekliptika.

Dengan demikian dapatlah diketahui secara pasti kedudukan Bulan tersebut, kemudian untuk penelitian lebih lanjut ditentukan pula gerakan Bulan harian, yang dalam hal ini sejajar dengan Equator.

Untuk dijadikan pedoman langkah pertama yang harus dilakukan ialah menghitung jam berapa tinggi Matahari yang sama dengan tinggi Bulan yang akan dirukyat itu, serta berapa azimutnya. Sesudah itu dihitung pula jam berapa tenggelamnya Matahari dan berapa pula azimutnya. Sesudah itu dipersiapkanlah dalam kertas kerja dengan sket gerakan Matahari dari detik ke detik melalui lintasan yang ditunjuki oleh azimut Matahari pada saat tingginya sama dengan hilal rukyat dan azimut Matahari pada saat tenggelam. Sesudah itu ditentukan pula azimut Bulan pada saat Matahari tenggelam. Dengan demikian dapatlah dibuat kedudukan Bulan dengan ketinggian tersebut, serta dapat ditentukan pula gerakannya dari saat ke saat dengan membuat lintasan harian Bulan tersebut dengan lintasan Matahari Kemudian ditunggulah saat Matahari tenggelam. Kemudian dengan Theodolite (dengan Ruhu') dapatlah ditentukan di mana letak Hilal itu sesuai dengan sket yang telah dibuat.

Akhirnya gerakan Bulan dari menit ke menit dapat ditelusuri dengan memperhatikan lintasan hariannya yang sejajar dengan lintasan Matahari. Dengan demikian rukyat diharapkan akan berhasil.

Dengan cara lain ialah menentukan suatu titik pada bola langit dengan tinggi dan azimut Bulan, kemudian menunggu sampai Matahari tenggelam. Titik yang ditentukan tadi diincar atau dibidik dengan memancangkan sebuah bambu sebagai tiang dan sebuah bambu lagi yang dipakukan ke tiang tersebut dengan meluruskan arah bambu yang

dipakukan itu ke arah titik yang telah ditentukan tadi. Setelah Matahari tenggelam diincarlah arah tersebut sesuai dengan arah bambu tadi, maka disitulah Bulan akan terlihat. Dan apabila pada saat itu hilal belum juga kelihatan maka gerakannya dapat diikuti dari menit ke menit dengan memperhatikan lintasan hariannya yang sejajar dengan Equator. Rukyat hilal yang pernah terlihat di Pelabuhan Ratu yaitu setinggi $2^{\circ} 15'$, hanya saja di dalam Kitab-kitab ilmu Falak disyaratkan tidak kurang dari 4° , sedangkan dalam Komperensi Islam di Istambul disyaratkan tinggi Bulan harus 5° dengan ketentuan jarak sudut Bulan dan Matahari tidak kurang dari 8. Ketentuan ini tentunya masih memerlukan observasi yang meyakinkan, karena ketentuan ini masih bersifat teoritis.

2. Tehnik Observasi

Pengamatan terhadap benda-benda langit telah dilakukan sejak jaman prasejarah. Pada mulanya, pengamatan itu dilakukan begitu saja tanpa menggunakan alat dan tidak pula dicatat. Dengan cara ini pengetahuan itu menyebar dari mulut ke mulut, terjadi penambahan dan pengurangan sehingga pengetahuan yang sesungguhnya sulit untuk dikaji.

Dengan dikenalnya tulis menulis, cara pengamatan sedikit berkembang. Dari apa yang dapat dilihat itu diamati dengan seksama, dan ingatan tentang pengamatan itu dipindahkan ke dalam bentuk tulis, baik yang berupa ganibar ataupun kalimat-kalimat yang tertulis. Adanya catatan kuno semacam itu dapat mengungkapkan banyak hal, berupa peristiwa-peristiwa yang terjadi selama ribuan tahun berselang di alam semesta ini.

Timbul pula masalah lain, bagaimana caranya agar kita dapat memberitahukan atau mencatat posisi benda-benda langit dengan cara yang lebih tepat dan teliti. Mulailah dipikirkan untuk membuat alat yang dimaksudkan itu. Alat yang dihasilkan itu dapat memberi tahu arah (azimuth) dan ketinggian dari sebuah benda di langit. Alat semacam ini mulai dikenal sejak sekitar 2.000 tahun yang lalu, dan dengan penggunaan alat sederhana semacam itu hasilnya dapat diolah oleh Kepler sehingga pergerakan benda-benda langit dapat dirumuskan dalam bentuk hukum pergerakan.

Pemakaian teropong yang dipelopori oleh Galileo Galilei, pada awal abad ke 17, banyak membuka tabir rahasia alam semesta. Di samping itu penggunaan alat fotografi untuk keperluan tertentu dapat mengisi kekurangmampuan mata untuk mengamati benda langit.

3. Beberapa masalah mengenai observasi Bulan bagi penentuan awal bulan qomariyah

Mengamati Bulan pada awal bulan qomariyah adalah suatu pekerjaan yang bisa dilakukan orang banyak, tetapi tidak setiap orang dapat melihat sarasannya. Ketajaman mata dan pengalaman saja tidak dapat menjamin untuk dapat melihat Bulan yang masih sangat tipis. Beberapa hal perlu diketahui dan dipersiapkan sebelum mengadakan observasi.

a. Tempat Observasi

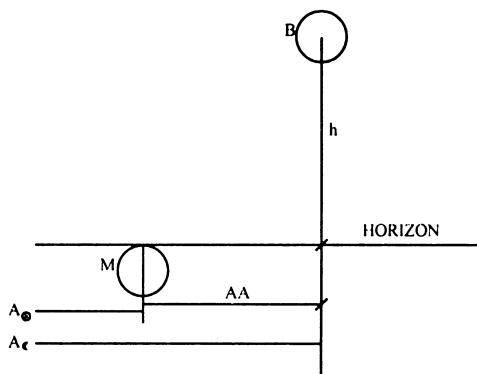
Pada dasarnya tempat yang baik untuk mengadakan observasi awal bulan qomariyah adalah tempat yang memungkinkan pengamat dapat mengadakan observasi di sekitar tempat terbenamnya Matahari. Pandangan pada arah itu sebaiknya tidak terganggu, sehingga horison akan terlihat lurus pada daerah yang mempunyai azimuth 240° s.d 300° . Daerah itu diperlukan terutama jika observasi Bulan dilakukan sepanjang musim dengan mempertimbangkan pergeseran Matahari dan Bulan dari waktu ke waktu.

b. Iklim

Apabila pengamatan yang teratur diperlukan, maka tempat itupun harus memiliki iklim yang baik untuk pengamatan. Pada awal Bulan cahaya Bulan sabit demikian tipisnya, sehingga hampir sama terangnya dengan cahaya senja di langit. Adanya awan yang tipis pun sudah akan menyulitkan pengamatan Bulan itu. Setidak-tidaknya, bersihnya langit dari awan, pengotoran udara maupun cahaya kota di sekitar arah terbenamnya Matahari merupakan persyaratan yang sangat penting untuk dapat melakukan observasi pada suatu saat tertentu.

c. Posisi benda langit

Adalah satu hal yang semestinya sudah diketahui sebelum melakukan pengamatan pada saat terbenamnya Matahari. Letak Bulan itu dinyatakan oleh perbedaan ketinggiannya dengan Matahari dan selisih azimuth di antara keduanya. Jadi keterangan tinggi Hilal saja belum memberikan informasi yang lengkap tentang letak Bulan. Hal itu disebabkan oleh letak Bulan yang dapat bervariasi dari 0° sampai sekitar 5° dari Matahari ke arah Utara atau Selatan.



Gambar 1

Pada Gambar 1 tinggi hilal pada saat Matahari terbenam dinyatakan dengan h , diukur dari horison ke pusat Bulan.

Selisih azimuth di antara Matahari dan Bulan dinyatakan dengan

$$\angle A = A_l - A_\odot.$$

Bila harga itu positif (+) menunjukkan Bulan di sebelah Utara Matahari dan apabila harga itu negatif (-) menunjukkan Bulan di sebelah Selatan Matahari.

Keterangan tentang letak Bulan ini dapat dihisab oleh pengamat sebelum melakukan observasi Bulan atau dapat juga diperoleh dari Badan Hisab dan Rukyat Depag. Keterangan ini

akan lebih mengarahkan para pengamat, sehingga kemungkinan salah arah dapat dihindarkan.

Dari data letak Bulan hasil hisab, pengamat menguji apakah hasil observasi Bulan sesuai dengan hasil hisab atau sebaliknya. Untuk dapat melakukan pengujian itu diperlukan alat yang dapat menyatakan letak Bulan dengan teliti. Perkiraan dengan menggunakan alat yang sederhana tidak mungkin mendapatkan angka-angka yang teliti, karena kecilnya sudut yang diamati.

Alat yang dipakai adalah gabungan dari alat penunjuk arah dan alat penunjuk ketinggian yang dilengkapi dengan pembidik yang dapat dibidikkan ke arah benda langit dengan tepat. Dapat juga kedua penunjuk itu terpisah, sebuah penunjuk arah dan sebuah penunjuk ketinggian. Apabila demikian maka diperlukan ketelitian lagi untuk dapat menggabungkan penunjukkan dari dua alat yang terpisah itu.

Alat pertama, yaitu alat yang dapat menunjukkan arah benda langit (azimuth) mempunyai skala dari 0° melingkar s.d 360° . Sebelum dipakai alat ini perlu diarahkan terlebih dahulu. Untuk mengarahkannya dapat dipakai kompas, untuk mendapatkan arah Utara-Selatan. Seharusnya arah ini perlu dikoreksi dengan faktor penyimpangan kemagnetan setempat. Penyimpangan ini berbeda-beda menurut letak tempat itu di permukaan Bumi. Dan karena penyimpangan itu kecil, untuk keperluan ini dapat diabaikan. Pada waktu menggunakan kompas perlu diperhatikan, bahwa di sekitar kompas itu tidak terdapat benda yang mengandung magnet. Bila ada benda itu penunjukan jarum magnet akan memberikan arah yang salah. Kompas itu sendiri dapat juga dipakai sebagai alat penunjuk arah. Bahkan skala derajat yang terdapat di kompas adalah skala azimuth, di mana titik Utara dipakai sebagai titik awal ($= 0^\circ$) dan azimuth benda langit diukurkan dari Utara sesuai dengan perputaran jarum jam melewati Timur, Selatan dan Barat.

Apabila azimuth benda langit sudah diketahui, dari arah itulah

diukurkan ketinggian benda langit (tinggi hilal) yang dinyatakan dalam skala derajat. Dengan demikian perkiraan letak Bulan dapat ditentukan.

Apabila alat penunjuk ketinggian tidak dipergunakan, ketinggian itu dapat dibandingkan dengan garis tengah Matahari. Matahari garis tengahnya sekitar $\frac{1}{2}$ derajat busur, sehingga tinggi hilal 6 kali garis tengah Matahari sama dengan tinggi hilal sebesar $6 \times \frac{1}{2}^\circ = 3^\circ$.

Apabila hilal sudah terlihat, perlu dilakukan pengukuran letak Bulan sesuai dengan kenyataannya. Ini perlu sekali dilakukan untuk mendapatkan hasil pengamatan yang obyektif. Kadang-kadang bisa saja terjadi hasil perhitungan tidak sesuai dengan hasil pengamatan, dan dari ketidaksesuaian inilah cara perhitungan ataupun cara pengamatan perlu diperbaiki.

d. Penunjuk waktu

Pada dasarnya semua benda langit mempunyai pergerakan, baik pergerakannya sendiri ataupun pergerakan semu. Oleh sebab itu kalau kita menyatakan letak benda langit, itu berarti kita menyatakan letak itu pada waktu tertentu. Dengan demikian seorang pengamat yang baik juga harus mempunyai penunjuk waktu yang baik pula. Hampir semua orang menggunakan jam, tetapi tidak setiap orang tahu bagaimana menepatkan jam itu dengan baik. Sebuah jam yang baik dalam satu hari hanya akan mempunyai kesalahan beberapa detik saja. Sifat ini dipunyai oleh jam kronograf dan jam yang memakai kristal kwarsa (memakai baterai).

Untuk menepatkan jam, dipakai Waktu Standar Lokal (Daerah), sesuai dengan ketentuan di Indonesia dibagi menjadi 3 daerah waktu, Waktu Indonesia Bagian Barat, Waktu Indonesia Bagian Tengah dan Waktu Indonesia Bagian Timur. Radio Republik Indonesia setiap waktu tertentu menyiarkan tanda waktu yang bersumber dari Badan

Meteorologi dan Geofisika. Tanda waktu itu mengawali acara Warta Berita, merupakan tanda yang berbunyi tit, tit, tit sebanyak enam kali diawali dari detik ke-55. Jadi tit pertama adalah detik ke-55, tit kedua adalah detik ke-56, tit ketiga adalah detik ke-57, tit keempat adalah detik ke-58, tit kelima adalah detik ke-59, dan tit terakhir adalah detik ke-60 atau detik keenol tepat untuk jam tertentu (jam 13:00 WIB).

e. Cahaya Bulan sabit

Bulan, benda langit yang akan diamati adalah sebuah benda gelap yang tidak mempunyai cahaya sendiri. Yang biasa dilihat adalah bagian Bulan yang disinari Matahari. Pada keadaan tertentu cahaya Bumi (juga pantulan cahaya Matahari) dapat pula terlihat di Bulan, memberikan kebulatan Bulan yang utuh. Pada saat awal Bulan, pengamatan itu dilakukan pada waktu Matahari terbenam. Keadaan langit waktu itu mulai berubah. Pada siang hari Matahari terang, langit pun terang. Terangnya langit ini disebabkan oleh cahaya Matahari yang disebarkan oleh udara Bumi. Matahari terbenam, terangnya langit berkurang, tetapi cahaya senja masih terlihat sampai dengan waktu Isya tiba. Pada saat Matahari baru saja terbenam, cahaya langit senja masih cukup terang, yang menyulitkan kita untuk dapat melihat hilal. Bulan masih terlalu tipis, sehingga cahayanya hampir tidak jauh berbeda dengan terangnya langit senja yang cerah tanpa awan. Demikian juga cahaya Bumi, tidak dapat diamati.

f. Observasi Bulan sabit

Pengamatan Bulan sabit dapat dilakukan dengan dua macam cara. Cara pertama adalah observasi Hilal, yaitu melihat Bulan pada umur yang paling muda sebagai pertanda awal bulan qamariyah. Cara inilah yang dibahas pada tulisan ini. Cara kedua adalah observasi Buian baru yang lebih ditekankan kepada pengamatan batas visibilitas Bulan baru. Pengamatan dengan cara yang kedua itu akan menyelidiki berapa umur atau posisi minimal sehingga Bulan sudah dapat dilihat. Karena masalah ini juga hal yang penting, maka batas visibilitas Bulan itu perlu diketahui.

g. Batas Visibilitas Bulan

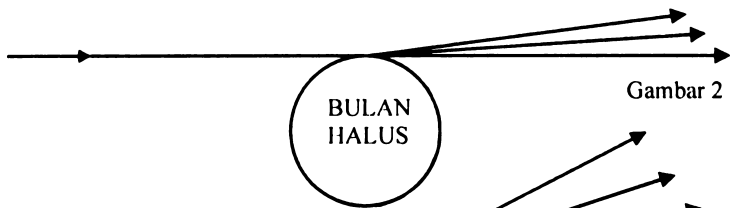
Pada tahun 1931 Andre Danjon sewaktu menjadi direktur Observatorium Strasbourg merasa tertarik untuk menyelidiki lengkungan sabit Bulan. Pada tanggal 13 Agustus dia melihat Bulan yang berumur 16 jam 12 menit sebelum konjungsi. Dengan teropong refraktor yang bergaris tengah 3 inci pada perbesaran 25 kali, sabitnya terlihat kurang dari seperempat lingkaran dan diperkirakan antara 75° s.d 80° dari ujung ke ujung. Pengamatan-pengamatan lain dan catatan lam juga menunjukkan persoalan yang sama, bahwa berkurangnya sabit itu semakin kecil sementara jarak sudut Bulan-Matahari bertambah besar.

Persoalan ini dapat diterangkan secara mudah oleh Andre Danjon dan dipublikasikan dalam *L' Astronomic* pada tahun 1932. Menurut pendapatnya, hal itu disebabkan oleh keadaan permukaan Bulan yang tidak halus melainkan bergunung-gunung. Pada saat Bulan terlihat sebagai sabit tipis, maka kecuali ada cahaya yang dapat diamati dari bumi, ada juga cahaya yang seharusnya juga terlihat dari Bumi terhalang oleh gunung-gunung di Bulan. Hal semacam ini akan dapat diamati dengan jelas bila kita mengamati Bulan dengan teropong seperti yang dilakukan oleh William D. Pence seorang pengamat amatir di Illinois Amerika Serikat. Pada jam 19.15 tanggal 25 April 1971 ia mengamati Bulan yang berumur 21 jam 13 menit sesudah konjungsi. Pada saat itu langit sangat cerah, tetapi karena cahaya senja; cahaya Bumi tidak terlihat baik dengan mata biasa ataupun dengan menggunakan teropong. Pada perbesaran 32 kali sabitnya Bulan terlihat pecah menjadi beberapa bagian. Hal ini menunjukkan bahwa ada cahaya sabit Bulan yang terhalang oleh gunung-gunung di Bulan, sehingga terlihat dengan teropong bahwa sabit itu pecah-pecah.

Kalau saja Bulan kita ini bulat sempurna dan halus permukaannya, pemendekan lengkungan sabit Bulan tidak akan terjadi. Di samping itu barangkali meskipun jarak sudut Bulan - Matahari masih kecil, sabit itu dapat diamati. Tetapi kenyataannya permukaan Bulan bergunung-gunung. Hal ini menyebabkan Bulan

tidak akan terlihat jika jarak sudut Bulan - Matahari terlalu kecil. Pada batas jarak sudut Bulan - Matahari tertentu Bulan mulai terlihat dan panjang sabitnya kurang dan seperempat lingkaran. Panjang sabit itu semakin besar sementara jarak sudut Bulan - Matahari membesar sampai dengan saat Bulan purnama.

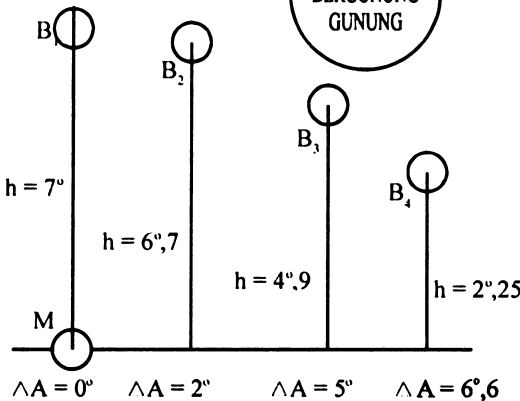
Dengan mengumpulkan sekitar 50 potret Bulan sabit yang berbeda beda, Danjon mendapatkan besarnya sudut batas visibilitas yang besarnya 7° . Jika jarak sudut Bulan — Matahari kurang dari 7° , Bulan tidak mungkin dapat dilihat.



Gambar 2



Gambar 2a



Gambar 2b

Gambar 2a menunjukkan pengaruh topografi Bulan terhadap visibilitas Bulan. Sedang pada Gambar 2b diperlihatkan hubungan

antara jarak sudut Bulan - Matahari dengan tinggi hilal. Terlihat bahwa meskipun jarak sudutnya sama, tinggi hilal itu berbeda tergantung dari besarnya selisih azimuth antara Bulan dan Matahari. Apabila jarak sudut Bulan - Matahari ditentukan sebesar 7° , dengan memakai rumus segitiga bola maka untuk selisih azimuth 0° tinggi hilalnya 7° ; selisih azimuth 2° tinggi hilalnya $6,7^\circ$; selisih azimuth 5° tinggi hilalnya $4,9^\circ$; dan selisih azimuth $6,6^\circ$ tinggi hilalnya $2,25^\circ$.

Apa yang didapatkan Danjon ini, dipakai oleh beberapa negara sebagai batas. tanggal, tetapi belum berlaku di Indonesia. Tetapi pada suatu saat kita perlu memeriksa apakah sudut batas visibilitas Danjon memang ada. Kalau memang benar ada, barangkali kita tidak mendapatkan harga yang sama seperti Danjon. Tetapi untuk mendapatkannya kita harus melakukan observasi yang sederhana itu dengan cara fotografis.

h. Metode: observasi

Metoda observasi ini adalah cara observasi hilal tanpa memakai teropong. Peralatan yang dipakai adalah penunjuk waktu (jam), penunjuk arah/azimuth (kompas), dan penunjuk ketinggian benda langit. Sistem koordinat yang dipakai adalah sistem koordinat horison.

Bagi pengamat yang tidak menggunakan alat lengkap seperti yang dikemukakan di atas perlu juga memakai metode ini sehingga setiap data observasi Bulan memakai cara yang sama. Pemakaian metoda ini dilengkapi dengan pengisian formulir Laporan Hasil Observasi Bulan yang akan diteruskan kepada Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama untuk dipelajari. Bagian yang tidak dilaporkan karena tidak adanya alat tidak perlu diisi.

1) Persiapan

Sebelum melakukan pengamatan, pengamat perlu mempelajari letak Bulan pada saat Matahari terbenam pada tanggal yang dimaksudkan. Letak Bulan ini dapat dihisab sendiri, atau memakai data hisab dari Badan Hisab dan Rukyat. Tinggi Hilal., dan selisih

azimuth Bulan dan Matahari perlu diketahui agar pengamatan lebih terarah.

2) Menepatan jam

Menepatan jam sebaiknya dilakukan paling tidak 3 hari sebelumnya, dan ditepatkan setiap hari. Caranya sebagai berikut:

- a) Menepatan jam dari RRI. pada jam 19:00 WIB. Tanda waktu tersebut terdiri dari 6 kali nada tit, dan tit terakhir tepat menunjukkan waktunya.
- b) Ulangi penepatan ini pada hari-hari berikutnya, sambil melihat adanya penyimpangan. Percepatan atau perlambatan jam itu sesuai dengan besarnya penyimpangan.
- c) Jika jam itu tidak mungkin ditepatkan, berikanlah koreksi pada penunjukan waktunya. Jika jam itu terlambat 5 menit, penunjukan waktunya harus dikurangi dengan 5 menit, demikian seterusnya.
- d) Gunakanlah jam itu untuk menyatakan waktu pada saat Matahari terbenam dan pada saat melihat hilal, bukan asal menyatakan waktu menurut data hisab.

3) Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam

Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam penting sekali untuk mendapatkan gambaran umum mengenai cuaca pada saat observasi dengan cara sebagai berikut:

- 1) Periksa horison Barat di sekitar perkiraan terbenamnya Mata hari dan perkiraan terlihatnya Bulan.
- 2) Nyatakan keadaan cuaca itu menurut tingkatannya. Untuk pengamatan ini dipakai perjanjian tingkatan cuaca sebagai berikut Cuaca tingkat 1, apabila pada horison itu bersih sama sekal dari awan, birunya langit dapat terlihat jemih sampai ke horison.

Cuaca tingkat 2, apabila pada horison itu terdapat awan tipis yang tidak merata, dan langit di atas horison terlihat keputih

putihan atau kemerah-merahan.

Cuaca tingkat 3, apabila pada horison terdapat awan tipis yang merata di sepanjang horison Barat, atau terdapat awan yang tebal sehingga warna langit di horison Barat bukan biru lagi

4) Mengecek letak Matahari dan memperkirakan letak Bulan

- a) Mempersiapkan penunjuk arah/kompas. Perhatikan terlebih dahulu keadaan di sekitar alat itu, hindarkan penempatan alat itu dan benda yang mengandung magnet. Periksa dengan benda semacam jarum atau penjepit kertas untuk memastikan logam di dekat alat itu tidak mengandung magnet. Apabila logam itu mengandung magnet maka jarum atau penjepit kertas itu akan ditarik oleh benda itu.
- b) Tempatkan kompas pada sebuah tempat yang horisontal, tidak miring. Dapat dipakai water pas untuk memastikan kerataan dari bidang kompas itu. Dalam keadaan bebas jarum kompas akan mengarah ke Utara-Selatan. Tepatkan jarum kompas yang menuju ke Utara dengan skala pada kompas yang bertanda N. yang mempunyai azimuth sebesar 0° . Jarum kompas yang menuju ke Selatan ditepatkan dengan skala yang bertanda S. yang mempunyai azimuth sebesar 180° .
- c) Dengan menggunakan data azimuth Bulan dan Matahari, tentukan arah itu. Tanda-tanda yang ada di horison dapat dipakai sebagai pedoman untuk mengingat-ingat arah itu. Tanda-tanda itu dapat berupa bangunan atau pepohonan yang terdapat di horison. Perbedaan antara azimuth Bulan dan Matahari dapat dipelajari, untuk dapat memperkirakan letak Bulan.
- d) Dari data tinggi Hilal, kita dapat mengarahkan alat yang dipakai ke arah perkiraan letak Bulan diukurkan dari arah azimuth yang sudah didapatkan. Ke arah inilah dipusatkan perhatian untuk melihat Hilal Apabila tidak memakai alat, perkiraan tinggi Hilal akan dapat membandingkan ketinggian itu dengan garis tengah Matahari. Dengan mengetahui garis tengah Matahari

yang besarnya h° , maka tinggi hilal sebesar 3° akan sesuai dengan 6 kali garis tengah Matahari.

5) Melihat Hilal

- 1) Mencatat waktu terbenamnya Matahari, dengan memperhatikan Matahari mulai dari saat Matahari belum terbenam. Tepat pada saat bagian piringan atas Matahari terbenam, catat waktunya
- 2) Perhatikan pada daerah perkiraan letak Bulan. Pada daerah itu Bulan mulai diamati.
- 3) Catat waktu kita melihat hilal dengan teliti, catat pula tinggi hilal dan azimuthnya.
- 4) Catat pula keadaan langit di sekitar Bulan pada saat itu menurut tingkatannya sesuai dengan ketentuan pada pasal c. 2).

6) Melaporkan hasil observasi

Laporkan hasil observasi kepada petugas dengan menyertakan formulir Laporan Hasil Observasi Bulan. Ketentuan-ketentuan lain yang berhubungan dengan Hukum Agama harus pula diikuti oleh pengamat. Formulir Laporan Hasil Observasi Bulan itu akan diteruskan kepada Badan Hisab dan Rukyat Depag, untuk disimpan sebagai data observasi dan dapat diolah kembali untuk mempelajari sifat-sifat Bulan.

LAMPIRAN.

Formulir

LAPORAN HASIL OBSERVASI BULAN

Tanggal

Tempat Pengamatan

Nama Pelapor

Pekerjaan

Umur

Alamat

Alat yang dipakai

HASIL PENGAMATAN

1. Keadaan horizon :
 1. Bagus sekali, tidak ada halangan ke arah tempat pengamatan Matahari dan Bulan.
 2. Sedang, ada halangan tetapi tidak mengganggu Observasi.
 3. Banyak halangan dan observasi terganggu.
2. Cuaca sebelum :
Matahari terbenam
 1. Tidak ada awan, langit biru sampai horison.
 2. Awan tipis tidak merata.
 3. Awan tipis merata dan atau awan tebal.
3. Catat letak Mata - : Azimuth =
hari terbenam
4. Matahari terbenam : jam = menit = detik = W.I.....
5. Melihathilal : jam = menit = detik = W.I.....
6. Letak Bulan : Tinggi hilal =
Azimuth =
7. Cuaca saat meli- :
hat hilal
 1. Tidak ada awan, langit biru sampai horison.
 2. Awan tipis tidak merata.
 3. Awan tipis merata dan atau awan tebal.

*) Coret yang tidak perlu

TANDA TANGAN PELAPOR

4. Beberapa koreksi dalam pengamatan ketinggian benda langit dan fenomena cahaya senja.

Pengukuran ketinggian benda langit dihitung dari horizon yang dilihat pengamat sampai benda langit itu. Horizon ini ialah batas pandang yang menunjukkan perpotongan bola langit dengan permukaan Bumi bagi si pengamat dan karenanya disebut sebagai kaki langit atau ufuk. Tempat yang baik untuk melihat horizon ialah tempat terbuka, tanpa penghalang pandangan, seperti di permukaan laut atau di padang yang luas. Batas pandang itu sesungguhnya adalah garis singgung melalui mata pengamat terhadap permukaan Bumi, sehingga kalau ketinggian mata itu berubah, horizon yang dilihatnyapun berubah pula. Horizon yang disebutkan di atas disebut sebagai horizon semu (apparent horizon) atau ufuk mar'i, yang masih tergantung kepada ketinggian mata pengamat dari permukaan laut. Kalau mata pengamat sama dengan letak ketinggian permukaan laut, horizon yang dilihatnya disebut horizon sebenarnya (true horizon) atau disebut pula ufuk hakiki. Dengan demikian bila kita ingin menyatakan ketinggian suatu benda langit, berdasarkan ufuk hakiki, maka koreksi harus disertakan terhadap ketinggian yang dilihat. Sebaliknya kalau kita menghitung ketinggian ufuk hakiki, juga koreksi harus dilakukan dalam mengubahnya menjadi ufuk mar'i atau yang akan dilihat mata. Koreksi ini dalam bahasa asing disebut koreksi "dip".

Ketinggian benda langit yang dilihat pengamat ditentukan oleh arah datang cahaya yang menuju ke matanya. Sebelum sampai cahaya itu terlebih dahulu melalui berbagai lapisan atmosfer Bumi, yang membuat jalannya itu tidak lurus, melainkan melengkung. Perubahan arah cahaya di dalam atmosfer ini disebabkan oleh kerapatan susunan materi yang tidak sama di dalam tiap lapisannya. Besaran yang menentukan itu disebut sebagai indeks bias atau indeks refraksi lapisan atmosfer. Dengan demikian cahaya benda langit yang diterima mata pengamat bukanlah cahaya yang datangnya lurus menuju pengamat, sehingga yang ditunjukkan olehnya bukan ketinggian benda langit yang sebenarnya. Untuk menyatakan ketinggian yang sebenarnya harus di-adakan koreksi yang disebut

koreksi refraksi.

Letak benda langit dinyatakan oleh unsur-unsur suatu sistem koordinat atau sistem acuan. Di antara sistem acuan itu, yang biasa dipakai ialah sistem equatorial, yang mempunyai unsur-unsur asensioirekta (α) dan deklinasi (δ). Keduanya berupa busur-busur pada bola langit yang bertitik pusat di titik pusat Bumi. Dengan kata lain, pengamat di Bumi dianggap berada pada titik pusatnya. Karena sebenarnya pengamat berada di permukaan Bumi, maka arah pandangan di tempat itu berbeda dengan arah pandangan dari pusat Bumi, kecuali kalau benda yang dilihat tepat berada pada titik zenith. Perbedaan ini menyebabkan posisi benda langit yang dilihat pengamat berbeda dengan yang dinyatakan dalam sistem koordinat itu. Untuk menyesuaikannya diperlukan suatu koreksi yang dinamakan koreksi parallaks. Nilai koreksi ini berubah dari waktu ke waktu, karena tergantung kepada jarak zenithnya.

Khususnya dalam pengamatan Matahari, Bulan dan planet-planet yang dekat, yang menjadi bahan pengamatan langsung bisa jadi lengkungan atas atau lengkungan bawah benda-benda langit itu. Sedangkan ketinggian benda langit dinyatakan oleh ketinggian titik pusatnya, sehingga untuk itu harus ditambahkan atau dikurangkan koreksi setengah diameter terhadap hasil pengamatan. Sebaliknya kalau mengubah hasil perhitungan menjadi ketinggian yang akan diamati.

Selain daripada peristiwa refraksi, yang membuat kesalahan dalam pengamatan ketinggian seperti yang disebutkan di depan, ada fenomena atmosfer lainnya yang mempengaruhi pengamatan benda-benda langit pada saat-saat Matahari tenggelam atau terbit. Fenomena yang dimaksud ialah yang disebut cahaya langit senja (twilight). Di dalam tulisan ini mengenai hal itu disertakan sebagai pelengkap.

a. Tinggi ufuk

Karena Bumi terbentuk seperti bola, pada suatu tempat di permukaan laut (A) bidang horizon merupakan bidang datar yang menyinggung Bumi di tempat itu. Ini yang dinamakan horizon

sebenarnya (true horizon). Pada gambar no. 1 horizon sebenarnya itu digambarkan oleh garis AH yang tegak lurus terhadap garis PO. Titik P adalah titik pusat Bumi. Mata pengamat yang tingginya h dari A, yaitu pada O, mempunyai arah pandangan yang menyinggung Bumi di titik B. Garis OB itu merupakan horizon yang terlihat oleh pengamat dan jelas sekali berbeda dengan horizon sebenarnya. Miringnya garis OB menunjukkan bahwa horizon yang terlihat lebih rendah daripada yang sebenarnya. Selanjutnya di dalam tulisan ini horizon akan disebut sebagai ufuk.

Ufuk sebenarnya biasa juga disebut ufuk astronomis atau ufuk hakiki, sedangkan yang terlihat disebut ufuk semu atau ufuk mar'i. Perbedaan tinggi ufuk sebenarnya dengan tinggi ufuk semu sama dengan besarnya sudut H'OB dan sudut itu dinamakan dip. Terlihat PB bahwa sudut H'OB sama dengan sudut OPB dan $\cos \angle OPB = \frac{PB}{PO}$.

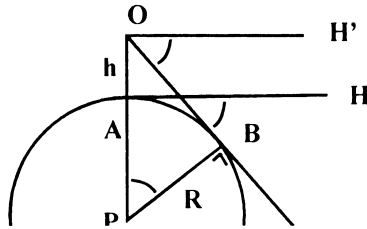
Kalau jari-jari Bumi dinyatakan oleh R dan dip dinyatakan oleh D, maka dapat ditulis:

$$\cos D = \frac{R}{R + H} \quad (11.1)$$

Menghitung D dengan memakai persamaan di atas kurang teliti, karena harganya amat kecil. Hal itu disebabkan sangat kecilnya h kalau dibandingkan dengan R. Berdasarkan rumus ilmu ukur sudut $1 - \cos D = 2 \sin^2 \frac{D}{2}$ dan persamaan (11.1) itu menghasilkan:

$$2 \sin^2 \frac{D}{2} = \frac{R}{R + H} = \frac{h}{R + h}$$

$$\sin \frac{D}{2} = \frac{R}{2(R + h)}$$



Gambar No. 1 .

Dalam prakteknya biasanya D dihitung berdasarkan rumus pendekatan, setelah mengabaikan angka yang terlalu kecil. Pada ruas kanan persamaan terakhir di atas, penyebut $(R+h)$ harga pendekatannya dapat dinyatakan sebagai R saja, karena sangat kecilnya harga h dibandingkan dengan harga R. Untuk sudut yang amat kecil, pendekatan dari harga sinus itu sama dengan harga sudutnya dalam satuan radian. Jadi menurut pendekatan itu dapat ditulis:

$$D_{\text{radian}} = 2 \frac{h}{2R} \quad (11.2)$$

Kita masih dapat menyederhanakan rumus di atas dengan cara pendekatan selanjutnya sebagai berikut ini. Ambil harga $2R = 12.734.935$ meter dan diperoleh $2 \sqrt{\frac{1}{2R}} = 0,0005604$. Kemudian karena satu radian sama dengan 3437,7468 menit busur, maka rumus (11.2) di atas dapat ditulis dengan pendekatan baru

$$D' = 1,93 \sqrt{h_{\text{meter}}} \quad (11.3)$$

D' berarti dip yang dinyatakan dalam satuan menit busur, sementara h diukur dalam satuan meter. Di bawah ini telah dihitung harga D' untuk ketinggian sampai 1000 meter berdasarkan persamaan (11.3).

h (meter)	D'	h (meter)	D'
50	13' 39"	550	45' 16"

	100	19' 18"	600	47' 16"
150	150	23' 38"	650	49' 12"
	200	27' 18"	700	51' 04"
	250	30' 3 1"	750	52' 51"
	300	33' 26"	800	54' 35"
	350	36' 06"	850	56' 16"
	400	38' 36"	900	57' 54"
	450	40' 56"	950	59' 29"
	500	43- 09"	1000	61 '02"

Di sini pengaruh "mirage" dan "looming" diabaikan, dengan penyimpangan seharga 5%.

b. Pembiasan cahaya (refraksi) oleh atmosfer Bumi

Jalannya cahaya benda langit mengalami pembelokan dalam atmosfer Bumi, sehingga arahnya ketika mencapai mata pengamat tidak sama dengan arah semula. Peristiwa ini disebut pembiasan cahaya atau refraksi. Makin miring arah cahaya datang itu kepada lapisan terluar atmosfer, makin besar pula pengaruh pembiasan itu terhadap ketinggian benda langit. Cahaya yang tidak mengalami pembiasan adalah cahaya yang berimpit dengan arah radial dari titik pusat Bumi, karena datangnya tegak lurus terhadap Bumi. Sudut datang atau sudut kemiringan cahaya terhadap atmosfer di dalam hal ini oleh pengamat diukur dari titik zenithnya.

c. Parallaks

Pengertian parallaks secara umum ialah perubahan arah lihat atau arah pandang pada sebuah benda kalau pengamat berubah tempat. Di dalam astronomi, parallaks sebuah benda langit mempunyai arti khusus, yaitu perbedaan arah pandang terhadap benda tersebut kalau pengamat berada di titik pusat Bumi dengan

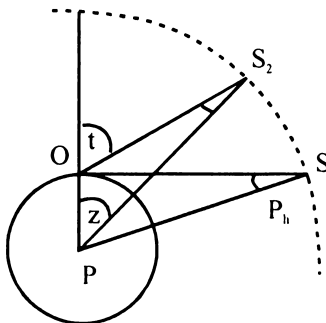
arah pandang di permukaan Bumi. Melalui Gambar No. 2 dengan mudah dapat dilihat bahwa parallaks itu adalah sudut antara garis yang menghubungkan pengamat (O) dengan benda langit (S) dan garis yang menghubungkan titik pusat Bumi (P) dengan benda langit itu. Dengan demikian parallaks suatu benda langit dapat didefinisikan pula sebagai sudut yang memisahkan titik pusat Bumi dengan tempat pengamat, dilihat dari benda langit tersebut.

Jelas sekali, parallaks mempunyai harga nol ketika benda langit persis berada di zenith dan mempunyai harga terbesar ketika berada di ufuk. Misalkan pada suatu saat benda langit berada di S_r . Jarak zenithnya bagi pengamat di O adalah z' dan sudut $ZPS_2 = z$. Parallaks pada saat itu adalah sudut $OS_2P = p$

$$z' = z + p$$

Kalau jarak antara titik pusat Bumi (P) dengan titik pusat benda langit adalah d dan Bumi dianggap bola berjari-jari R , maka melalui segitiga OPS₂ dapat diketahui bahwa:

$$\sin p = \frac{R}{d} \sin z' \quad (IV.1)$$



Gambar No. 2

Dapat dilihat bahwa harga p juga akan semakin kecil kalau jarak benda langit (d) makin besar. Persamaan (IV.1) di atas adalah rumus umum atau merupakan hukum parallaks. Suatu hal yang khusus, ialah ketika benda langit berada di ufuk yaitu ketika harga $z' = 90^\circ$. Sudut parallaks mencapai X harga terbesar pada keadaan itu, karena $\sin z' = 1$. Parallaks ini disebut sebagai parallaks horizontal (P_h) dan berdasarkan (IV.1).

$$\sin P_h = \frac{R}{d} \quad (1V.2)$$

Bagi pengamat yang berada di ekuator, P_h dinamakan parallaks horizontal ekuatorial. Jarak benda langit, seperti Matahari dan Bulan misalnya, berubah-ubah karena lintasannya eliptis dan jarak dalam hal ini biasanya dimaksudkan jarak rata-ratanya. Parallaksnya dinamakan parallaks rata-rata. Kecuali Bulan, sudut parallaks benda langit yang lain harganya kecil sekali, hanya sampai beberapa detik busur saja. Oleh karena itu $\sin p$ dapat dinyatakan oleh harga pendekatannya, yaitu p dinyatakan dalam radian. Selanjutnya, kalau p dinyatakan dalam satuan detik busur dan ditulis sebagai p'' , maka persamaan (IV.1) dan (IV.2) masing-masing menjadi

$$p'' = 206.265 \frac{R}{d} \sin z' \quad (IV.3)$$

dan

$$P''_h = 206.265 \frac{R}{d} \quad (IV.4)$$

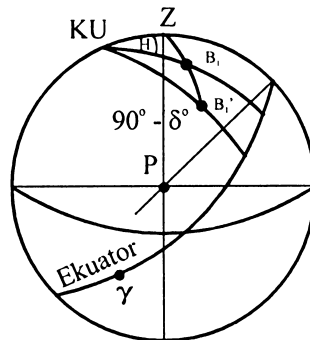
Dari kedua persamaan itu kita dapat menyatakan pula

$$P = P''_h \sin z' \quad (IV.5.)$$

Besarnya $\frac{R}{d}$ merupakan suatu harga yang tetap, misalkan dengan mengambil harga rata-ratanya, sehingga parallaks hanya tergantung kepada jarak zenith (z') saja. Dalam prakteknya untuk memperoleh harga d itu dilakukan pengamatan terhadap benda yang bersangkutan oleh dua pengamat yang tempatnya berjauhan, tetapi meridiannya sama dan dilakukan pada saat yang bersamaan. Berdasarkan hasil pengamatan dan pemakaian rumus di atas besarnya parallaks horizontal equatorial yang dipakai adalah $57'02'',70$

- 1) Pengaruh parallaks terhadap posisi Bulan.

Sebagaimana telah disebutkan, perubahan posisi karena parallaks berarti menimbulkan perbedaan antara harga asensioirekta (α) dan deklinasi (δ) yang sebenarnya dengan yang dicatat pada pengamatan Untuk Bulan perbedaan itu berarti sekali, karena jaraknya yang kecil kalau dibandingkan dengan benda langit yang lainnya. Dalam Gambar No. 3 Bulan digambarkan pada bola langit yang pusatnya di titik pusat Bumi. B_1 menyatakan Bulan menurut posisi (α, δ) yang dihitung dari titik pusat Bumi (geosentris), yakni posisi yang sebenarnya dan B' , menyatakannya pada posisi (α', δ'), yakni menurut pengamat di permukaan Bumi, yang mempunyai lintang φ . Karena parallaks mempengaruhi ketinggian Bulan, maka B_1 dan B' terletak pada lingkaran vertikal yang sama. Maksud selanjutnya ialah memperlihatkan perhitungan selisih antara α dan α' dan antara δ dan δ' .



Gambar No. 3

Kalau sudut jam B_1 dan B' masing-masing dinyatakan oleh H dan H' , maka $H' - H = -(\alpha' - \alpha)$ atau $AH = -\Delta \alpha$. Berdasarkan rumus segitiga bola, melalui sisi-sisi dan sudut pada segitiga bola K_0B_1Z kita dapat menyatakan:

$$\sin \varphi \cdot \cos (180^\circ - A) = \cos \varphi \operatorname{ctg} z - \sin (180^\circ - A) \cdot \operatorname{ctg} H$$

atau

$$-\sin \varphi \cdot \cos A = \cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} z - \sin A \cdot \operatorname{ctg} H \quad (\text{IV.6})$$

Sedangkan dari segitiga bola $K_0B'Z$ diperoleh

$$-\sin \varphi \cdot \cos A = \cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} z' - \sin A \cdot \operatorname{ctg} H'$$

Dari kedua persamaan di atas dapat diturunkan

$$\cos \varphi \cdot (\operatorname{ctg} z - \operatorname{ctg} z') = \sin A \cdot (\operatorname{ctg} H - \operatorname{ctg} H')$$

atau

$$\cos \varphi \cdot \frac{\sin(z'-z)}{\sin z \cdot \sin z'} = \sin A \cdot \frac{\sin(H'-H)}{\sin H \cdot \sin H'}$$

Karena $z' - z = p$ dan $H' - H = \Delta H$, maka

$$\cos \varphi \cdot \frac{\sin p}{\sin z \cdot \sin z'} = \sin A \cdot \frac{\sin \Delta H}{\sin H \cdot \sin H'}$$

dan dengan memasukkan persamaan (IV. 1)

$$\cos \varphi \cdot \frac{R}{d} \cdot \frac{1}{\sin z} = \sin A \cdot \frac{\sin \Delta H}{\sin H \cdot \sin H'}$$

Dari rumus segitiga bola diketahui bahwa

$$\sin A = \sin(90^\circ - \delta) \frac{\sin H}{\sin z}$$

$$\cos \varphi \cdot \frac{R}{d} = \frac{\cos \delta \cdot \sin \Delta H}{\sin H'} = \frac{\cos \varphi \cdot \sin H}{\sin(h + \Delta H)}$$

Pada akhirnya dari persamaan ini kita dapat menghitung ΔH sbb.

$$\operatorname{Tg} \Delta H = -\operatorname{tg} \Delta \alpha = \frac{R}{d} = \frac{\cos \delta \cdot \sin H}{\cos \delta \frac{R}{d} \cdot \cos \varphi \cdot \cos H} \quad (\text{IV.8})$$

Dengan persamaan (IV.8) inilah kita dapat menghitung pengaruh parallaks terhadap asensiorekta. Untuk Bulan pengaruh ini berarti sekali karena $\frac{R}{d}$, sedangkan untuk Matahari harganya kecil sekali dan penggunaan rumus itu tidak penting. Selanjutnya dengan menggunakan lagi rumus-rumus segitigabola dapat diturunkan pula pengaruh dari parallaks terhadap deklinasi dan dapat dilihat dari persamaan berikut ini:

$$\frac{\operatorname{tg} \delta + \operatorname{tg} \Delta \delta}{1 - \operatorname{tg} \Delta \delta \cdot \operatorname{tg} \delta} = \frac{(\sin \delta - \frac{R}{d} \sin \varphi)}{\cos \delta \cdot \cos H - \frac{R}{d} \cdot \cos \varphi} \quad (\text{IV.9})$$

Yang kita hitung ialah $\Delta \alpha = \alpha' - \alpha$, sementara A H diperoleh lebih dahulu di atas dan besaran-besaran lainnya diketahui pula.

2) Parallaks Matahari

Sebagaimana terlihat pada persamaan-persamaan (IV.1) sampai dengan IV.4), parallaks dapat dihitung kalau jarak benda langit yang bersangkutan (r) diketahui dengan pasti. Pengukuran jarak Bulan dengan bermacam-macam cara memberikan harga parallaksnya, seperti yang telah disebutkan di depan. Dalam hal Matahari, pengukuran jaraknya juga ada beberapa cara yang bisa ditempuh dan yang dipakai adalah hasil-hasil pengukuran yang teliti, untuk kemudian dibandingkan satu dengan yang lainnya. Di antara cara-cara itu adalah sebagai berikut.

Pertama, cara geometris, yakni melalui pengamatan sudut parallaks planet luar seperti planet Mars atau planet kecil Eros. Pengukuran parallaks benda-benda itu dilakukan oleh pengamat-pengamat yang terdapat pada meridian yang sama secara serempak (saatnya sama) melalui suatu kerjasama internasional. Kedua, cara gravitasional, yakni melalui perhitungan pengaruh gaya tarik-menarik antara Bumi dengan Matahari yang menentukan sistem peredaran Bumi sendiri. Hal ini tergantung kepada besarnya massa Bumi maupun massa Matahari. Yang ketiga, melalui pengamatan kecepatan cahaya, yang kemudian dapat menghasilkan besarnya kecepatan peredaran Bumi dan juga jarak Matahari di dalam peredaran itu.

Melalui cara-cara itulah diketahui jarak rata-rata Matahari dari Bumi sebesar $149.675.000 \pm 17.000$ kilometer. Ini sesuai dengan harga parallaksnya $8",790 \pm 0",001$. Parallaks itu biasa disebut parallaks Matahari (solar parallax), yang dimaksudkan sebagai

parallaks horizontal equatorial rata-rata untuk Matahari kita. Dengan demikian dalam menghitung parallaks melalui persamaan (IV.5), kita menggunakan harga di atas sebagai P_h untuk berbagai jarak zenith.

d. Setengah diameter

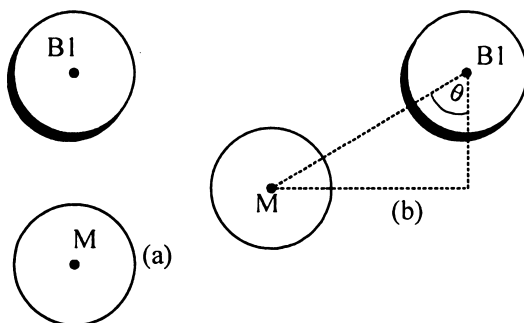
Untuk benda langit yang dekat, khususnya Matahari dan Bulan, koreksi setengah diameter ini perlu sekali. Posisi yang sebenarnya bagi setiap benda langit dinyatakan oleh posisi titik pusatnya pada bola langit. Di dalam pengamatan yang menjadi sasarannya bisa jadi pinggiran permukaan atas atau pinggiran permukaan bawahnya, atau juga yang di antara keduanya. Sebagai contoh, hilal (crescent) Bulan tergantung kepada posisi relatif titik pusatnya terhadap titik pusat Matahari. Makin besar perbedaan azimuth kedua benda itu, makin miring kedudukan hilal terhadap ufuk. Karena bagian yang paling mungkin dapat dilihat adalah bagian yang paling tebal pada hilal tersebut, maka kalau kita berpegang kepada hal itu, harus diadakan koreksi ketinggian relatif terhadap ketinggian titik pusat Bulan. Untuk mengamati sisi permukaan bagian atas, koreksi setengah diameter s.d harus ditambahkan terhadap posisi titik pusat. Sebaliknya, kalau mengamati sisi permukaan bagian bawah, koreksi itu harus dikurangkan terhadap ketinggian titik pusat. Dalam hal yang ditunjukkan pada Gambar No. 4 (b), titik C tingginya dikurangi sebesar s.d. $\cos \theta$ dari ketinggian titik pusat Bulan (P). Sudut θ itu besarnya ditentukan oleh perbedaan azimuth dan perbedaan ketinggian titik pusat Matahari dan titik pusat Bulan.

Harga s.d. untuk Matahari dan Bulan berubah-ubah setiap waktu, disebabkan oleh dua hal sebagai berikut:

- 1) Bentuk lintasan kedua benda itu adalah elliptis, menyebabkan jaraknya berubah-ubah dan dengan sendirinya membuat harga s.d. pun berubah-ubah selama periode peredarannya masing-masing.

2) Di dalam pergerakan harian kedua benda itu, karena rotasi Bumi, jaraknya relatif terhadap pengamat juga berubah. Jarak pengamatan yang terjauh ialah ketika benda itu berada di ufuk dan yang terkecil ketika berada di zenith. Bagi Bulan akibat ini nyata sekali, karena ketika di zenith jaraknya berkurang sebesar $\frac{1}{60}$ kali yang menyebabkan s.d. membesar dengan faktor ini, yakni bertambah sekitar 15".

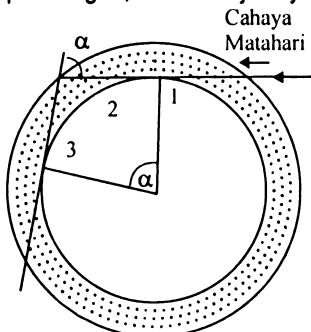
Perubahan harga s.d. untuk Matahari maupun untuk Bulan dapat diketahui dari daftar ephemeris.



Gambar No. 4

e. Cahaya langit senja (twilight)

Setelah Matahari tenggelam, atau menjelang terbit, kita dapat melihat perubahan-perubahan terangnya langit. Cahaya Matahari yang memasuki atmosfer masih mempengaruhi pandangan, karena terjadinya pemantulan dan penyebaran cahaya itu oleh materi atmosfer. Cahaya itu bagi kita seolah-olah merupakan cahaya langit dan mengikuti tenggelamnya Matahari, biasa disebut sebagai senja. Bagian langit yang terang tampak selama daerah yang dilalui cahaya itu berada di atas ufuk. Perhatikanlah Gambar no. 5 yang menunjukkan



Gambar No. 5

batas langit yang memantulkan cahaya Matahari itu, bagi pengamat yang posisinya berputar dari 1 ke 2 dan 3, sesuai dengan rotasi Bumi. Cahaya senja pada saat Matahari tenggelam (posisi 1) tampak memenuhi langit sejak dari timur ke barat. Seterusnya batas bagian Timurnya berangsur-angsur naik, sesuai dengan perubahan dari 1 ke 2 dan seterusnya. Pada saat pengamat berada di posisi 3 cahaya senja berakhir. Perbedaan posisi 1 dan 3 dinyatakan oleh sudut dan sudut α itu sama dengan posisi Matahari di bawah ufuk. Sesuai dengan tebalnya atmosfer, sudut α harganya sekitar 18° , yang berarti selama Matahari belum mencapai 18° di bawah ufuk, cahaya senja masih mempengaruhi terangnya langit.

Cahaya senja ini tidak mempengaruhi ketinggian benda langit, sehingga tidak ada koreksi yang harus dilakukan akibat fenomena dalam atmosfer ini. Akan tetapi jelas sekali bahwa terangnya langit mengurangi kontrasnya bayangan benda langit yang kita amati, apalagi makin dekat ke arah Matahari pengaruhnya makin kuat. Pada waktu langit cerah kita tidak bisa melihat bintang yang bermagnitudo 6 di sekitar zenith akibat dari penguburan oleh cahaya senja ini. Sudan pasti hal inipun ikut mempersulit untuk melihat Hilal pada saat Matahari terbenam, di samping faktor cuaca yang sama-sama tidak bisa kita hindari.

5. Daftar alat-alat rukyat

a. Alarm Clock

Adalah jam (beker atau arloji) yang dapat distel sekehendak hati untuk mengeluarkan bunyi tanda pengingat. Dalam pelaksanaan rukyat, terutama pada saat kita tidak dapat melihat Matahari terbenam, alat ini cukup berguna, walaupun bukan merupakan suatu keharusan. Dengan menyetel Alarm Clock untuk saat Matahari terbenam dan saat Hilal terbenam (berdasarkan hasil perhitungan), seolah-olah kita diberi aba-aba dan dikomando untuk mulai dan mengakhiri pelaksanaan rukyat. Dengan mempergunakan Alarm Clock, hasil perhitungan itu tidak hanya

diindra oleh mata saja, melainkan juga dapat dirasakan oleh telinga untuk kemudian diteliti di dalam observasi.

b. Altimeter

Adalah alat pengukur tinggi suatu tempat. Alat ini bersifat barometrik, artinya pengukuran tinggi tempat yang didasarkan pada tekanan udara tempat tersebut dibandingkan dengan tempat lainnya, misalnya permukaan air laut. Oleh karena itu pada saat alat ini dipasang, kondisi udara pada tempat yang dicari ketinggiannya dengan tempat yang menjadi standar haruslah sama. Kondisi udara yang baik untuk setiap tempat adalah sekitar jam 10.00 atau lebih dan tidak terlalu sore. Jarak antara tempat yang akan dicari ketinggiannya dengan tempat yang menjadi standar juga sangat mempengaruhi ketepatan penggunaan alat ini, sebab semakin jauh jarak antara kedua tempat tersebut, kemungkinan perbedaan kondisi udaranya akan semakin besar. Oleh karena sukarnya menentukan kesamaan kondisi udara tersebut maka hasil dari penggunaan alat ini hanyalah merupakan estimasi saja, tidak pasti. Yang lebih pasti dan teliti dalam menentukan ketinggian tempat ini, adalah dengan mempergunakan theodolit, dan dilakukan secara estafet.

Namun demikian, penggunaan Altimeter dalam menentukan tinggi tempat yang ada hubungannya dengan rukyat hisab sudah cukup memadai. Hal ini disebabkan perbedaan beberapa meter dari tinggi suatu tempat tidak akan berpengaruh besar terhadap nilai kerendahan ufuknya.

c. Chronometer atau Lonceng Astronomi

Adalah jam/penunjuk waktu yang nilai ketepatannya sangat tinggi. Alat ini sangat penting dalam pelaksanaan navigasi. Juga di dalam hisab rukyat, alat ini sangat diperlukan. Semua hasil perhitungan yang ada hubungannya dengan waktu, kebenarannya hanya bisa dicek dengan mempergunakan alat penunjuk waktu

yang sangat tepat dan teliti. Alat inipun dapat dipergunakan untuk menentukan bujur suatu tempat dengan cara sebagai berikut:

Mula-mula chronometer kita stel menjadi Waktu Pertengahan Matahari setempat/Local Mean Time (LMT), dengan jalan mencocokkannya pada saat Matahari persis sedang berkulminasi, yaitu jam 12:00 dikurangi perata waktu. (Nilai Perata Waktu bisa dilihat antara lain pada Almanak Nautika). Kemudian dengan perantaraan radio kita dapat mengetahui Waktu Internasional/Greenwich Mean Time (GMT). Selisih waktu antara GMT dengan LMT kita ubah menjadi satuan derajat ($1^\circ = 4$ menit). Angka tersebut menunjukkan bujur tempat. Jika tempat tersebut waktunya lebih dahulu dari GMT, maka berarti Bujur Timur, jika lebih kemudian berarti Bujur Barat. (Cara mencari Lintang Tempat, lihat Pesawat Lingkaran Meridian).

d. Gawang Lokasi

Adalah sebuah alat sederhana yang digunakan untuk menentukan ancer-ancer posisi HM dalam pelaksanaan rukyat. Alat ini terdiri dari dua bagian yaitu:

- 1) Tiang pengincar, sebuah tiang tegak terbuat dari besi yang tingginya sekitar satu sampai satu setengah meter dan pada puncaknya diberi lobang kecil untuk mengincar Hilal.
- 2) Gawang lokasi, yaitu dua buah tiang tegak, terbuat dari besi berongga, semacam pipa. Pada ketinggian yang sama dengan tinggi tiang teropong, kedua tiang tersebut dihubungkan oleh mistar datar, sepanjang kira-kira 15 sampai 20 sentimeter, sehingga kalau kita melihat melalui lobang kecil yang terdapat pada ujung tiang pengincar menyinggung garis atas mistar tersebut, pandangan kita akan menembus persis permukaan air laut yang merupakan ufuk mar'i/visible horizon. Di atas kedua tiang tersebut terdapat pula dua buah tiang besi yang atasnya sudah dihubungkan oleh mistar mendatar. Kedua tiang ini dimasukkan ke dalam rongga dua tiang pertama, sehingga tinggi rendahnya dapat disetel menurut tinggi

Hilal pada saat observasi. Jarak yang baik antara tiang pengincar dan gawang lokasi sekitar lima meter, atau lebih. Jadi fungsi gawang lokasi ini adalah untuk melokalisasi pandangan kita agar tertuju ke arah posisi hilal yang sudah diperhitungkan lebih dahulu.

Untuk mempergunakan alat ini, kita harus sudah punya hasil per-hitungan tentang tinggi dan azimuth hilal dan pada tempat tersebut harus sudah terdapat arah Mata Angin yang cermat.

e. Jarum Pedoman atau Kompas

Adalah alat penunjuk arah Mata Angin. Kompas terbuat dari logam magnetis yang diletakkan sedemikian rupa sehingga dengan mudah dapat bebas bergerak ke semua arah. Kompas akan selalu menunjuk ke arah Utara, namun tidak persis menunjuk ke arah Titik Kutub Utara. Untuk mendapatkan arah Utara yang tepat, harus diadakan koreksi deklinasi Magnetis. Koreksi ini tidak sama untuk setiap saat dan tempat.

Dalam mempergunakan alat tersebut, hendaklah dijaga agar terhindar dari pengaruh magnetis benda-benda sekitarnya. Oleh karena itu, kompas yang baik di samping harus mempunyai gerak yang bebas dan skala azimuth yang teliti, juga harus diberi sangkar atau tempat yang menjauhkannya dari pengaruh magnetis benda-benda sekitarnya. Dua istilah penting yang perlu diketahui dalam hubungannya dengan alat ini:

- a. **Deklinasi**, yaitu sudut yang dibuat oleh kompas dengan arah Utara Selatan pada bidang mendatar.
- b. **Inklinasi**, yaitu sudut yang dibuat oleh kompas dengan arah Utara Selatan pada bidang vertikal.

f. Mistar Radial

Mistar Radial Adalah alat sederhana untuk mengukur derajat posisi suatu benda langit dari posisi yang ditentukan. Alat ini terbuat dari sebuah mistar atau benda lurus lainnya yang diberi skala milimeter dan sentimeter.

Dasar penggunaan alat ini adalah perhitungan 1 radial = 0,0174533. Artinya kalau seseorang melihat ke arah mistar tersebut dari jarak 50 cm, maka jarak $1^\circ = 50 \text{ cm} \times 0,0174533 = 0,87 \text{ cm}$.

Jika dari jarak 55 cm, 1 pada Mistar Radial = 0,96 cm,

Jika dari jarak 60 cm, 1 pada Mistar Radial = 1,05 cm,

Jika dari jarak 65 cm, 1 pada Mistar Radial = 1,13 cm,

Jika dari jarak 70 cm, 1 pada Mistar Radial = 1,22 cm, dan seterusnya.

Alat ini penting sekali bagi orang yang melaksanakan rukyat hilal dengan mata telanjang serta tidak mempunyai alat dan hasil perhitungan yang teliti.

Dengan hanya mempunyai data ketinggian Hilal pada saat Matahari terbenam dan selisih azimuth Hilal dengan azimuth Matahari, orang dapat menentukan posisi Hilal tersebut dengan tidak jauh menyimpang. Caranya, mula-mula tempat Matahari terbenam pada horizon diberi tanda dengan sebuah tongkat atau tanda lainnya yang terdapat pada horizon itu sendiri. Kemudian dari tempat tersebut diukur dengan Mistar Radial yang sudah diberi tanda satuan derajat, sebagai hasil perhitungan diatas, disesuaikan dengan jarak antara mata peninjau dengan Mistar Radial. (Jarak mata dengan mistar yang dipegang jari berkisar antara 50 sampai 70 cm, tergantung panjangnya tangan orang tersebut).

Untuk menentukan azimuth Hilal, Mistar Radial itu dipegang dengan ibu jari dan telunjuk, letaknya harus horizontal berimpit dengan ufuk mar'i. Lalu diletakkan di depan mata dengan tangan lurus ke depan. Kemudian, pandangan mata si peninjau tersebut diarahkan kepada ujung ibu jarinya menembus ke posisi tempat Matahari terbenam, lalu diarahkan kepada ujung Mistar, menembus sampai ke Ufuk mar'i. Posisi itulah merupakan titik proyeksi Hilal pada ufuk mar'i (azimuth Hilal).

Untuk menentukan posisi Hilal, Mistar Radial dipegang vertikal. Jarak ibu jari dengan ujung Mistar adalah seharga tinggi Hilal pada saat Matahari terbenam. Ibu jari diletakkan pada posisi titik proyeksi Hilal pada ufuk mar'i, kemudian pandangan diarahkan kepada ujung

Mistar Radial hingga menembus bola langit di atas ufuk mar'i. Posisi pada bola langit itulah merupakan posisi Hilal pada saat Matahari terbenam.

g. Pemotret Bintang dan Pesawat Equatorial

Pemotret bintang adalah alat pemotret yang dapat mengambil gambar suatu benda langit. Tentunya, alat ini harus ditempatkan pada sebuah teropong yang ditujukan tepat pada benda langit tersebut. Teropong yang biasa digunakan untuk memotret bintang adalah "Pesawat Equatorial", yaitu sebuah teropong yang sumbunya diletakkan searah dengan Sumbu Langit, sehingga koordinat yang dipakai pun bukan lagi tinggi dan azimuth, melainkan deklinasi dan ascensio rekta, dengan bantuan Jam Bintang. Oleh karena itu, dengan melihat label astronomis yang memuat data benda langit tersebut, peredararmya akan mudah untuk selalu diawasi.

Walaupun secara hukum, adanya bukti potret Hilal itu bukan merupakan suatu keharusan dalam menentukan awal bulan qamariyah, namun hal itu merupakan sesuatu yang sangat diperlukan. Selain untuk dokumentasi sejarah, potret hilal ini juga dapat dijadikan obyek studi penelitian dalam rangka meningkatkan kualitas perhitungan dan pengambilan data, juga terutama dalam rangka meningkatkan keberhasilan dalam pelaksanaan rukyatul Hilal itu sendiri.

h. Pesawat Lingkaran Meridian atau Transit Theodolit

Adalah sebuah teropong yang hanya dapat bergerak bebas sepanjang bidang Meridian, arah Utara Selatan. Pada pesawat ini terdapat sebuah skala yang dipasang vertikal dengan pembagian satuan derajat. Pesawat ini dipergunakan untuk menentukan saat dan tinggi suatu benda langit yang sedang berkulminasi. Tinggi kulminasi dari benda langit tersebut dapat dilihat pada skala yang dipasang vertikal tadi. Dengan mengetahui tinggi kulminasi dan deklinasi, yang diperoleh antara lain dari Almanak Nautika, kita dapat menentukan lintang tempat secara teliti, dengan memakai rumus:

$$\text{tinggi kulminasi} = 90^\circ - |\text{lintang tempat} - \text{deklinasi}|$$

Dengan mengetahui saat Matahari berkulminasi dan perata waktu. yang diperoleh antara lain dari Almanak Nautika, kita bisa mencocokkan Waktu Pertengahan Matahari setempat (Local Mean Time) setiap hari, dengan memakai rumus:

$$\text{saat matahari berkulminasi} = \text{jam 12.00} - \text{perata waktu.}$$

i. Pesawat Pelaluan atau Pesawat Passage

Pesawat Pelaluan atau Pesawat Passage adalah pesawat seperti pesawat Lingkaran Meridian, hanya Pesawat Pelaluan ini tidak dilengkapi dengan skala derajat yang berfungsi untuk mengukur tinggi kulminasi, dari suatu benda langit.

Jadi, pesawat pelaluan ini hanya dipergunakan untuk mengetahui "saat" setiap benda langit berkulminasi. Walaupun demikian pesawat ini juga masih sangat diperlukan dalam menentukan Waktu Pertengahan Matahari setempat (LMT), menentukan awal waktu Duhur, menentukan ascensio rekta dan sebagainya.

j. Radio

Radio adalah alat komunikasi yang bekerja dengan mempergunakan gelombang udara/gelombang radio. Pesawat ini ada dua macam, yaitu yang khusus menerima saja seperti kebanyakan radio yang beredar di masyarakat, dan pesawat yang bisa menerima dan mengirim/ timbal balik,yaitu seperti pesawat-pesawat komunikasi yang dipakai oleh para pengemudi pesawat terbang dan kapal laut.

Dalam pelaksanaan rukyatul Hilal, alat ini penting sekali, gunanya antara lain untuk mencocokkan waktu dan memberi laporan dengan cepat digunakan untuk mengincar benda langit dapat bebas bergerak ke semua arah. Jenis Theodolit ini ada yang khusus dipakai untuk menentukan tinggi benda langit yang sedang berkulminasi. Artinya ukuran azimutnya sudah ditetapkan permanen, yaitu 0° dan 180° . Teropongnya diletakkan vertikal dan hanya bebas bergerak ke arah Utara Selatan. (lihat Pesawat Lingkaran Meridian).

k. Stopwatch

Stopwatch adalah penunjuk waktu yang dapat distel dan diberhentikan seketika sekehendak pemakai. Kegunaan stopwatch ini adalah untuk mengukur waktu suatu kejadian yang makan waktu relatif pendek, seperti balap renang, lari jarak pendek, pacuan kuda, pengukuran panjang pernapasan dan sebagainya. Prinsip cara kerja alat ini sama seperti jam penunjuk waktu lainnya, hanya dalam skala satuan waktunya alat ini menggunakan skala satuan waktu yang lebih detail. Semakin detail skala satuan waktunya, semakin baik stopwatch ini dalam penggunaannya.

Dalam pelaksanaan rukyatul Hilal alat ini penting sekali, antara lain dapat dipergunakan untuk mengukur waktu antara Matahari terbenam dengan waktu Hilal mulai dapat dirukyat dan untuk mengukur waktu lama Hilal dapat di rukyat. Kedua jarak waktu ini, selain penting untuk dilaporkan demi kepentingan hukum, juga kalau dihubungkan dengan posisi Hilal yang teliti, maka dapat diadakan suatu evaluasi dan kebenaran atau kelemahan sistem perhitungan yang dipergunakan.

Juga dengan bantuan stopwatch, kita dapat mengukur waktu yang teliti tentang lama Matahari terbenam, sejak piringan bawah menyentuh ufuk mar'i sampai piringan atas menghilang sama sekali. Hal ini penting sekali artinya dan akan memberi gambaran tentang lama piringan Matahari melewati posisi tertentu, seperti Matahari menempati posisi yang akan membuat bayang-bayang mengarah ke kiblat.

Juga peristiwa gerhana dan peristiwa penting lainnya yang ada hubungannya dengan hisab rukyat sangat memerlukan alat ini.

l. Theodolit

Adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menentukan tinggi dan azimuth suatu benda langit. Alat ini mempunyai dua buah sumbu, yaitu sumbu "vertikal", untuk melihat skala ketinggian benda langit, dan sumbu "horizontal", untuk melihat skala azimuthnya, sehingga teropongnya yang digunakan untuk mengincar benda langit dapat bebas bergerak ke semua arah. Jenis Theodolit ini ada yang khusus

dipakai untuk menentukan tinggi benda langit yang sedang berkulminasi. Artinya ukuran azimutnya sudah ditetapkan permanen, yaitu 0° dan 180° . Teropongnya diletakkan vertikal dan hanya bebas bergerak ke arah Utara Selatan. (Lihat Pesawat Lingkaran Meridian).

Selain untuk menentukan posisi benda langit, alat ini dapat juga dipergunakan untuk mengukur tanah dan mengukur ketinggiannya secara tepat.

Alat ini penting untuk pelaksanaan hisab rukyat, sebab dalam rukyat, yang diperhitungkan adalah posisi Hilal dari ufuk mar'i dan azimuth Hilal dari salah satu arah mata angin (Utara atau Barat). Dalam rukyat, juga selalu diperhitungkan nilai Kerendahan Ufuk yang dipengaruhi oleh tinggi tempat peninjau. Ketinggian Tempat ini secara tepat dan teliti dapat diukur dengan mempergunakan theodolit.

m. Tongkat Istiwa

Adalah sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan pada tempat terbuka, sehingga Matahari dapat menyinarinya dengan bebas.

Pada zaman dahulu tongkat ini dikenal dengan nama "GNO-MON". Di Mesir, orang biasa menggunakan Obelisk sebagai pengganti tongkat. Di negeri kita, sampai sekarang pun masih banyak orang yang mempergunakan Tongkat Istiwa ini sebagai alat untuk mencocokkan Waktu Istiwa (Waktu Matahari Pertengahan Setempat atau Local Mean Time) dan untuk menentukan waktu-waktu salat.

Banyak sekali kegunaan dari Tongkat Istiwa ini, antara lain:

- 1) Untuk menentukan arah mata angin.

Caranya, mula-mula membuat lingkaran pada bidang datar yang berpusat pada pangkal tongkat itu sendiri. Sebelum Matahari berkulminasi, amati bayang-bayang ujung Tongkat sampai menyentuh garis lingkaran bagian Barat, lalu beri tanda. Setelah Matahari bergeser ke arah Barat, amati lagi bayang-bayang ujung tongkat itu sampai menyentuh garis lingkaran bagian Timur, lalu beri tanda pula. Kemudian kedua tanda itu dihubungkan satu sama

lain dengan sebuah garis. Garis itu merupakan garis arah Timur Barat secara tepat. Untuk membuat garis arah Utara Selatan, kita hanya tinggal membuat garis silang yang tegak lurus terhadap garis Timur Barat tadi.

2) Untuk mengetahui saat Matahari berkulminasi.

Caranya, kita amati bayang-bayang tongkat pada waktu sekitar Matahari akan berkulminasi. Pada saat bayang-bayang tongkat itu berimpit dengan garis arah Utara Selatan yang melalui pangkal tongkat, maka pada saat itulah Matahari sedang berkulminasi.

Mengetahui saat Matahari sedang berkulminasi, banyak sekali kegunaannya, antara lain:

- 1) Dengan seketika dapat mengetahui awal waktu Zhuhur.
- 2) Dengan bantuan perata waktu, dapat dipakai untuk mencocokkan Waktu Istiwa/Waktu Matahari Pertengahan Setempat. (Lihat pesawat lingkaran meridian).
- 3) Dengan bantuan Radio dan perata waktu, dapat dipakai untuk menentukan Bujur Tempat. (Lihat chronometer).

3) Untuk mengetahui tinggi posisi Matahari.

Caranya, dengan mempergunakan rumus Tangens (Tg), yaitu tangen tinggi posisi Matahari sama dengan panjang tongkat dibagi panjang bayang-bayangnya. Hasilnya dapat dilihat dalam daftar Logaritma, mesin hitung atau Rubu' Mujayyab. Dengan mengetahui tinggi Matahari yang sedang berkulminasi dan nilai deklinasinya, kita akan dapat menentukan lintang tempat. (Lihat pesawat lingkaran meridian).

4) Untuk dipakai melukis arah kiblat

Dengan dasar hasil perhitungan dan Mata Angin yang tepat, pada bidang datar yang menjadi landasan Tongkat Istiwa ini, kita

dapat melukis arah kiblat yang tepat. Caranya, bisa mempergunakan busur derajat atau Rubu', bisa menggunakan rumus-rumus dasar Geometri, atau yang paling tepat adalah dengan jalan menghitung kapan bayang-bayang tongkat itu akan mengarah ke kiblat.

6. Pemakaian Kompas dalam penentuan arah utara geografis

Penunjukan jarum kompas/jarum magnet tidaklah selalu mengarah ke titik Utara Geografis (True North) pada suatu tempat. Hal ini disebabkan berdasarkan teori dan praktek bahwa kutub-kutub Magnet bumi tidak berimpit/berada pada kutub-kutub bumi (kutub-kutub Geografis). Penyimpangan jarum kompas/jarum Magnet dari arah Utara-Selatan Geografis pada suatu tempat disebut besarnya deklinasi magnet (Magnetic Variation) pada tempat tersebut.

Umumnya jarum kompas/jarum Magnet yang diberi tanda merah dan sebagainya, yang mengarah ke belahan Utara Geografis disebut sebagai kutub Utara Magnet. Penyimpangan jarum kompas/jarum Magnet ke kiri/ke kanan dari arah titik Utara Geografis dinyatakan sebagai deklinasi negatif (Declination West)/Deklinasi Positif (Declination East).

Untuk daerah Indonesia daerah paling barat sampai daerah paling timur besarnya deklinasi magnet terletak antara harga lebih kurang -1° sampai $+6^{\circ}$ (1° West - 6° East).

Besarnya deklinasi magnet (Magnetic Variation) pada suatu tempat dapat dilihat/ditentukan dari peta deklinasi magnet; umumnya peta ini dibuat atau diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Misalnya peta Epoch: 1990.0 berlaku untuk jangka waktu 1990 - 1995 dan seterusnya; pembuatan dan pembaharuan peta-peta ini sesuai dengan ketentuan Internasional.

Pada peta Deklinasi Magnet dapatlah dilihat tempat-tempat yang sama harga deklinasinya, yang dihubungkan oleh suatu garis disebut garis Isogon. (garis Deklinasi 0° (No Variation) adalah tempat-tempat yang mempunyai harga deklinasi = 0° , ini berarti bahwa kedudukan jarum kompas/jarum magnet tepat menunjukkan ke arah titik Utara Geografis pada tempat-tempat tersebut.

Jelaslah bahwa pemakaian kompas dalam penentuan arah Utara Geografis pada suatu tempat, haruslah dikoreksi dengan harga deklinasi magnet pada tempat tersebut. Untuk keperluan-keperluan tertentu yang lebih teliti penentuan arah Utara Geografis (True North) hendaklah dilakukan penentuan dan pengukuran secara astronomis. Perlu diketahui bahwa pemakaian kompas haruslah bebas dari benda-benda magnetis terutama benda-benda/tempat-tempat yang banyak mengandung besi dan sebagainya.

BAB III SUPLEMENTASI

A. Penentuan Waktu

Dalam penentuan waktu perhitungan didasarkan atas berputarnya Bumi pada porosnya. Perbedaan satu sama lain berpangkal pada obyek benda langit yang diambil untuk dijadikan dasar perhitungan, selanjutnya dianggap Bumi mempunyai rotasi yang seragam.

1. Jenis waktu

Ada 3 (tiga) jenis waktu sebagai dasar perhitungan adalah: Waktu Bintang, Waktu Matahari Sejati dan Waktu Matahari Menengah.

a. Waktu Bintang

Obyek peninjauan di bola langit ialah Vernal Equinox atau Titik Aries. Di mana jam 00:00 Waktu Bintang dimulai pada waktu titik Aries berada di Zenith (kulminasi atas) dan 12:00 Waktu Bintang pada waktu titik Aries berada di Nadir (kulminasi bawah) dari peninjauan

b. Waktu Matahari Sejati (Waktu Sejati)

Obyek dasar perhitungan adalah Matahari yang pada siang hari tampak dari Bumi oleh peninjauan.

Jam 00:00 Waktu Matahari Sejati jika Matahari berada di Nadir (kulminasi bawah) dari peninjauan dan jam 12:00 Waktu Matahari Sejati jika Matahari berada di Zenith (kulminasi atas) dari peninjauan.

Sebelum ada jam (arloji) waktu Matahari sejati ini dipergunakan, oleh karena penghidupan sehari-hari dipengaruhi dengan Matahari maka dianggapnya pada waktu itu suatu ukuran yang logis.

Oleh karena pengukuran waktu didasarkan atas kedudukan

Matahari maka masing-masing tempat dengan sendirinya mempunyai waktu sejati sendiri menurut letaknya pada meridian masing-masing.

c. Waktu Matahari Menengah

Obyek dari dasar perhitungan waktu adalah benda langit (perkiraan) yang dinamakan Matahari Menengah. Matahari Menengah bergerak beraturan di khatulistiwa langit dan menempuh jarak sama dalam setahun dengan Waktu Matahari Sejati.

Jika Matahari Menengah berada di kulminasi atas maka Waktu Matahari Menengah jam 12:00 dan jika di kulminasi bawah jam 00:00. Dalam hal kehidupan sehari-hari yang dipergunakan ialah Waktu Matahari Menengah, di mana jam-jam (arloji) yang merupakan pengukur untuk Waktu Matahari Menengah tersebut. Pembagian waktu yang ditetapkan di bola Bumi ini setiap bujur 15° dihitung 1 (satu) jam sehingga pembagian tiap-tiap perbedaan bujur mudah diperhitungkan. Garis Bujur 0° (meridian Greenwich) sebagai meridian pokok dan untuk meridian 180° adalah merupakan meridian di mana perubahan tanggal dilakukan.

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika mempunyai bagian di mana para petugas tiap hari khususnya mengerjakan penentuan waktu/jam.

Dalam dunia penetapan waktu tidak ada tanda waktu yang betul-betul tepat, tapi hanya mendekati ketepatan, ternyata bahwa tanda waktu itu berselisih satu dengan yang lain. Walaupun selisihnya itu hanya seperseratusan atau bahkan seperseribuan sekon. Bagi masyarakat selisih itu tidak ada pengaruhnya, maka untuk kehidupan sehari-harinya tanda waktu yang disiarkan itu boleh dikatakan telah cukup tepat. Untuk operasi penentuan waktu dipergunakan peralatan pokok yaitu lonceng, chronometer, transit theodolit (teropong Bintang) dan radio.

Penentuan waktu/jam didasarkan atas perputaran Bumi pada porosnya dengan memperhatikan Bintang. Dengan mempergunakan

transit theodolit (alat untuk mengamati Bintang) diadakan peninjauan Bintang untuk menetapkan/mendapatkan Jam Bintang di Jakarta dengan meridian $106^{\circ} 49'$ T3T. ini berarti jam waktu suatu Bintang mencapai titik kulminasi (diikuti dengan alat teropong transit theodolit). Jam Bintang itu dapat diubah dalam jam/waktu menurut peredaran Matahari/Solar Time. Dengan menggunakan chronometer didapatkan titik pada pita Catalan berasal dari hasil peninjauan Bintang dan dari gerakan pendulum salah satu lonceng (lonceng pembantu I).

Dengan demikian kami dapat memperbandingkan jam/waktu hasil observasi Bintang dan dari lonceng pembantu I, selisih antara dua hasil catatan jam (waktu) itu merupakan koreksi dari lonceng pembantu I. Untuk pekerjaan penentuan waktu dipergunakan lonceng induk, lonceng pembantu I, II, III, lonceng kristal (Quartz Clock), beberapa chronometer dan radio. Lonceng pembantu I telah mempunyai koreksi, jika lonceng pembantu I di perbandingkan dengan lonceng lain dan chronometer, maka lonceng dan chronometer tersebut masing-masing diketahui mempunyai koreksi sendiri. Jadi lonceng induk itu mempunyai koreksi pula.

Koreksi ini masih dicek dengan mengadakan observasi tanda waktu berasal dari Australia, Philipina, U.S.A dan Jepang. Besarnya koreksi berkisar antara 0,03 sampai 0,18 detik.

Dengan menggunakan otomatis korektor lonceng induk itu dapat dikoreksi, diperlambat dan dipercepat secara elektromagnetik. Lonceng induk itu menunjukkan waktu yang tepat. Lonceng induk dan lonceng pembantu I adalah lonceng pendulum; gerakan pendulum diatur oleh Synchronom Pendulum yang berada dalam ruangan hampa udara, setelah lonceng induk dikoreksi maka lonceng tersebut telah menunjukkan waktu yang tepat dan siap untuk disiarkan sebagai tanda waktu. Kegunaan ketepatan waktu tersebut penting sekali untuk keperluan navigasi, penerbangan, bidang survey dan untuk masyarakat.

2. Penyiaran Tanda Waktu

Tanda Waktu yang dilaksanakan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika Jakarta disiarkan melalui Perumtel Gambir dan dipancarkan di udara oleh RRI . (Radio Republik Indonesia) pada jam 05:00 s.d 24:00 WIB. tanda tersebut berupa (tit 6 kali). Isyarat yang terakhir menunjukkan saat yang tepat jam 05:00 s.d 24:00 (tit yang keenam).

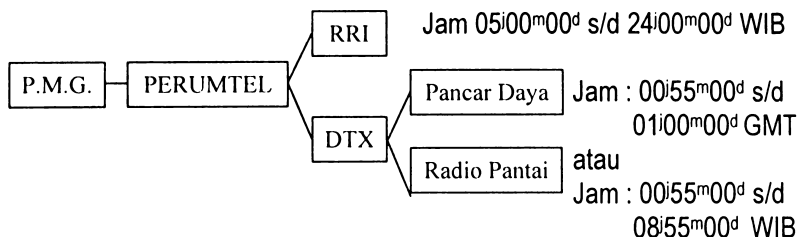
Selain Tanda Waktu tersebut Badan Meteorologi dan Geofisika Jakarta juga menyiarkan Tanda Waktu Internasional "ONOGO" melalui Perumtel Gambir dan DTX (Kantor Sentral Telegraph Jakarta) dan dipancarkan di udara oleh Stasiun Pancar Daya dan Stasiun Radio Pantai pada jam 00:55^{m00^d} s.d 01:00^{m00^d} GMT atau jam 07:55^{m00^d} s.d 08:00^{m00^d} Waktu Indonesia Barat.

Isyarat Tanda Waktu sistem "ONOGO" adalah sebagai berikut:

Mulai 00:55 ^{m00^d}	sampai dengan 00:56 ^{m50^d}	: 1 titik tiap-tiap detik
56 ^{m00^d}	" "	57 ^{m00^d} : 1 isyarat panjang selama 5 detik.
57 ^{m05^d}	" "	57 ^{m50^d} : 5 seri isyarat ...-(X)sekali tiap-tiap 10 detik.
57 ^{m55^d}	" "	58 ^{m00^d} : 1 titik tiap-tiap detik.
58 ^{m08^d}	" "	58 ^{m50^d} : 5 isyarat ...-(N) sekali tiap-tiap 10 detik.
58 ^{m55^d}	" "	59 ^{m00^d} : 1 titik tiap-tiap 1 detik.
59 ^{m06^d}	" "	59 ^{m50^d} : 5 seri isyarat ...-(G) sekali tiap-tiap 10 detik.
59 ^{m55^d}	" "	01:00 ^{m00^d} : 1 titik tiap-tiap detik.

Stasiun	Kode	Frekwensi dalam Kc/s atau Mc/s	Waktu Penyiaran dalam GMT	Sistem tanda waktu
Jakarta	PLC PKI	11440 8542	dari 00:55 ^{m00^d} sampai 01:00 ^{m00^d}	ONOGO

Skema Penyiaran:



B. Iklim Dan Cuaca Di Indonesia

Faktor pokok yang mempengaruhi formasi iklim di Indonesia ialah:

1. Letak geografi;
2. Proses sirkulasi udara;
3. Sifat-sifat lapisan kulit Bumi; termasuk darat dan lautnya.

Karena perpaduan antara ketiga faktor itu maka Indonesia termasuk di dalam zone equatorial dan zone sub equatorial, salah satu zone yang mempunyai sifat sebagai berikut:

- Jumlah pemanasan, tersebar ke seluruh lapisan permukaan untuk penguapan; dibawa oleh arus udara dan oleh arus laut ke lintang yang lebih tinggi keseimbangan panas negatif.

Indonesia mempunyai keseimbangan panas positif. Penyinaran rata-rata antara 50-80%. Karena pemanasan di permukaan laut menyebabkan penguapan, dan udara menjadi basah, kemudian timbul perawanan. Adanya sirkulasi udara mengakibatkan perpindahan angin-angin dan unsur-unsur iklim lainnya. Oleh karena itu dalam Bulan-Bulan Desember - Maret di atas Kep. Indonesia bertiup Musson Barat-Laut dengan membawa udara equatorial menuju ke daerah-daerah di sebelah Selatannya, di mana benua Australia pada saat ini mengalami tekanan udara minimum.

Pada waktu benua Australia mengalami tekanan udara maksimum dan Asia mengalami tekanan udara minimum, akibat musim panas, angin-angin Musson ini berganti arah sebaliknya yakni pada Bulan-Bulan Mei - Oktober. Karena faktor tekanan udara pada kedua benua Asia dan Australia maka di Indonesia hanya berlaku dua musim yakni musim Barat - Laut dan musim Tenggara.

Keadaan cuaca tergantung dari pada kondisi fisis dari pada masa udara yang terjadi dalam musim itu. Pengaruh yang terbesar dalam menentukan keadaan iklim di Indonesia ialah: Keadaan yang ada di dalam permukaan air dan relief di daerah itu. Di daerah Insuler mempunyai sifat-sifat tersendiri dalam hal pemanasan permukaan, udara yang berdekatan dan kecepatan dari pada penguapan.

Sirkulasi angin darat dan angin laut pada pulau-pulau yang besar sangat berpengaruh terhadap sirkulasi angin-angin Musson, menyebabkan juga ciri-ciri khas dari pada sistem angin di daerah pantai, perawanan dan pengendapan. Keadaan morfologi di darat pun menentukan perbedaan-perbedaan yang mencolok dalam hal perawanan, pengendapan, dan sistem angin di suatu daerah tertentu.

Kepulauan Indonesia dari Utara ke Selatan jaraknya ± 3.000 km dan terletak dalam 2 zone iklim yakni zone equatorial dan sub equatorial yang keadaan cuacanya berbeda.

1. **Zone Equatorial**; adalah daerah yang dibatasi lintang 5° S dan 5° U. Di daerah ini sepanjang tahun ditempati oleh udara tropis maritim dan udara-udara yang dibawa oleh angin-angin Musson yang bertiup di daerah itu. Di daerah ini perubahan-perubahan sifat terjadi secara berangsur-angsur dan keadaan udaranya menentukan sifat-sifat iklim. Dalam segala musim kebasahan udaranya tinggi dan hawanya panas. Perpindahan arus udara dan angin-angin yang bertiup di atas permukaan air yang panas membantu intensitas perkembangan thermal convection oleh karena itu banyak terjadi perawanan dan pengendapan. Pada zone ini ditandai dengan 2 tipe keadaan cuaca:
 - Dalam bulan Mei - Oktober keadaan cuaca relatif tenang, panas

dan udara kering.

- Dalam bulan Nopember - April keadaan cuaca menunjukkan banyak terjadi hujan dan angin ribut.

Temperatur rata-rata selama setahun di permukaan laut 26° - 28° C. Amplitude harian 1° - 2° C. Pada siang hari temperatur mencapai 29° - 32° C, kadang-kadang 35° - 36° C. Pada malam hari temperatur jarang di bawah 21° - 24° C, terkecuali di kota-kota pelabuhan, misalnya:

Makasar — 14° ,7C.

Manado — 15° ,8C.

Medan — 15° ,6C.

Pada siang hari di daerah pantai segar dengan angin laut yang hangat. Tetapi jika hujan angin pada sore hari, temperatur turun sampai 5° - 6° C. Kebasahan udara relatif sepanjang tahun agak tinggi, rata-rata 80%-85%. Kebasahan udara absolut minimum 18% di Ujung Pandang (bulan Oktober); Pontianak 20% pada bulan Agustus dan tempat-tempat lain di zone ini minimum 30%. Tekanan udara bulanan rata-rata tetap sepanjang tahun yakni 1009-1010 milibar. Dua minimum dan dua maksimum terjadi di zone ini yakni maksimum pada jam 10.00 dan jam 22.00, minimum pada jam 04.00 dan jam 16.00.

2. Zone Sub Equatorial.

Batas-batasnya terletak di sekitar zone equatorial. Sirkulasi musim di zone ini sangat khas. Dalam Bulan Mei-Oktober udara dari equatorial yang basah dihembus dan dibawa ke Utara oleh Musson Barat Daya. Pada saat ini terutama dalam bulan-bulan Juli Agustus ciri-ciri cuaca yang khas pada zone equatorial hilang. Dari bulan Desember-Maret udara tropis dibawa oleh Musson Timur Laut. Pada saat ini kebasahan udara menurun, jumlah perawanan dan pengendapan menurun.

Dalam bulan Desember-Maret, Musson Barat Laut bertiup pada zone sub equatorial dengan membawa udara equatorial. Aliran udara ini dapat terjadi pada daerah yang berdekatan lintang 10° S, di mana

bertemu dengan aliran udara yang datang dari pantai Australia.

Dari bulan Mei-Oktober, Musson Tenggara bertiup dengan membawa udara tropis dari Selatan. Jadi dalam zone ini mempunyai dua musim yakni: Musson Barat Laut dan Musson Tenggara. Musson pancaroba jatuh pada Bulan April-Nopember. Keadaan cuaca dalam zone ini ditentukan oleh sifat-sifat yang terdapat pada massa udara. Musim Barat Laut adalah musim basah (hujan). Keadaan udara panas dan basah, banyak terjadi Cumulus, curah hujan tinggi disertai petir dan angin kencang. Musim Tenggara; relatif kering; kebasahan udara relatif lebih rendah, perawanan, pengendapan, temperatur udara mempunyai variasi yang mencolok; banyak debu terutama di daerah yang terletak di sebelah Timur. Musim pancaroba (peralihan) ditandai dengan angin yang tak tentu arahnya, udara panas dan basah, sering terjadi banyak pembentukan awan-awan dan kadang-kadang disertai angin kencang. Jadi keadaan iklim pada zone ini, umumnya agak bersamaan.

Tekanan Udara.

Karena letaknya di antara benua Asia dan Australia, maka daerah yang berbatasan dengan kedua benua tersebut mempunyai tekanan udara yang berbeda dan berlawanan. Pada bulan Desember-Maret tekanan udara yang tinggi terdapat di bagian Utara dan tekanan udara yang rendah terdapat pada bagian Selatan. Demikian pula sebaliknya tekanan udara yang terjadi pada bulan Mei - Oktober yakni tekanan udara tinggi terletak pada batas zone sebelah Selatan dan tekanan udara rendah terletak pada batas zone sebelah Utara. Perbedaan tekanan udara antara batas zone sebelah Utara dan sebelah Selatan pada setiap musim berada di sekitar 3,5-4,0 milibar, tetapi pada musim peralihan; perbedaan itu tak ada dan keadaannya agak serba sama, karena temperatur udara di daerah ini hampir sama. Rata-rata tekanan udara dalam semua musim dan tiap-tiap bulan terletak antara 1108-1012 milibar. Di zone equatorial tekanan udara hampir tidak berubah sepanjang tahun terletak di sekitar 1009-1010 milibar. Tempat-tempat

yang terletak pada batas-batas yang terjauh antara batas Utara dan Selatan mempunyai perbedaan 4 milibar.

Temperatur Udara

Salah satu unsur fisis di udara yang menentukan sifat-sifat iklim di Indonesia ialah temperatur udara beserta penyebarannya yang monotonis dan variasi daripada temperatur hariannya.. Apabila kita menganalisa tentang temperatur udara pada permukaan laut, perlu diketahui bahwa nilai tahunan rata-rata diambil dari hasil pengamatan dari station-station meteorologi yang jumlahnya terbatas. Pada zone equatorial temperatur rata-rata 25°,8 (Balikpapan) - 26°,7C (Pontianak). Pada Zone sub equatorial temperatur rata-rata 25,9C (Karang Anyar) 26°8C (Surabaya). Jadi beda temperatur udara tahunan rata-rata hanya 1°C. Temperatur absolut maksimum 38°,5C terdapat di Kupang, dan temperatur absolut minimum 14°,5C terdapat di Pasuruan.

Biasanya temperatur minimum terjadi di pagi hari dan maksimum pada waktu tengah hari. Beda temperatur tahunan tidak seberapa. Beda temperatur bulanan dan temperatur tahunan = $\pm 0^{\circ},8 - 1^{\circ},1$. Di dalam satu tahun mempunyai 2 maksimum (dalam bulan April dan September) dan 2 minimum (dalam bulan Pebruari dan Juli). Makin tinggi letak lapisan udara temperaturnya makin berkurang $0^{\circ},6 - 0^{\circ},8$ /per 100 m. Inversi daripada temperatur misalnya kenaikan temperatur yang tidak sesuai dengan tinggi-rendahnya lapisan udara, jarang terjadi untuk periode waktu yang pendek dan tak pernah menjadi kuat atau intensif. Akibat dari fenomena tersebut menyatakan bahwa temperatur rata-rata di atas permukaan Bumi lebih tinggi daripada di udara (misalnya temperatur permukaan rata-rata $1^{\circ}-2^{\circ}$ lebih tinggi daripada temperatur di udara) Di bawah ini terdapat beberapa hal yang perlu diketahui:

- Tinggi lapisan udara, yang mempunyai isotherm 0° , besarnya tekanan udara, dan kebasahan udara pada lapisan ini.
- tinggi lapisan udara tropopause dan lapisan-lapisan di bawahnya, besarnya temperatur dan tekanan yang terdapat lapisan-lapisan

tinggi itu.

- tebalnya lapisan tropopause (misalnya tebalnya lapisan isothermal).

Hasil-hasil analisa dari hal-hal yang tersebut di atas juga menunjukkan ciri-ciri khas mengenai stabilisasi dan monotoris daripada temperatur udara. Lapisan isotherm 0° tingginya berubah dari tinggi 4428 m dalam bulan September sampai 4597 m dalam bulan Juli, sehingga dapat diambil ketinggian rata-rata 4540 m.

Selain daripada itu tekanan udara pun berubah pada lapisan-lapisan itu yakni antara 582 mb dalam bulan Juli, 597 mb dalam Bulan September, rata-rata 589 mb setahunnya.

Perubahan kebasahan udara relatif pada lapisan-lapisan ini agak besar dalam bulan Juli - Agustus harga rata-ratanya 28 - 29%, tetapi pada bulan Januari 84%. Tinggi lapisan tropopause bagian bawah dalam setahun perubahannya tidak besar, antara 15,7 km dalam bulan Juni sampai 16,5 km dalam bulan Januari, 16,6 dalam bulan Maret.

Temperatur udara pada lapisan ini turun naik antara 77° , (Juni) - $84^{\circ},2$ (April) misalnya: pada musim kering lapisan tropopause terletak lebih rendah dan pada dalam musim basah, dan temperatur udaranya mempunyai harga lebih tinggi pada musim kering dibandingkan dengan musim basah. Dalam musim kering ini lapisan tropopause 550-800 m tebalnya, sedangkan dalam musim basah tebalnya sampai 2000 m.

Kebasahan udara

Kebasahan udara relatif, pada lapisan udara dipermukaan, dalam zone equatorial agak lebih tinggi daripada di zone sub equatorial . Dalam zone equatorial berubah antara 80% (Ujung Pandang) sampai 85% (Medan, Tarakan) Dalam zone sub equatorial, kebasahan udara relatif bulanan terletak antara 72% (Kupang) sampai 85% (Karanganyar) dan absolut minimumnya antara 8% (Kupang) sampai 40% (Karanganyar).

Pada musim kering kebasahan udaranya jelas lebih rendah dari pada kebasahan udara dalam musim basah. Dalam keadaan sehari-

hari, perubahan kebasahan udara relatif harian berlawanan dengan perubahan temperatur, yakni harga maksimumnya terjadi pada pagi hari dan minimumnya terjadi pada tengah hari atau 1 - 2 jam sesudah itu. Pada lapisan-lapisan udara yang lebih rendah letaknya kebasahan relatif naik sesuai dengan ketinggiannya. Di pegunungan-pegunungan arus udara yang menurun, menyebabkan sering terjadinya turunnya kebasahan udara relatif sesuai dengan tingginya kadang-kadang agak mencolok dan besar bedanya.

Lapisan kondensasi yakni lapisan udara yang mempunyai kebasahan udara relatif 100% biasanya terletak jauh dari permukaan dan berbeda-beda; di Jakarta terletak antara 1500 m (dalam bulan Juli) sampai 5200 - 5300 m (dalam bulan-bulan Pebruari - Maret). Akibatnya tingginya lapisan kondensi pada musim kering lebih rendah daripada dalam musim basah, hal ini mungkin sebagai berikut: Proses konvergensi dalam periode ini dan pada ketinggian-ketinggian ini, karena dalam musim basah pada lapisan itu terjadi di zone divergensi. Hal kedua yang sangat penting terutama penyebaran kebasahan udara secara vertikal dibutuhkan oleh udara kering pada lapisan-lapisan di mana lapisan atasnya atau lapisan bawahnya mempunyai kebasahan-udara lebih tinggi. Tinggi rata-rata daripada lapisan udara kering (kebasahan udaranya 15%) berbeda-beda, pada bulan September 5200 m dan pada bulan Januari - Pebruari 11300m.

Perawanan

Sistem perawanan berhubungan erat dengan letak geografisnya dan arah angin-angin Musson yang bertiup dalam musim-musim tertentu. Gunung-gunung mendatangkan pengaruh yang khas dalam sistem perawanan di atas daratan. Perawanan rata-rata $4/8$ - $5/8$, tetapi pada tiap-tiap tempat besarnya berbeda-beda. Di Timor jumlah perawanan rata-rata setahunnya $1/8$ - $2/8$. Jumlah perawanan maksimum terjadi dalam periode Musson Barat - Laut (musim hujan), pada saat ini jumlah perawanan rata-rata $4/8$ - $5/8$ tiap-tiap bulannya dan langit tertutup awan selama 40% - 60% tiap-tiap harinya. Tetapi dari harga rata-ratanya banyak terjadi deviasi. Misalnya tempat-tempat

di luar Jawa bagian Barat, jumlah perawanan rata-rata tiap bulannya pada waktu ini 5/8 - 6/8 dan frekuensi perawanan harian 60%, di daerah Timor jumlah perawanan 3/8 dan frekuensi perawanan harian 30% - 50%.

Jumlah perawanan minimum terjadi pada musim Tenggara (musim kemarau), jumlah perawanan bulanan rata-rata 3/8 - 4/8, di laut Jawa bagian sebelah Timur jumlah perawanan ini naik antara 4/8 - 5/8 dan di daerah Timor menurun sampai 1/8, pada periode ini frekuensi perawanan harian biasanya tidak sampai 30% - 50% bahkan dalam bulan-bulan Agustus - September frekuensi 10% (Nusa Tenggara, Laut Jawa Bagian Timur).

Di atas daratan perawanan sebagian besar terjadi pada pagi hari, berkembang terus menerus dan segera hilang pada malam hari. Di atas laut keadaannya berlawanan, awan-awan berkembang di malam hari dan pada siang hari jumlahnya menurun dengan cepat. Type-type awan yang terjadi ialah: Cumulus, Cumulonimbus dan Strato Cumulus. Frekuensi cumulonimbus 10% (di atas laut Jawa bagian Barat sampai 20%), stratocumulus 10% - 20%. Cumulonimbus, hampir selalu terjadi di atas daratan di mana angin-angin mendaki lereng-lereng gunung-gunung dalam musim basah (hujan).

Beberapa fenomena optis daripada awan.

Awan menyebabkan beberapa peristiwa optis. Fenomena ini disebabkan oleh karena refraksi, refleksi dan defraksi daripada sinar oleh komponen awan dan dapat dipakai sebagai indikator alam daripada komponen awan. Beberapa efek tertentu yang menarik untuk diamati.

Halo, suatu lingkaran bercahaya terjadi di sekeliling Matahari atau Bulan disebabkan oleh refraksi dari sinar, pada kristal es yang berbentuk prisma hexagonal dan mengembang dengan sumbu horizontal. Lingkaran bercahaya itu berwarna merah pada bagian dalam dan berwarna violet pada bagian luar. Pada umumnya Halo terlihat pada ketinggian 22° dan jarang terjadi pada ketinggian 46°.

Parhelia dan Paraselenae, suatu berkas bercahaya dan jika berwarna kelihatan merah di sebelah yang kena penyinaran. Kelihatan pada elevasi yang sama dari pada Matahari atau Bulan dan sering muncul pada ketinggian 22° . Dan yang mempunyai jarak azimuth dari Matahari lebih dari 90° , di kenal sebagai paranthelia. Seperti Halo, peristiwa ini disebabkan oleh refraksi akan tetapi kristal es yang mengembang dengan sumbu vertikal.

Corona, suatu lingkaran bercahaya di sekeliling Matahari atau Bulan. Lingkaran ini berwarna merah pada bagian luar dan mempunyai warna spectra, berubah menjadi violet pada bagian dalam. Peristiwa ini disebabkan defraksi sinar oleh butir-butir air daripada awan. Jika butir air berbeda-beda besarnya tanpa ada yang dominan, maka pattern difraksi saling menutupi (overlap).

Cahaya Crepuscular oleh penyinaran Matahari pada partikel debu di udara, jika hampir seluruh sinar Matahari terpotong oleh awan-awan atau gunung-gunung.: Fenomena ini terlihat jika Matahari begitu rendah dan juga jika Matahari berada di bawah horizon. Berkas cahaya kadang-kadang terlihat dalam awan berwarna merah atau hijau kadang-kadang biru atau kuning. Warna ini berbentuk pita yang cenderung mengikuti garis pinggir awan.

Glory, suatu lingkaran berwarna di puncak awan. Fenomena ini disebabkan oleh penyebaran sinar oleh butir-butir air. Glory kadang-kadang terlihat oleh observer di puncak gunung dengan awan di bawahnya sedang Matahari dibelakangnya.

Pengendapan (hujan)

Pengendapan selalu berhubungan erat dengan sistem perawanan. Pengendapan ini adalah unsur iklim yang sangat penting di Indonesia. Kurang lebih sebanyak 4339 station di Indonesia yang mengukur analisa hasil pengamatan curah hujan menunjukkan bahwa di atas laut, banyaknya pengendapan tersebar di mana-mana relatif sama, tetapi di atas daratan dipengaruhi pegunungan-pegunungan. Relief pulau-pulau menyebabkan perbedaan yang besar di dalam

penyebaran daripada pengendapan.

Jumlah pengendapan (curah hujan) tahunan maksimum tercatat di Sungai Batoeng (Sumatera), jumlah curah hujan 7757 mm; tempat kedua terletak di Jawa (Tenjo), dengan curah hujan 7089 mm. Pada 9 stasion diantara stasiun-stasiun yang tersebut di atas, jumlah pengendapan naik turun antara 6000-000 mm, 42 stasion yang lain menunjukkan 5000 - 6000 mm. Jumlah curah hujan yang kurang dari 1000 mm ada 26 buah station, kebanyakan stasion-stasion itu terletak di Indonesia bagian Timur (Jawa Timur, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku). Jumlah curah hujan mininum terdapat di Sulawesi (Palu) dengan curah hujan 547 mm.

Penyebaran curah hujan di atas laut-laut dapat diketahui dari hasil pengamatan stasion-stasion yang terletak pada pantai-pantai pulau besar dan stasion-stasion yang terletak di atas pulau-pulau kecil di mana pengaruh daratan dalam sistem perawanan tidak besar dan hasil pengamatan dari kapal-kapal.

Di halaman berikut ini adalah peta penyebaran curah hujan di atas kepulauan Indonesia yang dibuat oleh Whyrthi. Dan dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Selat Malaka (Selat Sumatra).

Di daerah ini mempunyai tipe pengendapan equatorial dengan dua periode hujan dalam satu tahun. Musim kering jatuh pada bulan Pebruari dengan jumlah curah hujan bulanan 95 mm - 119 mm (bulan Juli). Periode-periode hujan jatuh pada bulan-bulan Oktober - Desember (224 - 234 mm) dan bulan-bulan April - Mei (149 - 151 mm). Jumlah pengendapan tahunan rata-rata 1950 dengan jumlah rata-rata setahun 100 - 208 hari hujan. Frekuensi pengendapan maksimum terjadi pada bulan-bulan Oktober - Desember dengan jumlah 12 - 22 hari hujan tiap bulannya, dalam bulan-bulan lainnya rata-rata hanya 6 - 15 hari hujan.

Kebanyakan periode perawanan yang pendek diikuti dengan thunderstorm dan topan. Dalam periode Musson Timur-Laut, di

daerah ini kadang-kadang terjadi pengendapan yang terus-menerus. Frekuensi rata-rata dari pada thunderstorm 5 - 8%. Hal ini lebih sering terjadi pada musim peralihan, terutama pada periode bulan-bulan April - Mei. Jumlah hari-hari dengan thunderstorm pada saat ini 4 - 7 hari di laut dan di darat mencapai sampai 21 hari tiap bulannya.

b. Kepulauan Laut Cina Selatan

Sistem pengendapan di daerah ini sama dengan di Selat Malaka (Selat Sumatera). Jumlah pengendapan maksimum jatuh dalam bulan-bulan Oktober - Januari dengan curah hujan 233 - 295 mm, dan pengendapan selanjutnya jatuh pada bulan Mei dengan curah hujan 160 mm. Pengendapan minimum jatuh pada bulan Juli dan Agustus, dengan curah hujan 121 - 124 mm. Jumlah curah hujan tahunan di laut 2210 mm, di pantai agak lebih tinggi, misalnya Putussibau (Kalimantan), curah hujannya 4341 mm dengan frekuensi 100 - 200 hari hujan, pada tempat-tempat di tepi pantai.

Pengendapan di atas laut jatuh biasanya pagi hari, di darat pada tengah hari. Misalnya: Selat Karimata jumlah curah hujan maksimum terjadi pada jam-jam 06:00 – 07:00 pagi. Jumlah hari-hari dengan thunderstorm besar, terutama dalam musim-musim peralihan, di mana tiap-tiap bulannya mencapai jumlah 6 - 7 hari, pada tempat-tempat di laut sebelah barat daya; 8 - 9 hari di Pontianak; 12 - 14 hari di Palembang, 4 - 5 hari di laut-laut terbuka.

c. Jawa pantai Utara

Type Musson di sini dapat ditandai dari sistem pengendapannya, dalam musim kering (bulan-bulan Juli-Oktober) jumlah pengendapan tiap bulannya tidak sampai 50 mm. (Agustus 49 mm, September 39 mm). Pada musim hujan terjadi terus menerus dari bulan-bulan Desember - Maret, dengan jumlah pengendapan 185 mm dalam bulan Maret, 244 mm dalam bulan Januari. Naiknya jumlah pengendapan dapat dilihat pada permulaan Musson Tenggara yang jatuh pada bulan Mei. Jumlah

curah hujan tahunan rata-rata 1590 mm. Di pantai-pantai, jumlah pengendapannya lebih besar. Misalnya pada pantai Selatan Kalimantan 3817 mm. Curah hujan harian 287 mm terjadi di Jakarta pada Bulan Januari; thunderstorm di pantai-pantai mempunyai frekuensi 61 hari (Labuhan) - 313 hari. Di laut frekuensi thunderstorm ini kurang, paling besar mencapai 17% pada bulan April. Thunderstorm ini di laut terjadi biasanya pada malam hari dan di daratan terjadi pada tengah hari.

d. Flores Pantai Utara

Di sini musim keringnya tegas sekali; curah hujan bulanan rata-rata kurang dari 50 mm selama 3 bulan (Agustus 20 mm, September 18 mm dan Oktober 41 mm). Curah hujan maksimum antara 190 mm (Desember) dan 216 mm (Januari). Pada permulaan Musson Tenggara (Mei - Juni) kenaikan jumlah curah hujan terlihat pada laut-laut terbuka; jumlah curah hujan tahunan di laut 1340 mm, di pantai-pantai 2732 mm. Jumlah hari-hari hujan di pantai Nusa Tenggara 61 - 103, di pantai Sulawesi setahun 97 - 135 mm.

e. Banda

Periode hujan jatuh pada bulan-bulan April - Juni (permulaan Musson Tenggara); jumlah curah hujan bulanan rata-rata 179 - 203 mm. Periode hujan yang kedua jatuh dalam Musson Barat laut yakni pada bulan-bulan Desember - Januari. Jumlah curah hujan pada bulan-bulan ini 170 - 183 mm. Musim kering terjadi terus menerus dari bulan Agustus - Nopember; curah hujan minimum 32 mm, jatuh antara bulan-bulan September dan Oktober.

f. Kepulauan Arafuru

Musim kering di daerah ini terjadi dalam waktu yang pendek yakni hanya pada bulan-bulan Juli - Nopember; jumlah pengendapan bulanan berkisar antara 44 mm (September) dan 94 mm (November).

Musim hujan terjadi terus menerus antara bulan-bulan

Desember - Mei dengan 2 maksimum curah hujan, pertama pada bulan Januari 238 mm (periode Musson Barat-Laut), kedua pada bulan Mei 229 mm (periode Musson Tenggara). Jumlah curah hujan tahunan di laut 1750 mm. Frekuensi thunderstorm dalam bulan-bulan April - Mei 18%, dalam bulan-bulan lain tidak sampai 5%.

g. Sulawesi Pantai Utara

Sistem pengendapan di daerah ini, antara kering dan musim basah (hujan) tidak banyak berbeda; suatu ciri daripada zone equatorial, maksimum di sini tampak adanya 2 maksimum dan 2 minimum. Curah hujan bulanan maksimum 183 - 188 mm jatuh masing-masing antara bulan November - Januari, maksimum kedua jatuh antara bulan Maret - Juni. Curah hujan bulanan minimum 134 - 136mm jatuh masing-masing antara bulan Agustus - September dan minimum kedua jatuh dalam waktu yang yakni 143 mm dalam bulan Pebruari. Jumlah curah hujan tahunan di daerah ini 1950 mm. Di lereng-lereng gunung di mana angin mendaki, pengendapan lebih besar yakni mencapai 3971 mm di pulau Sangihe dengan frekuensi 125 - 201 hari hujan tiap tahunnya.

h. Pantai sebelah Utara Irian Jaya

Jumlah curah hujan di daerah ini naik turun antara 114 mm (Oktober) - 214 mm (Januari). Minimumnya jatuh pada bulan-bulan Juli - November. Hal ini disebabkan adanya pengaruh gunung-gunung di Irian Barat dalam periode Musson Tenggara. Jumlah pengendapan tahunan di daerah ini 1990 m.

i. Kepulauan Maluku

Meskipun daerah ini termasuk di dalam zone equatorial, sistem pengendapannya mempunyai tipe Musson tersendiri pada musim kering dan pada musim hujan. Musim hujannya terus-menerus dari Bulan Maret - Juli; bertepatan dengan permulaan Musson Tenggara. Pada periode ini jumlah curah hujan bulanan rata-rata 163 mm (Maret) - 213 mm (Mei). Dalam musim kering berlangsung terus-menerus dari bulan Agustus - November, bertepatan dengan

akhir periode Musson Tenggara. Jumlah pengendapan tiap-tiap bulannya rata-rata 90 mm (Oktober) - 122 mm (November). Periode Musson peralihan jatuh pada bulan-bulan Desember - Februari; Jumlah curah hujan tahunan 1790 mm. Hal ini mungkin dapat diterangkan bahwa di daerah laut Maluku. Musson Tenggara membawa massa udara yang mengandung banyak uap air, dan kemudian menjadi massa udara yang kering.

j. Laut Sawu

Jumlah pengendapan selama setahun di daerah ini tidak banyak yakni 975 mm dengan musim kering yang panjang. Selama 6 bulan jumlah pengendapannya tidak sampai 50 mm. Ciri-ciri khas di daerah ini, bahwa curah hujan bulan Agustus 8 mm dalam bulan September 9 mm. Musim hujan berlangsung terus-menerus dari bulan Desember - Maret, bertepatan dengan periode Musson barat laut, jumlah curah hujan bulanan terletak antara 154 mm (Desember) - 217 mm (Januari).

k. Daerah Pantai Selatan Jawa.

Sistem pengendapan di daerah ini sama dengan sistem pengendapan yang terdapat di Laut Jawa. Musim hujan berlangsung dari bulan-bulan November - Maret dan musim kering dari bulan-bulan Juni - September. Jumlah curah hujan bulanan minimum 40 - 46 mm masing-masing jatuh pada bulan-bulan Juli - Agustus, dan maksimum 226 - 246 mm, masing-masing jatuh pada bulan Desember - Januari. Pengendapan selama setahun di Samudera terbuka 1725 mm, di pantai-pantai sedikit agak lebih tinggi, terutama karena pengaruh teras-teras dan lereng-lereng gunung yang terletak di daerah itu.

l. Daerah Pantai sebelah barat daya Sumatera.

Curah hujan tahunan di daerah ini agak besar; rata-rata 3230 mm, dengan memiliki 2 curah hujan maksimum dan 2 curah hujan minimum. Curah hujan maksimum terjadi pada bulan November, jumlah 383 mm, periode kedua pada bulan April, jumlah 263 mm.

Curah hujan minimum, jatuh pada bulan Juni, jumlah 182 mm, periode kedua jatuh pada bulan Februari, jumlah 241 mm.

Pada pantai-pantai dan beberapa pulau yang bergunung-gunung (pegunungan), jumlah curah hujannya lebih tinggi daripada yang tersebut di atas. Pulau Enggano, mempunyai curah hujan 4602 mm dalam setahunnya.

Fog. visibilitas dan penomena-penomena di udara.

Fog jarang terjadi di laut-laut di sekitar kepulauan, tidak lebih dari 1 - 2% dan tidak membahayakan bagi pelayaran. Fog-fog yang lebih banyak terdapat di daerah-daerah rawa-rawa, di pantai dan di muara-muara sungai. Fog-fog semacam ini terjadi pada malam hari dan setelah Matahari terbit segera fog itu naik. Kadang-kadang di daratan setelah jatuh hujan, temperatur udara turun sampai 6° - 8°C, fog terjadi di tempat-tempat yang rendah, tetapi tak lama kemudian akan hilang.

Visibilitas biasanya baik yakni 5 - 11 mil atau sangat baik yakni 11 - 27 mil. Visibilitas lebih dari 30 mil mempunyai frekuensi 5 - 10%, dan yang kurang dari 5 mil frekuensinya 2 - 5% (maksimum 15%). Penurunan dari pada Visibilitas disebabkan oleh antara lain pengendapan atau perkabutan debu dari udara. Perkabutan ini lebih sering terjadi dalam periode Musson Tenggara, di mana udara daratan tropis terbentuk di atas gurun-gurun Australia dan terbang menuju ke daerah ini.

Akibat perkabutan ini Visibilitas menurun menjadi 5 - 7 mil dan kadang-kadang bahkan sampai 100 m. Frekuensi perkabutan ini pada permulaan Musson Tenggara 3 - 5%, kemudian naik menjadi 5 - 10% dan di beberapa daerah.

LAMPIRAN

KAMUS ISTILAH ILMU FALAK

الألف

أرض
ARDL

Bumi, salah satu di antara sembilan planet pengikut Matahari. Bumi diberi tanda \oplus Orang Inggris menyebut EARTH, sementara orang Yunani menyebutnya GEO. Bumi mempunyai garis tengah sebesar 6.400 km dan kelilingnya 40.000 km. Waktu rotasinya 23 jam 56 menit, sedangkan revolusinya selama 365,2422 hari.

أسد
ASAD

Salah satu rasi (Buruj, Constellation) di antara 12 rasi bintang tetap (ATS-TSAWAABIT) yang terletak dalam MINTHAQAH AL-BURUJ (ZODIAC). Rasi ini berada pada urutan kelima dari ARIES (dalam label hisab diletakkan pada buruj keempat). Dalam dunia astronomi terkenal dengan istilah LEO. Tanda astronominya Ω . Tanda ini sebagai sketsa dari rasi LEO tersebut. Orang Yunani menghayal-kannya sebagai gambar singa, itulah sebabnya maka rasi ini diberi nama LEO.

أصل المعدل
ASHL
AL-MU'ADDAL

Garis yang ditarik dari titik pusat suatu benda langit tegak lurus pada bidang kaki langit. Garis itu adalah garis proyeksi benda langit kepada bidang kaki langit.

أصل المطلق
ASHL
AL-MUTHLAQ

Garis yang ditarik dari titik kulminasi suatu benda langit tegak lurus pada garis yang menghubungkan-titik Utara dan titik Selatan. Garis itu adalah garisproyeksi benda langit kepada bidang kaki langit pada waktu

berkulminasi.

أوج
AUJ

Titik terjauh pada peredaran (orbit) benda langit dari benda langit yang diedarinya. Dalam bahasa Latin disebut APHELIUM atau dalam bahasa Inggris APOGEE. Suatu benda langit yang mengorbit benda langit tidaklah membentuk lingkaran melainkan membentuk ELLIPS, oleh sebab itu ada kalanya benda langit yang mengorbit benda langit yang lain itu berada pada titik terjauh, dan itulah yang disebut AUJ. Di dalam "Daftar Hisab" (Ephemeris) disediakan koreksi Matahari dan Bulan yang disebabkan AUJ itu.

أول السموت
AWWAL AS-SUMUT

Lingkaran besar yang melalui titik Zenith dan Nadir serta melalui pula titik Barat dan Timur. Lingkaran ini tegak lurus kepada bidang kaki langit dan membagi bola langit menjadi dua bagian yang sama yaitu bahagian langit Selatan dan bahagian langit Utara. Dalam istilah astronominya disebut LINGKARAN VERTI-KAL UTAMA.

إجتماع
'IJTIMA

Disebut pula IQTIRAAN, yaitu apabila Matahari dan Bulan berada pada bujur astronomi (DAWAIKUL BURUJ) yang sama. Dalam dunia astronomi dikenal dengan istilah KONJUNGSI (CONJUNCTION). Ijtima' oleh para ahli hisab dijadikan pedoman untuk menentukan masuknya bulan baru Qamariyah. Dalam Ilmu Hisab disebut juga dengan "IJTIMA'UN - NAYYIRAIN".

إحتياط

Suatu langkah pengamanan dalam menentukan

IHTIYAATH

waktu shalat dengan cara menambahkan atau mengurangi waktu, agar tidak mendahului awal waktu, dan tidak melampaui batas akhir waktu.

إختلاف الأفق
IKHTILAAF
AL-UFUQ

Istilah aslinya "AL-*IKHTILAAF AL-UFUQI*". Yang dimaksud adalah perbedaan kedudukan antara kaki langit (*horizon*) sebenarnya (ufuq hakiki) dengan kaki langit yang terlihat (ufuq mar'i) seorang pengamat. Perbedaan itu dinya-takan oleh besar sudut. Ufuq hakiki adalah kaki langit yang terlihat pada ketinggian permukaan air laut, sedangkan ufuq mar'i adalah yang terlihat pada ketinggian tertentu dari permukaan laut dan arahnya akan lebih rendah dari ufuq hakiki. Di dalam Astronomi sudut perbedaan antara dua macam ufuq itu dinyatakan sebagai $D \mid P$.

إختلاف الطول
IKHTILAAF
ATH-THUUL

Dapat juga disebut AL-FADHLU BAINA ATH-THULAINI (FADHLU ATH-THUUL) yaitu perbedaan bujur dari dua buah tempat di permukaan bumi. Dalam bahasa Inggris disebut THE DIFFERENT OF LONGITUDE.

إختلاف العرض
IKHTILAAF
AL-'ARDH

Perbedaan lintang dari dua buah tempat di permukaan Bumi. Dalam bahasa Inggris disebut THE DIFFERENT OF LATITUDE.

إختلاف المنظر
IKHTILAAF
AL-MANZHAR

Beda lihat, sudut yang terjadi antara dua garis yang ditarik dari benda langit ke titik pusat bumi dan garis yang ditarik dari benda langit ke mata si peninjau. Dalam bahasa Inggris beda lihat dikenal dengan istilah PARALLAX dan biasanya diberi simbol P . Istilah ini tepatnya dikenal dalam bahasa Inggris GEOCENTRIC PARALLAX atau

DIURNAL PARALLAX.

Beda lihat itu berubah-ubah harganya setiap saat. Harga yang terbesar terjadi ketika benda langit berada di ZENITH. Besarnya "Parallax" tergantung juga kepada jarak antara benda langit dan bumi makin besar jarak itu makin kecil harga parallaxnya.

ارتفاع

IRTIFAA

Ketinggian benda langit dihitung dari kaki langit melalui lingkaran tegak (VERTIKAL) sampai benda langit yang dimaksud. Ketinggian itu dinyatakan dengan derajat ($^{\circ}$) minimum 0° dan maksimum 90° .

Ketinggian benda langit biasa diberi tanda positif apabila berada di atas kaki langit, dan diberi tanda negatif apabila berada di bawahnya. Di dalam astronomi biasa pula diberi tanda. η . Kata IRTIFAA' dalam bahasa Inggris disebut ALTITUDE.

دائرة الإرتفاع

DAIRAH

AL-IRTIFAA'

Lingkaran yang melalui puncak (ZENITH) dan tegak lurus pada kaki langit tersebut melalui pula titik terendah (NADIR). Lingkaran-lingkaran demikian adalah Lingkaran-lingkaran tegak (VERTIKAL).

غاية الإرتفاع

GHAYAH

AL-IRTIFAA'

Dalam istilah Astronomi disebut tinggi kulminasi. Benda langit dikatakan berkulminasi ketika berada di lingkaran setengah siang (Lingkaran Meridian, Dairah Nisfi An-Nahar). Pada saat itu ketinggian benda langit diukur dan titik Utara atau Selatan sepanjang busur lingkaran tersebut. Besarnya pengukuran itu dinyatakan tinggi kulminasi atau GHAYAH AL - IRTIFAA'.

مقنطرة الإرتفاع

MUQANTHARAH AL-
IRTIFAA'

Lingkaran-lingkaran yang sejajar dengan lingkaran kaki langit dan terletak pada setengah bola langit di atasnya.

إستقبال

ISTIQAAL

Disebut pula dengan AL-MUQAABALAH, yaitu apabila selisih bujur astronomi Matahari dan Bulan sebesar 180° . Bulan beristiqbal dengan Matahari pada waktu Bulan purnama. Dalam dunia astronomi di kenal dengan istilah OPPOSITION.

إستواء

ISTIWAA

وقت الإستواء

WAQTUAL-ISTIWAA'

Waktu yang didasarkan pada perjalanan Matahari hakiki. Menurut waktu itu Matahari berkulminasi jam 12.00 dan berlaku sama untuk setiap hari. Untuk dijadikan waktu rata-rata (WASATHI, jam kita) dikoreksi dengan perata waktu (TA'DIL, EQUATION OF TIME). Dalam bahasa Inggris disebut SOLAR TIME.

خط الإستواء

KHATHTH

AL- ISTIWAA'

Disebut pula KHATHTH AL-I'TIDAL yaitu lingkaran besar yang membagi bumi menjadi dua bagian dan mempunyai jarak yang sama dari Kutub Utara dan Kutub Selatan. Khathth Al-Istiwaa' ini dijadikan permulaan perhitungan lintang (LATITUDE) dan Lintang ini 0° .

Kathth al-Istiwaa' dalam bahasa Latin dan Inggris disebut EQUATOR. Dalam dunia astronomi, Khathth Al-Istiwaa' ini diberi tanda E(EPSILON). Khathth Al-Istiwaa' langit (CELESTIAL EQUATOR) adalah proyeksi dari Khathth al-Istiwaa' bumi pada bola langit.

إمساك

IMSAAK

Waktu tertentu sebelum Subuh, saat kapan biasanya seseorang mulai berpuasa.

إمكان الرؤية
IMKANRU'YAH

Memungkinkan dirukyah, yaitu tinggi halal sedemikian rupa dari kaki langit sehingga memungkinkan diindera oleh mata seorang pengamat. Mengenai beberapa tinggi hilal dari kaki langit sehingga mungkin untuk dapat di lihat mata, banyak faktor yang menentukannya dan masih harus diteliti, sehingga belum ada kesepakatan para ahli yang dapat diambil.

إنحراف
INHIRAAF

Disebut pula INHIDAR, yaitu sesatan sinar. Sesatan sinar ini terjadi karena perputaran bumi pada porosnya, hingga bayangan benda langit yang di-lihat tergeser ke arah Timur dari yang sebenarnya.

مقطرة الإخطاط
MUQANTHARAH AL
INHITHAATH

Lingkaran-lingkaran yang sejajar (paralel) dengan lingkaran kaki langit (ufuk) dan terletak di bahagian bawahnya. (Bandingkan dengan MUQANTHARAH AL-IRTIFA'). Dan terdapat pula setengah bola langit di bawahnya.

أس
U S

Bilangan pokok dari Logaritma, misalnya $\log 25$, maka "Us" nya adalah lima.

أفق
UFUQ

Kaki langit, yaitu lingkaran besar yang membagi bola langit menjadi dua bagian yang sama (bahagian langit yang kelihatan dan bahagian langit yang tidak kelihatan). Lingkaran ini menjadi batas pemandangan mata seseorang. Tiap-tiap orang yang berlainan tempat, berlainan pula kaki langitnya.

بدر

BADR

Bulan purnama; terjadi pada saat sekitar tanggal 13 - 15 bulan Qamariyah. Dalam bahasa Inggris disebut FULL MOON. Pada saat itu Bulan berposisi atau beristiqbaal dengan Matahari.

بسيطة

BASITHAH

Satuan waktu selama satu tahun yang panjangnya 365 hari untuk Tahun Syamsiyah dan 354 hari untuk Tahun Qamariyah. Bandingannya ialah: Kabisah yaitu satuan waktu dalam satu tahun yang panjangnya 366 hari untuk Tahun Syamsiyah dan 355 hari untuk Tahun Qamariyah. Tahun Basithah ini dalam bahasa Inggris disebut COMMON YEAR, sedang tahun Kabisah di sebut LEAP YEAR.

بعد الدرجة

BU'D AD-DARAJAH

Jarak sepanjang Ekliptika yang dihitung dari titik bunga atau titik gugur sampai titik pusat benda langit, yang besar sudutnya 0° hingga 90° . (Lihat HAML dan DAIRAH AL-BURJ).

بعد القطر

BU'D AL-QUTHR

Jarak sepanjang lingkaran tegak (vertikal) suatu benda langit dihitung dari kaki langit hingga lingkaran terang.

برج

BURJ

Jamaknya Buruj, yaitu rasi-rasi bintang Dalam bahasa Inggris disebut CONSTELLATION. Ada dua macam rasi bintang :

1. Rasi bintang yang terdapat di Minthaqah Al-Buruj (ZODIAC). Jumlahnya ada dua belas, yaitu buruj-buruj:
Haml (Aries), Tsaur (Taurus), Jauza' (Gemini), Sarathan (Cancer), Asad (Leo), Sunbulah (Virgo), Mizan (Libra), Aqrab (Scorpio), Qaus (Sagitarium), Jadyu (Capricornus), Dalw (Aquarius), Huut

(Pisces).

2. Rasi bintang di luar Minthaqah al-Buruj (ZODIAC), jumlahnya sangat banyak bertebaran di bagian langit di Utara atau pun bagian langit Selatan.

Ada dua rasi bintang yang sangat penting artinya bagi ahli falak guna menunjukkan arah Utara dan Selatan. Yaitu Ad-Dub Al-Akbar (URSA MAYORIS) dan as-Shu'ub Al-Janubi (CRUX), dalam bahasa Indonesia ad-Dubb al-Akbar di sebut Beruang Besar (Biduk Utara), dan Ash-Shalib Al-Janubi disebut Gubug Penceng atau Bintang Pari.

دائرة البروج

DAIRAH AL-BURJ

Lingkaran Ekliptika, lingkaran ini memotong lingkaran EQUATOR dengan membentuk sudut $23^{\circ} 27'$. Titik perpotongan pertama terjadi pada saat Matahari bergerak dari langit bagian selatan ke langit bagian Utara pada TITIK BUNGA (VERNAL WQUINOX), dan kedua terjadi pada saat Matahari bergerak dari bagian langit Utara ke bagian langit Selatan pada TITIK GUGUR (AUTUMNAL EQUINOX). Sepanjang lingkaran ini Matahari tampak bergeser dari Barat ke Timur.

هت

BUHUT

Pergeseran rata-rata dari pada Matahari sepanjang Ekliptika ke arah Timur dalam selang waktu satu hari satu malam (24) jam. Besarnya dalam derajat Busur adalah $0^{\circ},9856$ atau $59'08''$.

تعديل

TADIL

Perata

تعديل الوقت

Perata waktu. Dalam bahasa Inggris disebut EQUATION OF TIME, biasanya dinyatakan

TA'DILAL-WAQT

dengan huruf kecil e. Dalam Astronomi dinyatakan bahwa perata waktu adalah selisih di antara sudut waktu Matahari Hakiki dan Matahari Pertengahan.

تعديل الحصة

TA'OIL AL-HISHSHAH

Perata pusat Bulan agar didapat kedudukan sebenarnya sepanjang lingkaran deklinasinya, yaitu deklinasi Bulan dari lingkaran Ekliptika.

تعديل الخاصة

TA'DIL AL-KHASHSHAH

Perata pusat Bulan agar didapat kedudukan sebenarnya sepanjang lingkaran falaknya.

تعديل المركز

TA'DIL AL-MARKAZ

Perata pusat Matahari atau Bulan agar didapat kedudukan sebenarnya sepanjang lingkaran Ekliptika.

تقويم

TAQWIIM

Disebut juga ATH-THUL AS-WAMAWI, yaitu kedudukan benda langit yang dinyatakan oleh panjang busur yang dihitung sepanjang Lingkaran Ekliptika, mulai dari titik Haml (Aries) hingga titik perpotongan bujur astronomi yang melalui benda langit tersebut dengan Ekliptika dengan arah REKTROGRAD.

Dalam dunia astronomi dikenal dengan CELESTIAL LONGITUDE. Biasanya berarti pula KALENDER. Lain perkataannyaRUZNAMAH.

تقويم العلامة

TAQWIM AL-ALLAMAH

Perata waktu yang diberikan kepada waktu-waktu terjadinya ijtima' dalam daftar agar didapat waktu ijtima' yang sebenarnya.

تقويم الأيام

TAQWIMAL-AYYAAM

Tambahan atau pengurangan jumlah hari sebelum atau sesudah Matahari melintasi titik buruj agar mencapai buruj yang seutuhnya.

تمام

TAMAAM

Penyiku., yaitu tambahan sudut untuk menjadi siku-siku. Dalam bahasa Inggris disebut COMPLIMENT.

جيب التمام

JAIBATAT-TAMAAM

Perbandingan antara proyeksi hipotenusa suatu sudut dengan hipotenusanya. Dalam istilah Goniometrisnya disebut COSINUS. Hipotenusa adalah garis miring segitiga siku-siku.

ظل التمام

ZHILL AT-TAMAAM

Perbandingan antara proyeksi hipotenusa suatu sudut dengan proyektornya. Dalam Goniometri disebut COTANGENS.

قاطع التمام

QATHI'AT-TAMAAM

Perbandingan antara hipotenusa suatu sudut dengan proyeksinya. Dalam Goniometri disebut COSECAN, yang pada hakekatnya adalah kebalikan dari COSINUS.

توالى

TAWAALI

Arah gerakan benda-benda langit ke Timur berlawanan dengan arah jarum jam apabila dilihat dari Kutub Utara. Kebalikannya disebut gerakan MUKHALIF. Dalam dunia astronomi Tawaali ini dikenal dengan gerakan REKTROGRAD.

ثابت

TSAABIT

Bintang sejati. Jama'nya TSAWAABIT, yaitu Bintang-bintang tetap. Bintang-bintang ini mempunyai sinar sendiri seperti Matahari. Dikatakan Bintang tetap karena Bintang-bintang ini selalu dalam susunan rasi yang relatif tetap. Dalam astronomi dikenal dengan FIXED STARS.

ثانية

TSAANIYAH

Detik, sekon, yaitu satuan waktu atau busur yang nilainya seperenam puluh menit. Dalam bahasa Inggris disebut SECOND.

ثور

TSAUR

Salah satu rasi bintang, yang kedua dalam urutan 12 rasi bintang di Zodiac. Dalam Bahasa Latin disebut TAURUS. Dan dalam bahasa Inggris disebut BULL.

ثريا

TSURAIYYA

Nama rasi bintang pada Buruj Tsaur. Bintang ini sangat penting artinya bagi petunjuk musim untuk orang-orang Indonesia. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan rasi ORION (WALUKU).

جدي

JADYU

Nama salah satu rasi bintang dalam Zodiac, pada urutan yang ke 10 dari rasi Aries. Bahasa Latin-nya CAPRICORNUS. Dalam bahasa Inggrisnya Capricorn. Tanda Astronominya ()

جنوب

JANUUB

Titik Selatan. Dalam Ilmu Falak diformulasikan sebagai titik perpotongan antara lingkaran meridian dengan lingkaran kaki langit di bahagian langit Selatan. Dalam bahasa Inggris disebut SOUTH POLE

القطب الجنوبي

*AL-QUTHBUL
JANUBI*

Kutub Selatan. Dalam Ilmu Falak di formulasi-kan sebagai titik perpotongan antara lingkaran meridian dengan perpanjangan poros bumi. Dalam bahasa Inggris disebut SOUTH POLE.

الصلب الجنوبي

*ASH-SHALIB AL-
JANUBI*

Rasi bintang yang berbentuk layang-layang, dan apabila ditarik garis melalui puncaknya ke ekornya, hingga memotong lingkaran ufuk, maka titik perpotongan itulah titik Selatan. Dalam bahasa Indonesia disebut RASI PARI/

Gubug Penceng. Dalam bahasa Latin disebut CRUX. Bahasa Inggrisnya disebut THE SOUTHERN CROSS.

جوزاً
JAUZA'

Disebut juga TAUAMMAAN (Kembar), yaitu nama salah satu rasi bintang dalam zodiac urutan ketiga. Bahasa Latinnya GEMINI. Bahasa Inggrisnya TWIN. Tanda Astronomi-nya. ()

جوزهر
JAUZHAR

Simpul naik, yaitu titik potong antara falak Bulan dengan Ekliptika dalam lintasannya dari belahan langit Selatan ke langit utara. Istilah ini dikenal pula dengan al-Uqdah ash-Sha'idah, dalam bahasa Inggrisnya disebut ASCENDING NODE. Tanda Astronominya ().

جيب
JAIB

Perbandingan antara sisi siku-siku di depan suatu sudut dengan sisi miring pada suatu segitiga siku-siku. Dalam Geometri disebut sinus sudut itu.

جيب الميسوط
JAIB AL-MABSUUTH

Sinus sudut kemiringan cahaya pada bidang datar yang horizontal dilihat dari ujung bayang-bayang dari benda yang berdiri tegak.

جيب المنكوس
JAIB AL-MANKUUS

Sinus sudut kemiringan cahaya pada bidang datar yang berdiri tegak dilihat dari ujung bayang-bayang dari benda yang tegak lurus pada bidang itu. Dan karena orang yang ingin mengukur besar sudutnya dengan rubu' mengalami kesukaran, maka ditempuhlah jalan yang lain ialah menentukan perbandingan bayang-bayang benda itu dengan sisi miringnya, berarti ia mencari cosinus dari sudut kemiringan cahaya tersebut.

جرم
JIRM

Jamaknya Ajraam. Al-Ajramu as-Samawiyah yaitu benda-benda langit, yang dalam bahasa Inggris disebut "CELESTIAL BODIES".

جهة
JIHAH

Arah., disebut pula SAMT. Jihatul .Qiblat sama artinya dengan Samtul Qiblat. Dalam dunia astronomi di formulasikan sebagai besar sudut suatu tempat atau suatu benda langit yang dihitung sepanjang lingkaran kaki langit dari titik Utarahingga titik perpotongan lingkaran vertikal yang menuju ke tempat atau melalui benda langit itu dengan lingkaran kaki langit dengan arah sesuai dengan arah jarum jam. Bahasa Latin dan bahasa Inggrisnya disebut AZIMUTH.

جهة القبلة
JIHAH AL-QIBLAH

Arah Ka'bah yang dinyatakan dengan besarnya sudut dari salah satu mata angin terdekat dengan busur yang ditarik dari suatu tempat melalui Ka'bah sampai titik perpotongan busur itu dengan kaki langit. Dalam Astronomi besarnya sudut dinyatakan dengan AZIMUTH (Lihat Jihah).

حضيض
HADHIIDH

Titik terdekat suatu benda langit yang mengedari benda langit yang lain ke benda langit yang diedarinya. Dalam bahasa Latin disebut PERIHELUM. Dalam bahasa Inggris disebut PERIGEE (lihat AUJ).

حمل
HAML

Salah satu rasi bintang di antara 12 rasi bintang lainnya yang terdapat dalam Zodiac. Kedudukan rasi ini adalah 00 derajat. Begitu pula 00° berarti titik Haml ini sangat cocok untuk dijadikan titik pangkal perhitungan

Ascensio rekta benda-benda langit (ash-Shu'ud al-Mustaqim). Titik Hamal ini dikenal pula dengan titik Aries atau titik musim bunga (VERNAL EQUINOX). Tanda astronominya (γ) yang ditempati Matahari pada tanggal 21 Maret, yaitu pada saat Matahari melintasi Equator dari belahan langit Selatan dan ke belahan langit Utara.

Semula orang mengira bahwa tiap-tiap tahun pada tanggal 21 Maret Matahari selalu berada pada rasi bintang Aries ini, sehingga mereka beranggapan bahwa rasi-rasi tanda zodiac dan rasi-rasi bintang berimpit, tetapi yang sebenarnya tidaklah demikian. Pada tahun 200 SM, Hipparchus telah mengadakan penelitian dengan hasil yang mengubah anggapan sebelumnya, yaitu bahwa koordinat bintang-bintang tidaklah selalu tetap besarnya melainkan rasi-rasi bintang itu makin ketinggalan dari kedudukan Matahari pada tiap-tiap tanggal 21 Maret. Dengan perka-taan lain, titik Aries berjarak dengan kecepatan 36 setahun dengan arah ke Barat (RETRO-GRAD/MUKHAALIF). Menurut penelitian terakhir, bahwa kecepatan pergeseran titik Aries tadi tidaklah 36 melainkan 50,3 tahun atau lebih kurang 1° dalam 72 tahun. Ini berarti titik Aries akan mengelilingi bola langit satu putaran dalam jangka 26.000 tahun. Kalau kita mengadakan penelitian secara seksama kedudukan Matahari pada tanggal 21 Maret itu yang dikatakan berada pada titik Aries, sebenarnya berada pada rasi PISCES. Jadi Matahari pada tanggal 21 Maret itu tidaklah berada pada rasi Aries ia akan memasuki rasi Aries pada akhir bulan April

tiap-tiap tahun, dan selanjutnya semakin lama semakin mundur dengan ke-cepatan tersebut di atas.

حساب

HISAB

علم الحساب

ILMU AL-HISAB

Menghitung

Suatu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan. Dalam bahasa Inggris disebut ARITHMATIC. Ilmu Falak dan Ilmu Faraidh dikenal pula dengan Ilmu Hisab. Penamaan ini karena kegiatan yang paling menonjol pada kedua ilmu itu ialah melakukan perhitungan-perhitungan.

علم المثلثات

ILMU AL-
MUTSALATSAAT

Ilmu Pengetahuan yang membahas tentang sudut-sudut segitiga serta hubungannya dengan sisi-sisinya. Termasuk juga segitiga bola. Dalam dunia Ilmu Pengetahuan disebut dengan TRI-GONOMETRY dan SPHERICAL TRIGONO-METRY.

حصة

HISHSHAH

Tenggang waktu atau jarak yang harus di-perhitungkan dari kedudukan benda langit ke kedudukan benda langit yang lain, atau dari saat tertentu ke saat yang lain.

حصة الشفق

HISHSHAH ASY-
SYAFAQ

Tenggang waktu yang dihitung dari masuknya awal waktu Maghrib hingga berakhirnya waktu itu (hilang cahaya merah di bagian langit sebelah Barat).

حصة الفجر

HISHSHAH AL-FAJR

Tenggang waktu yang dihitung dari terbitnya fajar hingga terbitnya matahari.

حصة عرض القمر

Jarak bulan sepanjang busur Lingkaran Bujur Astronomis yang dihitung dari Bulan itu sampai

HISHSHAH 'URDHI
AL-QAMAR

حوت

HUUT

Ekliptika.

Salah satu rasi di antara 12 bintang pada Zodiac.

Ia berada pada urutan yang ke-12 atau yang terakhir. Bahasa Latinnya disebut PISCES. Tanda astronominya (♓). Dalam bahasa Inggris FISH.

حك

HUK

Disebut pula AL-IBRATUL MAGNITHI-SIYAH (الإبرة المغنيطيسية) yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui arah. Di dalamnya terdapat jarum yang bermagnet yang selalu menunjuk arah Utara dan Selatan. Di bawah jarum terdapat bidang yang diberi skala 00 sampai dengan 3600. Dalam bahasa Inggris disebut COMPASS dan kadang-kadang disebut seleng-kapnya yaitu MAGNETIC COMPASS.

الخاء

خط

KHAT

خط الإستواء

KHATH AL-ISTIWA'

Garis. Dalam Ilmu Falak difahami juga sebagai busur lingkaran.

Lih. Istiwa'.

خط الإستواء السموى

KHATH AL-ISTIWA' AS-SAMAWI

Lih. Istiwa".

خط الزوال

KHAT AZ-ZAWAL

Disebut pula Khat Nisfi An-Nahar dan al-Hajirah, yaitu lingkaran besar yang melalui Kutub langit Utara, Titik Zenith, Kutub Selatan dan Nadir. Lingkaran ini membagi bola langit menjadi dua bagian yang sama besar dan

	membagi dua bagian sama besar busur siang benda-benda langit. Dalam bahasa Yunani dan Inggris disebut MERIDIAN.
خط الأفقى <i>KHATH AL-UFUQI</i>	: Garis Horizontal.
خط العمودى <i>KHATH AL-AMUDI</i>	Garis vertikal/tegak lurus, yaitu garis yang sejajar dengan arah tali batu juga.
خط القاطع <i>KHATH AL-QATH'</i>	Garis potong, yaitu dua buah garis yang saling berpotongan.
خط المماس <i>KHATH AL-MUMAS</i>	Garis singgung, yaitu garis yang tegak lurus pada jari-jari sebuah lingkaran dan terletak di luar lingkaran itu.
خريطة <i>KHARITHAH</i>	Peta bumi, yaitu gambar yang memuat pulau-pulau, benua, laut, sungai dan gunung serta kota-kota yang dibuat dengan skala tertentu agar mendekati keadaan yang sebenarnya.
خاصة <i>KHASHSHAH</i>	Atau Khashshah al-Qamar, yaitu gerak bulan sepanjang lintasannya dihitung dari titik Hami (Aries) sesudah dikoreksi dengan Aujnya.
خاصة التعديل <i>KHASHSHAH AT-TA'DIL</i>	Lih.Ta'dil.
خسوف <i>KHUSUUF</i>	Gerhana Bulan, arti aslinya memasuki. Bulan di sebut khusuuf karena pada saat terjadinya khusuuf itu piringan bulan sebagian atau seluruhnya memasuki kerucut bayangan bumi yang tidak dikenai sinar Matahari. Gerhana Bulan terjadi hanya pada saat istiqbal, yaitu Bujur Astronominya berbeda 180° dengan Bujur Astronomi Matahari, sedangkan

deklinasinya sama 0° atau mempunyai deklinasi yang hampir sama harga mutlaknya walaupun berlawanan tandanya. Di dalam astronomi terjadinya Gerhana Bulan ini ditentukan bahwa jika Bulan Purnama ada dalam jarak 12° dari titik simpul, Gerhana Bulan pasti terjadi Gerhana Bulan ada tiga macam:

1. Gerhana semu.
2. Gerhana sebahagian.
3. Gerhana total.

Dalam bahasa Inggris, gerhana bulan ini disebut ECLIPSE OF THE MOON.

دائر

DAIR

Busur sepanjang lintasan suatu benda langit yang diukur dari benda langit pada suatu saat.

دائرة

DAIRAH

Jamaknya Dawaa'ir yaitu bidang datar yang dibatasi oleh garis lengkung yang tiap-tiap titik dari garis lengkung ini mempunyai jarak yang sama ke titik pusatnya. Dalam bahasa Indonesia disebut lingkaran. Dalam astronomi "dairah" itu difahami sebagai lingkaran-lingkaran semu.

دائرة الإرتفاع

DAIRAH AL-IRTIFA'

Lih. Irtifa'.

دائرة الأفق

DAIRAH AL-UFUQ

Lih. Ufuq.

دائرة نصف النهار

DAIRAH AN-NISFI AN-NAHAR

Lih. Nishfi An-Nahar

دائرة البرج

DAIRAH AL-BURUJ

Lih. Buruj

دائرة معدل النهار

*DAIRAH MU'ADDAL
AN-NAHAR*

Lingkaran Equator, yaitu lingkaran besar yang membagi bola langit menjadi dua bagian yang sama besar dan tegak lurus pada lingkaran terang. Lingkaran itu dinamakan Dairah Mu'addalin Nahar, karena apabila Matahari beredar pada lingkaran itu, lama siang dan malam sama untuk seluruh tempat.

درجة

DARAJAH

Satuan ukuran yang dipakai untuk mengukur sesuatu seperti panas (suhu) udara dan besarnya sudut. Dalam Ilmu Falak derajat ini diformulasikan sebagai satuan untuk mengukur besarnya sudut atau busur dinyatakan dengan o kecil di letakkan di atas bagian angka. Minimum 0 dan maksimum 360°. Dalam bahasa Inggris disebut DEGREE.

بعد الدرجة

BU'DU AD-DARAJAH

Lih. Bu'du.

دقيقة

DAQIQAH

Menit. Jamaknya Daqaiq, yaitu satuan ukuran yang dipakai untuk waktu atau sudut. Daqiiqah sebagai bagian waktu, besarnya seperenam puluh jam sedang daqiiqah sebagai sudut adalah seperenam puluh derajat. Nilai dari kedua buah satuan ukuran tersebut tidak sama, karena satu jam besarnya: 15°, maka satu menit jam sama dengan 15 menit busur, Tanda menit busur dinyatakan dengan tanda Accent (') ditulis di bagian kanan atas angka.

دقائق الاختلاف

DAQAIQ AL- IKHTILAAF

Pembiasan sinar, disebut pula al-Inkisar atau al-Inkisar Al-Jawwi. Dalam dunia astronomi disebut REFRAKSI berasal dari kata Inggris : REFRACTION, yaitu perbedaan di antara tinggi suatu benda langit yang dilihat dengan tinggi sebenarnya yang diakibatkan oleh adanya pembiasan sinar. Pembiasan ini terjadi karena sinar yang dipancarkan benda tersebut datang ke mata kita melalui lapisan-lapisan atmosfer yang berbeda-beda tingkat kerenggangan udaranya; sehingga posisi setiap benda langit itu kita lihat lebih tinggi dari posisi yang sebenarnya. Benda langit yang sedang menempati titik Zenith refraksinya 0° . Semakin rendah posisi suatu benda langit, refraksinya semakin besar, dan refraksi itu mencapai nilai yang paling besar (yaitu sekitar $34', 5$) pada saat piringan atas benda langit itu bersinggungan dengan kaki langit.

دقائق التمكينية

DAQAIQ AT-TAMKINIYAH

Yaitu Daqqaiqul Ikhtilaaf ditambah semi diameter Matahari. Jumlah keseluruhannya ditambahkan pada tinggi benda langit agar didapatkan hasil hisab yang sesuai dengan pandangan mata si pengamat (observer).

دلو

DALW

Salah satu rasi di antara 12 rasi bintang pada Zodiac. Ia berada pada urutan yang ke-11 dari rasi Aries. Bahasa Latinnya AQUARIUS. Dalam bahasa Inggris disebut WATER BEARER. Tanda Astronominya (♒).
Sebenarnya arti Dalw itu timba, orang Arab menyebut rasi itu dengan Dalw karena rasi bintang tersebut apabila dikhayalkan, tergam-

barlah orangyang memegang timba. Jadi kalau orang Latin menyebut AQUARIUS yang berarti penyiram kebun adalah suatu penamaan yang berbeda dari sudut pandang.

دوائر الميول

DAWAAIRUL MUYUL

Lingkaran Deklinasi yaitu lingkaran besar yang ditarik dari Kutub Langit Utara ke Kutub Langit Selatan serta melalui benda-benda langit. Lingkaran-lingkaran ini berguna untuk mengukur benda-benda langit. Lingkaran ini sama artinya dengan lingkaran waktu (Dairah Suwa'iyah), sedang sudut yang diapit oleh meridian dan lingkaran itu disebut Sudut Waktu (QAWIYAH SUWAI'IYYAH. HOUR CIRCLE/HOUR ANGLE).

دوائر العرض

DAWAAIRUL 'URUDH

Disebut pula MADARAAT AL-URDHIYAH, yaitu lingkaran yang melalui benda langit yang dibuat sejajar dengan Dariah Buruj. Lingkaran-lingkaran ini bisa dibuat di bagian langit utara atau selatan dari Dairah al-Buruj (Ekliptika).

Gunanya untuk menentukan lintang astronomi (SELESTIAL LATITUDE, berdasarkan sis-tim koordinat Ekliptika) dari benda-benda langit tersebut.

ربيع

RABI'

Musim semi/bunga, dalam bahasa Inggris disebut SPRING, yaitu waktu pada saat Matahari melintasi titik Aries, Taurus dan Gemini (21 Maret s/d 21 Juni) bagi daerah Bumi Utara atau pada titik Libra, Scorpio dan Sagitarius (23 September s/d 21 Desember) bagi daerah belahan Bumi Selatan.

RU'YAH
رؤية الهلال
RU'YAH AL-HILAL

الرءاء

Melihat.
Melihat atau mengamati hilal pada saat Matahari terbenam menjelang bulan qamariyah dengan mata atau telescope. Dalam Astronomi dikenal dengan OBSERVASI.

رؤية بالفعل
RU'YAH BIL FI'LI

Istilah ini terkenal dalam kalangan masyarakat Indonesia yang berarti melihat atau mengamati hilal dengan mata atau pun dengan telescope pada saat Matahari terbenam menjelang bulan baru qamariyah.

إمكان الرؤية
IMKANAL-RU'YAH

Lih. Imkan.

حد إمكان الرؤية
*HAD IMKAN AR-
RU'YAH*

Batas ketinggian hilal yang memungkinkan bagi seseorang untuk melihat hilal.

ربع
RUBU'

Seperempat. Dalam istilah astronomi disebut KWADRAN, berasal dari kata Inggris QUADRANT, yaitu seperempat lingkaran, suatu alat untuk menghitung fungsi goneometris, yang sangat berguna untuk mempro-yeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal.

Bagian-bagian dari Rubu' itu :

1. Bagian yang melengkung disebut QAUS (busur).
2. Satu sisi tempat mengincar disebut JA1B (Sinus), yang memuat skala yang mudah terbaca berapa sinus dari tinggi suatu

- benda langit yang dilihat.
3. Sisi yang lain disebut JAIBUT TAMAM, yang memuat skala-skala yang mudah terbaca beberapa cosinus dari tinggi benda tersebut.
 4. Bagian busur yang berimpit dengan sisi Jaib Tamam disebut AWWALUL QAUS (Permulaan busur).
 5. Sedang bagian busur yang berimpit dengan sisi Jaib disebut AKHIRUL QAUS. Dari Awwal Qaus sampai Akhir Qaus dibagi-bagi dengan skala dari 0° s.d 90° .
 6. Pada sisi Jaib terdapat lubang untuk mengincar disebut HADAFAH (Sasaran).
 7. Titik sudut siku-sikunya disebut MARKAZ. Padanya terdapat lubang kecil untuk dimasuki tali yang biasanya dibuat dari benang sutera, maksudnya supaya tali itu dibuat sekecil-kecilnya.
 8. Pada tali itu terdapat simpulan benang kecil yang dapat digeser yang disebut MURI.
 9. Pada ujung tali itu diberi beban yang dibuat dari metal disebut SYAQUL. Apabila seseorang mengincar suatu benda langit, maka Syaql itu bergerak mengikuti gaya tarik Bumi, terbentuklah sebuah sudut yang dapat terbaca pada Qaus, berapa tingginya benda langit tersebut pada Qaus.

زاوية

ZAWIYAH

زاوية قائمة

ZAWIYAH QAIMAH

Sudut.

Sudut siku-siku, sebuah sudut yang kaki-kakinya saling tegak lurus besarnya 90° .

زاوية حقدة

ZAWIYAH HAQDAH

Sudut Lancip yaitu sudut yang besarnya lebih kecil dari 90° .

زاوية سموية

ZAWIYAH SAMA
WIYAH

Sama artinya dengan Dawairul Muyul (lihat Dawairul Muyul)

زاوية منفرجة

ZAWIYAH
MUNFARIJAH

Sudut tumpul, yaitu sudut yang besarnya lebih besar dari 90° tetapi lebih kecil dari 180° .

زيج

ZA1J

Tabel yang memuat data-data astronomis bendabenda langit, dalam bahasa Inggris disebut EPHEMERIS.

سبق

S A B A Q

Gerak Bulan atau Matahari pada lintasannya masing-masing yang dicatat dalam daftar setiap pertambahan waktu satu jam.

سرطان

SARATHAN

Salah satu rasi diantara 12 rasi pada Zodiac. Ia berada pada urutan yang keempat dari rasi Aries. Dalam bahasa Latinnya CANCER, sedang dalam bahasa Inggris disebut CRAB. Tanda Astronominya (♋). Titik rasi ini mempunyai Ascensio Rekta 90° dan deklinasi $23^\circ 27'$, yaitu sebesar harga maksimum positip deklinasi Matahari.

الساعة الوسطية

AS-SAA'AH AL-
WASATHIYAH

Disebut juga AL-WAQT AL-WASATHI. Waktu rata-rata. Yaitu yang didasarkan pada jam. (Lihat Waqt Istiwa').

سمت

SAMT

Arah, jihat.

سمت القبلة

SAMT AL-QIBLAH

Disebut pula JIHAH AL-QIBLAH.

Yaitu arah Ka'bah yang dinyatakan dengan besarnya sudut dari salah satu mata angin yang terdekat. Dalam Astronomi besarnya sudut dinyatakan dengan AZIMUTH.

سمت الإرتفاع

SAMT AL-IRTIFA'

Simit Tinggi, busur sepanjang lingkaran kaki langit yang dihitung dari titik Barat atau titik Timur sampai lingkaran vertikal yang melalui benda langit itu.

بعد السميت

BU'D ASSAMT

Jarak Zenith. Dalam bahasa Inggris disebut ZENITH DISTANCE, yaitu jarak dari titik Zenith ke suatu benda langit sepanjang lingkaran vertikalnya.

سمت الرأس

SAMT AR-RA'S

Zenith. Dalam bahasa Inggris disebut ZENITH, yaitu titik perpotongan antara garis vertikal yang melalui seorang pengamat dengan bola langit di atas kaki langit.

سمت القدم

SAMT AL-QADAM

Nadir. Yaitu perpotongan antara garis vertikal yang melalui seorang pengamat dengan bola langit di bawah langit.

سنة

SANAH

Tahun. Dalam bahasa Inggris disebut YEAR.

السنة البسيطة

AS-SANAH AL-BASITHAH

Lihat Basithah.

السنة الكبيسة

AS-SANAH AL-KABIISAH

Dalam bahasa Inggris disebut LEAP YEAR. Yaitu satuan waktu dalam satu tahun yang panjangnya 366 hari untuk Tahun Syamsiyah dan 355 hari untuk Tahun Qamariyah. Tahun Kabisah Syamsiyah terjadi pada tiap-tiap

bilangan tahun yang habis dibagi empat kecuali bilangan abad-abad penuh yang tidak habis dibagi empat, seperti 1700, 1800 dan 1900.

Hal ini untuk mengatasi pecahan 0,2422 hari dari bilangan hari untuk Tahun Syamsiyah yang sebenarnya 365,2422 hari.

Tahun Kabisah untuk Qamariyah, tiap-tiap 30 tahun diberikan 11 Tahun Kabisah, yaitu tahun-tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 15 atau 16, 18, 21, 24, 26 dan 29.

السنة الإقترانية

AS-SANAH AL-IQTIRAANIYAH

Tahun Sinodis. Dalam bahasa Inggris disebut SINODIC YEAR. Yaitu satuan waktu selama 354 hari 8 jam 48,5 menit, atau selama 12 bulan qamariyah/bulan sinodis/syahr iqtiraaini.

السنة النجومية

AS-SANAH AN-NUJUMIYAH

Tahun Sideris. Dalam bahasa Inggris disebut SIDEREAL YEAR. Yaitu satuan waktu selama 365, 25636 hari (365 hari 6 jam 15 menit 10 detik) ialah waktu yang berselang antara dua kedudukan Matahari yang sama berturut-turut terhadap suatu bintang tetap.

السنة العادية

AS-SANAH AL-'AADIYAH

Tahun Tropis. Dalam bahasa Inggris disebut TROPICAL YEAR, yaitu satuan waktu yang dihitung dari saat Matahari berada pada VERNAL EQUINOX (Titik Bunga) ke Vernal Equinox berikutnya. Tahun tropis inilah yang dipakai satuan ukuran untuk Kalender Syamsiyah yang lamanya 365, 2422 hari (365 hari 5 jam 48 menit 46 detik).

سنبلة

SUNBULAH

Salah satu rasi diantara 12 rasi bintang pada Zodiac, la merupakan urutan yang keenam

dari rasi Aries. Dalam bahasa Latin disebut VIRGO. Dalam bahasa Inggris disebut Virgin. Tanda Astronominya ()

شاقول

SYAAQUUL

Lihat RUBU

شمس

SYAMS

Matahari. Dalam bahasa Inggris disebut SUN. Dalam bahasa Latin disebut HELIUS, yaitu bintang yang terdekat, yang menjadi pusat peredaran planet-planet yang termasuk tata surya. Matahari disebut juga UMMU AS-SAYYAARAAT (pusat planet-planet).

النظام الشمسية

AN-NIDZAAM ASY-SYAMSIYYAH

Tata Surya. Dalam bahasa Inggris disebut SOLAR SYSTEM, yaitu susunan benda-benda langit yang terdiri dari matahari sebagai pusat susunannya; dikelilingi oleh para planet dengan bulan-bulannya, komet, batu-batu meteor dan sebagainya. Arah peredaran planet-planet itu adalah dari Barat ke Timur (REKTRO-GRAD/TAWAALI).

الوقت الشمسية

AL-WAQT ASY-SYAMSIYYAH

Waktu Matahari, yaitu kesatuan waktu yang didasarkan pada peredaran Matahari satu putaran penuh. Waktu Matahari ini agar menjadi waktu rata-rata harus diadakan koreksi dengan perata waktu (EQUATION OF TIME). Lihat TA'DIL AL-WAQT.

شهر

SYAHR

Bulan. Dalam bahasa Inggris disebut MONTH.

الشهر الإقتراني

Bulan Sinodis. Disebut pula 'ASY-5YHR AL-

ASY-SYahr AL-
IQTIRAANY

QAMARIY. Dalam bahasa Inggris disebut SINODIG MONTH. Lamanya rata-rata 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik.

الشهر النجومى
ASY-SYahr AN-
NUJUMI

Dalam bahasa Inggris disebut Siderial Month. Yang lamanya rata-rata 27 hari 7 jam 43 menit 11,5 detik. Waktu itu memisahkan antara dua kedudukan yang sama berturut-turut dari Bulan yang sedang beritjimak dengan suatu Bintang. Waktu ini merupakan satu kali putaran penuh Bulan mengelilingi Bumi.

شياء
SYITAA'

Musim dingin. Dalam bahasa Inggris disebut WINTER. Yaitu pada saat Matahari melewati titik-titik Zodiac Capricomus, Aquarius dan Pisces (22 Desember s.d 21 Maret) untuk daerah belahan Bumi utara, atau tanda-tanda zodiac Cancer, Leo dan Virgo (24 Juni sampai 22 September) untuk daerah belahan Bumi Selatan.

شمال
SYIMAAL / SYAMAAL

Titik Utara. Dalam bahasa Inggris disebut NORTH, yaitu titik perpotongan antara Lingkaran Meridian dengan Lingkaran ufuq di belahan langit utara.

صيف
SHAIF

Musim panas. Dalam bahasa Inggris disebut SUMMER, yaitu waktu pada saat Matahari melewati Titik Cancer, Leo dan Virgo (21 Juni sampai 22 September) untuk daerah belahan Bumi Utara atau Capricornus, Aqua-rius dan Pisces (22 Desember sampai 20 Maret) untuk belahan Bumi Selatan.

صبح

SHUBH

Tenggang waktu yang dimulai sejak terbitnya fajar sampai terbitnya Matahari. Tinggi Matahari pada saat fajar, dalam Ilmu Falak ditentukan -20° .

الصعود المستقيم

ASH AHU'UUD AL-
MUSTAQIIM

Panjatan Tegak. Dalam bahasa Latin disebut ASCENSIO REKTA, sedang dalam bahasa Inggris disebut RIGHT ASCENSION, yaitu busur sepanjang Equator dihitung dari titik Aries sampai Lingkaran Waktu/Lingkaran Deklinasi yang melalui suatu benda langit, dengan arah Rektrograd/tawaali.

ضميمة

DHAMIIMAH

Koreksi yang diberikan pada rata-rata Bulan pada tiap-tiap tahun yang dari tahun ke tahun selalu berubah-ubah sesuai dengan yang didapat dalam daftar perata tahunan. Dalam bahasa Inggris disebut ANNUAL EQUATION.

ضحى

DHUHAA

Yaitu waktu yang berkisar dari 20 menit sesudah Matahari terbit sampai menjelang kulminasi Matahari. Dalam Syari'at Islam ditentukan bahwa waktu shalat Duhaa itu dimulai sejak Matahari setinggi tombak. Menurut pendapat ahli Ilmu Falak saat itu matahari mempunyai ketinggian 40 42 dari kaki langit sebelah Timur.

طول

THUUL

طول القمر

THUUL AL-QAMR

طول الشمس

THUUL ASY-SYAMS

Bujur. Dalam bahasa Inggris disebut LONGITUDE.

Sama dengan TAQWIM AL-QAMR. lihat Taqwim.

Sama dengan TAQWIM ASY SYAMS. Lihat

	Taqwim.
طول البلد THUUL AL-BALAD	Bujur suatu tempat/negeri di Bumi yang dinyatakan dengan derajat, diukur sepanjang busur Equator dari bujur yang melalui kota Greenwich sampai bujur yang melalui tempat/negeri itu. Tanda astronominya λ (lambda).
ظل ZHIL	Bayang-bayang suatu benda yang dijadikan pembanding dari bendanya. Dalam Goneometri disebut TANGENS, yaitu perbandingan sisi siku-siku suatu sudut dengan sisi siku-siku yang lain pada suatu segitiga siku-siku.
ظل تمام ZHIL TAMAAM	Contangens, kebalikan dari tangens.
ظل المبسوط ZHIL AL-MABSUTH	Bayang-bayang suatu benda yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar yang horizontal.
ظل المنكوس ZHIL AL-MANKUUS	Panjang bayang-bayang suatu benda yang ditancapkan tegak lurus pada bidang tegak.
ظل الغاية ZHIL AL-GHAYAH	Panjang bayang-bayang suatu benda pada saat Matahari berada pada titik kulminasi.
ظل العصر ZHIL AL-'ASHAR	Panjang bayang-bayang suatu benda pada saat masuknya awal waktu Ashar. Panjang bayang-bayang ini sama dengan panjang benda ditambah Zhil al-ghayah.
عرض	Lintang. Dalam bahasa Latinnya disebut LATITUDE, demikian pula dalam bahasa

'URDH

Inggrisnya

عرض البلاد

'URDH AL-BALAD

Lintang Tempat atau Lintang Geografis. Yaitu jarak sepanjang meridian Bumi yang diukur dari Khatulistiwa sampai suatu tempat dimaksud. Minimum 0° , maksimum 90° . Bagi tempat-tempat di belahan Bumi Utara diberi tanda positif, sedang di belahan bumi Selatan diberi tanda negatif. Lintang ini diberi tanda astronomi dengan huruf Yunani phi (φ).

عرض القمر

'URDH AL-QAMR

Yaitu jarak sepanjang bujur astronomi dihitung dari Bulan sampai Ekliptika, minimum 0° maksimum $5^{\circ} 8$.

دوائر العرض

DAWAA 'IR AL-'URDH

Lingkaran besar yang melalui dua kutub Ekliptika. Lingkaran-lingkaran ini digunakan untuk menentukan jarak benda langit dari Ekliptika, serta untuk menentukan DEKLINASI KEDUA dari Bulan yang dihitung sampai Lingkaran Khatulistiwa. Jauh dekatnya benda-benda langit itu, baik dari lingkaran Ekliptika ataupun dari Khatulistiwa dinyatakan dengan derajat busur.

مدرات العرضية

MADARAAT AL-'URDHIYAH

Lingkaran-lingkaran paralel dengan Ekliptika, baik yang ada di Utara maupun yang ada di Selatan. Lingkaran-lingkaran ini berguna untuk menentukan kedudukan benda langit dari Lingkaran Ekliptika.

عشاء

ISYAA

Yaitu tenggang waktu yang dimulai dari habisnya cahaya merah atau terbitnya cahaya putih di bagian langit sebelah Barat hingga terbitnya fajar. Ada yang berpendapat sampai

larut malam. Dalam Astronomi, waktu Isya' ini dimulai pada saat Bintang-bintang di langit bercahaya sempurna. Saat itulah para Astronomi mulai mengadakan obsersevasi. Itulah sebabnya saat ini disebut dengan ASTRONOMICAL TWILIGHT, yaitu pada saat Matahari berkedudukan 18° di bawah kaki langit.

عطارد

'UTHAARID

Nama salah satu planet di antara sembilan buah planet yang mengedari Matahari. Planet ini adalah planet yang terdekat kepada Matahari. Termasuk planet dalam. Dalam bahasa Yunani disebut: MERCURIUS. Dalam bahasa Inggris disebut MERCURY. Tanda astronominya (♁).

عقرب

'AQRAB

Nama salah satu rasi bintang yang terdapat pada Zodiac. Ia berada pada urutan yang kedelapan dan rasi Areis. Bahasa Latinnya SCORPIO, dalam bahasa Inggris disebut SCORPION. Tanda Astronominya (♏). Susunan rasi ini mirip benar dengan bentuk KALAJENKING. Orang Jawa menyebut-nya : KLOPO DOYONG.

عقدة

'UQDAH

Simpul. Dalam Astronomi dikenal sebagai titik perpotongan antara Lintasan Bulan dengan Ekliptika. Ada dua titik Simpul, yaitu 'UQDAH JAUZHAR (ASCENDING NODE) disebut pula AL-'UQDAH ASH-SHO'IIDAH dan 'UQDAH NAUBAHAR (DESCENDING NODE) disebut pula AL 'UQDAH AN-NAAZILAH. Tanda astronomi 'Uqdah Jauzahar (♊), sedang 'Uqdah Naubahar (♋). 'Uqdah ini

setiap tahun bergeser ke arah barat (Retrograd, mukhalif). Sekali putaran penuh memerlukan waktu 18,67 tahun. (Tahun Saros).

الغين

غروب

GHURUUB

Terbenam

Matahari dan Bulan dikatakan terbenam apabila piringan atas (UPER LIMB) bersinggungan dengan kaki langit. Dalam pengertian Astronomi, Matahari dan Bulan dikatakan terbenam apabila jarak zenithnya sama dengan 90° - parallaks + refraksi + semidiameter + dip. Matahari terbenam disebut GHURUB ASY-SYAMS (SUNSET). Bulan terbenam disebut GHURUB AL-QAMAR (MOONSET).

غرب

GHARB

Barat. Disebut pula Maghrib. Bahasa Latinnya OCCIDENT, sedang dalam bahasa Inggris disebut WEST. Dalam Astronomi, Titik Barat diformulasikan sebagai per-potongan lingkaran kaki langit dengan lingkaran VERTIKAL UTAMA, di kaki langit sebelah barat.

غاية

GHAYAH

Puncak atau Ujung. Dalam bahasa Inggris diistilahkan dengan CULMINATION.

غاية الإرتفاع

GHAYAH AL-IRTIFA'

Lihat Irtifa'.

فلک

FALAK

Lintasan benda-benda langit, dalam bahasa Inggris disebut ORBIT.

فلک میل

Sudut yang terjadi antara lintasan benda-

FALAK MAIL

benda langit dengan lintasan tahunan Matahari (Ekliptika). Seperti Falak Mail Utharid (Mercurius) adalah 7° , Bulan $5^{\circ} 8'$.

فلكى

FALAKI

Ahli falak. Jika Ilmu Falak diartikan sebagai Ilmu Astronomi, ahlinya disebut Astronom, yang dalam bahasa Inggris disebut Astronomer.

فلك البروج

FALAK AL-BURUUJ

Ekliptika, istilah lain dari Dairah Al-Buruuj, Minthaqah Al-Buruj, dan disebut pula lingkaran-lingkaran gerhana (ad-Dairah al-Kusufiyah). Lib. Dairah al-Buruuj.

علم الفلك

'ILMU AL-FALAK

Ilmu pengetahuan yang mempelajari lintasan ben-da-benda langit, seperti Matahari, Bulan, Bintang-bintang, dan benda-benda langit lainnya, dengan tujuan untuk mengetahui posisi dari benda-benda langit itu serta kedudukannya dari benda-benda langit yang lain. Dalam bahasa Inggris disebut PRACTICAL ASTRONOMY. Ada ber-macam-macam istilah ilmu-ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit ini, yaitu :

ASTRONOMI : Ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit secara umum.

ASTROLOGI : Semula termasuk cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari benda langit kemudian dihubungkan dengan tujuan mengetahui nasib/untung seseorang.

ASTROFISIKA: Cabang ilmu Astronomi yang menerangkan benda-

benda langit dengan cara, hukum-hukum, alat dan teori ilmu fisika.

ASTROMETRIK: Cabang dari Astronomi yang kegiatannya me-lakukan pengukuran ter-hadap benda-benda langit dengan tujuan antara lain untuk mengetahui ukuran-nya dan jarak antara satu dengan lainnya.

ASTROMEKANIK : Cabang dari Astronomi yang antara lain mem-pelajari gerak dan gaya tarik benda-benda langit, dengan cara, hukum-hukum dan teori mekanika.

COSMOGRAPHI : Cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit dengan tujuan untuk mengetahui data-data dari seluruh benda-benda langit.

COSMOGONI : Cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit dengan tujuan untuk mengetahui latar belakang kejadiannya dan perkembangan selanjutnya.

ILMU HISAB : Nama lain dari Ilmu Falak. Dinamakan Ilmu Hisab karena kegiatan yang menonjol dari ilmu ini ialah memperhitungkan kedudukan benda-benda

langit itu.

COSMOLOGI: Ilmu pengetahuan yang mempelajari bentuk, tata himpunan, sifat-sifat dan perluasannya dari pada jagat raya. Prinsipnya mengata-kan bahwa jagat raya adalah sama ditinjau pada waktu kapanpun dan di tempat manapun.

فضل الدائر

FADHL AD-DAAIR

فضلة

FUDHLAH

نصف الفضلة

NISFU AL-FUDLAH

Lihat Daair

Jarak sepanjang lintasan benda langit yang dihitung dari lingkaran-lingkaran terang atau hingga kaki langit.

القاف

قمر

QAMAR

Bulan, dalam bahasa Inggris disebut MOON, yaitu satu-satunya benda langit pengikut Bumi (PLANET BUMI), tanda astronominya (☾). Qamar ini tidak memancarkan sinar sendiri, terlihat dari bumi karena menerima sinar dari Matahari. Pada saat ijtima', Qamar ini tidak memantulkan sinar ke Bumi. Dari hari ke hari rupa semu bulan mulai nampak, mula-mula seperti SABIT (Arab : HILAL, Inggris : CRESCENT). Kemudian semakin lama semakin membesar, sampailah pada ben-tuk setengah lingkaran (Arab : TARBI'UL AWAL, Inggris : FIRST QUARTER). Sesudah malam yang ke-14-15, dalam keadaan oposisi dengan Matahari tampaklah Bulan bersinar penuh yang disebut purnama (Arab : Badr,

Inggris : FULL MOON). Kemudian setelah itu makin lama makin mengecil hingga pada akhir minggu ketiga rupa semu itu menjadi setengah lingkaran lagi (TARBI'UTSTANI/LAST QUARTER). Akhirnya pada malam yang ke-29 cahayanya makin menghilang, dan pada saat itu disebut MUHAQ, yang artinya tersembunyi. Periode yang dialamibulan dari bulan baru ke bulan baru berikutnya dalam bahasa Inggris di PHASES OF THE MOON. Dalam bahasa Arab disebut AUJUHUL QAMAR (أوجه القمر). Phase-phase tersebut dialaminya selama satu bulan sinodis/ syahr iqtiraani. Lihat SYAHR.

قوس
QAUS

Busur, dalam bahasa Inggris disebut BOW, yaitu bagian tepi lingkaran yang dibatasi oleh tali busur. Qaus ini juga sebuah nama salah satu rasi bintang di antara 12 rasi pada Zodiac. Ia berada pada urutan yang kesembilan dari rasi Aries. Dalam bahasa Latin disebut SAGITARIUS, dalam bahasa Inggris disebut ARCHER. Tanda Astronominya.

قوس الإرتفاع
QAUS AL-IRT'IFAA'

Busur sepanjang lingkaran vertikal dari benda langit sampai kaki langit. Biasanya disebut dengan IRTIFAA' saja. (Lihat Irtifaa').

قوس النهار
QAUS AN-NAHAAR

Busur siang, yaitu busur sepanjang lintasan suatu benda langit, diukur dari titik terbit melalui titik KULMINASI ATAS hingga titik terbenam.

قوس الليل
QAUS AL-LAIL

Busur malam. Busur sepanjang lintasan suatu benda langit diukur dari titik terbenam melalui titik kulminasi bawah, hingga titik terbit.

قطر
QUTHR

Garis tengah lingkaran. Dalam bahasa Inggris disebut DIAMETER. dalam Ilmu Falak yang dimaksudkan dengan Quthr ini ialah garis tengah dari lingkaran terang.

بعد القطر
BU'D AL-OUTHTR

Lihat BU'DU.

NISFU AL-QUTHR

Semi diameter sebuah benda langit, yaitu separuh dan garis tengahnya.

الكاف

كبو
KABW

Nutasi (Gerak Angguk), dalam bahasa Inggris disebut NUTATION, yaitu perubahan arah poros suatu benda langit terhadap lintasannya yang disebabkan karena pengaruh daya tarik benda langit yang lain kutub-kutubnya bergantian dapat kelihatan dari benda langit yang didarinya. Gerak Nutasi ini dialami oleh Bumi dan Bulan, dan termasuk juga benda langit yang lain.

كوكب
KAUKAB

Jamaknya KAWAAKIB (كواكب), disebut pula (نجم) jamaknya (نجوم) berarti Bintang.

كيسة
KABIISAH

Lihat SANAH AL-KABISAH.

كسوف
KUSUUF

Asal artinya menutupi. Dalam pengertian astronomi ialah GERHANA MATAHARI. Gerhana Matahari disebut KUSUUF, karena pada saat terjadi gerhana Bulan menutupi Matahari, baik sebagian atau pun seluruhnya.

Apabila Bulan menutupi sebahagian piringan Matahari disebut GERHANA SEBAHA-GIAN (الكسوف البعضى) PARTIAL ECLIPSE OF THE SUN). Dan kalau Bulan menutupi seluruh piringan Matahari disebut GERHANA TOTAL (الكسوف الكلى) TOTAL ECLIPSE OF THE SUN) dan apabila pada suatu ketika garis tengah Bulan lebih kecil dari garis tengah Matahari, dan kebetulan titik pusat Bulan kelihatan bertumpu dengan titik pusat Matahari, maka terjadi GERHANA CINCIN (الكسوف الحلقى), ANULAR ECLIPSE OF THE SUN).

كلفة

KULFAH

Bintik hitam pada permukaan Matahari. Bintik-bintik ini terdiri dari inti yang gelap (UMBRA) dan dikelilingi oleh serupa bulu-bulu (PEN-UMBRA). Bintik-bintik ini lebih besar dari bumi dan umumnya muncul berpasang-pasang. Menurut penelitian para Astronom tiap-tiap lebih kurang 11 tahun, Matahari memperlihatkan banyak bintik-bintik sampai dapat menimbulkan gangguan Magnetisme Bumi. Dalam bahasa Inggris disebut SUN SPOT.

ليل

LAIL

Malam. Dalam bahasa Inggris disebut NIGHT, yaitu tenggang waktu yang dimulai dari saat tenggelamnya Matahari hingga terbit. Tenggang waktu ini selalu tetap pada daerah-daerah yang berada pada Khatulistiwa. Bagi daerah-daerah yang berada pada belahan Bumi selatan akan mengalami malam yang panjang apabila Matahari berdeklinasi Utara, tetapi akan mengalami malam yang pendek

apabila Matahari berdeklinasi Selatan. Daerah Kutub Selatan akan mengalami siang terus menerus apabila Matahari berdeklinasi Selatan, dan mengalami malam terus menerus apabila Matahari berdeklinasi Utara. Hal ini akan terjadi sebaliknya bagi daerah Kutub Utara.

ميزان

MIIZAN

Dalam bahasa Inggris disebut SCALES, dan dalam bahasa Latin disebut LIBRA, yaitu salah satu rasi bintang di antara 12 rasi yang terdapat pada Zodiac. Ia berada pada urutan ke tujuh dari rasi Aries. Tanda Astronominya (♎). Titik Libra (AUTOMNAL EQUINOX) mempunyai ascensio-rekta 180° dan deklinasi 0° .

محاق

MUHAAQ

Lihat QAMAR.

ميل

MAIL

Deklinasi dalam bahasa Inggris disebut DECLINATION. Tanda astronominya huruf kecil Yunani "delta" (δ) yaitu jarak suatu benda langit dari Equator dihitung sepanjang Lingkaran Waktu/Lingkaran Deklinasi hingga benda langit tersebut.

Kalau benda langit ada di sebelah Utara Equator maka tandanya positif, sedang kalau di Selatan Equator tanda deklinasinya negatif.

ميل الأول

MAIL AL-AWWAL

Deklinasi Pertama, istilah khusus untuk deklinasi Bulan, yaitu jarak Bulan sepanjang deklinasinya diukur dari Equator menurut sistem Koordinat Equator.

ميل الثاني

Busur benda langit sepanjang lingkaran Bujur

MAIL ATS-TSAANI

مبسوط

MABSUTH

مرصد

MARSHAD

Astronomi diukur dari Equator.

Lihat Zhil.

Observatorium, tempat mengamati benda-benda langit yang dilengkapi dengan telescope, optic atau radio. Pengamatan itu merupakan bagian dari pekerjaan penelitian benda-benda langit.

مرکز

MARKAZ

Titik pusat suatu lingkaran atau bola, termasuk pula benda langit. Dalam istilah Ilmu Falak ialah kedudukan titik pusat suatu benda langit yang bergerak pada lintasannya. Lintasan ini diperhitungkan sepanjang Ekliptika dari Titik Aries dengan arah rektograd/tawali.

Jamaknya MANAZIL yaitu 28 rasi bintang yang dilintasi oleh Bulan, dalam peredarannya menempuh falaknya.

منزلة

MANZILAH

Lihat Zhil

منكوس

MANKUUS

Teropong, bahasa Inggrisnya disebut "Telescope", yaitu alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh seperti benda-benda langit agar menghasilkan bayangan yang diperbesar.

مرقب

MIRQAB

مبادرة الاعتدالين

MUBADARAH AL-
I'TIDAALAIN

Atau disebut juga TAQADDUM AL-I'TIDAALAIN (تقدم الاعتدالين) : PRESESI. Lihat Haml.

مثالثات

MUTSAALATSAT

Segitiga

حساب المثالثة

Segitiga Bola (TRIGONOMETRI)

HISAABU AL-
MUTSALATSAH

محوار

MIHWAAR

مذنب

MUDZANNAB

مطلع

MATHLA'

المطالع الفلكية

AL-MATHAALI' AL-
FALAKIYAH

المطالع البلدية

AL-MATHAALI'AL
BALAADIYAH

مطالع النظر

MATHAALI' AN-
NAZHIR

Poros, dalam bahasa Inggris disebut AS.

Bintang berekor, dikenal pula dengan sebutan KOMET. Bintang berekor ini ada yang mempunyai lintasan Ellips, Parabola atau Hyperbola. Yang mempunyai lintasan Ellips mempunyai periode yang lama untuk mendekati kembali Matahari. Bagian-bagiannya yaitu bagian kepala disebut INTI berbentuk seperti KOMA (rambut panjang), sedang bagian ekor merupakan pancaran massa yang menjauhi intinya (kepalanya).

Menurut anggapan para Astronom, komet ini adalah benda langit yang paling lunak massanya, sehingga pada saat mendekati Matahari massanya tersebar membelakangi Matahari akibat radiasi hingga menimbulkan ekor.

Jamaknya MATHAALI'.

Jarak yang diukur sepanjang Equator sampai Lingkaran Deklinasi yang melalui Titik Jadyu.

Jarak sepanjang lintasan harian suatu benda langit yang dihitung dari saat terbitnya Titik Haml sampai titik terbitnya benda langit tersebut.

Tenggang waktu yang diukur sepanjang gerak harian suatu benda langit dari saat terbenamnya Titik Libra sampai terbenamnya benda langit tersebut.

معدل النهار MU'DAL AN-NAHAR	Lihat DAAIRAH
مغناطيس MAGHNATHIS	Magnet (lihat HUUK).
مقنطرة الإرتفاع MUQANTHARAH AL- IRTIFAA'	Lihat IRTIFAA'.
مقنطرة الإنحطاط MUQANTHARAH AL- INHITHAATH	Lihat INHITHAATH.
مقوم MUQAWWAM	Kedudukan benda langit yang menentukan Taqwimnya (Lihat Taqwim).
مكث MUKTS	Jarak astronomi antara Bulan dan Matahari setelah diproyeksikan kepada Equator. Jamaknya : NUJUUM, Bintang. Disebut pula dengan KAUKAB, Jamaknya KAWAAKIB. Lihat Kaukab.
نجم NAJM	
نوبحر NAUBAHAR	: Lihat 'Uqdah. Lihat Jauzahar.
ناقص NAAQIS	Kurang, tidak sempurna. Sebutan ini dinyatakan bagi bulan-bulan yang umurnya 29 hari. Sedang kebalikannya KAAMIL, yaitu sebutan bagi bulan qamariyah yang umurnya 30 hari. Perhitungan bulan qamariyah yang 29 atau 30 hari diletakkan secara bergantian. Untuk bulan-bulan ganjil seperti MUHARRAAM (bulan kesatu), Rabi'al awwal (ketiga) menurut hisab 'urfi ditetapkan umurnya 30 hari, sedang untuk bulan-bulan genap seperti SHAFAR (kedua) Rabi'al akhir

	(ke-empat) ditetapkan 29 hari, kecuali pada bulan yang kedua belas (DZULHIJJAH), untuk tahun-tahun Kabisah dihitung 30 hari. Dengan demikian, umur tahun Basithah 354 hari sedang untuk tahun Kabisah 355. Lihat Sanah Kabisah. Lihat Sanah Basithah.
نصف NISHF	Setengah.
نصف الفضلة NISHF AL-FUDLAH	Lihat Fudhlah.
نصف القطر NISHF AL-QUTHR	Lihat Quthr.
نصف النهار NISHF AN-NAHAR	Setengah lama siang
نصف الليل NISHF AL-LAIL	Setengah lama malam.
دائرة نصف النهار DAIRAH NISHF AL-NAHAR	Lihat Daairah.
نور NUUR	Cahaya yang terpancar dari suatu benda langit. Kuat lemahnya cahaya benda langit diukur dengan TINGKAT TERANG (MAGNITUDE, QADR AN-NUUR).
نور الهلال NUUR AL-HILAAL	Yaitu tebal cahaya yang dipantulkan oleh Bulan Sabit. Disebut pula dengan DHAU' AL-HILAAL.
وقت WAQT	Sejumlah saat yang diukur dengan satuan-satuan jam, hari, bulan, tahun dan sebagainya.

تعديل الوقت

TA'DIL AL-WAQT

الوقت الشمسى

AL-WAQT ASY-
SYAMSI

Lihat TA'DIL.

Waktu yang didasarkan pada perjalanan Matahari yang sebenarnya, sama artinya dengan WAQT ISTIWA'. Dalam bahasa Inggris disebut SOLAR TIME. (Lihat 'ISTIWAA').

الوقت الوسطى الخلى

AL-WAQT AL-WASATHI
AL-MAHALLI

Waktu rata-rata setempat, dalam bahasa Inggris di sebut MEAN TIME. Penentuan waktu ini biasanya dibuat berdasarkan bujur yang dijadikan pedoman bagi suatu daerah.

الوقت الوسطى الجرينتى

AL-WAQT AL-WASATHI
AL-GRINITY

Disebut pula AL-WAQT AL-WASATHI AL-ALAMI Waktu Greenwich atau Waktu Internasional. Dalam bahasa Inggris disebut GREENWICH MEAN TIME, yaitu waktu rata-rata yang didasarkan pada bujur 0° (Bujur kota Greenwich). Waktu ini sama buat seluruh dunia. Disebut pula INTERNA-SIONAL CIVIL TIME (الوقت المدنى العالمى)

الوقت النجم

AL-WAQT AN-NAJMI

Disebut pula AL-WAQT AN-NUJUMI, Jam Bintang, yaitu waktu yang didasarkan pada lintasan harian Bintang.

Satu peredaran penuh lamanya 23 jam 56 menit 4,099 detik, menurut Waktu Pertengahan Matahari. Dalam bahasa Inggris disebut SIDERIAL TIME.

Tanda Astronominya theta' (θ). Jam Bintang bisa dinyatakan dengan satuan jam atau derajat busur, (Satu Jam Bintang sama dengan 15°. Satu peredaran penuh: 24 jam bintang. Jam 0° bagi Jam Bintang ditetapkan pada saat Titik Aries berkulminasi atas. Penentuan Jam Bintang ini sangat penting

artinya dalam menentukan sudut Jam Bintang. Tanda astronominya ω .

الماء

هدفة

HADAFAH

Lubang yang terdapat pada salah satu sisi RUBU' (Kwadran) yang berguna untuk mengincar sasaran yang akan ditentukan ketinggiannya. Lihat RUBU'

هجرية

HIJRIYAH

Tarikh yang dihubungkan dengan tahun terjadinya saat hijrah Nabi dari Makah ke Madinah. Menurut penelitian sejarah hijrah Nabi ini terjadi pada tanggal 24 September 622 Masehi, bertepatan dengan tanggal 2 Rabi'ul Awwal. Perhitungan tahun hijrah ini mulai dipakai sejak pemerintahan Umar ibn Khatthab tahun ke-17 Hijrah dan diperlakukan surut sejak tahun terjadinya hijrah Nabi. Bulan Muharram tahun terjadinya Hijrah itu bertepatan dengan tanggal 21 Juli 622 Masehi yaitu hari Kamis.

هلال

HILAL

Bulan sabit, dalam bahasa Inggris disebut CRESCENT. Yang dimaksud adalah Bulan sabit yang nampak pada beberapa saat sesudah ijtima'. Ada tingkat-tingkat penamaan orang Arab untuk bulan :

1. HILAL, sebutan Bulan yang tampak seperti sabit, antara tanggal satu sampai menjelang terjadinya rupa semu Bulan pada tarbi awal.
2. BADR, yaitu sebutan pada Bulan purnama.
3. QAMAR, sebutan bagi Bulan pada setiap keadaan. Tanda Astronominya (☾)

مكث الهلال

MUKTS AL-HILAL

إرتفاع الهلال

IRTIFAA' AL-HILAL

رؤية الهلال

RU'YAH AL-HILAL

يوم

YAUM

Lihat Mukts.

Lihat Irtifaa'.

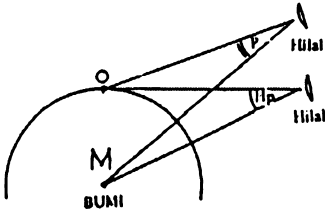
Lihat Ru'yah.

Hari atau Masa.

Kata Yaum ini dipakai untuk satuan waktu tertentu. Apabila dipakai dalam artian Hari, maka Yaum berarti tenggang waktu yang lamanya 24 jam. Jumlah hari dalam satu minggu ada tujuh, yaitu : Ahad, Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at dan Sabtu. Apabila kata Yaum dihubungkan dengan suatu peristiwa, maka pengertiannya tidaklah menunjukkan pada arti HARI seperti tersebut di atas, tetapi menunjukkan pada peristiwa tertentu, seperti YAUM AL-FURQAN Artinya masa turunnya Al-Qur'an, YAUM AL-QIYAMAH artinya masa terjadinya Qiyamah.

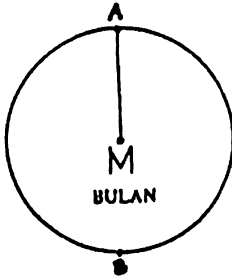
"KOREKSI-KOREKSI UNTUK MENDAPATKAN TINGGI LIHAT DARI TINGGI NYATA"

1.



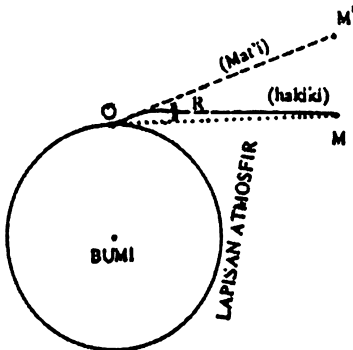
1. BEDA LIHAT (Dikurangkan)
 O = Peninjau, Observer
 M = Titik Pusat Bumi = مركز الأرض
 HP = Horizontal Parallax
 P = Beda Lihat = Parallax = اختلاف المنظر

2.



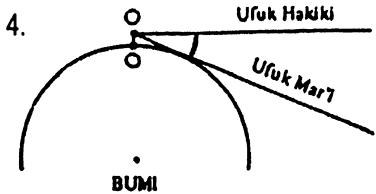
2. Jari-Jari Bulan (Dibulatkan)
 A = Titik teratas pada piringan atas, Upper Limb.
 M = Titik Pusat Bulan = مركز القمر
 B = Titik terbawah pada piringan Bawah, Lower Limb.
 AM = Jari-jari = Semi diameter
 (rata-rata 16')

3.



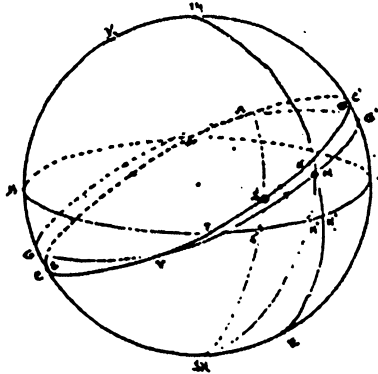
3. Pembiasan Sinar (Ditambahkan)
 O = Si Peninjau
 M = Posisi Hilal Nyata, True Position
 M' = Posisi Hilal Lihat, Visible Position
 — = Sinar yang sampai ke Si Peninjau
 ---- = Arah pandangan si Peninjau
 = Arah sebenarnya dari si Peninjau kepada Hilal

))R = Pembiasan Sinar =
 REFRAKSI =
 دقائق التفاوت



4. Kerendahan Ufuk (Ditambahkan)
 O = Si Peninjau
 O' = Permukaan Laut/Kulit Bumi
 OO' = Tinggi Tempat Si Peninjau
 D = Kerendahan Ufuk = DIP =
 اختلاف الأفق

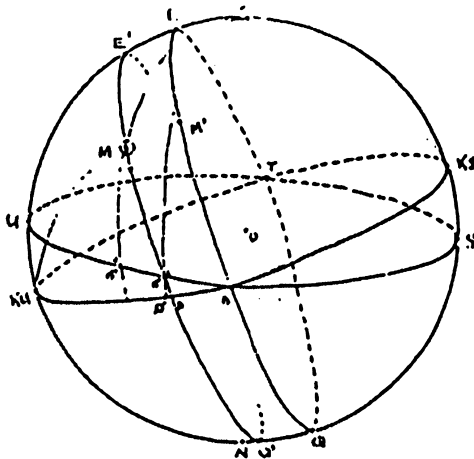
"SITUASI BOLA LANGIT PADA 0° LINTANG, DILIHAT DARI ARAH TITIK ZENITH"



B Ut T S1= Barat, Utara, Timur, Selatan = Lingkaran Horizon = دائرة الافق
 ♈ = Titik Aries, Titik Musim Semi, VERNAL AQUINOX = حمل
 ♋ = Titik Cancer = سرطان
 ♎ = Titik LIBRA, Titik Musim Dingin, AUTHOMNAL AQUINOX = ميزان
 = Titik Capricorn = جدي
 = Simpul Turun = DECENDING NODE = العقدة النارلة/عقدة نوبهر

- = Simpul Naik = ASCENDING NODE = العقدة الصاعدة/عقدة جوزهر
 B T Ω = Khatulistiwa Langit, EQUATOR = معدل النهار
 C C' Ω = Ekliptika, Lingkaran ZODIAK = منطقة البروج
 G G' = Orbit Bulan, Falak Bulan = فلك القمر
 KE = Kutub Ekliptika = قطب منطوق البروج = قطب دائرة البروج
 $\gamma^{\circ}S$ = Taqwim Matahari = Longitude of the Sun = طول الشمس
 (S = Matahari)
 $\gamma^{\circ}N$ = Taqwim Bulan = Longitude of the Moon = طول القمر
 (M = Bulan)
 $\gamma^{\circ}S' = \alpha_0$ = Panjang Tegak Matahari = Right Ascension of the Sun =
 = Asensio Rekta = الصعود المستقيم = مطالع البلادية
 $\gamma^{\circ}M' = \alpha_1$ = Panjang Tegak Bulan = Right Ascension of the Moon =
 = Asensio Rekta = الصعود المستقيم = مطالع البلادية
 $SS' = \delta_j$ = Deklanasi Matahari = Declination of the Sun = ميل الشمس
 $MM' = \delta_1$ = Deklinasi Bulan = Declination of the Moon = ميل القمر =
 ميل القمر الاول
 MN' = Deklinasi Kedua Bulan = الميل الثاني
 BC = TC' = Maksimum Deklinasi Matahari = $23^{\circ} 27'$ = الميل الكلي
 MN = Lintang Astronomis Bulan = LATITUDE of the Moon = عرض
 القمر
 GC = G'C' = Maksimum 'Ard Bulan = $5^{\circ} 8'$ = عرض القمر الكلي
 \rightarrow = Arah ke Timur = Rektrograd/Progradatie = توالى

“BOLA LANGIT PADA 20° LINTANG SELATAN DILIHAT DARI ARAH BARAT”



- O = Observer, Pengamat di Bumi
 Z = Zenith = Puncak Langit = سمت الرأس
 N = Nadir = Titik terbawah dari Bola Langit = سمت القدم
 SBUT = Selatan, Barat, Utara dan Timur = Cakrawala = Horizon = دائرة الافق
 KS = Kutub Langit Selatan; KU = Kutub Langit Utara
 ZE = Lintang Tempat = LATTITUDE = عرض البلد
 EBQT = Khatulistiwa Langit = EQUATOR = معدل النهار
 M = Suatu Benda Langit = الجرم
 MM' = δ = Deklinasi = DECLINATION = الميل
 E'M = Sudut Waktu = HOUR ANGLE = t = فضل الدائر
 MB' = Setengah Busur Siang – Sudut Waktu = الدائر
 B'D = 90° – Setengah Busur Siang = نصف الفضلة

- $E'B'$ = Setengah Busur Siang = نصف قوس النهار
 $E'Q'$ = Lingkaran Perjalanan Harian Benda Langit = المدار
 KU, M, KS = Lingkaran Waktu/Lingkaran Deklinasi = دائرة الميول
 $ZUNS$ = Meridian Langit = دائرة نصف النهار
 MB'' = Tinggi Benda Langit = ALTITUDE = الارتفاع UE' = غاية الارتفاع
 ZM = Jarak Zenith = Zenith Distance = بعد السمّت
 UB'' = Azimuth = السمّت
 $B'D'$ = بعد القطر
 \rightarrow = Arah ke barat = Retrograd = مخالف

LAMPIRAN I



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 41 TAHUN 1987

TENTANG

PEMBAGIAN WILAYAH REPUBLIK INDONESIA
MENJADI 3 (TIGA) WILAYAH WAKTU
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

Menimbang

- a. bahwa pembagian waktu mempunyai peranan penting dalam menunjang kelancaran penyelenggaraan pemerintahan dalam arti yang seluas-luasnya dan dalam usaha peningkatan efisiensi kerja di segala bidang;
- b. bahwa pembagian waktu sekarang ini dinilai tidak sesuai lagi dengan kenyataan waktu dan geografis, khususnya di beberapa daerah Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Propinsi Daerah Tingkat I Bali;
- c. bahwa sehubungan dengan hal di atas, dipandang perlu untuk menata kembali pembagian wilayah waktu di Indonesia sebagaimana yang telah ditetapkan dalam Keputusan Presiden nomor 243 tahun 1963.

Mengingat

Pasal 4 ayat (1) Undang-undang Dasar 1945



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

-2-

MEMUTUSKAN :

Menetapkan

KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
TENTANG PEMBAGIAN WILAYAH REPUBLIK
INDONESIA MENJADI 3 (TIGA) WILAYAH
WAKTU

Pasal 1

- (1) Wilayah Republik Indonesia dibagi menjadi (tiga) wilayah waktu dengan 3 (tiga) waktu tolok.
- (2) 3 (tiga) wilayah waktu sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) adalah :
 - a. Waktu Indonesia Barat, meliputi :
 - a. Seluruh Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera
 - b. Seluruh Propinsi Daerah Tingkat I Jawa dan Madura
 - c. Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Barat
 - d. Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Tengah
 2. Waktu Indonesia Tengah, meliputi
 - a. Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Timur;
 - b. Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Selatan;



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

-3-

- c. Propinsi Daerah Tingkat 1 Bali;
 - d. Propinsi Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Barat;
 - e. Propinsi Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur;
 - f. Propinsi Daerah Tingkat I Timor Timur;
 - g. Propinsi Daerah Tingkat I Sulawesi
3. Waktu Indonesia Timur meliputi
- a. Propinsi Daerah Tingkat I Maluku
 - b. Propinsi Daerah Tingkat I Irian Jaya
- (3) 3 (tiga) wilayah waktu sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) tersebut, masing-masing ditetapkan dengan waktu tolok sebagai berikut :
- a. Waktu Indonesia Barat dengan waktu tolok (GMT + 7 jam) dan derajat tolok 105° Bujur Timur;
 - b. Waktu Indonesia Tengah dengan waktu tolok (GMT + 8 jam) dan derajat tolok 120° Bujur Timur
 - c. Waktu Indonesia Timur dengan waktu tolok (GMT + 9 jam) dan derajat tolok 135° Bujur Timur.

Pasal 2

Pada saat mulai berlakunya Keputusan Presiden Ini,



**PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA**

-4-

Keputusan Presiden Normor 243 Tahun 1963 tentang tentang Pembagian Wilayah Republik Indonesia menjadi 3 (tiga) Wilayah Waktu Dengan 3 (tiga) Waktu Tolok dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 3

Keputusan Presiden ini mulai berlaku pada tanggal 1 Januari 1988

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 26 Nopember 1987
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd

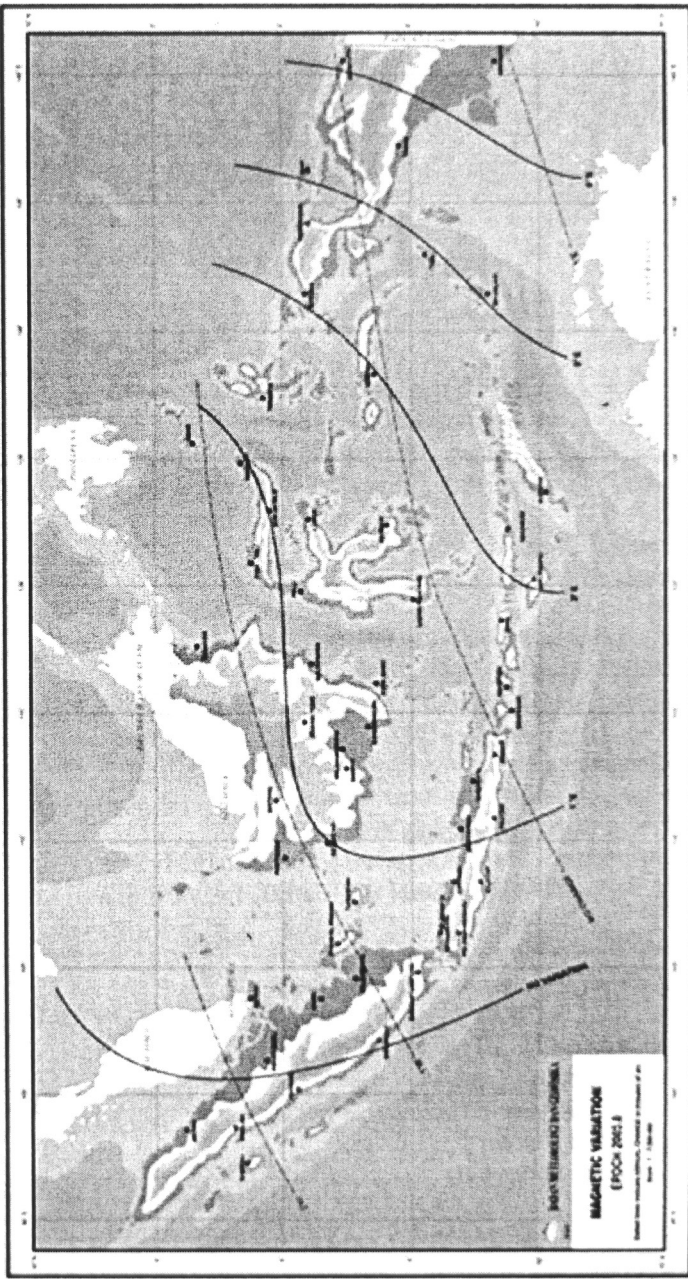
S O E H A R T O

Salinan sesuai dengan aslinya
SEKRETARIAT KABINET RI
Kepala Biro Hukum
dan Perundang-undangan

Bambang Koesowo, SH, LLM

MAGNETIC VARIATION EPOCH 2005

MAP 1



LAMPIRAN

DAFTAR LINTANG DAN BUJUR TEMPAT
KOTA-KOTA DI INDONESIA

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
1	Alahan Panjang	1 ° 4 ' S	100 ° 47 ' T	WIB
2	Ambon	3 ° 42 ' S	128 ° 14 ' T	WIT
3	Amuntai	2 ° 24 ' S	115 ° 18 ' T	WITA
4	Anyer	6 ° 3 ' S	105 ° 56 ' T	WIB
5	Balige	2 ° 21 ' U	99 ° 2 ' T	WIB
6	Balik Papan	1 ° 13 ' S	116 ° 51 ' T	WITA
7	Banda Aceh	5 ° 35 ' U	95 ° 20 ' T	WIB
8	Banggai	1 ° 34 ' S	123 ° 34 ' T	WITA
9	Bangil	7 ° 38 ' S	112 ° 47 ' T	WIB
10	Bangka	2 ° 0 ' S	106 ° 0 ' T	WIB
11	Bangkalan	7 ° 3 ' S	112 ° 46 ' T	WIB
12	Bangkinang	0 ° 22 ' U	101 ° 2 ' T	WIB
13	Bangko	2 ° 7 ' S	102 ° 25 ' T	WIB
14	Banjar	7 ° 23 ' S	108 ° 32 ' T	WIB
15	Banjarmasin	3 ° 22 ' S	114 ° 40 ' T	WITA
16	Banjarnegara	7 ° 24 ' S	109 ° 40 ' T	WIB
17	Bandung	6 ° 57 ' S	107 ° 37 ' T	WIB
18	Bantul	7 ° 56 ' S	110 ° 20 ' T	WIB
19	Banyumas	7 ° 25 ' S	109 ° 17 ' T	WIB
20	Banyuwangi	8 ° 14 ' S	114 ° 23 ' T	WIB
21	Barabai	2 ° 32 ' S	115 ° 22 ' T	WITA
22	Batang	6 ° 56 ' S	109 ° 43 ' T	WIB
23	Baturaja	4 ° 7 ' S	104 ° 12 ' T	WIB
24	Batusangkar	0 ° 27 ' S	100 ° 34 ' T	WIB
25	Bau - Bau	5 ° 30 ' S	122 ° 39 ' T	WITA
26	Bekasi	6 ° 19 ' S	107 ° 0 ' T	WIB
27	Bengkalis	1 ° 31 ' U	102 ° 8 ' T	WIB
28	Bengkulu	3 ° 48 ' S	102 ° 15 ' T	WIB
29	B i m a	8 ° 27 ' S	118 ° 45 ' T	WITA
30	Binjai	3 ° 39 ' U	98 ° 27 ' T	WIB
31	Bireun	5 ° 17 ' U	96 ° 41 ' T	WIB
32	Blangkajeren	4 ° 2 ' U	97 ° 18 ' T	WIB
33	Blitar	8 ° 6 ' S	112 ° 9 ' T	WIB
34	Blora	6 ° 58 ' S	111 ° 25 ' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
35	Bogor	6° 36' S	106° 48' T	WIB
36	Bojonegoro	7° 10' S	111° 53' T	WIB
37	Bondowoso	7° 55' S	113° 50' T	WIB
38	Bonthain	5° 34' S	119° 57' T	WITA
39	Boyolali	7° 33' S	110° 35' T	WIB
40	Brebes	6° 54' S	109° 2' T	WIB
41	Bukittinggi	0° 18' S	100° 22' T	WIB
42	Bulukumba	5° 33' S	120° 12' T	WITA
43	Buntok	1° 40' S	114° 53' T	WITA
44	Calang	4° 41' U	95° 53' T	WIB
45	Cepu	7° 9' S	111° 35' T	WIB
46	Ciamis	7° 21' S	108° 27' T	WIB
47	Cianjur	6° 51' S	107° 8' T	WIB
48	Cijulang	7° 20' S	108° 33' T	WIB
49	Cikajang	7° 20' S	107° 48' T	WIB
50	Cilacap	7° 45' S	109° 2' T	WIB
51	Cimahi	6° 56' S	107° 32' T	WIB
52	Cirebon	6° 45' S	108° 33' T	WIB
53	Curug	3° 25' S	102° 30' T	WIB
54	Demak	6° 54' S	110° 37' T	WIB
55	Denpasar	8° 37' S	115° 13' T	WIB
56	Dilli	8° 38' S	125° 35' T	WITA
57	Dobo	5° 47' S	134° 15' T	WITA
58	Dompu	8° 30' S	118° 28' T	WITA
59	Donggala	0° 42' S	119° 45' T	WITA
60	Ende	8° 50' S	121° 40' T	WITA
61	Enrekang	3° 35' S	119° 47' T	WITA
62	Fak fak	3° 52' S	132° 20' T	WITA
63	Garut	7° 13' S	107° 54' T	WIB
64	Gombong	7° 35' S	109° 31' T	WIB
65	Gorontalo	0° 34' U	123° 5' T	WITA
66	Grajakan	8° 35' S	114° 13' T	WIB
67	Gresik	7° 10' S	112° 40' T	WIB
68	Gunung Sitoli	1° 19' U	97° 36' T	WIB
69	Idi	4° 58' U	97° 46' T	WIB
70	Indramayu	6° 20' S	108° 18' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
71	Jakarta : Jatinegara	6 ° 15 ' S	106 ° 52 ' T	WIB
	Kebayoran	6 ° 14 ' S	106 ° 48 ' T	WIB
	Kota	6 ° 10 ' S	106 ° 49 ' T	WIB
	Tanjung Priok	6 ° 6 ' S	106 ° 53 ' T	WIB
72	Jambi	1 ° 36 ' S	103 ° 38 ' T	WIB
73	Jayapura	2 ° 28 ' U	140 ° 38 ' T	WIB
74	Jember	8 ° 10 ' S	113 ° 42 ' T	WIB
75	Jeneponto	5 ° 41 ' S	119 ° 43 ' T	WITA
76	Jepara	6 ° 36 ' S	110 ° 39 ' T	WIB
77	Jombang	7 ° 32 ' S	112 ° 13 ' T	WIB
78	Kabanjahe	3 ° 7 ' U	98 ° 28 ' T	WIB
79	Kalibahi	8 ° 12 ' S	124 ° 32 ' T	WITA
80	Kandangan	2 ° 47 ' S	115 ° 20 ' T	WITA
81	Kangean	6 ° 50 ' S	115 ° 25 ' T	WIB
82	Karang Anyar	7 ° 35 ' S	110 ° 57 ' T	WIB
83	Karang Nunggal	7 ° 38 ' S	108 ° 8 ' T	WIB
84	Karawang	6 ° 18 ' S	107 ° 18 ' T	WIB
85	Kayuagung	3 ° 24 ' S	104 ° 53 ' T	WIB
86	Kebumen	7 ° 42 ' S	109 ° 39 ' T	WIB
87	Kediri	7 ° 49 ' S	112 ° 0 ' T	WIB
88	Kendal	6 ° 57 ' S	110 ° 11 ' T	WIB
89	Kendari	3 ° 57 ' S	122 ° 35 ' T	WITA
90	Ketapang (Kalimantan)	1 ° 51 ' S	109 ° 58 ' T	WITA
91	Ketapang (Madura)	6 ° 53 ' S	113 ° 17 ' T	WIB
92	Klaten	7 ° 44 ' S	110 ° 35 ' T	WIB
93	Kolaka	4 ° 2 ' S	121 ° 37 ' T	WITA
94	Kotabaru	3 ° 17 ' S	116 ° 13 ' T	WITA
95	Kotamobago	0 ° 48 ' U	124 ° 21 ' T	WITA
96	Keraksaan	7 ° 46 ' S	113 ° 27 ' T	WIB
97	Krui	5 ° 10 ' S	103 ° 57 ' T	WIB
98	Kualakapuas	3 ° 0 ' S	114 ° 26 ' T	WITA
99	Kualasimpang	4 ° 19 ' U	98 ° 3 ' T	WIB
100	Kualatungkal	0 ° 50 ' S	103 ° 25 ' T	WIB
101	Kudus	6 ° 50 ' S	110 ° 50 ' T	WIB
102	Kuningan	6 ° 58 ' S	108 ° 28 ' T	WIB
103	Kupang	10 ° 12 ' S	123 ° 35 ' T	WITA
104	Kutacane	3 ° 30 ' S	97 ° 51 ' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
105	Kutai	0° 30' U	117° 0' T	WITA
106	Labuha	0° 36' S	127° 29' T	WIT
107	Labuhan	6° 24' S	105° 49' T	WIB
108	Lahat	3° 47' S	103° 32' T	WIB
109	Lamongan	7° 8' S	112° 25' T	WIB
110	Langsa	4° 31' U	97° 58' T	WIB
111	Larantuka	8° 15' S	123° 0' T	WITA
112	Lhokseumawe	5° 15' U	97° 7' T	WIB
113	Lhok Sukon	5° 7' U	97° 19' T	WIB
114	Lubuk Linggau	3° 17' S	102° 54' T	WIB
115	Lubuk Sikaping	0° 5' U	100° 10' T	WIB
116	Lumajang	8° 8' S	113° 14' T	WIB
117	Luwuk	0° 55' S	122° 49' T	WITA
118	Madiun	7° 37' S	111° 32' T	WIB
119	Magelang	7° 30' S	110° 12' T	WIB
120	Majalengka	6° 50' S	108° 12' T	WIB
121	Majene	3° 33' S	118° 59' T	WITA
122	Makale	3° 8' S	119° 51' T	WITA
123	Malang	7° 59' S	112° 36' T	WIB
124	Malinping	6° 47' S	106° 1' T	WIB
125	Mamuju	2° 43' S	118° 54' T	WITA
126	Manado	1° 33' U	124° 53' T	WITA
127	Maninjau	0° 17' S	100° 13' T	WIB
128	Manokwari	1° 0' S	134° 5' T	WIT
129	Marabahan	3° 2' S	114° 44' T	WITA
130	Maros	5° 0' S	119° 35' T	WITA
131	Martapura	3° 23' S	114° 52' T	WITA
132	Mataram	8° 36' S	116° 8' T	WIB
133	Maumere	8° 30' S	122° 8' T	WITA
134	Medan	3° 38' U	98° 38' T	WIB
135	Merak	5° 56' S	106° 0' T	WIB
136	Merauke	8° 30' S	110° 27' T	WIT
137	Meulaboh	4° 11' U	96° 7' T	WIB
138	Mereudeu	5° 15' U	96° 15' T	WIB
139	Mojokerto	7° 28' S	112° 26' T	WIB
140	Morotai	2° 10' U	128° 10' T	WITA
141	Muara Enim	3° 38' S	103° 47' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
142	Muara Labuh	1° 29' S	101° 2' T	WIB
143	Muara Tewe	0° 31' S	114° 53' T	WITA
144	Mukomuko	2° 33' S	101° 5' T	WIT
145	Negara (Bali)	8° 23' S	114° 35' T	WIB
146	Negara (Kalsel)	2° 42' S	115° 5' T	WITA
147	Nganjuk	7° 38' S	111° 53' T	WIB
148	Ngawi	7° 26' S	111° 26' T	WIB
149	Pacitan	8° 12' S	111° 6' T	WIB
150	Padang	0° 57' S	100° 21' T	WIB
151	Padang Panjang	0° 27' S	100° 23' T	WIB
152	Padang Sidempuan	1° 25' U	99° 14' T	WIB
153	Painan	1° 20' S	100° 33' T	WIB
154	Pakan Baru	0° 30' U	101° 28' T	WIB
155	Pelabuhan Ratu	7° 3' S	106° 25' T	WIB
156	Palangkaraya	2° 16' S	113° 56' T	WITA
157	Palembang	2° 59' S	104° 47' T	WIB
158	Palopo	3° 1' S	120° 13' T	WITA
159	Palu	0° 50' S	119° 54' T	WITA
160	Pamanukan	6° 18' S	107° 50' T	WIB
161	Pamekasan	7° 9' S	113° 30' T	WIB
162	Pameungpeuk	7° 38' S	107° 42' T	WIB
163	Padeglang	6° 19' S	106° 6' T	WIB
164	Pangkajene	4° 50' S	119° 34' T	WITA
165	Pangkalan Bun	2° 40' S	111° 45' T	WITA
166	Pangkal Pinang	2° 7' S	106° 10' T	WIB
167	Pare-pare	4° 1' S	119° 40' T	WITA
168	Pariaman	0° 37' S	100° 7' T	WIB
169	Pasirpangarayan	0° 53' U	100° 17' T	WIB
170	Pasuruan	7° 40' S	112° 55' T	WIB
171	Pati	6° 48' S	111° 3' T	WIB
172	Payakumbuh	0° 13' S	100° 37' T	WIB
173	Pekalongan	6° 55' S	109° 41' T	WIB
174	Pemalang	6° 55' S	109° 24' T	WIB
175	Pematang Siantar	2° 58' U	99° 2' T	WIB
176	Pengalengan	7° 13' S	107° 31' T	WIB
177	Pinrang	3° 47' S	119° 40' T	WITA
178	Polewali	3° 25' S	119° 22' T	WITA

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
179	Pontianak	0 ° 5 ' S	109 ° 22 ' T	WITA
180	Poso	1 ° 24 ' S	120 ° 47 ' T	WITA
181	Praya	8 ° 43 ' S	116 ° 17 ' T	WITA
182	Probolinggo	7 ° 45 ' S	113 ° 13 ' T	WIB
183	Purbalingga	7 ° 25 ' S	109 ° 22 ' T	WIB
184	Purwakarta	6 ° 36 ' S	107 ° 27 ' T	WIB
185	Purwodadi	7 ° 8 ' S	110 ° 54 ' T	WIB
186	Purwokerto	7 ° 28 ' S	109 ° 13 ' T	WIB
187	Purworejo	7 ° 28 ' S	109 ° 26 ' T	WIB
188	Putusibau	0 ° 49 ' U	112 ° 56 ' T	WITA
189	Raba	8 ° 30 ' S	118 ° 45 ' T	WITA
190	Raha	4 ° 50 ' S	122 ° 45 ' T	WITA
191	Rangkasbitung	6 ° 22 ' S	106 ° 13 ' T	WIB
192	Rantau	2 ° 55 ' S	115 ° 9 ' T	WITA
193	Rantau Prapat	2 ° 7 ' U	99 ° 50 ' T	WIB
194	Rembang	6 ° 39 ' S	111 ° 29 ' T	WIB
195	Rengat	0 ° 23 ' S	102 ° 34 ' T	WIB
196	Ruteng	8 ° 40 ' S	120 ° 30 ' T	WITA
197	Sabang	5 ° 54 ' U	95 ° 21 ' T	WIB
198	Salatiga	7 ° 20 ' S	110 ° 29 ' T	WIB
199	Samarinda	0 ° 28 ' S	117 ° 11 ' T	WITA
200	Sambas	1 ° 18 ' U	109 ° 18 ' T	WITA
201	Sampang	7 ° 11 ' S	113 ° 15 ' T	WIB
202	Sampit	2 ° 32 ' S	112 ° 58 ' T	WITA
203	Sanggau	0 ° 8 ' U	110 ° 43 ' T	WITA
204	Sawahlunto	0 ° 40 ' S	100 ° 46 ' T	WIB
205	Selatpanjang	1 ° 0 ' U	102 ° 15 ' T	WIB
206	Selong	8 ° 38 ' S	116 ° 30 ' T	WITA
207	Semarang	7 ° 0 ' S	110 ° 24 ' T	WIB
208	Serang	6 ° 8 ' S	106 ° 9 ' T	WIB
209	Sibolga	1 ° 47 ' U	98 ° 46 ' T	WIB
210	Sidenreng	4 ° 0 ' S	119 ° 55 ' T	WITA
211	Sidikalang	2 ° 45 ' U	98 ° 20 ' T	WIB
212	Sidoarjo	7 ° 29 ' S	112 ° 43 ' T	WIB
213	Sigli	5 ° 24 ' U	95 ° 57 ' T	WIB
214	Sijunjung	0 ° 41 ' S	100 ° 58 ' T	WIB
215	Sinabang	2 ° 28 ' U	96 ° 22 ' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
216	Sindangbarang	7° 26' S	107° 8' T	WIB
217	Singaraja	8° 8' S	115° 5' T	WIB
218	Singkawang	0° 52' U	109° 0' T	WITA
219	Singkil	2° 18' U	97° 45' T	WIB
220	Sinjai	5° 5' S	120° 8' T	WIB
221	Sintang	0° 6' U	111° 34' T	WITA
222	Situbondo	7° 44' S	114° 1' T	WIB
223	Sleman	7° 43' S	110° 22' T	WIB
224	Solo	7° 35' S	110° 48' T	WIB
225	Solok	0° 47' S	100° 38' T	WIB
226	Sorong	0° 50' S	131° 15' T	WIT
227	Sragen	7° 27' S	111° 1' T	WIB
228	Sukabumi	6° 55' S	106° 56' T	WIB
229	Sukoarjo	7° 42' S	110° 50' T	WIB
230	Suliki	0° 6' S	100° 27' T	WITA
231	Sumbawa Besar	8° 30' S	117° 25' T	WITA
232	Sumedang	6° 53' S	107° 53' T	WIB
233	Sumenep	7° 3' S	113° 53' T	WIB
234	Sungai Penuh	2° 4' S	101° 24' T	WIB
235	Sunggu Minasa	5° 12' S	119° 30' T	WITA
236	Surabaya	7° 15' S	112° 45' T	WIB
237	Tabanan	8° 29' S	115° 2' T	WIB
238	Tahuna	3° 36' U	125° 30' T	WITA
239	Takalar	5° 30' S	119° 25' T	WITA
240	Takengon	4° 43' U	96° 50' T	WIB
241	Talu	0° 13' U	99° 58' T	WIB
242	Tanahgrogot	1° 52' S	116° 13' T	WITA
243	Tangerang	6° 12' S	106° 38' T	WIB
244	Tanjung (Kalsel)	2° 8' S	115° 26' T	WITA
245	Tanjungbalai (Sumut)	2° 58' U	99° 44' T	WIB
246	Tanjung Karang	5° 25' S	105° 17' T	WIB
247	Tanjung Pandan	2° 45' S	107° 40' T	WIB
248	Tanjung Pinang	0° 55' U	104° 29' T	WIB
249	Tanjung Redep	2° 8' U	117° 28' T	WITA
250	Tanjung Selor	2° 46' U	117° 22' T	WITA
251	Tapak Tuan	3° 18' U	97° 10' T	WIB
252	Tasikmalaya	7° 27' S	108° 13' T	WIB

NO.	NAMA KOTA	LINTANG	BUJUR	DAERAH WAKTU
253	Tebingtinggi	3 ° 22 ' U	99 ° 7 ' T	WIB
254	Tegal	6 ° 54 ' S	109 ° 8 ' T	WIB
255	Telukbetung	5 ° 26 ' S	105 ° 17 ' T	WIB
256	Temanggung	7 ° 22 ' S	110 ° 8 ' T	WIB
257	Ternate	1 ° 49 ' U	127 ° 24 ' T	WIT
258	Tobelo	1 ° 45 ' U	128 ° 0 ' T	WIT
259	Tuban	6 ° 56 ' S	112 ° 4 ' T	WIB
260	Tulung Agung	8 ° 5 ' S	111 ° 54 ' T	WIB
261	Ujung Kulon	6 ° 45 ' S	105 ° 20 ' T	WIB
262	Ujung Pandang	5 ° 8 ' S	119 ° 27 ' T	WITA
263	Waikabuba	9 ° 40 ' S	119 ° 25 ' T	WITA
264	Waingapu	9 ° 4 ' S	120 ° 15 ' T	WIT
265	Watampone	4 ° 34 ' S	120 ° 20 ' T	WITA
266	Watansopeng	4 ° 21 ' S	119 ° 55 ' T	WITA
267	Wates (Kulon Progo)	7 ° 52 ' S	110 ° 8 ' T	WIB
268	Wonogiri	7 ° 50 ' S	110 ° 55 ' T	WIB
269	Wonosari	7 ° 58 ' S	110 ° 35 ' T	WIB
270	Wonosobo	7 ° 24 ' S	109 ° 54 ' T	WIB

TENTANG PENULIS ALMANAK HISAB DAN RUKYAT

1. H. ICHTIJANTO SA, SH.

Dilahirkan di Magelang tanggal 10-4-1941. Pendidikannya SD (Kanisius), PGAN, SMA/C, PHIN dan Fak. Hukum Universitas Indonesia (1967) di samping pendidikan teknis di bidang Perencanaan (Program Perencanaan Nasional) Administrasi (SESPA Interdep). Kariernya dimulai pada tahun 1961 sebagai pegawai Departemen Agama dan dilanjutkan dengan jabatan Kepala Subdit Pendidikan Agama, Kepala Bagian Perencanaan dan Perundang-undangan dan sebagai Direktur Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam. Kegiatan di bidang dakwah dan khotbah serta Pendidikan Agama juga dialami. Yang bersangkutan adalah Asisten Hukum Islam di Fak. Hukum UI, Dosen Pendidikan Agama Islam dan Seminar Agama Islam pada Fak. Hukum dan Fak. Ekonomi USAKTI serta Extension Fak. Ekonomi UI, di samping memberikan kuliah pada Pusdiklat Kejangung dan SESPA. Pada tahun 1971-1973 sebagai Anggota Badan Sensor Film. Pada tahun 1977 karena jabatannya, berfungsi sebagai Ketua Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama dan kemudian mengikuti Konferensi Kalender Islam di Istanbul (1980) dan di Tunisia (1981) sebagai wakil Indonesia. Pernah pula mewakili Indonesia dalam International Moslem Seminar di Colombo (1978). Ada beberapa buah tangannya di bidang Hukum Islam, Agama Islam, Perencanaan dan Administrasi. Almanak Hisab dan Rukyah ini adalah salah satu idenya yang kemudian terwujud guna do-kumentasi dan pengembangan ilmu hisab dan karya hisab rukyah di Indonesia. Pembaharuan dan penyempurnaan pekerjaan Badan Hisab dan Rukyah Departemen Agama banyak dilaksanakan karena pemikirannya.

2. DRS. H. ABD. RACHIM

Lahir Panarukan pada tanggal 3-2-1935, adalah wakil Dekan Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Tamat dari Fak. tersebut pada tahun 1969 sebagai Sarjana Teladan dan mendapatkan Lencana Widya Wisuda. Sejak menjadi mahasiswa telah dipercaya sebagai

asisten H. Sa'adoeddin Djambek dalam mata kuliah I. Falak dan sejak 1972 diangkat sebagai dosen tetap dan menjabat sebagai Ketua Lembaga Hisab dan Rukyah LAIN Sunan Kalijaga. Di samping kegiatannya di LAIN, tenaganya banyak diperlukan pula oleh Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Pusat, dan sejak 1980 diangkat resmi sebagai wakil Ketuanya. Pada 1979 dan 1981 mewakili Indonesia dalam Konferensi Penyatuan Kalender Islam Internasional di Turki dan Tunis. Karya tulisnya dalam bidang Ilmu Falak antara lain *Resume Ilmu Falak, Beberapa pembahasan Isra' dan Mi 'raj Nabi Ditinjau dari Ilmu Pengetahuan dan Agama, Penelitian Hijrah Rasul Ditinjau dari Ilmu Falak* serta beberapa makalah yang dijadikan pembahasan dalam musyawarah dan konferensi di luar dan dalam negeri.

3. DRS. SUPANGAT ATMAWIJAYA

Lahir di Cepu pada tanggal 6-8-1941, adalah Kepala Sub Direktorat Pertimbangan Hukum Agama dan Hisab Rukyat dan Sekretaris Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Pusat. Sejak tahun 1974, sudah banyak mengikuti kegiatan-kegiatan dalam bidang hisab dan rukyat yang diselenggarakan oleh Departemen Agama. Pada tahun 1977 turut serta dalam penyusunan *Kamus Istilah Ilmu Falak* yang diterbitkan oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam.

4. KH. A. DJUNAEDI

Lahir di Jakarta pada tanggal 1-4-1916, adalah alim ulama yang banyak menaruh perhatian kepada masalah hisab dan rukyat.. Aktif pada Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Pusat, sejak badan tersebut didirikan pada tahun 1972. Jabatan formil yang pernah dipeganginya adalah Hakim pada Pengadilan Agama Jakarta Raya (1955-1958), Ketua PA Tangerang (1958-1958), Ketua PA Bogor (1959-1961), Ketua PA/Mahkamah Syar'iyah Propinsi di Ujung Pandang (1962-1964) dan Kepala Bagian pada Direktorat Peradilan Agama sampai Pensiun, 1972. Pernah belajar di Masjidil Haram Makah pada tahun 1930-1937, mendalami ilmu-ilmu syari'ah.

5. HM. RODHI SHOLEH

Lahir di Purwodadi pada tanggal 3-3-1933, adalah seorang ulama terkemuka yang sejak tahun 1961 sampai sekarang aktif dalam dunia pendidikan di madrasah dan pesantren. Di samping keaktifannya tersebut, tenaganya banyak diperlukan oleh Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Pusat. Menjadi anggota Badan Hisab dan Rukyat sejak pertama badan ini didirikan pada tahun 1972.

6. DRS. SUSANTO

Lahir di Semarang pada tanggal 22-11-1931, adalah Sekretaris Badan Meteorologi dan Geofisika Departemen Perhubungan R.I. Jabatan sebelumnya sebagai Weather Forecaster (1955-1957), Staf Bagian Meteorologi (1957-1959), Dosen TNI AU, diperbanrukan (1959-1961), Kabag. Radioaktivitas (1961-1965), Rabid. Geofisika (1965-1980). Dalam kariernya, tidak kurang dari 12 kali pernah mengikuti konferensi dan seminar-seminar internasional dalam hal geofisika di luar negeri. Demikian pula di dalam negeri, banyak aktif dalam seminar-seminar dan menjadi anggota berbagai lembaga yang erat hubungannya dengan meteorologi dan geofisika. Peranannya di dalam sejarah pertumbuhan dan perkembangan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama sangat besar, merupakan partner ideal dari H. Sa'adoeddin Djambek (Tokoh dan Ketua Pertama Badan Hisab dan Rukyat) di dalam menjalankan dan mengembangkan badan tersebut. Karya tulisnya antara lain : *Evaluasi Musim, Polusi, Masalah Bencana Alam dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Hubungan Gempa Bumi dan Pembangunan*. Lulus pendidikan dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 1961.

7. DRS. DARSA SUKARTADIREJJA

Lahir di Sumedang pada tanggal 23-7-1945, adalah Direktur Planetarium dan Observatorium Jakarta, Dosen Luar Biasa pada Jurusan Fisika Universitas Indonesia, Dosen Akademi Meteorologi dan Geofisika, Dosen Fak. Teknik Univ. Muhammadiyah dan Dosen Departemen Astronomi ITB. Sebelumnya menjabat Assisten Penelitian Astronomi ITB (1968-1972), Pembawa Acara di Planetarium (1973-

1974), dan Wakil Direktur Planetarium dan Observatorium Jakarta. Di dalam kariernya, pernah mengadakan kunjungan ke negara-negara USA, Australia, Nederland, Jepang dan India dalam rangka pertemuan internasional tentang Planetarium dan Astronomi. Perannya di dalam perkembangan hisab dan rukyat di Departemen Agama tidaklah kecil. Pada tahun 1969 menjadi Anggota Tim Survey Proyek Pembangunan Pos Observasi Bulan di Pelabuhan Ratu, yang mengadakan penelitian lokasinya. Namanya selalu tercatat dalam berbagai kegiatan di Departemen Agama Pusat yang ada kaitannya dengan hisab rukyat. Di samping menjadi anggota Badan Hisab dan Rukyat, juga menjadi peserta tetap dalam Musyawarah Kerja Evaluasi Kegiatan Hisab yang diselenggarakan pada tahun oleh Ditjen Pembinaan Kelembagaan Agama Islam. Karya tulisnya antara lain : *Rahasia Alam Semesta, Beberapa Karakteristik Matahari yang Teramati Pada Radiasi Gelombang Radionya, Pengaruh Matahari terhadap Atmosfir Bumi, Gerhana Matahari Sempurna 16 Pebruari 1980 serta Alam Semesta dan Cuaca*. Sebagai anggota tim penyusun Kamus Istilah Ilmu Falak. Pendidikan terakhir, Departemen Astronomi ITB.

8. BANADJI AQIL

Lahir di Indramayu pada tanggal 17-2-1922, adalah Hakim Pengadilan Agama Jakarta Raya. Jabatan sebelumnya Kepala Seksi Hisab dan Rukyat Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama sejak tahun 1957 sampai dengan 1979. Sebagai Kepala Seksi Hisab dan Rukyat, kegiatannya banyak dicurahkan kepada masalah-masalah yang erat kaitannya dengan kedua hal tersebut antara lain merancang dan menyelenggarakan musyawarah-musyawarah yang bertaraf nasional atau internasional, dan yang lebih penting lagi sebagai konseptor SK Menteri Agama tentang penentuan Hari-hari Libur Nasional yang sangat diperlukan oleh seluruh rakyat di Indonesia. Memperoleh pengetahuan hisab dan rukyat dari Pesantren Tebu Ireng Jombang selama 9 tahun dan Sekolah Tinggi Islam Yogyakarta selama 1 tahun.

9. MUHADJI

Lahir di Lawang pada tahun 1939, adalah Mayor Laut Kepala Bagian

Meteorologi Laut Jawatan Hidro Oseanografi TNIAL di Jakarta. Jabatan tersebut dipangkunya sejak tahun 1963 sampai sekarang. Tenaganya banyak diperlukan pula oleh Departemen Agama dalam soal hisab rukyat, dan sejak Badan Hisab dan Rukyah didirikan aktif sebagai anggotanya. Dalam kariernya, sering mengadakan muhibbah ke luar negeri - menjabat sebagai instruktur - bersama rombongan anggota Angkatan laut lainnya.

10. DRS.WAHYUWIDIANA IDRIS

Lahir di Ciawi-Tasikmalaya pada tanggal 18-9-1852, adalah Staf Subdit IV Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam. Jabatan sebelumnya Asisten Luar Biasa pada Fak. Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga Yogyakarta (1976-1977) dan Staf pada Pengadilan Agama Jakarta Utara (1978-1980). Tamat pendidikan dari Fakultas Syari'ah (IAIN) Yogyakarta jurusan Peradilan Agama pada tahun 1977. Sejak menjadi mahasiswa, telah dipercaya menjadi Assisten Dosen dalam Ilmu Falak dan sejak 1980 diangkat menjadi Anggota Badan Hisab dan Rukyah Departemen Agama Pusat Karya tulisnya yang ada hubungan dengan masalah hisab rukyah adalah *International Date Line dalam Hubungannya dengan Shalat Jum 'at dan Ijtima'* sebagai Pedoman dalam menentukan Awal Bulan Qamariyah. Pada tahun 1977, ikut serta dalam penyusunan Kamus Istilah Ilmu Falak yang diterbitkan oleh Direktorat Badan Peradilan Agama Islam.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Kitab-kitab Kepustakaan dalam Ilmu Falak.

Adapun Kitab-kitab Kepustakaan yang biasa dipakai/dipergunakan oleh kaum muslimin di Indonesia adalah sebagai berikut:

- Robert H. Baker, Ph. D. Astronomy.
A. Textbook for University and College Students, cet. keempat, Edisi kelima, D. Van Nostrand Company, Inch. Toronto, New York, London, 1950.
- Mansur Hanna Jurdak Astronomical Dictionary The Zodiac & The Constellations. English-Arabic Librarie Du Liban Beirut 1950.
- Sullamun Nayyirain Muhammad Mansur ibn Abd. Hamid bin Muhammad Damiry al-Batawi. Borobudur, Batavia, 1925.
- Rudolf Theil And There was Light, Published by the New American Library, First Printing May, 1960.
- Syekh Muhammad Arief Affandi Al-Ma'ariful Rabbaniyyah bil Masailil Falakiyah, cet. I Syekh Abdullah ibnu Arief & Co Mesir t. tahun.
- Sa'adoe'ddin Djambek Hisab Awal Bulan, Tintamas Jakarta-Indonesia, 1976 cet. I.
- _____ Arah Qiblat, Tintamas Jakarta, 1960.
- Ir. Marsito Kosmografi, Ilmu Bintang-Bintang, PT. Pembangunan — Jakarta, 1960.

- Syekh Muhammad Ma'shum ibn Ali
Ad-Durusul Falakiyyah, Syirkah Maktabah wa Mathb&h Ahmad ibn Sa'ad ibn Nabhan, Surabaya Indonesia.

- KR. Muhammad Wardan Diponingrat
Kitab Falak dan Hisab, Toko Pandu Yogyakarta, Get. 1/1957.

- _____
Hisab Urfi dan Hakiki, Toko Buku Siaran, KHA. Dahlan 43 Yogyakarta, 1957.

- Abu Hamdan Abdul Jalil ibn Abdul Harrud Kudus
Fathir Rauf al-Mannan li Amali al Kusufbi Zaiji Dahlan, Menara Kudus, cet. I, 1965

- Dipl. Ing. Erich Gasse
Mathematic, Fachbuchverlag, GMBH Leipzig 1951.

- Saadoe'ddin Djambek
Pedoman Waktu-waktu Sholat Sepanjang Masa, Bulan Bintang, Jakarta, 1977.

- G.S.P. Freeman-Grenvile
The Muslim, and Christian Calendars.

- Nautikal Almanak
Royal Greenwich Observatory Herst-manceux Castle, East Sussex BN 27 I RP England.

- American Ephemeris
National Almanak Office United states Naval Observatory

