

ILMU HISAB DAN RUKYAT

Hisab Urfi, Hisab Hakiki, Rukyat,
Mathla' dan Gerhana

Drs. Mohd. Kalam Daud, M. Ag

ILMU HISAB DAN RUKYAT

Hisab Urfi, Hisab Hakiki, Rukyat,
Mathla' dan Gerhana

Editor:

Dr. Mursyid Djawas, M.HI



**Sahifah
2019**

ILMU HISAB DAN RUKYAT

Hisab Urfi, Hisab Hakiki, Rukyat, Mathla' dan Gerhana

Penulis:

Drs. Mohd. Kalam Daud, M. Ag

ISBN 978-623-90608-5-5

ISBN: 978-623-060855



Editor:

Dr. Mursyid Djawas, M.HI

Desain Sampul:

Syah Reza

Tata Letak:

Rahmatul Akbar

Diterbitkan oleh:

Sahifah

Gampong Lam Duro, Tungkop Kabupaten Aceh Besar, Provinsi
Aceh, Kode Pos 23373, Telp. 081360104828

Email: sahifah85@gmail.com

Cetakan Pertama, Desember 2019

Hak cipta dilindungi Undang-undang

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Penerbit*

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله الذي خلق الشمس والقمر بحسبان والصلاة والسلام
على محمد سيد الأنام وعلى آله وصحبه خير الأئم

Puji dan syukur ke Hadharat Allah yang telah menurunkan Al-Quran yang berisi aturan-aturan, baik untuk kehidupan dunia maupun akhirat termasuk di dalamnya dalam beribadah dengan Ilmu Hisab dan Rukyat. Selawat dan salam dipersembahkan kepada Nabi besar Muhammad saw yang telah memberi petunjuk lewat hadits-haditsnya, bersama keluarga, para sahabat dan pengikut-pengikutnya.

Alhamdulillah, berkat usaha yang keras, dalam waktu yang relatif lama dan perhatian yang serius, karya tulis yang diberi judul “ Ilmu Hisab dan Rukyat “ selesai mendekati yang diharapkan.

Ilmu Hisab dan Rukyat sebenarnya Ilmu Falak juga, tetapi karena dijadikan studi tersendiri yang dititik beratkan pada hisab (perhitungan) dan hasilnya dipergunakan untuk merukyat (melihat/mengamati) maka Ilmu Hisab dan Rukyat dipisahkan tersendiri sesuai dengan para pihak yang membutuhkannya. Menghitung dan Mengamati di sini diperuntukkan terutama untuk posisi hilal di awal bulan dan mulai atau berakhir gerhana baik matahari atau bulan, dilengkapi juga dengan rukyat *mathla'* dan gerhana

Atas selesainya penyusunan karya tulis ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Drs. Mukhtar Yusuf, MH yang telah turut mengoreksi isinya karena rumit dan seriusnya perhitungan, sedikit saja silap bisa berantai kepada kesalahan kesimpulan. Terimakasih penulis kepada Bapak Dr. Mursyid Djawas, M.Ag. yang telah meng-edit buku ini sehingga selesai sebagaimana disaksikan. Juga terimakasih penulis

kepada Bapak Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dengan segenap dosen dan karyawannya, terutama di Prodi Hukum Kelurga, karena atas kesempatan dan perhatian yang mereka berikan menyebabkan penulis tidak ada rintangan dalam merampungkan karya tulis ini. Selanjutnya terimakasih penulis kepada Kepala Perpustakaan Induk UIN Ar-Raniry dengan segenap karyawannya, Kepala Perpustakaan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Ar-Raniry dengan segenap karyawannya, Kepala Perpustakaan Program Pascasarjana UIN Ar-Raniry dengan segenap stafnya. Demikian juga terimakasih penulis kepada yang membantu mengoperasikan pemakaian laptop, terutama Aidil-Azhar dari Samadua Aceh Selatan dan Fadhil dari Sinabang dan lain-lainnya.

Meskipun karya tulis ini telah rampung ditulis, namun bukan berarti tidak akan dijumpai kekeliruan, kekhilafan atau kesalahan baik karena lupa, khilaf maupun karena keterbatas ilmu dan pengetahuan penulis. Dari itu penulis meminta para pembaca dan penela'ah agar meneliti, mengoreksi dan meluruskannya, agar karya ini berguna bagi agama, nusa dan bangsa. Amin !

Banda Aceh, 27 Juni 2019
Penulis,

Drs. Mohd. Kalam Daud, M.Ag

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB SATU : Pendahuluan	1
A. Pengertian Ilmu Hisab dan Rukyat	1
B. Objek Kajian Pokok Bahasan Ilmu Hisab dan Rukyat	2
C. Faedah dan Tujuan Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat	3
D. Hukum Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat	4
E. Ilmu Hisab dan Rukyat Sistem Modern	5
F. Data, Istilah, Singkatan dan Simbol dalam Hisab dan Rukyat	10
G. Rujukan Sistem Perhitungan Ilmu Hisab	35
H. Peralatan dan Satuan Ukur dalam Ilmu Falak	37
BAB DUA : H I S A B U R F I.....	40
A. Pengertian dan Berhujjah dengan Hisab 'Urfi.	40
a) Pengertian Hisab Urfi.....	40
b) Berhujjah dengan Hisab Urfi.	40
B. Penggunaan Hisab Urfi	42
C. Kalender Miladiyah (Masehi).	42
a. Sejarah Kalender Miladiyah (Masehi)	42
a) Penggunaan Kalender Miladiyah bagi Umat Islam.....	51
b) Penentuan Hari Kalender Miladiyah	52
D. Kalender Hijriyah	58
a) Sejarah dan Data Hisab Urfi Kalender Hijriyah	58
b) Penentuan Hari Hisab Urfi Kalender Hijriyah	69
E. Konversi Tanggal	75
a. Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah.....	76
b. Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi	83
BAB TIGA: H I S A B H A K I K I.....	91
A. Pengertian Hisab Hakiki.....	91

B.	Berhujjah dengan Hisab Hakiki	91
a.	Dari Ayat-Ayat Al-Quran.....	92
b.	Dari Al-Hadits.....	95
c.	Pendapat ulama tentang berhujjah dengan Hisab al-Falaky.....	97
C.	Perbedaan Hisab Hakiki dan Hisab Urfi	98
D.	Mazhab Hisab Hakiki	99
E.	Langkah-Langkah Hisab Hakiki Awal Bulan.....	100
a.	Hisab Hakiki Awal Bulan dan Penjelasananya .	101
b.	Hisab Hakiki Awal Bulan yang Disederhanakan (Interpolasi Data Pakai Rumus Interval).....	131
BAB EMPAT : R U K Y A T.....		153
A.	Pengertian Rukyat.....	153
B.	Berhujjah dengan Rukyat	154
a.	<i>Dalam Al-Quran</i>	154
b.	Dalam Hadits	155
c.	Pendapat Para Ulama Tentang Rukyat	157
C.	Macam-Macam Rukyat.....	161
a.	Rukyat bil-Fi'li.....	161
b.	Rukyat bil-'Aqli	163
c.	Imkan ar-Rukyat	164
BAB LIMA : M A T H L A '.....		165
A.	Pengertian Mathla'	165
B.	Permasalahan Mathla' dalam Mengawali dan Mengakhiri Puasa Ramadhan.....	165
C.	Hukum Berpuasa Ramadhan karena Berbeda Mathla'	167
a.	Landasan Hukum Mathla'	167
b.	Pendapat Para Ulama Tentang Berbeda Mathla'	168
c.	Garis Batas Tanggal Kalender Hijriyah Global.....	173
d)	Lama Siang, Malam dan Jam 24 atau 0 (Nol)	174
e)	Hari-Hari Besar dalam Islam :	176

f) Wacana Penyatuan Mathla' dan Batas Tanggal Kalender Global Hijriyah	177
BAB ENAM : G E R H A N A	181
A. Pengertian Gerhana.....	181
B. Landasan Hukum Penentuan Terjadi Gerhana	182
C. Macam-Macam Gerhana.....	184
D. Kebiasaan Terjadi Gerhana.....	185
E. Musim Gerhana.....	186
F. Jumlah Terjadi Gerhana dalam Setahun	186
G. Kawasan dan Lama Gerhana	187
H. Makna dan Efek Gerhana	187
I. Gerhana Dapat Diperhitungkan Sebelum Terjadi.....	187
J. Syarat- Syarat Tejadi Gerhana.....	188
K. Langkah-Langkah Perhitungan Gerhana.....	189
L. Pelacakan Gerhana.....	189
a. Pelacakan Gerhana Tabel Satu	191
b. Pelacakan Gerhana Tabel Dua.....	195
M. Penentuan Gerhana Matahari dan Penjelasannya.....	201
a. Pelacakan Gerhana Matahari	202
b. Penentuan Hari dan Konversi Tanggal 29 Sya'ban 1403 H ke Miladiyah	203
c. Hisab Hakiki Gerhana Matahari	205
N. Penentuan Gerhana Bulan dan Penjelasannya.....	230
a. Pelacakan Gerhana Bulan.....	231
b. Penentuan Hari dan Konversi Tgl. 14 Rajab 2012 M ke Tahun Miladiyah.....	232
c. Hisab Hakiki Gerhana Bulan.....	234
O. Penentuan Gerhana yang Disederhanakan.....	256
a. Pelacakan Gerhana Matahari	257
b. Penentuan Hari dan Konversi Tanggal 29 Jumadil Akhir 1437 H ke Masehi	257
c. Hisab Hakiki Gerhana Matahari	259
BAB TUJUH : Penutup	278
DAFTAR PUSTAKA.....	279
Lampiran.....	283

BAB SATU

PENDAHULUAN

A. Pengertian Ilmu Hisab dan Rukyat

Kata “*Hisab*” di sini bukan “*Hisap*” dari bahasa Indonesia. Kata “*hisap*” dalam bahasa Indonesia di akhirnya huruf “p” berarti sedot atau hirup. Tetapi kata “حساب (Hisab)” di sini berasal dari term Al-Qur`an (Bahasa Arab).

Dalam Al-Qur`an banyak terdapat kata “حساب (Hisab)”, dengan berbagai tashrif dan makna tergantung letaknya dalam kalimat. Tetapi di sini dibatasi pada kata “*Hisab*” yang berkaitan dengan perhitungan posisi peredaran matahari dan bulan.

Kata Hisab yang berasal dari Al-Qur`an tersebut, di sini dirangkai dengan kata ilmu, sehingga menjadi Ilmu Hisab, yang berarti Ilmu Hitung. Tetapi Ilmu Hitung yang dimaksudkan di sini sebagaimana yang dimaksudkan dalam Al-Qur`an sendiri, yaitu menghitung posisi peredaran matahari dan bulan, pergantian siang dan malam, jam, menit dan detik. Lewat perhitungan posisi peredaran matahari ini dapat diketahui tanggal dan tahun baik tahun syamsiyah maupun qamariyah, bahkan kapan dan di belahan bumi mana terjadi gerhana, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan.

Kata “*Rukyat*” juga merupakan term Al-Qur`an dan Hadits. Kata “*Rukyat*” dalam bahasa Indonesia sudah biasa ditulis dengan huruf “k”, sebagai transliterasi dari huruf “*hamzah*”, karena dalam bahasa Arab sendiri ditulis “رؤية”. Artinya melihat, memandang, memperhatikan, mengamati dan lain-lain. Bedakan dengan kata “*Ruqyah*” (رقية), artinya merajah (misalnya membaca ayat-ayat Al-Qur`an untuk menyembuhkan penyakit). Banyak kata “*Rukyat*” dengan berbagai tashrif dan makna sesuai dengan konteks kalimat baik dalam Al-Qur`an maupun dalam Hadits-Hadits Nabi saw. Tetapi kata “*Rukyat*” di

sini dibatasi pada melihat posisi matahari dan bulan untuk menghitung waktu.

Kata “*Hisab, Rukyat*” (diberi kata penghubung “dan”) sehingga menjadi “*Hisab dan Ru'yah*”. Kadang-kadang disebut juga “*Hisab Rukyat*” (dibuang kata penghubung “dan”). Di sini sengaja didahulukan kata “*Hisab*” dari kata “*Rukyat*”, baik diberi kata penghubung “dan” atau tidak. Maksudnya hitung terlebih dahulu kemudian baru lihat (diamati). Tegasnya Rukyat dari segi Ilmu Falak, melihat/ mengamati posisi peredaran, khususnya hilal di ufuk (kaki langit) sebelah barat pada awal bulan.

Melihat posisi hilal di awal bulan, bisa dengan dihitung terlebih dahulu dan bisa juga dengan tidak dihitung. Tetapi dengan menghitung terlebih dahulu, di samping bisa diketahui sudah dapat dilihat hilal atau tidak, juga orang yang melihat (pengamat) tidak akan meraba-raba, lebih mengarah ke sasaran, baik tempat atau arah hilal, maupun waktu dan ketinggiannya.

Dari itu Ilmu Hisab dan Rukyat dapat diberi pengertian, yaitu ilmu untuk menghitung posisi peredaran matahari dan bulan sesuai dengan yang diamati dari bumi, dan hasil perhitungannya dapat dibuktikan dengan penglihatan, baik dengan pakai alat maupun dengan mata telanjang, baik untuk mengetahui tanggal bulan Kamariyah maupun kapan dan di mana terjadi gerhana.

B. Objek Kajian dan Pokok Bahasan Ilmu Hisab dan Rukyat

Objek kajian Ilmu Hisab dan Rukyat di sini tidak ada bedanya dengan objek kajian Ilmu Falak, hanya saja menitik beratkan pada:

-	
1	Objek Kajian Ilmu Hisab dan Rukyat :
	1) Perhitungan posisi peredaran matahari dan bulan
	2) Pengamatan matahari dan bulan dari bumi
	Lebih khusus lagi :
	1) Waktu terbit hilal di atas ufuk sebelah barat
	2) Arah terbit hilal
-	
2	Pokok-Pokok Bahasan Ilmu Hisab dan Rukyat. Di sini dibatasi pada :
	1). Hisab Urfi
	2). Hisab Hakiki
	3). Rukyat
	4). Mathla'
	5). Gerhana

C. Faedah dan Tujuan Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat

1	Faedah Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat, agar dapat:
	1) Memastikan waktu dan arah terbit hilal
	2) Mengetahui tanggal, hari, bulan dan tahun
	3) Memastikan ghurub dan imsak puasa Ramadhan
	4) Mengetahui jatuh hari wuquf di Arafah dalam ibadah Haji
	5) Mengetahui kapan dan dimana hilal dapat diamati
	6) Mengetahui kapan terjadi gerhana, matahari dan bulan
-	

2	Tujuan Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat, untuk :
	1) Menunjukkan kesungguhan terhadap perintah syara'
	2) Kesempurnaan persyaratan ibadah
	3) Siap-siap sebelum masuk waktu ibadah
	4) Menjaga batas-batas akhir waktu dalam beribadah
	5) Menimbulkan ketentraman batin dalam beribadah
	6) Memperluas dan mendalami wawasan berpikir dalam beribadah

D. Hukum Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat

Hukum mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat secara umum sama dengan hukum mempelajari Ilmu Falak. Jika perintah fardhu atau wajib seperti puasa di bulan Ramadhan, maka wasilah (sarana) untuk mengetahui masuk awal dan akhir bulan Ramadhan juga wajib, berdasarkan kaidah Ushul:

مالا يتم الواجب إلا به فهو واجب

Artinya: *Sesuatu yang menyebabkan kewajiban sempurna (terwujud), maka sesuatu itu hukumnya wajib juga.*

Maksud sarana untuk mengetahui masuk bulan Ramadhan, seperti mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat, perhitungan awal/ akhir Ramadhan, mencipta, merakit dan memakai peralatan hisab dan Rukyat, termasuk pergi melihat dengan mata telanjang.

Malah fardhu tersebut, bisa jadi fardhu 'ayn, jika seseorang ketika menghadapi masuk bulan Ramadhan, sedangkan dia seorang diri berada di tempat terpencil, maka dia wajib mencari cara-cara (sebagai wasilah) untuk mengetahui awal/akhir bulan Ramadhan.

Jika perintah anjuran atau sunat, seperti shalat gerhana baik matahari maupun bulan, maka wasilah untuk mengetahui gerhana adalah juga sunat. Sesuai dengan kaidah ushul yang bersifat umum tentang wasilah :

الأمر بالشيء أمر بوسائله

Artinya: *Perintah (melaksanakan/menjauuhkan) sesuatu, berarti perintah seluruh wasilah-wasilah (sarana-sarana)-nya.*

Di sini dikutip kembali, karena telah dikemukakan dalam Ilmu Falak sebelumnya, pendapat seorang ulama, Taqiyuddin dalam fatwanya (jilid I, hal. 219-220), berkata:

إن الحساب إذا دل بمقدمات قطعية على عدم إمكان رؤية الهلال لم يقبل فيه شهادة الشهود وتحمل على الكذب أو الغلط ثم يقول لأن الحساب قطعي والشهادة والخبر ظنيان ...

Artinya: *“Sesungguhnya hisab, jika terlebih dahulu menunjukkan secara pasti bahwa hilal tidak mungkin dirukyah, maka tidak diterima kesaksian (melihat hilal) karena mengandung kebohongan dan kekeliruan”. Selanjutnya ia menegaskan: “Karena hisab itu qath’iy (pasti), sementara saksi dan berita adalah dhanniy...”*

Meskipun dimaksudkan, hisab untuk Rukyat, namun menurutnya hisab lebih qath’iy dibandingkan sekedar saksi dan berita lihat hilal.

E. Ilmu Hisab dan Rukyat Sistem Modern

Ilmu Hisab dan Rukyat dari sehari ke sehari semakin berkembang, sampai sekarang ini sudah dapat dihitung posisi hilal di awal bulan dengan cermat dan dapat diamati secara modern. Dapat diamati secara modern yaitu dengan mempergunakan berbagai jenis teropong, baik diperhitungkan

terlebih dahulu atau pun tidak (pakai remot). Adapun perhitungan sistem modern, antara lain:

1). *Sistem Almanak Nautika*

Sekitar pertengahan abad ke 20, muncullah seorang pakar ilmu falak, bernama Saadoeddin Djambek, putra dari ahli ilmu falak Sumatra Barat syekh Muhammad Jamil Jambek. Ia lahir di Bukit Tinggi Sumatera Barat, tanggal 29 Rabi'ul Awal 1329 H/ 24 Maret 1911. Kemudian ia menetap di Jakarta sampai meninggal pada hari Selasa 11 Zulhijjah 1397 H/ 22 Nopember 1977). Ia pernah ditugaskan oleh pemerintah Indonesia pergi ke Makkah untuk mengukur kordinat (lintang dan bujur) Ka'bah. Ialah orang yang mula-mula sekali mempergunakan data astronmis yang berasal dari negara-negara maju seperti Almanak Nautika, The American Ephemeris dan The USSR Ephemeris di samping menggunakan rumus-rumus trigonometri (ilmu ukur segi tiga bola) dalam perhitungan ilmu falak. Di antara karya-karyanya dalam ilmu falak:

No	Judul	Penerbit	Tahun
1	Waktu dan Jadwal	Tintamas	1952
2	Almanak Jamiliyah	sda	1953
3	Arah Kiblat	sda	1956
4	Perbandingan Tarikh	sda	1968
5	Pedoman Shalat Sepanjang Masa	Bulan Bintang	1974
6	Shalat dan Puasa di Daerah Kutub	sda	sda
7	Hisab Awal Bulan Qamariyah	Tintamas	1976

2). *Sistem Newcomb.*

Oleh karena Nautical Almanak dan Ephemeris sering terlambat datang dari luar negeri dan sulit diperoleh, maka seorang murid dari Saadoeddin Djambek, bernama Abdur

Rachim (lahir di Penarukan, 3 Pebruari 1935), kemudia menjadi dosen di IAIN Kalijaga Yogyakarta, mengembangkan ilmu falak dari gurunya yang disusun dalam dua buah buku. Buku pertama berjudul Ilmu Falak, diterbitkan oleh Liberty, Yogyakarta tahun 1983. Buku kedua berjudul Perhitungan Awal Bulan dan Gerhana Matahari, yang di kalangan ahli ilmu falak Indonesia dikenal dengan “Sistem Newcomb“ tetapi bukunya ini belum diterbitkan. Sebenarnya sistem Newcomb ini hasil kerja beberapa orang dosen dari berbagai disiplin ilmu pasti yang tergabung dalam LAMY (Lembaga Astronomi Muda Yogyakarta) yang di antara anggotanya termasuk Ir. Basit Wahid dan Syahirul Alim).

Meskipun sistem Newcomb tersebut sudah merupakan cara modern, namun perhitungannya terhitung panjang, membutuhkan perhatian ekstra dan sangat menjemukan.

3). Sistem Ephemeris

Dari itu pada tahun 1993, muncullah Drs. Taufiq bersama putranya, atas biaya Departemen Agama RI menyusun program software data astronomi yang dikenal dengan “ Hisab for Windous versi 1.0 “ yang hasilnya juga mirip dengan Nautical Almanac dari luar negeri. Selanjutnya pada tahun 1998, program ini disempurnakan dan berganti nama menjadi “ Win Hisab versi 2.0” dengan hak lisensi pada Badan Hisab Rukyat Departemen Agama RI. Perhitungan yang mempergunakan data dari program Win Hisab ini dikenal dengan sistem Ephemeris Hisab Rukyat atau sistem Ephemeris.

4). Sistem Software.

Karena perbedaan-perbedaan hari raya Idul Fitri pada tahun 1992, 1993 dan 1994, maka banyak ahli ilmu falak menaruh perhatian lebih terhadap sistem perhitungannya, khususya tentang perhitungan awal bulan. Maka mucullah program-program software yang menyiapkan data sekaligus

melakukan perhitungan, sehingga dirasakan lebih praktis, lebih cepat dan lebih mudah bagi pemakainya. Program-program software itu antara lain:

No	Software
1	Program Mawaqit: ICMI Korwil Belanda,1993
2	Pogram Falakiyah Najmi : Nuril Fuad, 1995
3	Program Astinfo : Jrs. Astronomi MIPA ITB Bandung,1996
4	Program Badi'atul-Mitsal : 2000
5	Program Mawaqit versi 2002 : Hafid, 2002
6	Program Ahillah : Muhyiddin Khazin, 2004
Sumber : Buku Ilmu Falak, Muhyiddin Khazin	
-	
1	Starrynght Pro Plus Versi 6
2	Stellarium Versi 0.11.1: http://www.stellarium.org/
3	Accurate Times Versi 5 ... Mohammad Odeh : Oleh Mohammad Odeh dari Jordanian Astronomical Society (JAS)
4	Mooncale Versi 6.o ... Manzur Ahmed
5	Win Hisab Versi 2.0 ... BHR Depag RI : BHR Departemen Agama RI, 1996
6	Hisab Falak Versi 1.1. ... Ir.Aminuddin E.K.S : Ir. Aminuddin E.Ka.S dari Gresik
7	Mawaqit Versi 2001 ... DR Ing. Khafid : Kelompok Studi al-Farghani orsat ICMI Belanda dikoordinir Dr.Ing. Fahmi Amhar dan Dr. Ing. Khafid
Sumber: <i>Makalah Teknik Rukyatul-Hilal, Mutoha Arkanuddin.</i>	

Aneka Software Aplikasi Falak (SAF)

No	Software
----	----------

1	Adastral Freestar (c dalam lingkaran) Coeli Software
2	Astronomy Lab 2 Version 2.0.2 ... Eric Bergman – Terrel
3	Distance Sun Version 4.0 ... Mike Smithwick
4	Hallo Northern Sky V 2.2. ... Han Kleijen
5	Home Planet for Windows ...John Walker
6	Lunar Calender & Eclipse Finder 5.67 ... Hermetic System
7	Lunar & Solar Eclipse 2.oE (DOS) ... Christian Nuesch
8	Lunar Phase 2.61 ... Gary Nugent
9	MyStars! Version 2.7 ... http://relativedata.com
10	NUIT ... Rene Maider Geneve
11	Planetarium Gold 2.1 ... JC Research
12	StarCalc 5.7.1 ... Alexander E Zavalishin
13	Prayer Times 4.o Al-Athan ... Adel A. Al-Rumain Saudi
14	Sky View Cave 3.o.4 ... Kerry Shetline
15	StarCat Ver o.96 ... Jim Campbell
16	StarFinder Version o.2 ... www.geocities.com/FreeStarFinder
17	Stellarium Version o.8.4 ... Coeli Software http://stellarium.org
18	Virtual Moon Atlas Version 1.5 ... Christian Legrand & Patrick Chevalley
19	WinStar Version 1.o.3 ... Frank Richard http://winstars.free.nr
20	SkyMap Pro Version 9 ... Marriott http://skymap.com
21	Astronomica 1.5 ... Piotr Czerski ; dsb.
Catatan: Semua software ini mudah didapat, baik melalui internet maupun pusat-pusat penjualan dan persewaan CD	

software. Selain ini masih banyak software-software lainnya yang terus berkembang, namun tidak terlepas dari kemampuan yang mempergunakannya.

Sumber: Makalah Teknik Rukyatul-Hilal, Mutoha Arkanuddin.

F. Data, Istilah, Singkatan dan Simbol dalam Hisab dan Rukyat

Sebahagian telah dikemukakan dalam Ilmu Falak, tetapi ada juga yang ditampilkan kembali di sini sesuai dengan kebutuhan Ilmu Hisab dan Rukyat :

1. Ephemeris = - - -

Ephemeris adalah tabel yang memuat data-data astronomis benda-benda langit. Dalam bahasa Arab dikenal Zayj atau Taqwim. Dalam bahasa Inggris disebut juga Astronomical Handbook.

2. Equator = Sering disingkat dengan liter E (besar)

Equator (ekuator) Bumi, yaitu lingkaran yang diimajinasikan membagi bulatan bumi kepada dua belahan yang sama besar, yaitu belahan bumi utara dan belahan bumi selatan. Lingkaran ini berimpit dengan garis “ Khatulistiwa (Arab : Khaththul-Istiwa`)” dan garis nol derajat lintang ($L0^{\circ}$).

3. Lintang Tempat = Simbol ϕ (phi) = P atau L

Lingkaran Lintang, lingkaran paralel (Arab: al-Midaral al-‘Ardhiyah), yaitu lingkaran-lingkaran yang diimajinasikan mengelilingi bulatan bumi paralel (sejajar) dengan ekuator. Dari lingkaran-lingkaran ini, ada satu lingkaran besar yang terletak di tengah dan membagi bumi kepada dua belahan yang sama besar, yaitu lingkaran lintang nol derajat ($L0^{\circ}$). Lingkaran lintang nol

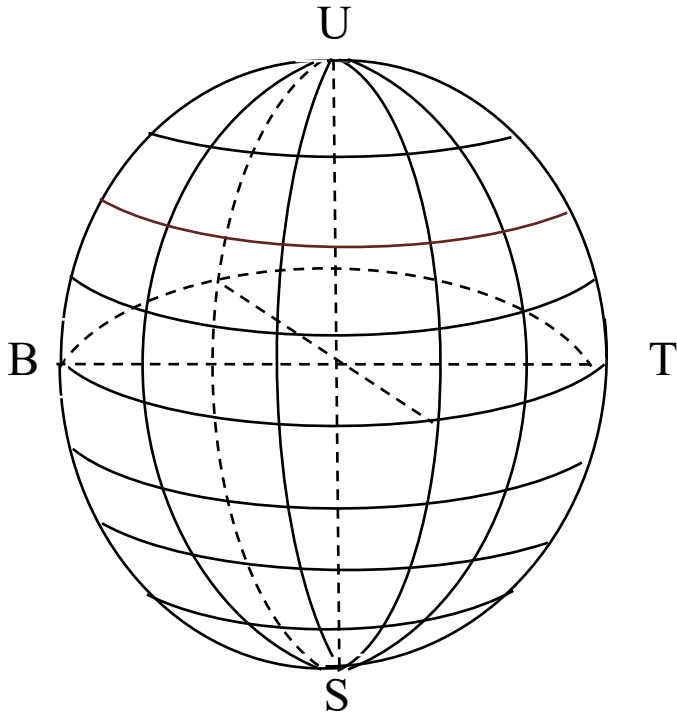
derajat berimpit dengan ekuator bumi (khatulistiwa) yang membagi bumi kepada dua belahan yang sama besar, yaitu bumi belahan utara dan bumi belahan selatan. Tidak ada tempat baik di belahan bumi utara maupun selatan yang tidak dilintasi oleh lingkaran lintang. Lingkaran lintang yang diukur dari $L0^\circ$ sepanjang meridian (lingkaran bujur) sampai ke sesuatu tempat di belahan bumi utara disebut lintang tempat utara, disederhanakan menjadi LU (Lintang Utara). Sementara lingkaran lintang yang diukur dari $L0^\circ$ sepanjang meridian sampai ke sesuatu tempat di belahan bumi selatan disebut lintang tempat selatan, disederhanakan menjadi LS (Lintang Selatan). LU diberi tanda positif (+), sedangkan LS diberi tanda negatif (-). Lintang tempat (Latitude), baik LU maupun LS disebut juga lintang geografis (Arab: 'urdhul balad). Lingkaran-lingkaran dari lingkaran besar $L0^\circ$ semakin ke utara atau ke selatan semakin kecil, sehingga menjadi satu titik sebagai sumbu kutub utara dan satu titik lagi sebagai sumbu kutub selatan. Jarak dari $L0^\circ$ ke titik sumbu kutub utara $+ 90^\circ$, sementara ke titik sumbu kutub selatan $- 90^\circ$.

4. Bujur Tempat = Simbol λ (lamda) = L atau B

Lingkaran Bujur, lingkaran meridian (Dawa-ir al-'Urudh), yaitu lingkaran-lingkaran yang diimajinasikan mengelilingi bujur bumi yang saling berpotongan pada titik sumbu kutub utara dan titik sumbu kutub selatan. Lingkaran bujur nol derajat ($B0^\circ$), pada bumi yang bulat agak lonjong, sebenarnya di mana saja bisa. Tetapi dunia internasional sudah sepakat menerima lingkaran bujur yang melintasi kota Greenwich dekat kota London di Inggris sebagai lingkaran bujur nol derajat ($B0^\circ$). Lingkaran bujur nol derajat membagi bumi kepada dua belahan yang sama besar, yaitu belahan bumi timur dan belahan bumi barat. Dari lingkaran $B0^\circ$ diukur ke timur sepanjang busur lintang ke sesuatu tempat disebut bujur tempat timur (ath-thul asy-syarqiyah), disederhanakan menjadi BT (Bujur Timur). Dari

lingkaran $B0^\circ$ diukur ke barat sepanjang busur lintang ke sesuatu tempat disebut bujur tempat barat (ath-thul al-gharbiyah), disederhanakan menjadi BB (Bujur Barat). Sebagaimana lintang, demikian juga bujur, tidak ada tempat di bumi yang tidak dilintasi oleh lingkaran bujur. Bujur tempat (longitude), baik BT maupun BB disebut juga bujur geografis (Arab : thulul-balad). BT diberi tanda positif (+), sementara BB diberi tanda negatif (-). Dari $B0^\circ$ diukur ke timur berakhir pada garis bujur $+180^\circ$, sedangkan diukur ke barat berakhir pada garis bujur -180° . Kedua garis bujur ini bertemu dan melintasi samudera Pasifik dari kutub utara sampai ke kutub selatan. Garis bujur $+180^\circ$ tidak seluruhnya berimpit dengan garis bujur -180° , karena ada pembelokan-pembelokan, agar terhindar dari daerah dan kepulauan yang didiami penduduk, namun tidak banyak tempat pemukiman penduduk yang dilintasinya. Garis bujur ini terkenal dengan Garis Batas Tanggal Internasional (International Date Line). Jika di belahan bujur -180° hari Rabu, maka di belahan bujur $+180^\circ$ hari Kamis.

Gambar Satu
Lintang dan Bujur



Data Lintang dan Bujur sesuatu tempat dapat diteliti dalam berbagai Literatur Ilmu Falak. Malah sekarang sudah dapat diketahui dengan alat yang disebut GPS (Global Positioning System), Internet (Google) dan lain-lain. Jika sesuatu tempat tidak diketahui lintang dan bujurnya dan peralatan pun tidak ada, maka dapat dicari antara lain dengan rumus :

$$\varphi N = \dots \text{ km : 111 } + \varphi M$$

$$\lambda N = (\dots \text{ km : 111}) \cos \varphi N + \lambda M$$

Catatan :

M = tempat yang sudah diketahui Lintang dan Bujur nya

N = tempat yang belum diketahui Lintang dan Bujur nya

5. Bola Langit = - - -

Bola Langit (Arab : al-Kurrah al-Samawiyyah atau al-Qubbah al-Zarqa`/ Inggris : Celestial Globe). Diproyeksikan dari bola bumi. Pada bola langit, pengamat berada pada titik tengah bulatan. Dalam lingkaran bulatan langit yang sangat luas, pengamat dapat menyaksikan peredaran bintang-bintang, matahari, bulan, dan benda-benda langit lainnya. Sebagaimana bumi, demikian juga bola langit, mempunyai lingkaran kutub langit dan lingkaran ekuator (khatulistiwa) langit (ma'dilun-nahar).

6. Kordinat/ Sistem Kordinat = - - -

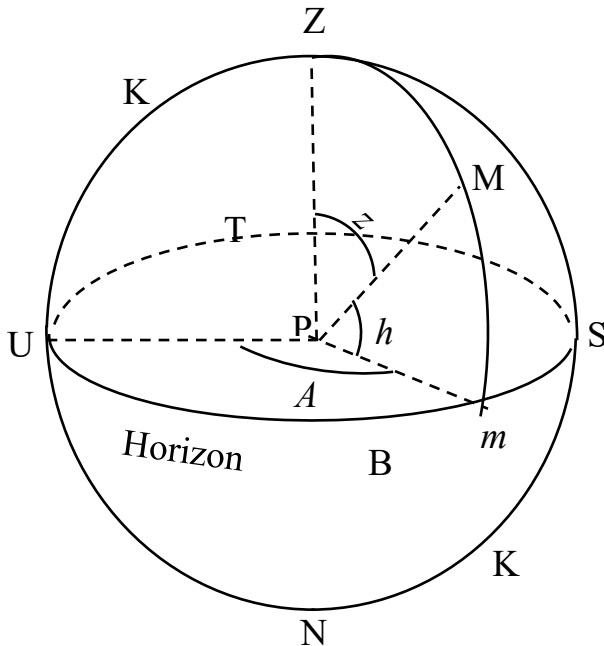
Letak suatu benda pada bidang datar dapat ditentukan dengan dua garis lurus, yaitu dengan menggunakan kordinat x dan kordinat y. Sedangkan pada permukaan sebuah bulatan/ lingkaran, tak dapat ditentukan dengan dua garis lurus, tetapi dengan garis lengkung (busur). Ada empat sistem kordinat pada bola langit :

1. Sistem Kordinat Horizon: Azimut, Jarak Zenit (busur z-m), tinggi benda langit.
2. Sistem Kordinat Sudut Waktu (Jam): Sudut jam (simbol t kecil) dan deklinasi.
3. Sistem Kordinat Ekuator: Asensio Rekta dan Deklinasi
4. Sistem Kordinat Ekliptika: Lintang Ekliptika dan Bujur Ekliptika

7. Lingkaran Ufuq (Ufuk) atau Horizon = - - -

Lingkaran Ufuk atau Lingkaran Horizon (Arab: Da-irah al-Ufuq), yaitu lingkaran yang membagi bola langit kepada dua belahan yang sama besar menurut batas pandangan si pengamat, yaitu belahan bola langit zenit (Z) dan belahan bola langit nadir (N). Lihat Gambar Dua: UTSM. Lingkaran ufuk, biasa juga disebut kaki langit. Ufuk yang dimaksudkan di sini, terutama ufuk di tempat matahari terbenam atau hilal terlihat di awal bulan. Ufuk ini ada tiga macam, yaitu: (1). Ufuk Hakiki adalah bidang datar yang melalui titik pusat bumi dan tegak lurus pada garis vertikal dari si pengamat. (2). Ufuk Hissi adalah bidang datar yang melalui mata si pengamat dan paralel (sejajar) dengan Ufuk Hakiki. (3). Ufuk Mar-iy ialah ufuk hakiki yang ditambah dengan koreksi-koreksi: Kerendahan Ufuk, Semi Diameter (SD) dan Parallaks (P).

Gambar Dua
Lingkaran Horizon (Ufuk)



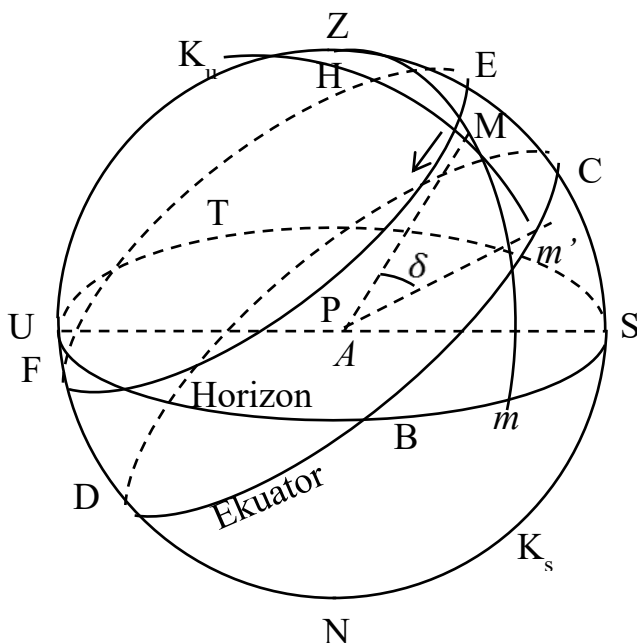
8. Lingkaran Vertikal = - - -

Lingkaran Vertikal, yaitu lingkaran-lingkaran yang melalui titik Zenit dan Nadir, tegak lurus memotong lingkaran ufuk pada bola langit. Lihat Gambar Dua: ZMm adalah lingkaran vertikal yang melalui bintang M ; $UTSm$ merupakan azimut bintang M ; sementara mM adalah tinggi bintang M . Adapun lingkaran vertikal yang melalui titik timur dan titik barat disebut “Lingkaran Vertikal Utama”.

9. Lingkaran Ekuator = - - -

Yaitu lingkaran pada bola langit yang diproyeksikan dari lingkaran khatulistiwa. Lingkaran ekuator termasuk jenis lingkaran besar. Oleh karena itu, lingkaran ekuator bertitik pusat pada titik pusat bola langit. Disebut ekuator, karena membelah bola langit menjadi dua belahan yang sama besar, yaitu belahan langit utara dan belahan langit selatan. Lingkaran ini sudah tentu berpotongan tegak lurus dengan lingkaran waktu (deklinasi). Jarak dari kedua kutub langit ke lingkaran ekuator sama besarnya yaitu 90° .

Gambar Tiga
Sistem Sudut Jam (Sudut Waktu)



10 Lingkaran Waktu = ---

Lingkaran waktu merupakan lingkaran besar, yaitu lingkaran pada bola langit yang menghubungkan kedua titik kutub langit. Lingkaran waktu ini bertitik pusat pada titik pusat bola langit. Dengan demikian, lingkaran meridian juga merupakan lingkaran waktu, hanya saja lingkaran meridian mempunyai keistimewaan yaitu melalui titik zenit dan titik nadir. Lingkaran waktu sering juga disebut “Lingkaran Deklinasi”, karena melalui lingkaran inilah deklinasi suatu benda langit diukur.

11 Hour Angle = t_0 (t kecil, ada simbol matahari di kakinya)

Hour Angle : Sudut Waktu (Arab : Fadhlud-Da-ir)
Matahari, yaitu jarak busur sepanjang lingkaran gerak harian matahari dihitung dari titik kulminasi atas sampai ke matahari. Lihat Gambar Tiga : sudut CKum' atau busur Cm' merupakan sudut waktu yang disimbolkan dengan t (kecil). Jika matahari di sebelah barat diberi tanda positif (+) dan jika di sebelah timur diberi tanda negatif (-). Jika matahari pada titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit nilai sudut waktu 0^0 , jika pada titik kulminasi bawah nilai sudut waktu 180^0 .

Jika dikaitkan dengan waktu shalat, maka untuk shalat zhuhur sudut waktunya adalah nol derajat (0^0). Shalat 'ashar, maghrib dan 'isya, sebelah barat dari 0^0 maka sudut waktunya positif (+). Tetapi shalat shubuh dan dhuha sebelah timur 0^0 , maka sudut waktunya adalah negatif (-). Rumus sudut waktu :

$$\cos t = -\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$$

$$\text{Atau: } \cos t = -\tan P \tan d + \sin h : \cos P : \cos d$$

$$\text{Atau juga: } \cos t = -\tan p \tan d + \frac{\sin h}{\cos p \cos d}$$

Untuk waktu 'ashar menjadi:

$$Z_m = |P - d|$$

$$\cotan h = \tan Z_m + 1$$

Atau juga :

$$\cos t = -\tan P \tan d + \sec P \sec d \cos Z_m$$

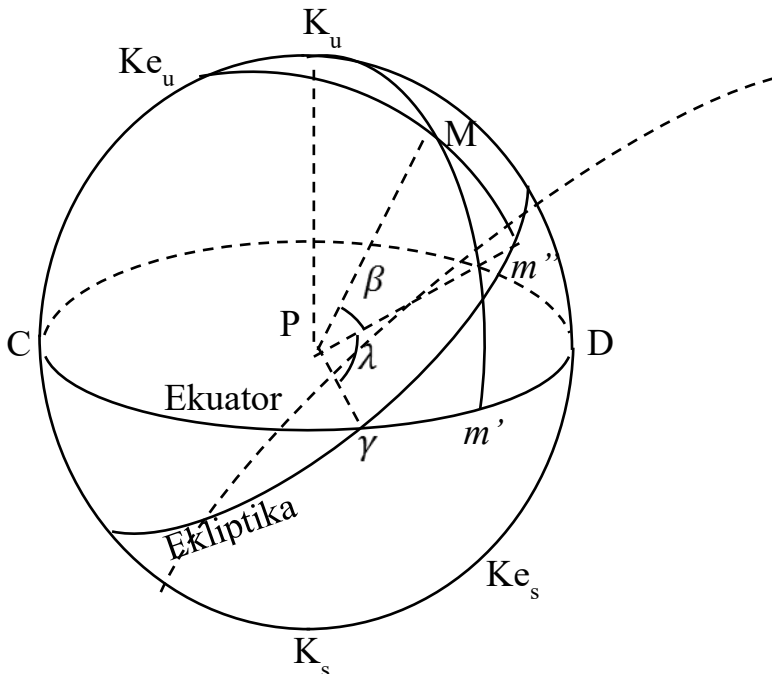
12	Ecliptic	=	- - -
----	----------	---	-------

Ecliptic: Ekliptika (Arab: *Da-irah/Manthiqah al-Buruj*). Diberi pengertian: (1). Ekliptika merupakan jalur perjalanan matahari ke arah timur. (2). Ekliptika adalah lingkaran tempat peredaran lintasan semu tahunan matahari. Disebut semu, karena sebetulnya merupakan lingkaran yang ditempuh oleh bumi dalam jangka setahun untuk mengelilingi matahari. (3).

Ekliptika merupakan lingkaran besar pada bola langit yang memotong lingkaran ekuator langit sehingga membentuk sudut $23^\circ 27'$. Pemotongan ini terjadi dalam setahun dua kali. Pertama, ketika matahari bergerak dari langit bahagian selatan ke langit bahagian utara, terjadi pemotongan pada titik Aries (haml = domba), tg. 21 Maret, diistilahkan dengan Vernal Equinox (disimbolkan Υ). Kedua, ketika matahari bergerak dari bahagian langit utara ke bahagian langit selatan, terjadi pemotongan pada titik Libra (Mizan=Neraca), tgl. 23 September, diistilahkan Autumnal Equinox (disimbolkan Ω).

Lihat Gambar Empat: Bujur Ekliptika, disimbolkan λ = sudut $\Upsilon P m''$ atau busur $\Upsilon m''$. Sementara Lintang Ekliptika, disimbolkan β = sudut $P m'' M$ atau busur $m'' M$

Gambar Empat
Lingkaran Ekliptika



13 Ecliptic Longitude = Di sini disingkatkan :ELM
Matahari

Ecliptic longitude Matahari: Bujur Astronomis Matahari (Arab : Thulusy-Syamsi/ Taqwim asy-Syamsi), yaitu jarak matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekliptika. Kadang-kadang disebut juga Sabaq Matahari. Lihat Gambar Empat : ELM = busur $\gamma m''$

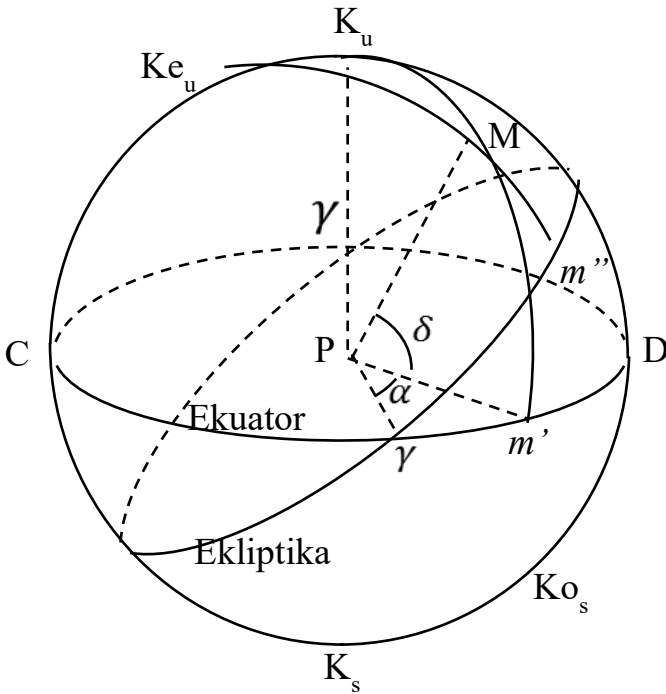
14 Ecliptic Latitude Matahari = - - -

Ecliptic Latitude : Lintang Astronomis Matahari (Arab : 'Ardhusy-Syamsi), yaitu jarak titik pusat matahari dari lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika. Lihat gambar empat : busur $m''M$

15 Apparent Right = $\alpha = \text{alpha} / AR_0$
Accension Matahari

Apparent Right Ascension : Asensio Rekta matahari (Arab : Mathali'ul-Baladiyah/ Shu'udul-Mustaqim = Panjang Tegak) matahari, yaitu jarak matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekuator. Atau : jarak busur sepanjang lingkaran ekuator yang dihitung mulai dari titik Aries (sekarang Pisces) ke arah timur sampai ke titik perpotongan antara lingkaran ekuator dengan lingkaran deklinasi yang melalui matahari. Lihat gambar lima : sudut $\gamma Pm'$ atau busur $\gamma m'$, yang disimbolkan dengan $\alpha = \text{alpha} / AR_0$

Gambar Lima
Kordinat Ekuator



16	Apparent Declination Matahari	= Simbol δ (delta) = d_o (kecil)
----	-------------------------------------	--

Apparent Declination: Deklinasi (Arab: al-Mayl). Secara sederhana, Deklinasi adalah jarak busur suatu benda langit dengan ekuator langit. Jika Deklinasi Matahari (Arab : Maylusi-Syamsi), yaitu jarak busur sepanjang lingkaran waktu/ deklinasi diukur dari ekuator langit sampai ke matahari. Lihat Gambar Lima : Deklinasi disimbolkan δ = sudut $m'PM$ atau busur $m'M$.

Apabila matahari berada di sebelah utara ekuator maka deklinasi diberi tanda + (positif). Jika matahari berada di sebelah selatan ekuator, maka diberi tanda – (negatif). Tgl. 21 Maret dan 22 (23) September, matahari berkedudukan di ekuator langit, deklinasinya adalah 0° . Dari tgl. 21 Maret sampai ke tgl. 22 (23) September deklinasinya positif (+). Dari tgl. 23 September sampai ke tgl. 21 Maret deklinasinya negatif (-). Jadi jarak terjauh deklinasi dari 0° ke garis balik utara sekitar $+23^\circ 27'$, sementara jarak terjauh dari 0° ke garis balik selatan sekitar $-23^\circ 27'$.

Harga deklinasi 0° terjadi setiap tanggal 21 Maret dan 22 (23) September, harganya positif. Tetapi selama waktu 22 (23) September sampai 21 Maret deklinasi berharga negatif. Nilai deklinasi terbesar ketika matahari berada di titik balik utara, berharga positif, terjadi pada tgl. 21 Juni. Sementara ketika matahari berada di titik balik selatan, yaitu $-23^\circ 27'$, bernilai negatif terjadi tanggal 22 Desember. Harga mutlak nilai deklinasi terbesar, dalam bahasa Arab diistilahkan *Mayl Kulliy*.

Nilai deklinasi dapat diperoleh pada buku-buku ilmu falak dalam tabel daftar deklinasi, malah lebih akurat lagi dalam Almanak Nautika dan Ephemeris. Bahkan dapat dihitung dengan rumus :

$$\sin \delta \mid = \mid \sin \text{Bujur Astronomi matahari} \times \sin \text{Obliquity}$$

Catatan :

1. *Bujur Astronomi matahari = Ecliptic Longitude matahari.*
2. *Obliquity matahari = kemiringan equator terhadap lingkaran ekliptika.*

$$17. \quad \text{True Geosentric Distance} \quad = \quad - - -$$

True Geosentric Distance : Jarak Geosentris matahari, yaitu jarak rata-rata antara bumi dengan Matahari sekitar 150 juta km. Nilainya = 1 AU

18. Semi Diameter Matahari = Singkatan SD.

Semi Diameter Matahari (Arab : Nishfu Quthri al-Syams/ jari-jari piringan matahari), yaitu jarak titik pusat matahari dengan pinggir piringannya.

19. True Obliquity = - - -

True Obliquity : Kemiringan Ekliptika (Arab : Mayl Kulli), adalah kemiringan ekliptika dari ekuator.

20. Equation of Time = Simbol e (kecil)

Equation of Time: Perata Waktu (Arab: Ta'dilul-Waqt/ Ta'diluz-Zaman), yaitu selisih waktu antara waktu matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata (pertengahan). Waktu matahari hakiki, yaitu waktu peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk lingkaran ellips (bulat telur/ lonjong), maka belum tentu sehari semalam 24 jam, tetapi kadang-kadang bisa kurang dan kadang-kadang bisa sama atau lebih. Ketika bumi dekat dengan matahari (perehelium/ hadhidh), gaya gravitasi kuat, peredaran bumi menjadi cepat, sehingga sehari semalam kurang dari 24 jam. Ketika bumi jauh dengan matahari (aphelium/auj), gaya gravitasi bumi melemah, peredaran bumi menjadi lamban, sehingga sehari semalam lebih dari 24 jam. Kecuali itu bidang ekliptika yang tidak sejajar atau tidak berimpit dengan equator langit, tetapi membuat inklinasi (sudut) sebesar $23\frac{1}{2}^{\circ}$, juga membuat putaran bumi sehari semalam tidak constant 24 jam. Dari itu, untuk mempermudah perhitungan diimajinasikan waktu rata-rata (pertengahan/ wasathy), seolah-

olah lingkaran peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk bola, yaitu tetap (konstan) 24 jam. Jadi perata waktu (e) = waktu hakiki kurang waktu menengah. Sementara waktu menengah = waktu hakiki kurang perata waktu. Nilai perata waktu yang diperoleh berdasarkan rumus tersebut mengalami perubahan dari waktu ke waktu selama satu tahun. Perata waktu (nilai e) tertinggi adalah pada tanggal. 11 Februari adalah positif (+) 14^m, sedangkan pada tanggal 2 November negatif (-) 16^m. Sementara nilai e terkecil terjadi pada tgl. 15 April, 14 Juni, 01 September dan 24 Desember yaitu 0^m (nol menit). Perata waktu dapat diperoleh pada tabel perata waktu dalam buku-buku ilmu falak. Lebih akurat lagi dari Almanak Nautika atau Ephemeris.

$$21. \text{ Hight of Sun} = h_o \text{ (huruf h kecil, ada simbol matahari di kakinya)}$$

Hight of Sun : Tinggi Matahari (Arab : Irtifa' al Syams), yaitu jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai ke tempat matahari sedang berada. Jika di atas ufuk diberi tanda positif (+), jika di bawah diberi tanda negatif (-).

-

$$22. \text{ Azimut} = \text{Azimut Matahari} = A_o / \text{Azimut Bulan} = A^c$$

Azimut (Arab : Al-Sumtu) : Arah, yaitu jarak busur dari titik utara sampai ke titik berpotongan dengan lingkaran vertikal yang melalui suatu benda langit diukur sepanjang lingkaran horizon (ufuk) menurut putaran jarum jam. Tegasnya Azimut adalah harga suatu sudut untuk matahari atau bulan dihitung sepanjang horizon (ufuk). Perhitungan dimulai dari titik utara ke timur, sampai ke titik perpotongan antara lingkaran vertikal yang meliwati matahari atau bulan dengan lingkaran horizon (ufuk). Lihat Gambar Dua : Azimut = UTS_m.

23. Orbit Bulan = - - -

Orbit Bulan (Arab : Falak al-Qamar) : lingkaran edar bulan, yaitu lingkaran yang ditempuh bulan dalam mengelilingi bumi.

24. Titik Simpul Bulan = - - -

Titik Simpul, dalam istilah astronomi Node (Arab: ‘Uqdah) Bulan, adalah titik perpotongan antara lingkaran edar bulan dengan lingkaran ekliptika. Ada dua titik simpul: (1).Titik Simpul Naik, Ascending Node (Ara : ‘Uqdah Jauzahar/ Uqdah Sha’idah/) adalah perpotongan lintasan bulan dengan ekliptika dalam lintasannya dari selatan menuju ke utara. (2). Titik Simpul Turun, Descending Node (Uqdah Naubahar atau ‘Uqdah Nazilah), adalah perpotongan lintasan bulan dengan ekliptika dalam lintasannya dari utara menuju ke selatan.

25. Apparent Longitude = Di sini disingkatkan : ALB
Bulan

Apparent Longitude bulan: Bujur Astronomis bulan (Arab: Thulul-Qamari/ Taqwim al-Qamari), yaitu jarak bulan dari titik Aries sampai ke titik perpotongan antara lingkaran kutub ekliptika yang melewati bulan dengan lingkaran ekliptika, diukur sepanjang lingkaran ekliptika. Biasa juga disebut Sabaq Bulan. Maksud apparent : nyata, sebagaimana terlihat dari bumi.

26. Apparent Latitude Bulan = - - -

Apparent Latitude: Lintang Astronomis Bulan (Arab: ‘Ardhul-Qamari), yaitu jarak antara bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika.

$$27. \text{ Apparent Right Ascension Bulan} = \text{AR}^\circ$$

Apparent Right Ascension : Asensio Rekta bulan (Arab : Mathali'ul-Baladiyah/ Shu'udul-Mustaqim = Panjang Tegang) bulan, yaitu jarak dari titik Aries sampai titik perpotongan lingkaran deklinasi yang melewati bulan dengan ekuator, diukur sepanjang lingkaran ekuator.

$$28. \text{ Apparent Declination Bulan} = \text{Simbol } \delta \text{ (delta) = } d^\circ \text{ (kecil)}$$

Deklinasi bulan ada dua macam : Deklinasi Pertama (Arab : Mayl Awwal), yaitu jarak busur sepanjang lingkaran deklinasi diukur dari ekuator langit sampai ke bulan. Deklinasi Kedua (Arab : Mayl Tsany), yaitu jarak busur sepanjang bujur astronomi diukur dari ekuator langit sampai ke bulan.

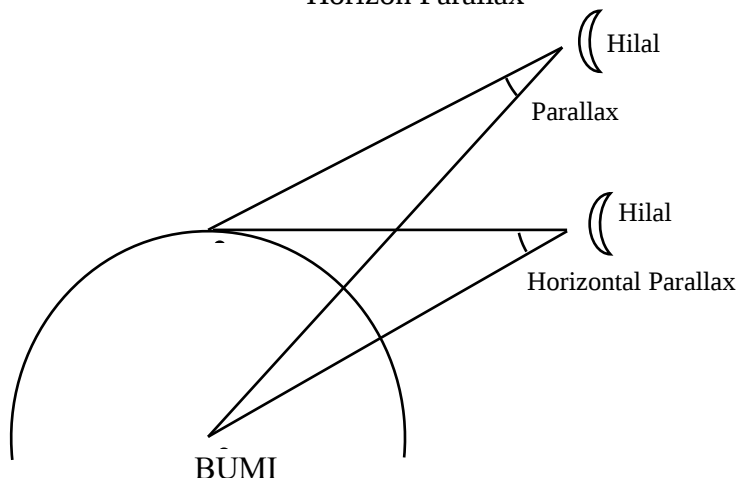
$$29. \text{ Horizontal Parallax Bulan} = \text{HP}^\circ$$

Horizontal Parallax (Parallaks). Parallaks (Arab: Ikhtilaful-Manzhar), yaitu beda lihat tinggi suatu benda langit termasuk hilal, dari mata sipengamat dengan tinggi lihat dari titik pusat bumi. Beda lihat timbul karena pengamat berada di permukaan bumi, sementara posisi hilal diperhitungkan dari titik pusat bumi. Ketika hilal berada di atas ufuk (horizon) diistilahkan Parallaks (P°) saja (lihat gambar enam). Semakin tinggi hilal dari ufuk semakin kecil nilai parallaksnya. Jika hilal berada di titik kulminasi atas, maka harga parallaksnya 0° . Nilai Parallaks yang terbesar adalah ketika hilal berada pada ufuk. Hilal berada di atas ufuk diistilahkan dengan Horizontal Parallaks (HP°). Nilainya berubah-ubah, tetapi ketika ini nilai yang terbesar, berkisar antara $54'$ sampai $61'$ (menit busur). Sedangkan nilai parallaks yang berada di atas ufuk dapat diperhitungkan dengan rumus : $P^\circ = HP^\circ \times \cos h''$ (h'' =Tinggi

Hilal setelah dikoreksi dengan Kerendahan Ufuk, Semi Diameter dan Refraksi). Adapun Parallaks matahari, kecil sekali yaitu 08" (detik busur), sehingga diabaikan dalam perhitungan.

Gambar Enam

Horizon Parallax



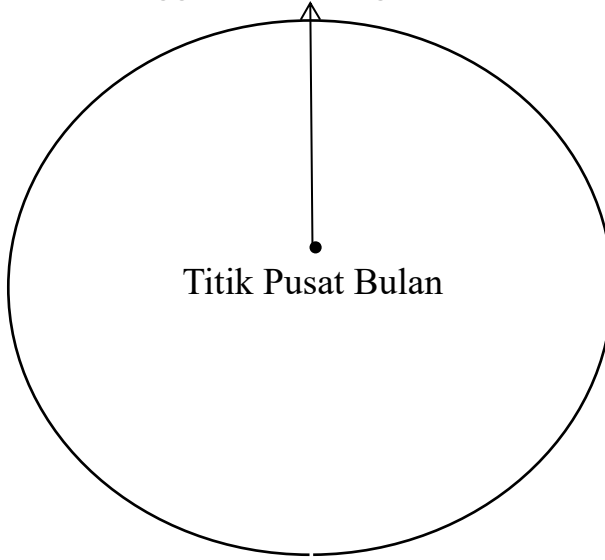
$$30 \quad \text{Semi Diameter Bulan} = SD^\circ$$

Semi Diameter Bulan (Arab : Nishfu Quthri al-Qamar (jari-jari piringan bulan), yaitu jarak titik pusat bulan dengan pinggir piringannya. Lihat gambar tujuh

Gambar Tujuh

Semi Diameter

Pinggir Atas Piringan Bulan

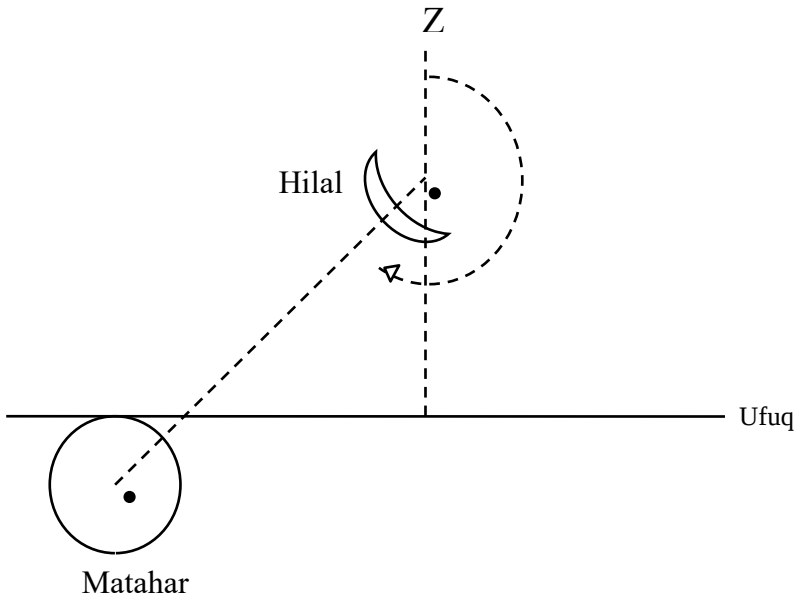


Titik Pusat Bulan

31 Angle Bright Limb = ...

Angle Bright Limb: Sudut kemiringan bulan, adalah kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar sebagai akibat arah posisi hilal dari matahari. Sudut ini diukur dari garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik zenit ke garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik pusat matahari searah jarum jam

Gambar Delapan
Kemiringan Hilal



32 | Fraction Illumination Bulan | = | FIB

Fraction Illumination (Illuminasi Bulan), yaitu luasnya piringan bulan yang menerima sinar matahari yang menghadap ke bumi. Harga Illuminasi bulan ketika purnama adalah 1 (satu).

33 Ijtima' (Ijtimak) = - - -

Ijtima' (Ijtimak) atau Iqtiran= bersama/ menyertai/ kumpul (conjunction=konjungsi/ New Moon = Bulan Baru), yaitu posisi matahari dan bulan pada satu bujur astronomi. Maksud pada satu bujur astronomi belum tentu tepat terletak pada satu garis lurus, karena bidang orbit bumi tidak berimpit dengan bidang orbit bulan, tetapi saling berpotongan yang membentuk sudut $05^{\circ} 09'$. Ijtimak ada yang disebut Ijtimak Qablal-Ghurub, Ijtimak Ba'dal-Ghurub (diistimalkan) dan

Ijtimak Qablal Fajri (ada yang mempergunakan untuk menghisab awal Zulhijjah).

$$34. \text{ Sudut Waktu Bulan} = t^{\circ} (t \text{ kecil, ada simbol hilal di depannya})$$

Sudut Waktu (Hour Angle/ Fadhlud-Da-ir) Bulan, yaitu jarak busur sepanjang lingkaran gerak harian bulan dihitung dari titik kulminasi atas sampai ke tempat bulan sedang berada. Jika bulan di sebelah barat diberi tanda positif (+) dan jika di sebelah timur diberi tanda negatif (-). Jika bulan pada titik kulminasi atas nilai sudut waktu 0° , jika pada titik kulminasi bawah nilai sudut waktu 180° .

$$35. \text{ Tinggi Hilal} = h^{\circ} (h \text{ kecil, ada simbol hilal di depannya})$$

Tinggi hilal, yaitu jarak busur sepanjang lintasan harian bulan diukur dari ufuk sampai ke tempat Bulan sedang berada. Jika di atas ufuk diberi tanda positif (+), jika di bawah ufuk diberi tanda negatif (-).

$$36. \text{ Busur} = \text{---}$$

Busur (Arab : Qaws) maksudnya potongan lingkaran atau lintasan pada lingkaran. Busur Malam adalah lintasan matahari dalam peredaran semu hariannya dihitung dari titik terbenam sampai titik terbit. Istilah Al-Quran “ al-Khayth al-Aswad” maksudnya “Qawsul-Layl”. Busur Siang adalah busur dari lintasan matahari yang diukur dari titik terbit sampai titik terbenam. Istilah Al-Quran “ al-Khaythu al-Abyadh”, maksudnya “ Qawsun-Nahar” (Busur siang).

37. Setengah Busur Siang Bulan = SBS°

Setengah Busur Siang (Arab: Nishfu Qawsin-Nahar), adalah jarak busur sepanjang lintasan harian benda langit, di sini dimaksudkan bulan, diukur dari titik kulminasi atas benda langit tersebut sampai ke lingkaran horizon (ufuk).

38. Nishful-Fudhlah Bulan = NF°

Nishful-Fudhlah berasal dari kata Arab, artinya kelebihan dari setengah busur siang (SBS°) : yaitu jarak busur sepanjang lintasan harian bulan diukur dari lingkaran horizontal (ufuk) sampai ke lingkaran kutub langit. Rumusnya : $NF^\circ = 90^\circ - SBS^\circ$.

39. Sabaq = - - -

Sabaq yaitu kecepatan perjalanan matahari atau bulan sepanjang falaknya dalam satu jam. Sabaq matahari dalam satu jam rata-rata $0^\circ 2' 30''$ sementara sabaq bulan dalam satu jam rata-rata $0^\circ 32' 56,4''$. Adapun kecepatan sebenarnya tercantum dalam daftar Ephemeris.

40. Mukus = - - -

Mukus adalah jarak busur sepanjang lintasan harian bulan diukur dari titik pusat bulan ketika matahari terbenam sampai ke titik bulan terbenam atau ufuk. Atau jarak astronomi antara bulan dan matahari setelah diproyeksikan ke ekuator. Mukus ini dapat dipergunakan untuk mengetahui lama hilal di atas ufuk setelah matahari terbenam.

41. Refraksi = Refr.

Refraksi (Arab : Daqa-iq at-Tafawut) ialah pembiasan cahaya yang diakibatkan oleh lapisan atmosfer bumi. Sehingga

benda langit yang terlihat oleh sipengamat di permukaan bumi lebih tinggi dari pada yang sebenarnya. Selisih ketinggian benda langit antara yang terlihat oleh mata pengamat dengan ketinggian yang sebenarnya disebut sudut refraksi. Semakin tinggi benda langit semakin kecil nilai refraksinya. Refraksi benda langit yang berada di titik kulminasi atas bernilai 0^0 . Sebaliknya semakin dekat benda langit dengan ufuk (horizon) semakin besar nilai refraksinya. Benda langit yang sedang terbenam (bersinggungan pinggir piringan atas benda langit dengan sebelah bawah garis ufuk) refraksinya bernilai sekitar $00^0 34' 30''$. Tetapi untuk refraksi benda langit yang di atas ufuk, dapat diperhitungkan dengan rumus, $\text{Refr} = 0.01695 : \tan (h + 10.3 : (h + 5.1255))$. Ada juga yang mempergunakan rumus, $\text{Refr} = 0.0617 : \tan (h + 7.31 : (h + 4.4))$.

42. Kerendahan Ufuk = Dip (D')

Kerendahan Ufuk (Arab : Ikhtilaf al-Ufuq), adalah perbedaan ufuk hakiki (sebenarnya) dengan ufuk mar-iy (yang terlihat) disebabkan pengaruh tinggi/rendah markaz sipengamat. Semakin tinggi markaz sipengamat, semakin rendah nilai kerendahan ufuknya. Akibatnya semakin rendah pula ufuk mar-iynya. Ketinggian markaz, diukur dengan m (meter) dari permukaan laut (dpl). Rumus Kerendahan Ufuk: $\text{Dip} = 0.0293 \sqrt{\dots} \text{ m (dpl)}$. Ada juga yang mempergunakan rumus $1,76 \times \sqrt{\dots} \text{ m (dpl)}$.

43. Mean Time = 12j

Mean Time atau Solar Time (Arab : Waqtu Istiwa'). Disebut juga Waktu Hakiki atau Waktu Bintang atau Waktu Surya atau juga waktu rata-rata. Maksudnya waktu yang diperkirakan pada peredaran matahari yang sebenarnya. Atau juga waktu rata-rata yang diperkirakan matahari selalu mencapai

titik kulminasi atas secara konstan (tetap, tepat waktu) yang dianggap berlaku sama untuk setiap hari. Waktu yang dimaksudkan adalah jam 12. Sebagai simbol ditulis 12^j . Dari itu jam 12 dijadikan standar untuk memperhitungkan waktu matahari mencapai titik kulminasi atas yang sebenarnya. Jam 12 tersebut dalam satuan busur berimpit dengan Sudut Waktu (t) 0° .

$$44. \text{ Meridian Pass} = \text{Mer.Pass (MP)} / \text{WK}$$

Meridian Pass (Arab : Da-irah Nishfin-Nahar), disingkat Mer.Pass atau MP, disebut juga Waktu Kulminasi (WK): adalah waktu pada sa'at matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit menurut waktu pertengahan. Atau juga Meridian Pass adalah Waktu Hakiki dikurangi Perata Waktu (e). Rumusnya : $\text{Mer. Pass} / \text{WK} = 12 - e$.

$$45. \text{ Greenwich Mean Time} = \text{GMT}$$

Greenwich Mean Time : Waktu Pertengahan Greenwich, waktu pertengahan di meridian nol derajat di Greenwich dekat kota London di Inggris. Waktu ini dijadikan rujukan seluruh zona waktu internasional, sesuai dengan koreksi masing-masing. Di meridian nol derajat ini, masih ada istilah-istilah/ singkatan-singkatan waktu yang lain seperti UT dan TT. UT (Universal Time), yaitu sudut waktu matahari menengah menurut meridian Greenwich. Sementara TT singkatan dari = Terrestrial Time.

$$46. \text{ Waktu Daerah} = \text{Di Indonesia : WIB, WITA dan WIT}$$

Waktu Daerah (Zone Time) adalah waktu yang diberlakukan untuk satu wilayah bujur tempat (meridian) tertentu, sehingga dalam wilayah yang bersangkutan berlaku satu waktu daerah. Daerah yang berlaku satu waktu disebut Daerah Kesatuan Waktu. Pembahagian wilayah kesatuan waktu

didasarkan pada kelipatan bujur tempat, yaitu $360^\circ : 24 \times 1^\circ = 15^\circ$ yang dihitung dari B 0° sampai ke Bujur tempat yang dimaksudkan. Waktu Daerah di Indonesia: WIB (Waktu Indonesia Barat) = 105° (GMT + 7 jam) , WITA (Waktu Indonesia Tengah) = 120° (GMT + 8 jam) dan WIT (Waktu Indonesia Timur) = 135° (GMT + 9 jam).

47. Koreksi Waktu = Kwd (Interpolasi Waktu) Daerah

Koreksi waktu daerah disingkatkan “kwd“. Rumus: Waktu Daerah = Waktu pertengahan dikurangi interpolasi waktu. Interpolasi waktu = bujur tempat ditambah/ dikurangi bujur daerah, hasilnya dibagi 15. Ditambah atau dikurangi sesuai dengan letaknya dari bujur standar. Jika bujur tempat < (lebih kecil) dari bujur standar, maka bujur standar kurang bujur tempat, kwd-nya ditambah. Jika persis sama besar tidak ditambah dan tidak dikurangi kwd. Tetapi jika bujur tempat > (lebih besar) dari bujur standar, maka bujur tempat kurang bujur standar, kwd-nya dikurangi. Ditambah atau dikurangi agar sesuai dengan bujur standar. Atau dengan kata lain, kwd ditambah jika terletak di sebelah barat bujur daerah. Sementara dikurangi, jika terletak di sebelah timurnya. Jika di Indonesia, dahulu pernah ditetapkan 6 (enam) zona waktu (Kepres No.152 Tahun 1950 Tentang Jam Waktu di Indonesia), tetapi kemudian disederhanakan menjadi 3 (tiga) zona waktu (Kepres No. 243 Tahun 1963 Tentang Pembagian Wilayah Waktu): WIB, WITA dan WIT.

48. Local Mean Time/ Waktu = LMT/ WS Setempat

Local Mean Time : Waktu Setempat atau waktu lokal, adalah waktu pertengahan menurut bujur tempat sesuai dengan

letak tempat tersebut. Misalnya jam 08 di Banda Aceh berbeda dengan jam 08 di Medan dan berbeda pula dengan jam 08 di Jakarta. Rumusnya = $LMT = 12 - e + / - t$.

49. Pembulatan detik menjadi menit = - - -

Dalam proses perhitungan, angka detik baik detik busur maupun detik waktu sangat berharga untuk tidak dibulatkan. Karena angka-angka terkecil seperti detik, jika dijumlahkan atau dikurangi, bisa menjadi besar juga. Apalagi mengingat 30 detik saja bisa bergeser atau hilang sekitar $0,5 \times 27.5 \text{ Km} = 13,75 \text{ Km}$. Demikian sampai seterusnya. Tetapi apabila hasil perhitungan sudah final, maka tergantung kepada kebutuhan dan peralatan. Ada kebutuhan yang diperlukan angka sampai detail dan ada kebutuhan yang dapat dibulatkan. Demikian juga peralatan, ada kompas atau jam (arloji) atau alat canggih lainnya yang dapat dilihat angka walau sangat kecil dan ada yang tidak, karena terbatas dan kecilnya.

50 Calender = Kalender

Sistem perhitungan waktu yang dibuat berdasarkan pola tertentu.

G. Rujukan Sistem Perhitungan Ilmu Hisab

Sistem/ Rujukan	
1. Hisab Urfi/ Istilahi	
1). Hisab Urfi Klasik	2). Hisab Urfi Modern
-	
2. Hisab Hakiki Taqribi (Berdasarkan Tabel Data Ulugh Beik)	
1). Sullamun-Nayyirayn	2). Tadzkirah al-Ikhwan

3). Fathur-Rauf al-Mannan	4). Al-Qawa'id al-Falakiyah
5). Asy-Syamsu wal-Qamaru bi-Husban	6). Jadawil al-Falakiyah
7). Risalah al-Qamarayn	8). Risalah al-Falakiyah
9). Risalah al-Hisabiyah	10). Risalah Syamsul-Hilal
11). Hisab Qath'iy	12). Ittifaq Zatil-Bayn
13). Al-Khulashah al-Wafiyyah	
3. Hisab Hakiki	
1). Hisab Hakiki	2). Badi'ah al-Mitsal
3). Menara Kudus	4). Al-Manahij al-Hamidiah
5). Al-Khulashah al-Wafiyyah	
4. Hisab Hakiki Tahkiki (Koreksi Data Ulugh Beik + Ilmu Ukur Segi Tiga Bola)	
1). Al-Mathla' al-Said	2). Al-Khulashah al-Wafiyyah
3). Muntaha Nata'ij al-Aqwal	4). Menara Kudus
5). Nurul- Anwar	6). Markaz al-Falakiyyah
5. Hisab Kontemporer / Modern (Data dari Almanak Nautika dan Ephemeris)	
1). New Comb	2). EW. Brown
3). Jean Meeus	4). Almanak Nautika
5). Astronomical Almanac	6). Mawaqit
7). Ephemeris Hisab Rukyat	8). Islamic Calender
9). Al-Falakiyah	10). Moon C52
11). Astro Info	12). Ascript
13). Starry Night	14). MABIMS

15). BMG	16). Boscha ITB
<i>Catatan : jika ada nama yang sama, karena berbeda pengelompokan.</i>	

H. Peralatan dan Satuan Ukur dalam Ilmu Falak

1). Alat Bantu Hitung

1	Rubu' Mujayyab (Kuadrant)
2	Daftar Logaritma
3	Komputer : Personal Computer (PC), Laptop/ Notebook, Tablet PC, PDA maupun Palm OS ; dsb.
4	Kalkulator , atl : Casio fx 350 D, Casio fx 350 AD, Casio fx 570 AD, Casio fx 3600 PA, Casio fx3600SP, Casio fx 3800 P, Casio fx 3800 PB, Casio fx 4100 P, Casio fx 4200 P, Casio FX4500P, Casio fx 5000 P, Casio fx 8000 G, Karche 4600SX, Karche 4650P, dsb.

2). Alat Bantu Ukur Jarak

1	Meter (merek yang akurat): cm/ m/ km
2	AU (08 ^m cahaya matahari) : 1AU =150 juta Km
3	Tahun Cahaya : 9.505.306 juta km/ 63.369 AU

3). Alat Bantu Hitung Waktu

Beberapa merek jam (yang akurat). Satuan ukur waktu : jam (j), menit (m), detik (d)

4). Alat Bantu Ukur Sudut

1	Rubu' Mujayyab (qwadran)
2	Miqyas
3	Tongkat Istiwa
4	Jam Surya (Jam Matahari/ Sundial)

5	Busur setengah lingkaran/ penuh. Satuan ukur busur: derajat (°) menit (') detik (")
6	Waterpas : Untuk stabil peralatan
7	Beberapa merek kompas: Kompas Bidik Pramuka/ Kompas Suunto/ Kompas DQL-1/ Kompas Prismatik/ Kompas Marine/ Kompas Geologi
8	Bingkai Rukyat
9	Sextan
10	Theodolit

5). Alat Penjejak Lokasi Geografis dan Aspek Cuaca (Internet)

1	Internet
	http://map.google.com
	http://map.google.com
	http://www.earthtools.org
	http://www.earthtools.org
	(http:// www.fineprint.com)
	http://www.al-habib.info/arrah-kiblat/
	www.al-habib.info/qibla-pointer/
	http://rinto.staff.ugm.ac.id
2	Beberapa merek GPS (Global Positioning System)
3	Pengukuran Ketinggian : Altimeter (dpl), Barometer (tekanan udara), GPS Ukur langsung
4	Pengukur Suhu Udara :Termometer
5	Pengukur Tekanan Udara : Barometer

6). Alat Bantu Optic

1	Kacamata minus/ khusus
2	Binokuler/Keiger/ Keker
3	Teleskop Rukyat, bermacam model: Teleskop Goto & GPS : Meade XL200 GPS 16, Celestron, Vixen, Konus, Orion, Televue.

4	Hight End Technology
---	----------------------

7). Inovasi dan Kreasi Alat Bantu Rukyat al-Hilal

1	Webcam Telescope
2	Gawang Lokasi
3	Hilal Tracker : hand on tracker, hilal tracker, astro stick, segi tiga rukyat

- - - o0o - - -

BAB DUA

HISAB URFI

A. Pengertian dan Berhujjah dengan Hisab ‘Urfi.

a) Pengertian Hisab Urfi.

Kata “*hisab* (حساب)” sebagaimana telah dijelaskan dalam bab pendahuluan berasal dari bahasa Arab, artinya “*perhitungan, perkiraan*”. Kata “*‘urfi* (عرفي)” juga berasal dari bahasa Arab, artinya “*secara tradisi, kebiasaan*”. Jadi “*Hisab ‘Urfi*” adalah sistem perhitungan penanggalan yang didasarkan kepada peredaran rata-rata bumi mengelilingi matahari, atau bulan mengelilingi sekaligus bumi dan matahari yang diperhitungkan secara konvensional. Jangka waktu sehari semalam, sebulan atau setahun menurut sistem hisab urfi dapat dikatakan konstan (tetap) dan beraturan. Misalnya sehari semalam tetap 24 jam. Bulan dalam kalender Syamsiyah (solar system/ tahun Surya) berumur 31 atau 30 atau 29 atau juga 28 hari. Bulan dalam kalender Kamariyah (lunar system/ tahun Candra), jika urutan ganjil berumur 30 hari, jika urutan genap berumur 29 hari. Satu tahun Syamsiyah berumur 365 atau 366 hari, sementara satu tahun Kamariyah berumur 354 atau 355 hari. Hisab ‘Urfi disebut juga “*Hisab Istilah*”.

b) Berhujjah dengan Hisab Urfi.

Dalam memulai dan mengakhiri puasa Ramadhan, para ulama berbeda pendapat tentang berhujjah (berargumen/beralasan) dengan Hisab Urfi. Ada ulama yang berpegang kepada Hisab Urfi baik klasik maupun modern, karena Hisab Urfi sudah dipakai turun temurun (sudah menjadi tradisi) sebelum ditemukan Hisab Hakiki. Jika sudah dipakai turun temurun berarti menurut mereka sudah sesuai dengan praktek Rasulullah saw., tidak lagi merujuk kepada dalilnya. Sementara jumhur (mayoritas) ulama berpendapat Hisab Urfi

tidak bisa dijadikan hujjah, karena di satu sisi perhitungan yang dipakai berdasarkan angka-angka kebiasaan, padahal posisi peredaran bulan di langit tidak selalu beredar secara konstan (tetap). Sementara di sisi lain, yang namanya Hisab Urfi, apalagi Hisab Urfi klasik hasil perhitungannya sering tidak sesuai lagi, lebih-lebih jika tidak dibuktikan lagi dengan posisi peredaran bulan yang sebenarnya di langit. Dari itu hasil perhitungannya boleh jadi cepat atau lambat sehari atau dua hari, bahkan bisa lebih dari awal atau akhir Ramadhan. Bisa saja mereka sudah berpuasa Ramadhan dan berhari raya, padahal ijtimaq pun belum terjadi, hilal belum wujud/nampak, bahkan masih jauh di bawah ufuk. Ini artinya mereka tidak mengandalkan pada posisi peredaran bulan di langit, malah ada yang mengandalkan pada pasang surut air laut. Ini jelas berbeda dengan perintah atau praktek Nabi, dan inilah yang tidak sependapat dan tidak disetujui oleh jumhur ulama. Karena Jumhur ulama berpegang kepada hadits shahih dan terkenal:

1). Dari Ibnu Umar r.a, Nabi saw bersabda:

لاتصوموا حتى تروا الهلال ولا تفطروا حتى تروه فإن غم عليكم فاقدروا له (رواه البخاري ومسلم عن ابن عمر)

Artinya: *Janganlah kamu berpuasa (Ramadhan) sehingga kamu melihat hilal. Dan janganlah kamu berhari-raya, sehingga kamu melihatnya. Jika terhalang kamu oleh awan/mendung, maka kira-kiralah.* (H.R. Bukhari dan Muslim dari Ibnu Umar).

2). Dari Abu Hurairah, Nabi saw bersabda:

صوموا لرؤيته وافطروا لرؤيته فإن غبي عليكم فأكملوا عدة شعبان ثلاثين (رواه البخاري ومسلم عن أبي هريرة)

Artinya: *Berpuasalah (Ramadhan) kamu karena melihat hilal dan berhari rayalah kamu karena melihatnya. Jika kamu*

terhalangi (oleh awan), maka sempurnakanlah bilangan bulan Sya'ban tiga puluh hari.

Dari kedua hadits tersebut hilal awal dan akhir Ramadhan disuruh lihat dan amati (apalagi ada indikasi tertutup awan), baik dengan mata telanjang, atau pakai alat atau perhitungan berdasarkan ilmu pasti alam atau juga diperhitungkan terlebih dahulu dengan cermat baru dilihat (hisab dan Rukyat).

B. Penggunaan Hisab Urfi

Meskipun Hisab Urfi tidak dipakai untuk berhujjah dalam ibadah wajib yang berkaitan dengan tanggal, namun bukan berarti Hisab Urfi tidak diperlukan. Hisab Urfi tetap dibutuhkan terutama untuk penanggalan sehari-hari, tetapi di sini yang lebih penting adalah untuk melacak data matahari dan bulan dalam perhitungan Hisab Hakiki.

Hisab Urfi di sini dibatasi pada dua jenis kalender saja, yaitu Kalender Syamsiyah (Miladiyah/Masehi) dan Kamariyah (Hijriyah). Kalender Syamsiah dibutuhkan karena di samping telah dipergunakan oleh dunia internasional, juga dibutuhkan karena data Hisab Hakiki dijumpai di dalamnya. Kalender Kamariyah dibutuhkan, karena penanggalan sehari-hari ummat Islam berpegang kepada kalender ini.

C. Kalender Miladiyah (Masehi).

a. Sejarah Kalender Miladiyah (Masehi)

Dalam sejarah kebudayaan manusia, sudah banyak muncul kalender sesuai dengan masa, lingkungan hidup dan perkembangan pengetahuan mereka.

Aneka Macam Kalender

No	Sistem Kalender	Nama Asing/ Rincian
----	-----------------	---------------------

1	Kalender System Primitif	Primitive Calendar System
2	Kalender Barat	Western Calendar , mulai dari: 1).Kelender Romawi 2).Kalender Julian 3).Kalender Gregorius 4).Kalender Perpertual
3	Kalender Cina	Chinese Calendar
4	Kalender Mesir	Egyptian Calendar
5	Kalender Hindu	Hindu Calendar
6	Kalender Babilonia	Babylonia Calendar
7	Kalender Yahudi	Jewish Calendar
8	Kalender Yunani	Greek Calendar
9	Kalender Islam	Muslim Calendar
10	Kalender Amerika Tengah	Middle America Calendar

Masing-masing kalender ini sudah tentu mempunyai sistem tersendiri, namun pada intinya berpangkal pada dua sistem, yaitu Solar Calendar (Kalender Syamsiyah/ Tahun Surya) yang berdasarkan peredaran matahari dan Lunar Calendar (Kalender Kamariyah/ Tahun Candra) yang berdasarkan peredaran bulan.

Di antara kalender tersebut yang dipakai secara meluas di dunia internasional dewasa ini adalah kalender yang berasal dari Romawi kuno. Kalender dari Romawi kuno ini telah mengalami modifikasi-modifikasi sesuai dengan tuntutan zaman, sampai menjadi kalender Masehi di hari ini. Namun demikian, menurut para ahli sejarah bahwa kalender Romawi kuno, tidaklah lahir secara tersendiri, tetapi saling terkait antara Mesir kuno, Babilonia dan Yunani kuno. Sebelum memerintah raja kedua dari kerajaan Romawi kuno yaitu Numa Pompilius tahun 716 – 673 sM, di sini sudah berlaku kalender yang menganut sistem

Lunar Kalender . Kalender ini terdiri dari 10 bulan dengan umur tahunnya 304 hari.

Kalender Rumawi Kuno Sebelum Numa Pompilius:

No	Bulan	Umur Bulan	Jumlah Hari	Keterangan
1	Martius	31	31	Nama Dewa Mars
2	Aprilis	30	61	
3	Maius	31	92	
4	Iunius	30	122	Uno (Juno) isteri Dewa Jupiter
5	Quintilis	31	153	Nama angka Romawi/ Latin
6	Sextilis	30	183	sda
7	September	30	213	sda
8	October	31	244	sda
9	November	30	274	sda
10	December	30	304	sda

Ketika Numa berkuasa, ia merubah sistem Lunar Kalender menjadi Solar Kalender, agar sesuai dengan perubahan musim akibat peredaran semu matahari. Selain itu, ia menambah dua bulan lagi, sehingga dari 10 bulan menjadi 12 bulan dalam setahun. Ia menjadikan bulan Martius (Maret) sebagai bulan pertama, sesuai dengan posisi matahari ketika berada di titik Aries.

Kalender Romawi Kuno di Masa Numa Pompilius (Raja Kedua Romawi : 716 – 673 sM)

No	Nama Bulan/Deklinasi	Umur Bulan	Jumlah Hari
1	Martius	31	31

	(21 Maret: siang dan malam sama panjang)		
2	Aprilis	29	60
3	Maius	31	91
4	Iunius (21 Juni: di utara siang lebih panjang dari pada malam)	29	120
5	Quintilis	31	151
6	Sextilis	29	180
7	September (23 September: siang dan malam sama panjang)	29	209
8	October	31	240
9	November	29	269
10	December (22 Desember di utara siang lebih pendek dari pada malam)	29	298
11	Ianuarius	29	327
12	Februarius	28	355

Bulan Romawi Kuno, Latin dan Zodiak

No	Romawi	Latin	Simbol
1	Martius	Aries	♈ = Domba
2	Aprilis	Taurus	♉ = Sapi Jantan
3	Maius	Gemini	♊ = Anak Kembar
4	Iunius	Cancer	♋ = Kepiting
5	Quintilis	Leo	♌ = Singa
6	Sextilis	Virgo	♍ = Anak Gadis
7	September	Libra	♎ = Neraca
8	October	Scorpio	♏ + Kala
9	November	Sagittarius	♐ = Panah
10	Desember	Capricornus	♑ = Anak Kambing

11	Ianuarius	Aquarius	Timba = ☿
12	Februarius	Pisces	☾ = Ikan

Bulan Romawi Kuno/Zodiak, Hindu dan Arab

No	Bulan		Zodiak/ Buruj	
	Romawi/Zodiak	Hindu	Arab (Suryani)	Arab
1	Martius/ Aries	Mesha	آذار	حمل
2	Aprilis/ Taurus	Vrishabha	نيسان	ثور
3	Maius/ Gemini	Mithuna	أيار	جوزاء
4	Iunius/ Cancer	Karkata	حزيران	سرطان
5	Quantilis/ Leo	Simha	تموز	أسد
6	Sextilis/ Virgo	Kanya	آب	سنبله
7	September/ Libra	Tula	أيلول	ميزان
8	October/ Scorpio	Vrischika	تشرين الأول	عقرب
9	November/ Sagitarius	Dhanus	تشرين الثاني	قوس
10	December/ Capricornus	Makara	كانون الأول	جدي
11	Ianuarius/ Aquarius	Kumbha	كانون الثاني	دلو
12	Februarius/ Pisces	Mina	شباط	حوت

Kalender Romawi kuno dari abad ke abad dimodifikasi sesuai dengan tuntutan zaman. Pada tahun 46 sM, Julius Caesar mengamati bahwa menurut penanggalan Numa Pompilius seharusnya sudah bulan Junius (Juni) tetapi posisi matahari masih pada bulan Martius (Maret). Maka Julius Caesar atas saran dari ahli astronomi Iskandariah yang bernama Sosigenes, penanggalan Numa dirubah agar sesuai dengan posisi matahari yang sebenarnya.

Ada beberapa perubahan yang dilakukan oleh Julius Caesar dalam tahun 45 sM, antara lain menetapkan :

- 1). Umur tahun rata-rata $365\frac{1}{4}$ (365, 25) hari. Awal tahun baru dimulai tanggal 1 Ianuarius
- 2). Awal Tahun Baru dimulai tanggal 1(satu) Ianuarius
- 3). Siklus 4 tahun. Bilangan tahun yang tidak habis dibagi 4 menjadi tahun pendek umurnya 365 hari, bulan Februarius berumur 28 hari. Sementara bilangan tahun yang habis dibagi 4 ditetapkan sebagai tahun Panjang, umurnya 366 hari, bulan Februarius berumur 29 hari.
- 4). Umur bulan (lihat kalender berikut)

Kalender Romawi Kuno di Masa Julius Caesar (Kalender Julius/ Julian) Mulai berlaku Tahun 45 sM

No	Nama Bulan	Umur Bulan	Jumlah Hari Menurut Urutan Bulan
1	Ianuarius	31	31
2	Martius	31	62
3	Maius	31	93
4	Quintilis	31	124
5	September	31	155
6	November	31	186
7	April	30	216
8	Iunius	30	246
9	Sextilis	30	276
10	October	30	306
11	December	30	336
12	Februarius	29/30 hari	365,25 (365/366) hari

Setahun kemudian (tahun 44 sM), nama bulan Quintilis diganti menjadi bulan “July” berasal dari nama Julius Caesar untuk mengenang jasanya dalam penyempurnaan kalender Rumawi kuno. Selanjutnya pada tahun 07 sM, nama bulan Sextilis diganti oleh Caesar Anthonius yang bergelar Augustus dengan gelarnya sendiri menjadi bulan Augustus.

Di masa pemerintahan Yustinian, diadakanlah sidang Dewan Gereja pertama sekali di Romawi pada bulan Januari. Dalam rangka memperingati sidang tersebut, maka ditetapkanlah bulan Januari sebagai bulan pertama dan bulan Desember sebagai bulan terakhir setiap tahunnya.

Beberapa abad kemudian di masa Paus Gregorius XIII (1582 M), ia melihat pergeseran-pergeseran tanggal dari posisi peredaran matahari ketika memperingati perayaan wafat Yesus Kristus (Easterday). Biasanya peringatan ini jatuh pada hari Minggu setelah bulan purnama (full moon) dan setelah matahari melintasi titik Aries setiap tgl. 21 Maret. (Pada masa Julian awal musim bunga ditetapkan tgl 24 Maret, padahal yang seharusnya tgl.21 Maret). Pergeseran ini terjadi karena kalender Julian terdahulu (365,25 hari) masih lebih waktu ($365,25 - 365,2422 = 0,0078$ hari) 11 menit 14 detik dari titik musim yang seharusnya (tahun Tropis yang umurnya 365,2422 hari) sampai tgl. 5 Oktober 1582 M sudah mencapai 10 hari. Maka Paus Gregorius mengadakan suatu pertemuan gereja. Dalam pertemuan tersebut Paus Gregorius atas saran ahli astronomi Aloisius Lilius dan seorang ahli matematika Christophorus Clavius menetapkan bahwa besok Jum'at tanggal 5 Oktober 1582, harus dibaca tanggal 15 Oktober 1582. Ini berarti sudah kehilangan sepuluh hari dalam perkembangan tahun Masehi. Ia merubah ketetapan Julian, musim semi (bunga) harus jatuh pada tanggal 24 Maret menjadi tgl. 21 Maret. Demikian juga untuk mengoreksi kelebihan waktu dari kalender Julian, paus menetapkan, bahwa setiap tahun Abad (ratusan) yang tidak habis dibagi 400 (empat ratus), dikurangi satu hari lagi. Kecuali itu sang paus juga mengukuhkan bahwa tahun yang telah dikoreksi ini, dihitung mundur, mulai berlaku dari tahun kelahiran Yesus Kristus sebagai tahun pertamanya, sebagaimana yang telah diusulkan oleh Denys Le Petit sekitar tahun 532 M. Dan nama tahun pun diresmikan dan terkenal sampai sekarang ini dengan kalender Masehi. Dalam bahasa Arab disebut tahun

Miladiah (Miladiyah). Sementara nama dan urutan bulan masih dipertahankan sebagaimana dalam kalender Yustinian, dimulai dari bulan Januari diakhiri dengan bulan Desember.

Kalender Romawi di masa Paus Gregorius XIII resmi menjadi kalender Gregorius XIII yang kemudian terkenal dengan kalender Masehi, mulai th.1582 M sampai sekarang:

No	Nama Bulan	Tahun Pendek (Basithah)		Tahun Panjang (Kabisah)	
		Umur Bulan	Jumlah. Hari	Umur Bulan	Jumlah Hari
1	Januari	31	31	31	31
2	Februari	28	59	29	60
3	Maret	31	90	31	91
4	April	30	120	30	121
5	Mei	31	151	31	152
6	Juni	30	181	30	182
7	Juli	31	212	31	213
8	Agustus	31	243	31	244
9	September	30	273	30	274
10	Oktober	31	304	31	305
11	November	30	334	30	335
12	Desember	31	365	31	366

Lewat koreksi Paus Gregorius XIII, maka sisa tahun Julian yang berumur 365,25 hari, kini menjadi lebih kecil lagi yaitu 365,24220 hari. Namun demikian, jika disesuaikan dengan lamanya peredaran bumi mengelilingi matahari dalam jangka waktu 365,242199074 hari atau 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik, masih mempunyai sisa limit waktu, yang lama kelamaan menjadi 1(satu) hari penuh.

Dari itu, agar pecahan waktu tersebut habis terserap, maka sepanjang kalender Masehi, ada 3 macam siklus (daur), yaitu :

1). Siklus Empat Tahun (Siklus Pendek)

Yaitu 4 (empat) tahun sekali. Tiga tahun masing-masing berumur 365 hari, disebut tahun pendek (tahun Basithah/ Common year). Bulan Februari-nya berumur 28 hari. Diketahui tahun pendek, jika bilangan tahun tidak habis dibagi dengan angka 4 (empat). Sementara tahun keempat berumur 366 hari, disebut tahun panjang (tahun Kabisah/ Leaf year). Bulan Februari-nya berumur 29 hari. Diketahui tahun panjang, jika bilangan tahun habis dibagi dengan angka 4 (empat). Jumlah hari dalam satu siklus kecil = $(3 \times 365) \text{ hari} + 366 \text{ hari}$ atau $(4 \times 365) \text{ hari} + 1 \text{ hari} = 1461 \text{ hari}$.

2). Siklus Empat Ratus Tahun (Siklus Menengah)

Yaitu selama 400 tahun sekali. Jika suatu bilangan tahun Abad (ratusan) tidak habis dibagi dengan angka 400 (empat ratus), maka tahun tersebut adalah tahun Abad. Seperti tahun 1700, 1800, 1900, 2100 dan seterusnya, masing-masing dikurangi 1(satu) hari dalam perhitungannya. Tetapi jika suatu bilangan tahun Abad, habis (tidak bersisa) jika dibagi dengan angka 400, maka tahun itu adalah tahun Abad Panjang, tidak dikurangi dan tidak ditambah, meski habis dibagi 4 sekalipun. Seperti tahun 1600, 2000, 2400 dan seterusnya. Jumlah hari dalam siklus besar yaitu 146097 hari.

3). Siklus Tiga Puluh Tiga Abad Lebih (Siklus Jangka Panjang)

Adapun siklus Tiga Puluh Tiga Abad lebih, tepatnya selama 3334 tahun sekali, karena umur tahun 365,24220 tidak habis terserap ke dalam siklus 4 tahun dan siklus 400 tahun, masih mempunyai pecahan waktu 0,0003 hari (ada yang memperkirakan 26 detik). Jika kelebihan limit waktu ini dijadikan 1 hari, maka akan membutuhkan waktu 3334 tahun (ada yang memperkirakan 3323 tahun). Jadi jika sudah tercapai jumlah 3334 tahun, maka dikurangi 1 (satu) hari lagi. Sampai

sekarang siklus ini diabaikan saja, karena sangat kecil dan dalam jangka waktu yang sangat lama sekali.

Jika kita menyebut suatu tanggal, kapan pun, maka untuk mengetahui hari apa pada tanggal tersebut, kita dapat mengetahui dengan cara menghitung berapa jumlah hari dari tanggal 1(satu) bulan 1(satu) dan tahun 1(satu) sampai ke tanggal yang diinginkan. Caranya tahun yang sudah penuh (sempurna) dipecahkan kepada siklus (daur). Jika bersisa, sisa dari siklus adalah tahun. Jika tahun dipecahkan, maka sisanya adalah bulan. Jika bulan dipecahkan, maka sisanya adalah hari. Setelah jumlah hari diketahui, maka jumlah itu dikoreksi dengan anggaran Gregorius dan tahun Abad. Hasilnya dibagi tujuh, karena satu minggu tujuh hari. Sisanya dihitung dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri. Jika bersisa 1 (satu), jatuh pada hari hari Sabtu itu sendiri. Demikian seterusnya. Tetapi jika bersisa nol, maka diundurkan dari hari Sabtu menjadi hari Jum'at.

b. Penggunaan Kalender Miladiyah bagi Umat Islam

Sebagaimana diketahui bahwa Kalender Masehi, adalah kalender yang berdasarkan peredaran matahari (solar system). Kalender ini sudah ada jauh sebelum Nabi Isa 'alihin-salam lahir ke dunia sebagaimana yang telah dijelaskan di atas. Kalender Masehi sekarang ini telah dipergunakan oleh dunia internasional, meskipun ada negara yang mempunyai kalender sendiri. Bagi ummat Islam Kalender Masehi tidak berpengaruh langsung terhadap waktu-waktu ibadah mereka. Namun bukan berarti perhitungan peredaran matahari tidak penting bagi mereka. Seperti untuk menentukan waktu bayang-bayang menunjukkan arah kiblat, waktu shalat dan gerhana. Demikian juga Kalender Masehi, walau pun tidak dibutuhkan secara langsung, namun semua data untuk perhitungan waktu bayang-

bayang menunjukkan arah kiblat, waktu shalat, awal bulan dan gerhana adalah tercantum dalam kalender tahun Masehi.

c) ***Penentuan Hari Kalender Miladiyah***

1). Penentuan Hari Kalender Masehi dan Penjelasannya

Contoh : Hari apakah jatuh tanggal 10 November 2016 M ?
Rumus Penentuan Hari: Tanggal, bulan dan tahun dijadikan hari semuanya. Jumlah semua hari dikurangi koreksi anggaran Paus Gregorius XIII dan tahun Abad. Hasilnya dibagi jumlah hari dalam satu minggu. Sisanya dihitung mulai dari hari Sabtu. Jika sisanya nol, maka diundurkan satu hari dari hari Sabtu.
Tanggal 10 November 2016, dibaca secara persamaan menjadi: 2015 tahun + 10 bulan + 10 hari
-
Proses Perhitungan Tahun Menjadi Hari : Tanggal 10 November 2016 M adalah belum sempurna (penuh). Maka diambil tahun yang telah sempurna dari tanggal 01 Januari sampai dengan 31 Desember yaitu tahun 2015 M. Tahun 2015 dibagi empat. Angka bulat dari hasil pembahagian dikali dengan jumlah hari dalam satu siklus/ daur (sekali putaran). Jika ada angka pecahan/ sisa, maka angka pecahan/sisa tersebut merupakan bilangan tahun dan dikali langsung dengan jumlah hari tahun pendek. Kenapa dibagi empat, karena satu siklus (putaran) Masehi adalah selama 4 tahun. Dalam jangka waktu 4 tahun Masehi, ada tiga kali tahun pendek, satu kali tahun panjang. Jumlah hari dalam satu siklus Masehi = $(3 \times 365) + (1 \times 366) \times 1 \text{ hari} = 1461$ hari. Kenapa dikali dengan jumlah hari tahun pendek, karena tahun panjang dihitung tersendiri.

2015 tahun = $2015 : 4 \times 1$ siklus = 503.75 siklus. Angka bulat = 503 siklus. Sisanya, angka pecahan $0.75 \times 4 \times 1$ tahun = 3 tahun. Maka tgl. 10 November 2016 = 503 siklus + 3 tahun + 10 bulan + 10 hari.		
- - -		
503 siklus = $503 \times 1461 \times 1$ hari		734883 hari
3 tahun = 3×365 hari		1095 hari+
Jumlah hari dari tgl.1-1-1 s/d 31-12-2015 M		735978 hari
-		
Proses Perhitungan Bulan Menjadi Hari Tanggal 10 November 2016 adalah tahun yang belum sempurna, baru sampai pada tanggal 10 November. Dalam proses bulan dijadikan hari, yang perlu diteliti apakah tahun tersebut sudah melewati bulan Februari atau belum. Karena umur bulan Februari, menentukan tahun pendek atau tahun panjang. Untuk mengetahui tahun pendek atau tahun panjang, tahun yang sedang berjalan (berlangsung) dibagi 4. Jika bersisa berarti tahun pendek, umur bulan Februari 28 hari. Jika tak bersisa berarti tahun panjang, umur Februari 29 hari. Setelah umur bulan Februari diketahui, maka dihitunglah hari menurut umur bulan masing-masing dalam tahun Masehi, sampai pada bulan yang telah sempurna (penuh) hitungan harinya.		
10 bulan = $(6 \times 31) + (3 \times 30) + 29$ hari	=	305 hari
-		
Tanggal adalah Bilangan Hari		
10 hari	=	10 hari
-		
Jumlah Hari dari Tgl.1-1-1 M s/d 10-11-2016 M		

Jumlahnya = $735978 + 305 + 10 \times 1$ hari	=	736293 hari
-		
Koreksi Anggaran Paus Gregorius XIII Karena pada masa Paus Gregorius XIII, dalam suatu pertemuan gereja untuk penyesuaian pergeseran tahun, ditetapkan tanggal 5 Oktober 1582 dibaca 15 Oktober 1582 M. Ini berarti sudah kehilangan (loncat) 10 hari. Maka jika diperhitungkan tahun-tahun selanjutnya selalu dikurangi 10 hari. Tetapi jika diperhitungkan tahun-tahun sebelumnya, tidak perlu dikurangi.		
Koreksi Anggaran Gregorius XIII	=	10 hari -
Sisa = $736293 - 10 \times 1$ hari	=	736283 hari
-		
Koreksi Tahun Abad Selain diloncatkan 10 hari pada masa Paus Gregorius XIII, untuk penyesuaian jangka waktu selanjutnya ditetapkan bahwa jika tahun abad dibagi 400 tidak bersisa, maka tidak dikurangi satu hari pun. Tetapi jika bersisa, maka tahun abad tersebut dikurangi satu hari. Maka semenjak tahun abad 1700 – 1800 – 1900, sudah 3 (tiga) hari dikurangi, sehingga menjadi 13 hari. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka tahun 1600 dan 2000 tidak dikurangi satu hari pun, baru dikurangi 4 hari jika tahun ratusan sudah mencapai 2100, demikian seterusnya.		
Koreksi Tahun Abad	=	13 hari-
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 10-11-2016M = $736283 - 3 \times 1$ hari	=	736280 hari
-		
Total hari 736280 : 7×1 minggu = 105182,8571 minggu. Angka bulatnya 105182 minggu tidak dipakai, karena yang diperlukan di sini adalah sisanya. Sisanya, angka pecahan 0.8571×7 hari = 5.9997 hari. Sisa 5.9997 karena sudah menjadi hari, dibulatkan menjadi 6 hari.		

-
Kesimpulan
Jadi tanggal 10 November 2016, dihitung 6 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Kamis “.

2). Penentuan Hari Kalender Masehi yang Disederhanakan:

Contoh : Hari apakah jatuh tgl. 2 Mei 2022 M ?		
2 Mei 2022 = 2021 tahun + 4 bulan + 2 hari		
2021 tahun = 2021 : 4 x 1 siklus = 505.25 siklus. Angka bulat = 505 siklus. Sisanya angka pecahan 0.25 x 4 x 1 tahun = 1 tahun. Maka tgl. 2 Mei 2022 M = 505 siklus + 1 tahun + 4 bulan + 2 hari.		
-		
505 siklus = 505 x 1461 x 1 hari		737805 hari
1 tahun = 1 x 365 x 1 hari		365 hari
4 bulan = (2 x 31) + 28 + 30 x 1 hari		20 hari
2 hari		2 hari+
Jumlah		738292 hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad		13 hari-
Total hari dari tgl. 1-1-1 M s/d 02-05 -2022 M		738279 hari
-		
Kesimpulan		
Total hari 738279 : 7 x 1 minggu = 105468.4286 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.4286 x 7 x 1 hari = 3.0002 hari. Sisa 3.0002 dibulatkan menjadi 3 hari. Jadi tgl. 02 Mei 2022 M dihitung 3 hari ke depan dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Senin “.		

3). Penentuan Hari Kalender Masehi, Tahun Dibagi Siklus Tidak Bersisa

Contoh: Hari apakah jatuh tanggal 1 Juni 2033 M ?		
1 Juni 2033 = 2032 tahun + 5 bulan + 1 hari		
2032 tahun = 2032 : 4 x 1 siklus = 508 siklus (tidak bersisa). Maka tgl. 1 Juni 2033 M = 508 siklus + 5 bulan + 1 hari.		
-		
508 siklus = 508 x 1461 x 1 hari	=	742188 hari
5 bulan = (3 x 31) + 28 + 30 x 1 hari	=	151 hari
1 hari	=	1 hari+
Jumlah	=	742340 hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13 hari-
Total hari dari tgl. 1-1-1 s/d 1-6-2033 M	=	742327 hari
-		
Kesimpulan		
Total hari 742327 : 7 x 1 minggu = 106046.7143 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.7143 x 7 x 1 hari = 5.0001 hari. Dibulatkan menjadi 5 hari. Jadi tgl. 1 Juni 2033 M dihitung 5 hari ke depan dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Rabu “.		

4). Penentuan Hari Kalender Masehi Tahun yang Telah Berlalu

Contoh: Hari apakah jatuh tanggal 17 Agustus 1945 M ?		
17 Agustus 1945 = 1944 tahun + 7 bulan + 17 hari		
1944 tahun = 1944 : 4 x 1 siklus = 486 siklus (tidak bersisa). Maka tgl. 17 Agustus 1945 M = 486 siklus + 7 bulan + 17 hari.		

-		
486 siklus = 486 x 1461 x 1 hari	=	710046 hari
7 bulan = (4 x 31) + (2 x 30) + 28 x 1 hari	=	212 hari
17 hari	=	17 hari+
Jumlah	=	710275 hari
Koreksi anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13 hari-
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 17- 08 -1945 M	=	710262 hari
-		
Kesimpulan Total hari 710262 : 7 x 1 minggu = 101466 minggu. Sisanya 0. Jika sisa 0, maka 17 Agustus 1945, diundurkan 1 (satu) hari dari hari Sabtu, jatuh pada hari “Jum’at”.		

5). Penentuan Hari Kalender Masehi Tahun yang Jauh ke Depan

(Koreksi Tahun Abad Menjadi 4 hari)

Contoh: Hari apakah jatuh tanggal 10 Oktober 2103 M ?		
10 Oktober 2103 = 2102 tahun + 9 bulan + 10 hari		
2102 tahun = 2102 : 4 x 1 siklus = 525.5 siklus. Angka bulat = 525 siklus. Sisanya angka pecahan 0.5 x 4 x 1 tahun = 2 tahun . Maka tanggal 10 Oktober 2103 M = 525 siklus + 2 tahun + 9 bulan + 10 hari		
-		
525 siklus = 525 x 1461 x 1 hari	=	767025 hari
2 tahun = 2 x 365 x 1 hari	=	730 hari
9 bulan = (5 x 31) + (3 x 30) + 28 x 1 hari	=	273 hari

10 hari	=	10 hari+
Jumlah	=	768038 hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	14 hari-
Total hari dari tgl. 1-1-1 M s/d 10-10- 2103 M	=	768024 hari
-		
Kesimpulan Total hari 768024 : 7 x 1 hari = 109717.7143 hari. Sisanya angka pecahan 0.7143 x 7 x 1 hari = 5.0001 hari. Dibulatkan menjadi 5 hari. Jadi tgl.10 Oktober 2103 M, dihitung 5 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Rabu”.		

D. Kalender Hijriyah

a) Sejarah dan Data Hisab Urfi Kalender Hijriyah

Penanggalan (kalender) tahun Hijriyah mulai diusulkan sekitar dua tahun setengah dari pemerintahan khalifah Umar bin Khaththab r.a. (634 – 644 M). Di masa ini, khalifah Umar mengangkat Abu Musa al-Asy’ary menjadi gubernur Kufah. Dalam suatu kasus penting, Umar mengirim surat kepada Abu Musa. Tanggal dalam surat disebutkan bulan Sya’ban, tidak disebutkan tahunnya. Dari itu, Abu Musa membalas surat kepada Umar, mempertanyakan bulan Sya’ban dalam tahun mana yang dimaksudkan. Selama ini memang mereka sudah mengenal 12 bulan Kamariah, tetapi tahunnya sering dinamakan dengan nama peristiwa-peristiwa penting, seperti tahun Gajah, tahun Iznu (Izin Allah, Nabi hijrah dari Makkah ke Madinah), tahun Amar (perintah Allah untuk memerangi musuh) dan lain-lainnya. Jadi nama tahun berubah-berubah silih berganti, sampai sulit untuk diingat.

Berdasarkan pertanyaan Abu Musa tersebut, Umar menginginkan ada suatu nama tahun yang dapat dijadikan

patokan dan dipakai terus menerus sepanjang masa. Maka Umar mengundang sahabat-sahabat Nabi terkemuka untuk membahas pertanyaan Abu Musa tersebut. Pertemuan ini terjadi pada hari Rabu tanggal 20 Jumadil-Akhir tahun 17 H. Dalam pertemuan itu diusulkan lima macam patokan :

- 1). Hari kelahiran Nabi saw
- 2). Permulaan Nubuwwah Nabi saw
- 3). Hijrah Nabi saw dari Makkah ke Madinah
- 4). Hari Wafat Nabi saw

Dari empat usul yang didiskusikan panjang lebar, maka yang disepakati adalah usulan Ali r.a. yaitu hijrah Nabi saw, maka berlaku mundur ada yang berpendapat 16 tahun, ada yang 17 tahun dan ada yang 18 tahun. Namun yang dianut oleh jumur (mayoritas) ulama ahli hisab adalah yang berpendapat 17 tahun. Selain itu ditetapkan pula bulan pertamanya, yaitu bulan Muharram.

Menurut penelitian jumur ulama ahli hisab, Nabi hijrah dari Makkah ke Madinah terjadi pada tanggal 2(dua) Rabi'ul-Awal bertepatan dengan tanggal 14 Juli 622 M. Mereka berpendapat bahwa tinggi hilal ketika matahari terbenam pada hari Rabu tanggal 14 Juli 622 M sudah mencapai $05^{\circ} 57'$. Karena hilal setinggi itu sudah mencapai imkan al-ru'yah (mungkin dirukyah), mereka menetapkan tanggal 1(satu) Muharram tahun 1(satu) Hijriah jatuh pada hari Kamis bertepatan dengan tanggal 15 Juli 622 M. Sementara sebahagian ulama lagi berpendapat bahwa hilal tersebut belum imkan al-ru'yah, membutuhkan istikmal (menggenapkan hitungan bulan 30 hari), dari itu mereka berpendapat bahwa tanggal 1 Muharram 01 Hijriah jatuh pada hari Jum'at bertepatan dengan tanggal 16 Juli 622 M. Menurut Hisab 'Urfy, dalam perjalanan hijrah dari Makkah ke Madinah, Nabi saw tiba di Quba` pada

hari Senin tanggal 09 Rabi'ul Awal bertepatan dengan tanggal 20 Juli 622 M.

No	Pendapat Ulama	Tanggal 1-1-1 H	Alasan
1	Jumhur ulama ahli hisab	Kamis 15 Juli 622 M	Berdasarkan hisab, 14 Juli 622 M ketinggian hilal 5° 57'
2	Sebahagian ulama	Jum'at 16 Juli 622 M	Berdasarkan Rukyat/ istikmal (menggenapkan Sya'ban 30 hari)

Adapun jumlah bulan dalam setahun, adalah 12 (dua belas) bulan yang berasal dari zaman sebelum Islam, tetapi diakui oleh Al-Quran, ayat 36 surat at-Taubah :

إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا

Artinya:

Sesungguhnya bilangan bulan di sisi Allah ialah dua belas bulan . . .(Q.S. At-Taubah: 36)

Demikian juga nama-nama dua belas bulan tersebut, adalah berasal dari zaman sebelum Islam, ada yang disebut dalam Al-Quran, ada yang tertera dalam hadits-hadits Nabi serta masyarakat di masanya, yaitu :

No	Nama Bulan		Umur Bulan	Jumlah Hari
	Arab	Indonesia		
1	2	3	4	5
1	محرم	Muharam	30	30

2	صفر	Safar	29	59
3	ربيع الأول	Rabi'ul Awal	30	89
4	ربيع الأخير	Rabi'ul Akhir	29	118
5	جمادى الأولى	Jumadil Awal	30	148
6	جمادى الأخيرة	Jumadil Akhir	29	177
7	رجب	Rajab	30	207
8	شعبان	Sya'ban	29	236
9	رمضان	Ramadhan	30	266
10	شوال	Syawal	29	295
11	ذو القعدة	Zulkaidah	30	325
12	ذو الحجة	Zulhijjah	29/30	354/355

Jadi bulan Hijriyah, jika nomor urut ganjil berumur genap, jika nomor urut genap berumur ganjil. Kecuali bulan Zulhijjah, jika tahun panjang berumur 30 hari, jika tahun pendek berumur 29 hari. Menurut hisab urfi, bahwa umur masing-masing bulan sebagaimana tertera dalam tabel adalah berdasarkan kebiasaan, tetapi menurut hakikatnya boleh jadi berturut-turut dua bulan atau tiga bulan berumur yang sama, yaitu 29 atau 30 hari.

Dalam perjalanan sejarah, hisab urfi tahun Hijriyah dapat diklasifikasikan kepada sistem klasik dan sistem modern, sesuai dengan perkembangan zaman dan kemajuan yang dicapai oleh manusia. Meskipun sistem klasik dan sistem modern sama-sama mempergunakan angka-angka perhitungan berdasarkan kebiasaan, namun mempunyai data dan cara perhitungan yang berbeda.

Dalam hisab sistem klasik, data angka dan cara-cara perhitungan belum berdasarkan rincian angka dan cara-cara hisab urfi modern. Seperti belum ada hitungan pecahan atau lebih jam, menit dan detik. Ada ulama yang menjadikan patokan perhitungan adalah hari Ahad dan yang diperhitungkan hanya tanggal awal tahun (01 Muharram) saja. Sementara tanggal satu bulan-bulan selanjutnya juga berdasarkan angka-angka kebiasaan yang dihitung dari tanggal awal bulan di awal tahun.

Di antara contoh hisab sistem klasik, sebagaimana yang dijumpai dalam kitab Tajul-Muluk karangan Tgk. Chik Kuta Karang di masa pemerintahan raja Aceh Darussalam Sultan Mansur Syah. Di dalam kitab tersebut, pengarangnya mengemukakan contoh hisab urfi masa Sultan Mansur Syah berperang melawan musuh (tidak disebutkan siapa musuhnya), yaitu tanggal 1 Muharram 1266 H. Jalannya sebagai berikut:

Tahun 1266 dikurangi 900 ($1266 - 900 = 366$). Hasil pengurangan dikurangi 1 dari tahun yang sedang berjalan ($366 - 1 = 365$). Hasilnya dibagi dengan satu daur tahun Hijriah yaitu 30 tahun ($365 : 30 = 12$ sisanya 5). Selajutnya hasil perkalian dikali dengan sisanya ($12 \times 5 = 60$). Selanjutnya sisa pembagian yaitu 5 ditelusuri dalam daur tahun Hijriah yang tiga puluh tahun berikut ini:

Sisa 5 tersebut di atas (sebelum tabel), dirujuk ke dalam tabel dari angka 1 sampai ke angka 5, ada tiga kali tahun pendek yaitu tahun ke-1, tahun ke-3 dan tahun ke-4. Dan ada dua kali tahun panjang yaitu tahun ke -2 dan tahun ke-5. Tiga kali tahun pendek dikalikan dengan 4 ($3 \times 4 = 12$). Dua kali tahun panjang dikalikan dengan 5 ($2 \times 5 = 10$). Hasil perkalian tahun pendek ditambah dengan hasil perkalian tahun panjang ($12 + 10 = 22$). Hasil penjumlahan ini ditambah dengan angka 60 tersebut di atas ($22 + 60 = 82$). Angka 82 ditambah satu (hari) dari tahun yang sedang berjalan ($82 + 1 = 83$). Angka 83 dibagi 7 ($83 : 7 = 11$ sisanya 6). Angka enam dihitung dari hari Ahad, termasuk hari Ahad itu sendiri: 1. Ahad, 2. Senin, 3. Selasa, 4. Rabu, 5. Kamis dan 6. Jum'at. Jadi tgl.1 Muharram th. 1266 H, jatuh pada hari Jum'at. Agar lebih praktis lagi disederhanakan sebagai berikut:

Tahun $1266 - 900 = 366 - 1 = 365 : 30 = 12$ sisanya 5. Hasil pembagian kali sisa = $12 \times 5 = 60 + (3 \times 4) + (2 \times 5) = 82 + 1 = 83 : 7 = 11$ sisanya 6. Sisa 6 dihitung dari hari Ahad, termasuk hari Ahad itu sendiri. Jadi tgl.1 Muharram 1266 H jatuh pada hari Jum'at.

Untuk setiap tanggal satu bulan-bulan selanjutnya setelah Muharram, dari bulan Shafar sampai kepada bulan Zulhijjah, dapat diperhitungkan sesuai dengan angka-angka hari dalam tabel berikut:

Angka Hari Setiap Awal Bulan Kamariyah
(Dihitung dari Awal Tahun)

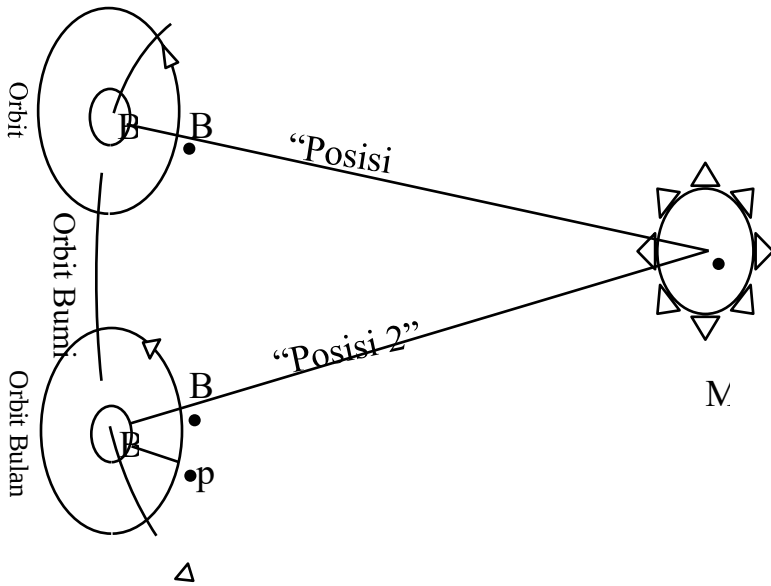
اجد وزب جهو ابد				
No	Bulan		Huruf Jumali	Angka
	Arab	Indonesia		
1	2	3	4	5
1	محرم	Muharram	ا	1
2	صفر	Safar	ج	3
3	ربيع الأول	Rabi'ul-Awal	د	4
4	ربيع الأخير	Rabi'ul-Akhir	و	6
5	جمادى الأولى	Jumadil-Awal	ز	7
6	جمادى الأخيرة	Jumadil Akhir	ب	2
7	رجب	Rajab	ج	3
8	شعبان	Sya'ban	ه	5
9	رمضان	Ramadhan	و	6
10	شوال	Syawal	ا	1
11	ذو القعدة	Zulkaidah	ب	2
12	ذو الحجة	Zulhijjah	د	4

Jika misalnya kita ingin menentukan hari apa jatuh tanggal 1(satu) Rajab 1266 H, maka dilihat kolom bulan Rajab dalam tabel dua, yaitu 3. Maka angka 3 dihitung dari tanggal 1(satu) Muharram 1266 H sebagaimana yang telah dikemukakan di atas, yaitu: 1. Jum'at itu sendiri, 2. Sabtu, 3. Ahad. Maka menurut hisab urfi klasik, tanggal 1(satu) Rajab 1266 H jatuh pada hari Ahad.

Sementara sistem modern, data angka dan cara-cara perhitungan adalah berdasarkan rincian-rincian hari yang

seharusnya. Seperti mengetahui kelebihan jam, menit dan detik, baik dalam sehari semalam, setahun maupun dalam satu daur (siklus). Hari yang dijadikan patokan sesuai dengan perhitungan adalah hari Kamis atau Jum'at dan bisa dihitung langsung hari apa dari tanggal, bulan dan tahun, kapan saja dimaksudkan.

Dalam sistem modern sudah diketahui bahwa penanggalan Hijriyah berdasarkan peredaran bulan mengelilingi bumi (Lunar Calender/ Tahun Candra) dan sekaligus peredaran bumi dan bulan mengelilingi matahari. Bulan mengelilingi bumi dalam satu kali putaran disebut satu bulan Sideris (Syderial Month/ Syahrin-Nujumi). Satu bulan sideris butuh waktu rata-rata 27, 321661 hari atau 27 hari 7 jam 43 menit 11.5 detik. Sementara ketika bumi, bulan dan matahari dalam peredarannya mencapai garis yang sama/ setentang (mencapai Ijtima'/Konjungsi) disebut satu bulan Sinodis (Synodic month/ syahrin Iqtiraniy). Satu bulan Sinodis secara konvensional ditetapkan lamanya, rata-rata 29.530589 hari atau 29 hari 12 jam 44 menit 2.5 detik (ada yang menuliskan 29.530681 atau 29 hari 12 jam 44 menit 2.8 detik). Dari bulan Sideris menuju ke bulan Sinodis dibutuhkan waktu sekitar 02 hari 05 jam 01 menit. Bidang yang digunakan bulan mengelilingi bumi disebut Falakul-Qamar yang memotong bidang ekliptika sebesar : $5^{\circ} 8' 52''$.



Karena umur bulan Sinodis yang kita pakai tidak genap, masih ada angka pecahan, maka dalam Kalender Hijriyah ada dua macam Daur (Siklus):

1). Daur 30 Tahun (Daur Biasa).

Daur ini muncul, karena jika kelebihan pecahan dikalikan satu tahun atau 12 bulan, maka $12 \times 29.530589 \text{ hari} = 354.367068 \text{ hari}$ atau 354 hari 8 jam 48.5 menit atau juga $354 \frac{11}{30} \text{ hari}$. Jika kelebihan pecahan 0.367068 hari dikali satu kali putaran 30 tahun = 11.01204 hari, dibulatkan menjadi 11 hari. Jadi dalam jangka 30 tahun ada 11 kali tahun Panjang, 19 kali tahun pendek. Tahun pendek berumur 354 hari, sementara tahun panjang berumur 355 hari. Kenapa 30 tahun karena letak kelebihan hari tidak sama selang-selingnya antara satu tahun dengan tahun-tahun berikutnya. Setelah mencapai 30 tahun baru kembali ke posisi yang semula. Karena ada kelebihan hari inilah,

membutuhkan ditentukan umur bulan, antara 30 dan 29 hari. Bulan-bulan dalam urutan hitungan gasal (ganjil), berumur genap 30 hari. Sementara bulan-bulan dalam urutan hitungan genap, berumur ganjil 29 hari. Kecuali bulan ke 12 (Zulhijah), jika tahun pendek berumur 29 hari dan jika tahun panjang berumur 30 hari.

2). Daur 2491 Tahun (Jangka Panjang).

Jika dalam satu kali putaran (daur/siklus) yaitu 30 tahun, maka $30 \times 354.367068 \text{ hari} = 10631.01204 \text{ hari}$, dibulatkan menjadi 10631 hari. Kelebihan pecahan 0.01204 hari meskipun sangat kecil, dalam waktu $= \frac{1}{0.01204} \times 30 \times 1 \text{ tahun} = 2491 \text{ tahun}$, akan menjadi 1(satu) hari juga. Jika tahun ini, tahun panjang harus dihitung tahun pendek juga.

Daur (Siklus) Kalender Hijriyah

1	Siklus Biasa berumur 30 tahun			
	Nama Tahun	Umur	Keterangan	Hari
1)	Tahun Pendek (Basithah)	19 tahun	Jika bilangan tahun tidak habis dibagi dengan angka 30, maka umur bulan Zulhijah 29 hari	$19 \times 354 = 6726$ hari
2)	Tahun Panjang (Kabisah)	11 tahun	Jika bilangan tahun habis dibagi dengan angka 30, maka umur bulan Zulhijah 30 hari	$11 \times 355 = 3905$ hari
	Jumlah tahun dalam satu siklus	30 Tahun	Jumlah hari dalam 1 (satu) daur (siklus) kalender Hijriyah	10631 hari

2	Siklus Jangka Panjang	2491 tahun	Setiap 2491 tahun. Jika tahun ini Tahun Panjang, harus dihitung tahun pendek juga. Tetapi buat sementara diabaikan karena sangat lama.	-
---	-----------------------	------------	--	---

Tahun Pendek (Basithah) dan Tahun Panjang (Kabisah)
dalam Satu Daur (Siklus) Tahun Hijriyah

Satu Siklus (Daur) Tahun Hijriyah = 30 Tahun					
Tahun yang telah sempurna dibagi 30 (satu daur). Jika habis dibagi, tidak bersisa mutlak angka daur. Tetapi jika tidak habis dibagi, maka sisanya adalah tahun.					
Sisa Tahun	Pendek Panjang	Lebih Hari	Sisa Tahun	Pendek Panjang	Lebih Hari
01	02	03	01	02	03
1	Pendek	- - -	16	Pendek	- - -
2	Panjang	1 hari	17	Pendek	- - -
3	Pendek	- - -	18	Panjang	7 hari
4	Pendek	- - -	19	Pendek	- - -
5	Panjang	2 hari	20	Pendek	- - -
6	Pendek	- - -	21	Panjang	8 hari
7	Panjang	3 hari	22	Pendek	- - -
8	Pendek	- - -	23	Pendek	- - -
9	Pendek	- - -	24	Panjang	9 hari
10	Panjang	4 hari	25	Pendek	- - -
11	Pendek	- - -	26	Panjang	10 hari
12	Pendek	- - -	27	Pendek	- - -
13	Panjang	5 hari	28	Pendek	- - -

14	Pendek	- - -	29	Panjang	11 hari
15	Panjang	6 hari	30	Pendek	- - -

Dalam satu siklus tahun Hijriyah, terdapat 19 Tahun Pendek, 11 Tahun Panjang					
Jumlah hari dalam satu siklus tahun Hijriyah = (19 354) + (11 x 355) x 1hari = 10631 hari					

Untuk mudah diingat, kelebihan hari dalam tahun panjang Hijriyah, perhatikan tabel berikut:

Unggkapan Tentang Tahun Panjang dan Pendek							
A		كف الخليل كفه ديانه : عن كل خل حبه فصانه (Kawan sejati adalah orang yang selalu menjaga agamanya, bukan orang yang selalu menjaga hawa nafsunya)					
Huruf bertitik							
B		بَ هَ زِ يَ يَحْ يَهُ يَحْ كَأْ كَذْ كَوْ كَطِ * كَبَائِسُ فِي كُلِّ لٍ مِنْ هِجْرَةٍ					
Huruf Jumaly							
C		Salman Ali antar Anbal dari Arabiah					
Huruf A/a							
Ditabulasikan :							
Tahun	A	B	C	Tahun	A	B	C
01	02	03	04	01	02	03	04
1	ك		S	16	ه		n
2	ف	ب	a	17	ع		b
3	ا		l	18	ن	يَح	a
4	ل		m	19	ك		l
5	خ	ه	a	20	ل		d

6	ل		n	21	خ	كا	a
7	ي	ز	A	22	ل		r
8	ل		l	23	ح		i
9	ك		i	24	ب	كد	A
10	ف	ي	a	25	ه		r
11	ه		n	26	ف	كو	a
12	د		t	27	ص		b
13	ي	يج	a	28	ا		i
14	ا		r	29	ن	قط	a
15	ن	يه	A	30	ه		h

Catatan:

Beda pendapat tentang tahun ke -15 dengan ke- 16 (panjang/pendek), timbul ungkapan :

Salman Ali antar Kapal dari Arabiah

b. Penentuan Hari Hisab Urfi Kalender Hijriyah

1). Penentuan Hari Kalender Hijriyah dan Penjelasanannya

Contoh : Hari apakah jatuh tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H ?
Rumus Penentuan Hari : Tanggal, bulan dan tahun dijadikan hari semuanya. Jumlah semua hari dibagi jumlah hari dalam satu minggu. Sisanya dihitung mulai dari hari Jum'at. Jika sisanya nol, maka diundurkan satu hari dari hari Jum'at.
Tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438, dibaca secara persamaan menjadi = 1437 tahun + 2 bulan + 12 hari
-
Proses Perhitungan Tahun Menjadi Hari : Tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 M, tahun yang telah sempurna dari tanggal 01 Muharram sampai dengan 29 atau 30 Zulhijjah adalah tahun 1437 H. Tahun yang telah sempurna ini dibagi 30 (tiga puluh). Angka bulat dari

hasil pembahagian dikali dengan jumlah hari dalam satu daur/siklus (sekali putaran). Jika ada angka pecahan/ sisa, maka angka pecahan/sisa tersebut merupakan bilangan tahun dan dikali langsung dengan jumlah hari tahun pendek. Dalam sisa ini, perlu diteliti ada berapa hari tahun panjang. Sisa-sisa yang berupa tahun panjang (dalam kurung jumlah hari) yaitu sisa 2(1) – 5(2) – 7(3) – 10(4) – 13(5) – 15(6) – 18(7) - 21(8) – 24(9) – 26(10) – 29(11). Kenapa dibagi 30, karena satu daur/siklus (putaran) Hijriyah adalah selama 30 tahun. Dalam jangka waktu 30 tahun Hijriyah, ada 19 kali tahun pendek, 11 kali tahun panjang. Jumlah hari dalam satu siklus/ daur Masehi = $(19 \times 354) + (11 \times 355) \times 1 \text{ hari} = 10631 \text{ hari}$. Kenapa dikali dengan jumlah hari tahun pendek, karena menghasilkan sisa ketika dibagi satu daur.

1437 tahun = $1437 : 30 \times 1 \text{ daur} = 47.9 \text{ daur}$. Angka bulatnya = 47 daur. Sisanya, angka pecahan $0.9 \times 30 \times 1 \text{ tahun} = 27 \text{ tahun}$. Dalam sisa 27 tahun ada 10 hari tahun panjang (kabisah)

47 daur = $47 \times 10631 \times 1 \text{ hari}$	=	499657	hari
27 tahun = $27 \times 354 \times 1 \text{ hari}$	=	9558	hari
10 hari tahun kabisah	=	10	hari +
Jumlah hari dari tgl.1-1-1 H s/d 12-03-1438 H	=	509225	hari

-

Proses Perhitungan Bulan Menjadi Hari
Tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H adalah tahun yang belum sempurna (belum cukup jumlah harinya), baru sampai pada tanggal 12 Rabi'ul Awal. Dalam proses bulan dijadikan hari, perlu juga diketahui apakah tahun tersebut sudah melewati bulan Zulhijjah atau belum. Karena umur bulan Zulhijjah, menentukan tahun pendek atau tahun panjang. Untuk mengetahui tahun pendek atau

tahun panjang, tahun yang sedang berjalan dibagi 30. Jika bersisa berarti tahun pendek, umur bulan Zulhijjah 29 hari. Jika tak bersisa berarti tahun panjang, umur bulan Zulhijjah 30 hari. Tetapi ini tidak begitu berpengaruh, karena di samping ditentukan oleh sisa pembahagian, juga karena bulan Zulhijjah terletak di akhir tahun, kecuali untuk menghitung akhir bulan Zulhijjah itu sendiri. Jadi bisa, langsung dihitung hari menurut umur bulan masing-masing dalam tahun Hijriyah, sampai pada bulan yang telah sempurna (penuh) bilangan harinya.			
2 bulan = (1 x 30) + (1 x 29) x 1 hari	=	59	hari
-			
Tanggal adalah Bilangan Hari			
12 hari	=	12	hari
-			
Jumlah hari dari tanggal 1-1-1 s/d 12-03-1438 H			
Jumlahnya = 509225 + 59 + 12 x 1 hari	=	509296	hari
-			
Total hari 509296 : 7 x 1 minggu = 72756.57143 minggu. Angka bulatnya 72756 hari tidak dipakai, karena yang diperlukan di sini adalah sisanya. Sisanya, angka pecahan 0.57143 x 7 x 1 hari = 4.00001 hari. Sisa 4.00001 karena sudah menjadi hari dibulatkan menjadi 4 hari.			
-			
Kesimpulan Jadi tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H, dihitung 4 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Senin".			

2). Penentuan Hari Kalender Hijriyah yang Disederhanakan

Contoh : Hari apakah jatuh tgl.10 Zulhijjah 1450 H ?
--

10 Zulhijjah 1450 = 1449 tahun + 11 bulan + 10 hari			
1449 tahun = $1449 : 30 \times 1$ daur = 48.3 daur. Angka bulatnya = 48 daur. Sisanya, angka pecahan $0.3 \times 30 \times 1$ tahun = 9 tahun. Dalam sisa 9 tahun ada 3 hari tahun kabisah. Maka tanggal 10 Zulhijjah 1450 H = 48 daur + 9 tahun + 3 hari + 11 bulan + 10 hari			
-			
48 daur = $48 \times 10631 \times 1$ hari	=	510288	hari
9 tahun $\times 354 \times 1$ hari	=	3186	hari
3 hari tahun kabisah	=	3	hari
11 bulan = $(6 \times 30) + (5 \times 29) \times 1$ hari	=	235	hari
10 hari	=	10	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 10-12-1450 H		513722	hari
-			
Kesimpulan			
Total hari 513722 : 7×1 minggu = 73388.85714 minggu. Sisanya, angka pecahan $0.85714 \times 7 \times 1$ hari = 5.99998 hari. Dibulatkan menjadi 6 hari. Jadi tanggal 10 Zulhijjah 1450 H, dihitung 6 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari “ Rabu “.			

3). Penentuan Hari Kalender Hijriyah, Tahun Dibagi Daur Tidak Bersisa

Contoh : Hari apakah jatuh tanggal 29 Zulhijjah 1501 H			
29 Zulhijjah 1501 = 1500 tahun + 11 bulan + 29 hari			
1500 tahun = $1500 : 30 \times 1$ daur = 50 daur (tidak bersisa). Maka tgl. 29 Zulhijjah 1501 H = 50 daur + 11 bulan + 29 hari			
-			
50 daur = $50 \times 10631 \times 1$ hari	=	531550	hari

11 bulan = $(6 \times 30) + (5 \times 29) \times 1$ hari	=	235	hari
29 hari	=	29	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 30-12-1501 H	=	531814	hari
-			
Kesimpulan Total hari 531814 : 7×1 minggu = 75973.42857 minggu. Sisanya, angka pecahan $0.42857 \times 7 \times 1$ hari = 2.99999 hari. Dibulatkan menjadi 3 hari. Jadi tgl. 29 Zulhijjah 1501 H dihitung 3 hari ke depan dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari “ Minggu “.			

4). Penentuan Hari Kalender Hiijriyah Tahun yang Telah Berlalu

Contoh : Hari apakah jatuh tanggal 27 Rajab 1375 H ?			
27 Rajab 1375 = 1374 tahun + 6 bulan + 27 hari			
1374 tahun = $1374 : 30 \times 1$ daur = 45.8 daur. Angka bulatnya = 45 daur. Sisanya, angka pecahan $0.8 \times 30 \times 1$ tahun = 24 tahun. Dalam 24 tahun dijumpai 9 hari tahun kabisah. Maka tanggal 27 Rajab 1375 H = 45 daur + 24 tahun + 9 hari + 6 bulan + 27 hari.			
-			
45 daur = $45 \times 10631 \times 1$ hari	=	478395	hari
24 tahun = $24 \times 354 \times 1$ hari	=	8496	hari
9 hari tahun kabisah	=	9	hari
6 bulan = $(3 \times 30) + (3 \times 29) \times 1$ hari	=	177	hari
27 hari	=	27	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 s/d 27-07-1375 H	=	487104	hari
-			

Kesimpulan Total hari 487104 : 7 x 1 minggu = 69586.28571 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.28571 x 7 x 1 hari = 1.99997 hari. Dibulatkan menjadi 2 (dua) hari. Jadi tanggal 27 Rajab 1375 H, dihitung 2 hari dari hari Jum'at termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari “ Sabtu “.

5). Penentuan Hari Kalender Hijriyah Tahun yang Jauh ke Depan

Contoh : Hari apakah jatuh tanggal 01 Muharram 1530 H ?			
1 Muharram 1530 H = 1529 tahun + 1 hari			
1529 tahun = 1529 : 30 x 1 daur = 50.966666667 daur. Angka bulat = 50 daur. Sisanya, angka pecahan 0.96666667 x 30 x 1 tahun = 29.0000001 tahun. Dibulatkan menjadi 29 tahun. Dalam 29 tahun mempunyai 11 hari tahun kabisah. Maka tanggal 1 Muharram 1530 H = 50 daur + 29 tahun + 11 hari + 1 hari.			
50 daur = 50 x 10631 x 1 hari	=	531550	hari
29 tahun = 29 x 354 x 1 hari	=	10266	hari
11 hari tahun kabisah	=	11	hari
1 hari	=	1	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 1-1-1530 H	=	541828	hari
-			
Kesimpulan Total hari 541828 : 7 x 1 minggu = 77404 minggu. Sisanya 0 (nol). Jika bersisa 0 (nol), maka diundurkan 1 (satu) hari dari hari Jum'at. Jadi tanggal 1 Muharram 1530 H, jatuh pada hari “Kamis”.			

E. Konversi Tanggal

Konversi Tanggal disebut juga Perbandingan Tarikh. Dalam bahasa Arab diistilahkan dengan Tahwilus-Sanah. Maksudnya perhitungan untuk mengetahui persamaan atau pertepatan antara dua penanggalan atau lebih. Tetapi di sini dibatasi pada dua penanggalan saja, yaitu penanggalan Masehi (Miladiyah) ke Hijriyah atau sebaliknya penanggalan Hijriyah ke Masehi. Antara kedua kalender ini mempunyai senggang waktu. Dalam bahasa Arab senggang waktu tersebut sering disebut “tafaut”, sementara di sini sering juga ditulis “selisih start Masehi-Hijriyah”. Adapun jumlah hari senggang waktu antara tgl. 1-1-1 M dengan tanggal 1-1-1 H, berbeda-beda pendapat para ulama. Ada yang berpendapat tanggal 1-1-1 M dengan tanggal 1-1-1 H = 227015 hari dan ada yang berpendapat 227016 hari. Tetapi sekarang jumhur ulama ahli hisab lebih banyak memakai jumlah hari 227016 hari, sebagaimana diperhitungkan:

Selisih Start Masehi –Hijriyah			
15 Juli 622 = 621 tahun + 6 bulan + 15 hari			
621 tahun = 621: 4 x 1 siklus = 155.25 siklus. Angka bulatnya = 155 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.25 x 4 x 1 tahun = 1 tahun. Maka tanggal 15 Juli 622 = 155 siklus + 1 tahun + 6 bulan + 15 hari.			
-			
155 siklus = 155 x 1461 x 1 hari	=	226455	hari
1 tahun = 1 x 365 x 1 hari	=	365	hari
6 bulan = (3 x 31) + (2 x 30) + 28 x 1 hari	=	181	hari
15 hari	=	15	hari +
Selisih start tgl.1-1-1 M s/d 15-7-622 M (tgl.1-1-1 H)		227016	hari

-
Kesimpulan Selisih start antara tahun Masehi dengan tahun Hijriyah = 227016 hari. Total hari $227016 : 7 \times 1$ minggu = 32430.85714 minggu. Sisanya, angka pecahan $0,85714 \times 7 \times 1$ hari = 5,99998 hari. Dibulatkan menjadi 6 hari. Jadi tanggal 15 Juli 622 M dihitung 6 hari dari hari Sabtu termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Kamis”. Inilah hari tanggal 1-1-1 H.

Berdasarkan perhitungan di atas, jika ulama yang berpendapat selisih start 227015 hari, berarti tanggal 1-1-1 H jatuh pada hari Rabu tanggal 14 Juli 622 M. Selanjutnya, jika ulama yang berpendapat tanggal 1-1-1 H, jatuh pada hari Jum’at tgl.16 Juli 622 M, maka selisih startnya 227017 hari. Dari perbedaan pendapat tersebut jumhur ulama sekarang ini lebih banyak memakai selisih start 227016 hari, namun harinya tidak dipakai hari Kamis, tetapi disesuaikan, dihitung satu hari kemudian yaitu hari “Jum’at”.

Banyak hal yang membutuhkan konversi tanggal, baik untuk kepentingan pribadi, umum maupun untuk kepentingan ilmu pengetahuan. Seperti penanggalan dalam situs sejarah yang butuh dikonversikan, baik dari Hijriyah ke Masehi atau sebaliknya. Tetapi di sini diperlukan untuk melacak data hisab hakiki, khususnya untuk hisab sistem Newcomb, Jean Meeus, Almanak Nautika dan Ephemeris. Karena data astronomis yang disajikan untuk perhitungan berdasarkan sistem-sistem tersebut, semuanya tersedia dalam kalender Masehi. Tetapi di sini dibatasi untuk hisab sistem Ephemeris saja.

a. Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah

- 1). Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah dan Penjelasan

Contoh: Tanggal 12 Desember 2016 M bertepatan dengan tanggal berapa dalam Tahun Hijriyah ?			
Rumus Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah : Total hari tahun Masehi sampai tanggal yang dimaksudkan, dikurangi selisih start antara tahun Masehi dan tahun Hijriyah, hasilnya dirincikan kepada tahun, bulan dan tanggal dalam tahun Hijriyah.			
Total Hari Tahun Masehi Sampai Tanggal 12 Desember 2016 M			
12 Desember 2016 = 2015 tahun + 11 bulan +12 hari			
2015 tahun = 2015 : 4 x 1 siklus = 503.75 siklus. Angka bulatnya = 503 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.75 x 4 x 1 tahun = 3 tahun. Maka tanggal 12 Desember 2016 M = 503 siklus + 3 tahun + 11 bulan + 12 hari. Jika tidak bersisa, tidak ditambah tahun, tetapi langsung ditambah bulan. Jika yang dihitung tanggal dalam bulan Januari, maka tidak ditambah bulan, tetapi langsung ditambah jumlah harinya.			
-			
503 siklus = 503 x 1461 x 1 hari	=	734883	hari
3 tahun = 3 x 365 x 1 hari	=	1095	hari
11 bulan = (6 x 31) + (4 x 30) + 29 (kabisah) x 1 hari	=	335	hari
12 hari	=	12	hari +
Jumlah	=	736325	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 12-12-2016 M	=	736312	hari
Total hari 736312 : 7 x 1 hari = 105187,4286. Sisanya, angka pecahan 0.4286 x 7 x 1 hari = . 3,0002 hari. Dibulatkan menjadi 3 hari. Jadi tanggal 12 Desember 2016			

M dihitung 3 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Senin”.			
-			
Dikonversikan ke Tahun Hijriyah			
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 12-12-2016 M	=	736312	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari-
Sisa (total hari tahun Hijriyah)	=	509296	hari
Total hari tahun Hijriyah 509296 : 10631 = 47.90668799 daur. Angka bulat = 47 daur. Sisanya, angka pecahan $0.90668799 \times 10631 \times 1\text{hari} = 9639.000022$. Dibulatkan menjadi 9639 hari			
47 daur = $47 \times 30 \times 1$ tahun	=	1410	tahun
$9639 \text{ hari} : 354 \times 1 \text{ tahun} = 27.22881356$ tahun. Angka bulatnya	=	27	tahun
Dalam 27 tahun dijumpai 10 hari (dikurangi) tahun kabisah			
Sisanya, angka pecahan $0.22881356 \times 354 \times 1 \text{ hari} = 81.00000024$. Dibulatkan menjadi 81 hari - 10 hari tahun kabisah = 71 hari			
71 hari = $71 : 30 \times 1$ bulan (lebih aman angka pecahan jangan dikali lagi 30, karena umur bulan ada yang genap dan ada yang ganjil).	=	2	bulan
$71 \text{ hari} - 2 \text{ bulan} = 71 - (30 + 29) \times 1 \text{ hari}$	=	12	hari
-			
Kesimpulan			
Hasilnya $1410 \text{ tahun} + 27 \text{ tahun} = 1437 \text{ tahun}$. $1437 \text{ tahun} + 2 \text{ bulan} + 12 \text{ hari}$. Dibaca menurut seharusnya = 12			

Rabi'ul Awal 1438 H. Jadi tanggal 12 Desember 2016 M jatuh pada hari Senin bertepatan dengan tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H.
--

- 2). Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah yang Disederhanakan (Tahun yang Telah Berlalu)

Contoh: Tanggal 17 Agustus 1945 bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Hijriyah ?			
Total Hari Tahun Masehi Sampai Tanggal 17 Agustus 1945 M			
17 Agustus 1945 = 1944 tahun + 7 bulan + 17 hari			
1944 tahun = $1944 : 4 \times 1$ siklus = 486 siklus (habis dibagi /tidak bersisa). Maka tanggal 17 Agustus 1945 M = 486 siklus + 7 bulan + 17 hari .			
-			
486 siklus = $486 \times 1461 \times 1$ hari	=	710046	hari
7 bulan = $(4 \times 31) + (2 \times 30) + 28$ (basitah) x 1hari	=	212	hari
17 hari	=	17	hari +
Total hari dari tgl-1-1-1 M s/d 17-8-1945 M	=	710275	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 17-8-1945 M	=	710262	hari
Total hari 710262 : 7 = 101466. Sisanya = 0 (habis dibagi). Jika sisanya 0, diundurkan dari hari Sabtu, jatuh pada hari "Jum'at ".			
-			
Dikonversikan ke Tahun Hijriyah			

Total hari Masehi 1-1-1 M s/d 17- 8 -1945 M	=	710262	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari-
Sisa (total hari tahun Hijriyah)	=	483246	hari
Total hari Tahun Hijriyah 483246 : 10631 x 1 daur = 45.45630703 daur. Angka bulatnya 45 daur. Sisanya, angka pecahan 0.45630703 x 10631 x 1 hari = 4851.000036 hari. Karena sudah menjadi hari dibulatkan menjadi 4851 hari.			
45 daur = 45 x 30 x 1 tahun	=	1350	tahun
4851 hari : 354 x 1 tahun = 13.70338983 tahun. Angka bulatnya	=	13	tahun
Dalam 13 tahun dikurangi 5 hari tahun kabisah			
Sisanya, angka pecahan 0.70338983 x 354 x 1 hari = 248.9999998 hari. Dibulatkan menjadi 249 hari – 5 hari tahun kabisah = 244 hari			
244 hari = 244 : 30 x 1 bulan = 8.133333333 bulan. Dibulatkan menjadi	=	8	bulan
244 hari = 244 - 8 bulan (4 x 30) + (4 x 29) x 1 hari	=	8	hari
-			
Kesimpulan Hasilnya 1350 tahun + 13 tahun = 1363 tahun. 1363 tahun + 8 bulan + 8 hari = 8 Ramadhan 1364 H. Jadi tanggal 17 Agustus 1945 jatuh pada hari Jum'at bertepatan dengan tanggal 8 Ramadhan 1364 H.			

3). Konversi Tanggal dari Masehi ke Hijriyah Tahun yang Jauh ke Depan

Contoh: Tanggal 15 April 2102 M bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Hijriyah ?			
Total Hari Tahun Masehi Sampai Tanggal 15 April 2102 M			
15 April 2102 = 2101 tahun + 3 bulan + 15 hari			
2101 tahun = 2101: 4 x 1 siklus = 525,25 siklus. Angka bulatnya = 525 siklus. Sisanya, angka pecahan 0,25 x 4 x 1 tahun = 1 tahun. Maka tgl. 15 April 2102 M = 525 siklus + 1 tahun + 3 bulan + 15 hari.			
-			
525 siklus = 525 x 1461 x 1 hari	=	767025	hari
1 tahun = 1 x 365 x 1hari		365	hari
3 bulan = (2 x 31) + 28 (basitah) x 1 hari	=	90	hari
15 hari	=	15	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 M s/d 15- 4 - 2102 M	=	767495	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	14	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 15- 4 -2102 M	=	767481	hari
Total hari 767481 : 7 = 109640.1429 hari. Sisanya, angka pecahan 0.1429 x 7 x 1 hari = 1.0003 hari. Dibulatkan menjadi 1 (satu) hari. Jadi tanggal 15 April 2102 M, dihitung 1 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Sabtu”.			
Dikonversikan ke Tahun Hijriyah			

Total hari Masehi 1-1-1 M s/d 15- 4 -2102 M	=	767481	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari-
Sisa (total hari tahun Hijriyah)	=	540465	hari
Total hari tahun Hijriyah 540465 : 10631 x 1 daur = 50.83858527 daur. Angka bulat = 50 daur. Sisanya, angka pecahan 0.83858527 x 10631 x 1 hari = 8915.000005 hari. Karena sudah menjadi hari dibulatkan menjadi 8915 hari.			
50 daur = 50 x 30 x 1 tahun	=	1500	tahun
8915 hari : 354 x 1 tahun = 25.18361582 tahun. Angka bulatnya	=	25	tahun
Dalam 25 tahun dikurangi 9 hari tahun kabisah			
Sisanya, angka pecahan 0.18361582 x 354 x 1 hari = 65.00000028 hari. Dibulatkan menjadi 65 hari - 9 hari tahun kabisah = 56 hari			
56 hari = 56 : 30 x 1 bulan = 1.866666667 bulan. Angka bulatnya (contoh angka pecahan bisa dikali lagi 30)	=	1	bulan
56 hari = 56 - 1 bulan (1 x 30) x 1 hari (0.866666667 x 30 x 1 hari)	=	26	hari
-			
Kesimpulan			
Hasilnya 1500 tahun + 25 tahun = 1525 tahun. 1525 tahun + 1 bulan + 26 hari = 26 Safar 1526 H. Jadi tanggal 15 April 2102 M jatuh pada hari Sabtu bertepatan dengan tanggal 26 Safar 1526 H.			
-			
Pembuktian Tanggal 26 Safar 1526 H Jatuh			

pada Hari Sabtu			
26 Safar 1526 = 1525 tahun + 1 bulan + 26 hari.			
1525 tahun = $1525 : 30 \times 1$ daur = 50.83333333 daur. Angka bulat = 50 daur. Sisanya, angka pecahan 0.83333333 $\times 30 \times 1$ tahun = 24.9999999 tahun. Dibulatkan menjadi 25 tahun. Dalam 25 tahun ada 9 hari tahun kabisah. Maka tgl. 26 Safar 1526 = 50 daur + 25 tahun + 9 hari + 1 bualn + 26 hari.			
50 daur = $50 \times 10631 \times 1$ hari	=	531550	hari
25 tahun = $25 \times 354 \times 1$ hari	=	8850	hari
9 hari	=	9	hari
1 bulan = $1 \times 30 \times 1$ hari	=	30	hari
26 hari	=	26	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 26 - 2- 1526 H	=	540465	hari
Total hari 540465 : 7×1 minggu = 77209.28571 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.28571 $\times 7 \times 1$ hari = 1.99997 hari. Dibulatkan menjadi 2 hari. Jadi tanggal 26 Safar 1526 H, dihitung 2 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Sabtu"			

b. Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi

1). Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi dan Penjelasannya

Contoh: Tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Masehi ?
Rumus Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi Total hari tahun Hijriyah sampai tanggal yang dimaksudkan, ditambah selisih start Masehi- Hijriyah, koreksi anggaran Gregorius dan tahun abad. Hasilnya dirincikan kepada tahun, bulan dan tanggal dalam tahun Masehi.
Total Hari Tahun Hijriyah Sampai Tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H

12 Rabi'ul Awal 1438 H = 1437 tahun + 2 bulan +12 hari			
1437 tahun = $1437 : 30 \times 1$ daur = 47.9 daur. Angka bulat = 47 daur. Sisanya, angka pecahan $0.9 \times 30 \times 1$ tahun = 27 tahun. Dalam jangka 27 tahun ada 10 hari tahun kabisah. Maka tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H = 47 daur + 27 tahun + 10 hari + 2 bulan +12 hari.			
-			
47 daur = $47 \times 10631 \times 1$ hari	=	499657	hari
27 tahun = $27 \times 354 \times 1$ hari	=	9558	hari
10 hari tahun kabisah	=	10	hari
2 bulan = $30 + 29 \times 1$ hari	=	59	hari
12 hari	=	12	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 12-3-1438 H	=	509296	hari
Total hari 509296 : 7×1 minggu = 72756.57143 minggu. Sisanya, angka pecahan $0.57143 \times 7 \times 1$ hari = 4.00001 hari. Dibulatkan menjadi 4 hari. Jadi tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H dihitung 4 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Senin".			
-			
Dikonversikan ke Tahun Masehi			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 12-3-1438 H	=	509296	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari+
Total hari tahun Miladiyah	=	736325	hari
Total hari 736325 : 1461×1 siklus = 503.9869952 siklus. Angka bulatnya = 503 siklus. Sisanya, angka pecahan $0.9869952 \times 1461 \times 1$ hari = 1441.999987. Dibulatkan menjadi 1442 hari.			
503 siklus = $503 \times 4 \times 1$ tahun	=	2012	tahun

1442 hari = $1442 : 365 \times 1$ tahun = 3.950684932 tahun. Angka bulatnya	=	3	tahun
Sisanya, angka pecahan $0.950684932 \times 365 \times 1$ hari = 347.0000002 hari. Dibulatkan menjadi 347 hari			
-			
347 hari = $347 : 30$ hari $\times 1$ bulan = 11.56666667 bulan. Angka bulatnya. (Lebih aman angka pecahan jangan dikali lagi 30, karena umur bulan ada yang genap dan ada yang ganjil).	=	11	bulan
347 hari = $347 - 11 \text{ bulan } (6 \times 31) + (4 \times 30) + 29 \text{ (kabisah)} \times 1$ hari	=	12	hari
Kesimpulan Hasilnya 2012 tahun + 3 tahun = 2015 tahun. 2015 tahun + 11 bulan + 12 hari. Dibaca menurut yang seharusnya = 12 Desember 2016 M. Jadi tanggal 12 Rabi'ul Awal 1438 H jatuh pada hari Senin bertepatan dengan tanggal 12 Desember 2016 M.			

- 2). Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi yang Disederhanakan (Tahun yang Telah Berlalu)

Contoh : Tanggal 8 Ramadhan 1364 H bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Masehi ?
Total Hari Tahun Hijriyah Sampai Tanggal 8 Ramadhan 1364 H
8 Ramadhan 1364 H = 1363 tahun + 8 bulan + 8 hari
1363 tahun = $1363 : 30 \times 1$ daur = 45.43333333 daur. Angka bulat = 45 daur. Sisanya, angka pecahan $0.43333333 \times 30 \times 1$ tahun = 12.99999999 tahun. Dibulatkan menjadi 13 tahun. Dalam 13 tahun ada 5 hari tahun kabisah. Maka tanggal 8

Ramadhan 1364 H = 45 daur + 13 tahun + 5 hari tahun kabisah + 8 bulan + 8 hari.			
-			
45 daur = 45 x 10631 x 1 hari	=	478395	hari
13 tahun = 13 x 354 x 1 hari	=	4602	hari
5 hari tahun kabisah	=	5	hari
8 bulan = (4 x 30) + (4 x 29) x 1hari	=	236	hari
8 hari	=	8	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 8 – 9- 1364 H	=	483246	hari
Total hari 483246 : 7 x 1 minggu = 69035.14286 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.14286 x 7 x 1 hari = 1.00002. Dibulatkan menjadi 1 (satu) hari. Jadi tanggal 8 Ramadhan 1364 H, dihitung 1(satu) hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari “Jum'at”.			
-			
Dikonversikan ke Tahun Masehi			
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 8 – 9 -1364 H	=	483246	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari +
Total hari tahun Masehi	=	710275	hari
Total hari 710275 : 1461 x 1 siklus = 486.156742 siklus. Angka bulat = 486 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.156742 x 1461 x 1 hari = 229.000062 hari. Dibulatkan menjadi 229 hari.			
486 siklus = 486 x 4 x 1 tahun	=	1944	tahun

229 hari = $229 : 30 \times 1$ bulan = 7.633333333 bulan. Angka bulatnya	=	7	bulan
229 hari = $229 - 7 \text{ bulan } (4 \times 31) + (2 \times 30) + 28 \times 1$ hari	=	17	hari
-			
Kesimpulan Hasilnya 1944 tahun + 7 bulan + 17 hari = 17 Agustus 1945 M. Jadi tanggal 8 Ramadhan 1364 H jatuh pada hari Jum'at bertepatan dengan tanggal 17 Agustus 1945 M.			

3). Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Masehi Tahun Jauh ke Depan

Contoh : Tanggal 26 Safar 1526 H bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Masehi ?			
Total Hari Tahun Hijriyah Sampai Tanggal 26 Safar 1526 H			
26 Safar 1526 = 1525 tahun + 1 bulan + 26 hari			
1525 tahun = $1525 : 30 \times 1$ daur = 50.83333333 daur. Angka bulat = 50 daur. Sisanya, angka pecahan $0.83333333 \times 30 \times 1$ tahun = 24.9999999 tahun. Dibulatkan menjadi 25 tahun. Dalam 25 tahun ada 9 hari tahun kabisah. Maka tgl. 26 Safar 1526 H = 50 daur + 25 tahun + 9 hari tahun kabisah + 1 bulan + 26 hari.			
-			
50 daur = $50 \times 10631 \times 1$ hari	=	531550	hari
25 tahun = $25 \times 354 \times 1$ hari	=	8850	hari
9 hari tahun kabisah	=	9	hari
1 bulan = $(1 \times 30) \times 1$ hari	=	30	hari

26 hari	=	26	hari +
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 26 – 2 -1526 H	=	540465	hari
Total hari 540465 : 7 x 1 minggu = 77209.28571 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.28571 x 7 x 1 hari = 1.99997 hari. Dibulatkan menjadi 2 hari. Jadi tanggal 26 Safar 1526 H, dihitung 2 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari “Sabtu”.			
-			
Dikonversikan ke Tahun Masehi			
Total hari dari tgl. 1-1-1 H s/d 26 – 2 -1526 H	=	540465	hari
Selisih start Masehi-Hijriyah	=	227016	hari-
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	14	hari +
Total hari tahun Masehi	=	767495	hari
Total hari 767495 : 1461 x 1 siklus = 525.3216975 siklus. Angka bulat = 525 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.3216975 x 1461 x 1 hari = 470.0000475 hari. Dibulatkan menjadi 470 hari.			
525 siklus = 525 x 4 x 1 tahun	=	2100	tahun
470 hari = 470 : 365 x 1 tahun = 1.287671233 tahun. Angka bulatnya	=	1	tahun
Sisanya, angka pecahan 0.287671233 x 365 x 1 hari = 105.0000001 hari. Dibulatkan menjadi 105 hari.			
-			
105 hari = 105 : 30 x 1 bulan = 3.5 bulan. Angka bulatnya (contoh angka pecahan bisa dikali lagi 30)	=	3	bulan

105 hari = 105 - 3 bulan (2 x 31) + 28 x 1 hari = (0,5 x 30 x 1 hari)	=	15	hari
-			
Kesimpulan			
Hasilnya 2100 tahun + 1 tahun = 2101 tahun. 2101 tahun + 3 bulan + 15 hari = 15 April 2102 M. Jadi tanggal 26 Safar 1526 H, jatuh pada hari Sabtu bertepatan dengan tanggal 15 April 2102 M.			
-			
Pembuktian Tanggal 15 April 2102 M Jatuh pada Hari Sabtu			
15 April 2102 = 2101 tahun + 3 bulan + 15 hari			
2101 tahun = 2101 : 4 x 1 siklus = 525.25 siklus. Angka bulat= 525 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.25 x 4 x 1 tahun = 1 tahun. Maka tgl. 15 April 2102 M = 525 siklus + 1 tahun + 3 bulan + 15 hari.			
525 siklus = 525 x 1461 x 1 hari	=	767025	hari
1 tahun = 1 x 365 x 1hari	=	365	hari
3 bulan = (2 x 31) + 28 x 1 hari	=	90	hari
15 hari	=	15	hari +
Jumlah hari dari tgl.1-1-1M s/d 15 -4-2102 M	=	767495	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	14	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 15 - 4 - 2102 M	=	767481	hari
Total hari 767481 : 7 x 1 minggu = 109640.1429 minggu. Sisanya, angka pecahan 0.1429 x 7 x 1 hari = 1.0003 hari. Dibulatkan menjadi 1 (satu) hari. Jadi tanggal 15 April 2102			

M dihitung 1(satu) hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “Sabtu” juga.

BAB TIGA

HISAB HAKIKI

A. Pengertian Hisab Hakiki

Hisab Hakiki adalah sistem hisab (perhitungan) penanggalan yang didasarkan kepada posisi peredaran bumi mengelilingi matahari atau peredaran bulan mengelilingi bumi sekaligus mengelilingi matahari menurut yang sebenarnya (Ilmu Pasti Alam). Menurut sistem ini umur sehari semalam, umur bulan dan umur tahun belum tentu tepat dan beraturan sebagaimana ditetapkan dalam hisab urfi. Dalam praktek perhitungannya hisab hakiki mempergunakan data sebenarnya dari posisi peredaran matahari dan bulan serta mempergunakan kaidah-kaidah dan cara-cara ilmu ukur segi tiga bola. Data sebenarnya dapat diperoleh karena didasarkan kepada perkembangan ilmu pengetahuan, lewat uji-coba serta pembuktian berulang-kali dalam waktu yang lama, apalagi sudah ditemukan peralatan-peralatan canggih untuk mengetahuinya. Melalui Hisab Hakiki, beberapa gerak benda langit yang jauh dari bumi seperti deklinasi, ijtimak, tinggi hilal, gerhana dan lain-lainnya, sekarang sudah dapat diperhitungkan dengan teliti dan cermat oleh manusia, jauh sebelum waktunya.

B. Berhujjah dengan Hisab Hakiki

Dari segi fikih, Hisab Hakiki bukanlah materi ibadah, tetapi merupakan sarananya. Materi ibadah tidak boleh ada campur tangan manusia terhadapnya. Jika dimisalkan Shalat Wajib Lima Waktu, maka shalat yang wajib dikerjakan itu merupakan materi ibadah. Tidak boleh diganti/ditukar-tukar waktunya, tidak boleh ditambah dan dikurangi raka'atnya, kecuali ada alasan-alasan tersendiri dalam batas-batas yang dibolehkan. Sedangkan cara mengetahui masuk waktu shalat merupakan wasilah (sarana)-nya. Di masa Nabi, sarana

mengetahui masuk waktu dengan cara mengukur bayang-bayang matahari dengan tongkat atau tanda-tanda alam lainnya. Tetapi sekarang sudah berubah menjadi aneka macam jam dan jadwal waktu shalat yang diperhitungkan dengan Hisab Hakiki. Jika dikatakan masjid sebagai materi tempat ibadah, maka bentuk dan ukurannya merupakan sarananya. Masjid yang dibangun oleh Nabi sangat sederhana sekali, tetapi sekarang masjid sudah luas-luas dan arsitekturnya sudah sangat modern. Jika takbir imam dalam shalat berjama'ah merupakan materi ibadah, maka salah seorang makmum yang disuruh meneruskan takbir itu agar terdengar ke saf-saf yang jauh, merupakan sarananya. Di masa Nabi suara itu diteruskan oleh salah seorang makmum yang ditunjuk, tetapi sekarang sudah diganti/ ditambah dengan alat pengeras suara.

Demikian juga, jika puasa Ramadhan merupakan materi ibadah, maka mengetahui masuk bulan dengan berbagai dan peralatan merupakan sarananya. Jika di masa Nabi melihat dengan mata kepala, maka sekarang dapat diperhitungkan dengan Hisab Hakiki.

Jika dikatakan semua sarana itu ada perintah dari nash yang dapat dikaji sendiri-sendiri, maka Hisab Hakiki pun tidak kurang dari itu. Berikut ini merupakan ayat-ayat Al-Quran dan Hadits yang menjadi nash tentang hisab hakiki.

a. Dari Ayat-Ayat Al-Quran, atl :

1). Surat al-An'am ayat 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ﴿٩٦﴾

Artinya: Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat. Dan menjadikan matahari dan bulan untuk perhitungan (waktu)(Q.S. al-An'am: 96)

Ayat ini berada dalam konteks memperteguh keimanan hamba kepada KhalikNya. Agar hamba-Nya tahu diri dan rela

beribadah kepada-Nya. Tuhan menyingsingkan pagi, tentu sampai siang dan sore hari, untuk manusia berusaha mencari bekal bagi dirinya dan tanggung-jawabnya. Setelah mereka mempergunakan tenaga di siang hari, maka dijadikan malam untuk mereka beristirahat. Terlepas kesempatan yang diberikan itu ditukar-balik atau tidak dipergunakan oleh mereka. Demikian juga dijadikan matahari dan bulan, untuk manusia menghitung mulai dari pergantian siang dan malam, minggu, bulan dan tahun, baik yang sudah jauh ke belakang, yang sedang maupun yang akan datang.

Dalam ayat ini (lihat lagi ayat 5 surat al-Rahman) yang menyebutkan kata “hisab (hitung)” secara tersendiri tanpa diiringi dengan kata “adad (bilangan)” adalah menunjukkan bahwa kata “hisab”, sah dipergunakan secara tersendiri, karena jika disebut hisab (hitung waktu), tidak mungkin tidak dimaksudkan kata ‘adad di dalamnya.

2). Surat Yunus Ayat 5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا
عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۚ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ
لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

Artinya: *Dialah yang telah menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya. Dan Dialah yang telah menetapkan bulan pada tempat edarnya, agar 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.* (Q.S. Yunus: 5).

3). Surat Al-Isra' Ayat 12

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَتَيْنِ ۖ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً
لِّتَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۚ وَكُلَّ شَيْءٍ
فَصَّلَّيْنَاهُ تَفْصِيلًا ﴿١٢﴾

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

Kedua ayat ini (surat Yunus ayat 5 dan Surat al-Isra' ayat 12) dari satu segi juga untuk memperkokoh keimanan manusia. Tuhan maha kuasa menciptakan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan maha kuasa menggantikan siang dengan malam. Sementara dari sisi yang lain, agar manusia dengan mengamati posisi peredaran matahari dan bulan, dapat mengetahui bukan hanya bilangan tahun, tetapi juga perhitungannya. Bilangan maksudnya angka-angka, baik satuan, puluhan dan seterusnya, baik angka bulat maupun pecahan. Adapun perhitungan, selain harus mengetahui penambahan, pengurangan, perkalian dan pembagian angka-angka, dapat juga diperhitungkan yang telah, sedang dan yang akan datang.

Ayat-ayat tersebut menunjukkan bahwa akidah merupakan landasan untuk tempat dibangun mu'amalah di atasnya. Sebagai akidah, bahwa Tuhan menciptakan matahari dan bulan, pergantian siang dan malam adalah untuk menunjukkan kekuasaan-Nya, agar keimanan hamba-Nya bertambah teguh dan ikhlas dalam mengabdikan kepada-Nya. Sebagai mu'amalah Tuhan menciptakan matahari, bulan,

pergantian siang dan malam, untuk menyediakan peluang dalam berusaha, bekerja mencari nafkah dan beristirahat. Kecuali itu Tuhan menciptakan matahari, bulan, siang dan malam agar manusia bukan hanya mengetahui bilangan, tetapi juga untuk memperhitungkannya. Mengetahui perhitungan, maju atau mundur tergantung pada perkembangan pemikiran dan ilmu pengetahuan manusia.

Dari ketiga ayat tersebut jelas, bahwa menggunakan Hisab Hakiki untuk mengetahui masuk puasa Ramadhan, mempunyai landasan hukum yang kuat untuk dipertanggung-jawabkan.

b. Dari Al-Hadits

Dalam hadits-hadits Nabi saw yang berkaitan dengan penentuan awal bulan Kamariyah banyak tersebut “Rukyat”, sementara “hisab”, hampir-hampir tidak dijumpai di dalamnya. Sementara dalam Al-Quran “hisab” disebutkan berulang kali. Ini membuktikan kemukjizatan Al-Quran, bahwa meskipun hisab belum begitu terkenal dan dikuasai di masa Nabi saw, namun akan berkembang dan dibutuhkan oleh ummatnya di kemudian hari. Jika ada ulama terdahulu yang berpendapat hisab tidak menjadi pegangan - karena sebelum hisab menjadi ilmu falak seperti sekarang (astromomi) - mereka menyangka hisab identik dengan ilmu nujum (astrologi) yang lebih bersifat menebak atau meramal. Dari itu, adalah pada tempatnya, jika Nabi saw banyak menyebutkan “Rukyat” dalam hadits-haditsnya, namun bukanlah berarti “hisab” yang berdasarkan Al-Quran tidak bisa menjadi landasan hukum ketika Ilmu Pengetahuan telah berkembang. Malah jika sudah masanya hisab tidak dipakai, berarti memandang lemah kemukjizatan Al-Quran, jika tidak dikatakan menentang walau bagaimana pun ditafsirkannya.

Sesuai dengan isyarah Nabi saw. dalam suatu hadits marfu’, ditakhrijkan oleh al-Bukhary, dari Ibnu Umar, Nabi bersabda:

إنا أمة أمية لانكتب ولانحسب الشهر هكذا هكذا يعني تسعا وعشرين مرة وثلاثين مرة

Artinya:

Sesungguhnya kita merupakan ummat yang ummi tidak bisa menulis dan tidak bisa menghitung bulan, sekian, sekian. Yakni sekali 29 hari dan sekali lagi 30 hari.

Hadits ini mendukung sabda Nabi yang banyak menyebutkan “Rukyat”, sesuai dengan masa hidup beliau sendiri. Tetapi pasti Nabi saw tidak mengharapkan ummatnya ummi (tidak bisa menulis dan tidak bisa membaca termasuk menghitung) sepanjang masa, dan pasti pula Nabi saw tidak mengharapkan kemukjizatan Al-Quran disia-siakan.

No	Lafadh	Maksud	Sumber
1	2	3	4
1	والشمس والقمر حسابنا	Matahari dan bulan sebagai perhitungan	Al-Quran, Al-An'am : 96
2	لتعلموا عدد السنين والحساب	Agar kamu mengetahui bilangan dan perhitungan tahun	Al-Quran, Yunus : 5 dan Isra` ayat : 12
3	والشمس والقمر بحسبان	Matahari dan bulan sebagai perhitungan	Al-Quran, Ar-Rahman : 5
4	إنا أمة أمية لانكتب ولانحسب الشهر	Kita ummat yang ummi yang tidak bisa menulis dan tidak bisa menghitung bulan	Hadits Marfu' Riwayat Al-Bukhari dari Ibnu Umar

Dari itu, tak dapat dibantah bahwa “*hisab*” dalam arti menghitung bilangan hari, minggu, bulan dan tahun mempunyai landasan hukum yang kuat untuk dipertanggung jawabkan berdasarkan Al-Quran, bahkan berdasarkan hadits Nabi saw. Karena meskipun Nabi menyebut kita ummat yang ummi, bukan maksud Nabi agar kita harus menjadi ummat yang ummi sepanjang masa sampai kiamat. Mempelajari ilmu hitung bukan hanya dalam bentuk angka-angka biasa, tetapi juga dalam bentuk matematika dan ilmu pasti alam lainnya adalah wajib/fardhu bagi ummat Islam, baik fardhu ‘ayn maupun fardhu kifayah. Karena di samping ummat Islam wajib maju dari diri mereka sendiri, sekaligus tidak boleh dibodohi dan dikuasai oleh pihak non muslim.

c. Pendapat ulama tentang berhujjah dengan Hisab al-Falaky

Metode Hisab al-Falaky (Hisab Urfi /Hakiki) adalah metode yang berpegang kepada perhitungan peredaran bulan dan matahari. Menurut Ibnu Rusyd, metode ini diriwayatkan dari sebahagian ulama salaf, di antaranya seorang tabi’in besar Mutharrif ibn Syakhir. Pendapatnya diikuti oleh sebahagian pengikut mazhab Hanafi. Dalam mazhab Maliki diikuti oleh al-Qarafy. Sementara menurut Ibnu Jurayj Imam Syafi’i juga membolehkan perhitungan menurut ilmu falak. Baik al-Qarafy maupun Imam Syafi’i menurut al-Qadhy Abu al-Thayyib, hanya sebagai jalan keluar terakhir dalam mazhab mereka masing-masing. Di antara ulama muhadditsin yang berpegang kepada pendapat ini yaitu Ibnu Qutaibah. Menurut Imam Nawawi, al-Mawardy pernah menceritakan bahwa sebahagian pengikut Syi’ah menggugurkan penetapan (Rukyat) hilal, berpegang kepada bilangan (hisab).

Kecuali jumhur, ash-Shan’any juga mengingkari pendapat orang yang berpegang kepada hisab falaki (astronomi). Untuk mendukung pendapatnya, ash-Shan’any mengemukakan

beberapa argumen ulama lain. Di antaranya dinukilkan pendapat Ibnu Baththal yang menolak menaruh perhatian kepada ahli nujum (astrologi), karena yang menjadi pegangan adalah Rukyat hilal, bukan ramalannya. Dari itu Ibnu Baththal mencegah ilmu nujum menjadi landasan taklif. Menurut al-Bajy, ulama salaf telah ijmak menolak pendapat orang yang berpegang kepada ahli hisab, nujum dan lain-lainnya untuk berpuasa dan berbuka. Demikian juga Ibnu Bazizah berpendapat bahwa mazhab ahli nujum adalah batil, karena syari'at telah melarang berkecimpung dalam ilmu nujum, karena ilmu itu intinya adalah menduga dan meramal, bukan kepastian.

Dalam menanggapi pendapat tersebut, Sa'aduddin Mas'ad al-Hilaly dalam kitabnya Ahkam al-'Ibadat menilai, bahwa hisab falaki (khususnya hisab hakiki) sekarang ini sekali-kali bukan ilmu nujum (ramalan), tetapi berdasarkan perhitungan yang sangat matang dan hakiki. Dengan kurnia dari Allah kita telah sampai pada tujuan besar di zaman modern sekarang ini, di mana ilmu pengetahuan berkembang dengan segenap kemungkinan yang dapat dikaitkan dengannya. Seperti yang dikaitkan dengan Rukyat ilmiah, jika dahulu ada orang yang mengaku melihat hilal, padahal hilal belum berada atas ufuk, sekarang pengakuan itu dapat dipastikan berdasarkan hisab falaki.

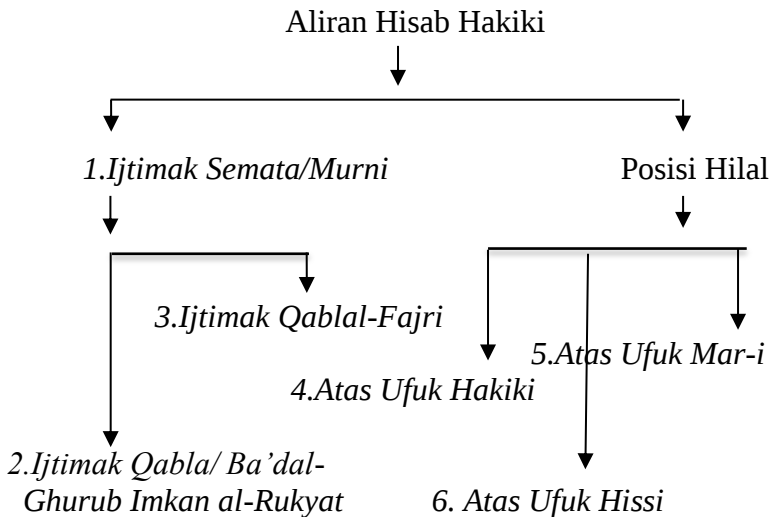
C. Perbedaan Hisab Hakiki dan Hisab Urfi

No	Hisab Hakiki	Hisab Urfi
1	Mengandalkan pada posisi bulan yang di langit.	Mengandalkan pada bulan menurut hitungan tradisi/klasik
2	Angka dan perhitungan yang dipakai	Angka dan perhitungan yang dipakai berdasarkan kebiasaan-kebiasaan

	berdasarkan ilmu pasti alam.	(tradisi), padahal posisi peredaran bulan di langit tidak konstan (tetap)
3	Memperhitungkan posisi hilal dari ufuk	Tidak memperhitungkan posisi hilal dari ufuk.
4	Berpuasa Ramadhan setelah ijtimak	Berpuasa Ramadhan bisa jadi sebelum ijtimak
5	Hilal bisa atau belum bisa dirukyah	Tidak tergantung benar pada Rukyat

D. Mazhab Hisab Hakiki

Dalam beramal dengan Hisab hakiki, baik berdasarkan ijtimak maupun posisi hilal, ada enam mazhab (aliran) :



Dari enam mazhab Hisab Hakiki ini, maka yang penting dibuktikan selanjutnya adalah posisi hilal atas ufuk mar-i. Sementara yang lain bisa dijelaskan lewat perhitungannya. Baik

Hisab ‘Urfi maupun Hisab Hakiki, di sini hanya dibatasi pada dua kalender atau penanggalan saja yaitu kalender Miladiyah (Masehi) yang berdasarkan Solar System (Syamsiyah) dan kalender Hijriyah yang berdasarkan Lunar System (Kamariyah)

Tetapi Hisab Hakiki yang dimaksudkan dalam khazanah hukum Islam (fikih) terbatas pada kewajiban mengetahui arah kiblat termasuk tempat pemakaman, jadual waktu shalat yang lima, awal /akhir puasa Ramadhan, wukuf di Arafah dalam pelaksanaan ibadah haji. Sementara untuk yang anjuran seperti shalat dhuha, shalat dua hari raya dan shalat dua gerhana, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan.

E. Langkah-Langkah Hisab Hakiki Awal Bulan

No	Langkah-Langkah Hisab Hakiki	Simbol	
1	Penentuan Lokasi dan Tanggal	=	-
	Tanggal dalam Ephemeris dan perhitungan bisa berubah bisa tidak. Jika berubah sehari sebelum atau sesudahnya		
2	Pelacakan Data Hisab Hakiki	=	-
	Berdasarkan Hisab Urfi : penentuan hari dan konversi tanggal dari Hijriah ke Miladiyah (Masehi)		
3	Waktu Ijtimak	=	-
	Teliti dalam bab satu		
4	Waktu Matahari Terbenam	=	$W^{tn} / W^{tn'}$
	Sebelum dan sesudah data diinterpolasi khusus untuk terbenam matahari. Ada yang mengambil waktu maghrib yang belum ditambah ihtiyath		
5	Interpolasi Data	=	-
	Disesuaikan dengan kelebihan menit dan detik dari waktu terbenam matahari ($W^{tn'}$). Hasil interpolasi dipergunakan untuk perhitungan langkah-langkah selanjutnya		

6	Arah Matahari Terbenam	=	Ar_o
	Dari titik barat		
7	Arah Hilal	=	Ar^c
	Dari titik barat		
8	Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy	=	$h^{c''}$
	Di atas atau di bawah ufuk mar-iy		
9	Posisi Hilal	=	Ps^c
	Dari matahari terbenam		
10	Kemiringan Hilal	=	Km^c
	Untuk pembuktian kesaksian hilal		
11	Lama Hilal	=	Lm^c
	Untuk melihat/ pembuktian hilal		
12	Waktu Hilal Terbenam	=	W^{tnc}
	sda		
13	Arah Hilal Terbenam	=	Ar^{tnc}
	sda		
14	Nurul-Hilal	=	Nr^c
	Sekedar melihat / pembuktian hilal		
15	Fraction Illumination Bulan	=	FIB
	sda		
16	Kesimpulan	=	-

Sesuai dengan urutan langkah-langkah tersebut, di bawah ini akan dikemukakan:

a. Hisab Hakiki Awal Bulan dan Penjelarasannya

Contoh penentuan awal Ramadhan tahun 1438 H/ 2017 M

1). Penentuan Lokasi dan Tanggal

Markaz/ Lokasi	Observatorium Hilal Tgk. Chik Kuta Karang Pantai Loknga Aceh Besar
Letak Geografis	LU (P) = $05^0 27' 59.00''$
	BT (L) = $95^0 14' 32.20''$

Tinggi dari permukaan laut (dpl)	5 m (lima meter)
Tanggal dalam tahun Hijriyah	29 Syakban 1438 H
Sumber data	GPS dan Ephemeris Hisab Falakiyah Kementerian Agama RI Jakarta

2). Pelacakan Data Hisab Hakiki

Data perhitungan awal bulan berdasarkan hisab hakiki tersedia dalam tanggal dan tahun Syamsiyah (Miladiyah/Masehi). Maka tanggal 29 Syakban 1438 H dalam tahun Kamariyah harus diperhitungkan dan dikonversikan terlebih dahulu secara hisab urfi ke dalam tanggal tahun Syamsiyah, agar tanggal 29 Syakban 1438 H tersebut bisa diketahui jatuh pada hari apa dan bertepatan dengan tanggal berapa dalam tahun Syamsiyah:

Data Penentuan Hari dan Konversi Tanggal dari Hijriyah ke Miladiyah (Masehi)			
No	Data	Hijriyah	Masehi
01	02	03	04
1	1 (satu) siklus	30 tahun	4 tahun
2	Jumlah hari dalam 1(satu) siklus	10631 hari	1461 hari
3	Tahun Pendek	354 hari	365 hari
4	Tahun Panjang	355 hari	366 hari
5	Jumlah hari dalam 1(satu) bulan	30/29 hari	30/31/28/29 hari
6	Jumlah hari bulan tahun Kabisah (tahun panjang)	Zulhijjah = 30 hari	Februari = 29 hari
7	Jumlah hari dalam 1(satu) minggu	7 hari	7 hari

8	Anggaran Paus Gregorius	-	10 hari
9	Tahun abad s/d 2017	-	3 hari
10	Selisih start M s/d H	227016 hari	
-			
Tahun Kabisah (Tahun Panjang) Hijriyah			
Sisa daur/ tahun	2	5	7 10 13 15
Lebih hari	1	2	3 4 5 6
-			
Sisa daur/ tahun	18	21	24 26 29 -
Lebih hari	7	8	9 10 11 -

Proses Perhitungan

Penentuan Hari Tanggal 29 Syakban 1438 H			
29 Syakban 1438 = 1437 tahun + 7 bulan + 29 hari			
1437 tahun = $1437 : 30 \times 1$ daur = 47.9 daur . Angka bulatnya 47 daur. Sisanya, angka pecahan $0.9 \times 30 \times 1$ tahun = 27 tahun. Dalam 27 tahun terdapat 10 hari tahun kabisah. Maka tanggal 29 Syakban 1438 H = 47 daur + 27 tahun + 10 hari tahun kabisah + 7 bulan + 29 hari.			
47 daur x 10631 x 1 hari	=	499657	hari
27 tahun = 27 x 354 x 1hari	=	9558	hari
10 hari tahun kabisah	=	10	hari
7 bulan = $(4 \times 30) + (3 \times 29) \times 1$ hari	=	207	hari
29 hari	=	29	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29-8-1438 H	=	509461	hari
Total hari tahun Hijriyah $509461 : 7 \times 1$ minggu = 72780.14286 minggu. Sisanya, angka pecahan $0.14286 \times 7 \times 1$ hari = 1.00002 hari. Dibulatkan menjadi 1(satu) hari.			

Jadi tanggal 29 Syakban 1438 H dihitung 1 (satu) hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jumat sendiri, jatuh pada hari "Jum'at "			
-			
Konversi Tanggal 29 Syakban 1438 H ke Tahun Syamsiyah			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29-8-1438 H	=	509461	hari
Selisih start Miladiyah – Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	<u>13</u>	hari +
Total hari tahun Miladiyah	=	736490	hari
Total hari tahun Miladiyah 736490 : 1461 x 1 siklus = 504.0999316 siklus. Sisanya, angka pecahan 0.0999316 x 1461 x 1 hari = 146.0000676 hari. Dibulatkan menjadi 146 hari			
504 siklus = 504 x 4 x 1tahun	=	2016	tahun
146 hari = 146 : 30 x 1 bulan	=	4	bulan
146 - 4 bulan = 146 - (31+ 28 +31+30) x 1 hari	=	26	hari
2016 tahun + 4 bulan + 26 hari = 26 Mei 2017. Jadi tanggal 29 Syakban 1438 H bertepatan dengan tanggal 26 Mei 2017 M.			
-			
Pembuktian Tanggal 26 Mei 2017 M Jatuh pada Hari Jum'at			
Total hari tahun Miladiyah	=	736490	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 26-5-2017 M	=	736477	hari
Kesimpulan			

Total 736477 : 7 x 1 minggu = 105211 minggu. Sisanya 0, diundurkan 1(satu) hari dari hari Sabtu. Jadi tanggal 29 Syakban 1438 bertepatan dengan tanggal 26 Mei 2017 M, jatuh pada hari “ Jum’at”.

3). Waktu Ijtimak

Ijtimak (new moon = bulan baru) perlu diperhitungkan untuk mengetahui batas akhir dan batas awal dalam pergantian bulan tahun Hijriyah, karena tahun Hijriyah menganut sistem tahun kamariyah. Data yang dipergunakan di sini, adalah berdasarkan daftar Ephemeris Hisab Falakiyah. Setelah diteliti ke dalam daftar tersebut, tgl. 26 Mei 2017 M sejalan dengan hisab urfi jatuh pada hari “Jum’at”. Namun Fraction Illumination Bulan (FIB) terkecil (sebagai batas akhir bulan) dijumpai sehari sebelumnya yaitu pada hari “Kamis “ tanggal 25 Mei 2017 M.

Data Perhitungan Waktu Ijtimak Tanggal 26 Mei 2017 M/ 29
Syakban 1438 H

No	Data Matahari/ Bulan	Simbol	Jam GMT	Harga
01	02	03	04	06
1	Fraction Illumination Bulan	FIB	19.00	0.001912
	FIB terkecil	sda	20.00	0.001893
	FIB	sda	21.00	0.001927
2	Waktu FIB terkecil	-	-	20.00 GMT
3	Ecliptic Longitude Matahari	ELM ₁	20.00	64° 47' 41"
4	sda	ELM ₂	21.00	64° 50' 05"
5	Apparent Longitude Bulan	ALB ₁	20.00	64° 55' 57"

6	sda	ALB_2	21.00	$65^{\circ} 34' 15''$
7	Koreksi GMT– WIB	-	-	07.00 jam
8	Konversi dari satuan ukur busur ke waktu	-	-	$15^0 = 1^j /$ $15' = 1^m / 15''$ $= 1^d$

Rumus Perhitungan Waktu Ijtimak

Waktu Ijtimak WIB	=	Waktu Ijtimak GMT + Koreksi WIB
Waktu Ijtimak GMT	=	Waktu FIB terkecil + Waktu Titik Ijtimak
Titik Ijtimak	=	$(MB : SB) : 15$
MB	=	$ELM_1 - ALB_1$
SB	=	$B_2 - B_1$
B_2	=	$ALB_1 - ALB_2$
B_1	=	$ELM_1 - ELM_2$
Catatan :		
Simbol	=	Maksud :
MB	=	Jarak matahari dan bulan (selisih antara ELM_1 dan ALB_1 dalam jam yang sama)
SB	=	Sabaq bulan mu'addal yaitu gerak bulan selama satu jam setelah dikurangi sabaq matahari (selisih antara B_2 dan B_1)
B_1	=	Sabaq matahari yaitu gerak matahari pada lintasannya selama satu jam, rata-rata $0^{\circ} 2' 30''$.
B_2	=	Sabaq bulan yaitu gerak bulan pada lintasannya selama satu jam, rata-rata $0^{\circ} 32' 56.4''$.

Proses Perhitungan Waktu Ijtimak

$B_1 = ELM_1 - ELM_2$			
ELM ₁ (Ecliptic Longitude Matahari)	jam 20.00	=	64° 47' 41"
ELM ₂	Jam 21.00	=	64° 50' 05"-
B ₁ (selisih dalam satu jam)		=	00° 02' 24"
-			
$B_2 = ALB_1 - ALB_2$			
ALB ₁ (Apparent Longitude Bulan)	jam 20.00	=	64° 55' 57"
ALB ₂	jam 21.00	=	65° 34' 15"-
B ₂ (selisih dalam satu jam)		=	00° 38' 18"
-			
$MB = ELM_1 - ALB_1$			
ELM ₁	jam 20	=	64° 47' 41"
ALB ₁	jam 20	=	64° 55' 57"-
MB (selisih ELM ₁ -ALB ₁ dalam jam yang sama)		=	00° 08' 16"
-			
$SB = B_2 - B_1$			
B ₂	=	00° 38' 18"	
B ₁	=	00° 02' 24" -	
SB	=	00° 35' 54"	
-			
Titik Ijtimak = MB : SB			
Titik Ijtimak	=	00° 08' 16" : 00° 35' 54"	
	=	00 ⁱ 13 ^m 48.97 ^d	

Hasil perhitungan Titik Ijtimak, berubah dari satuan ukur busur menjadi satuan ukur waktu (tidak dibagi 15). Bagaimana prosesnya belum dijumpai literturnya.			
-			
Waktu Ijtimak GMT = Waktu FIB terkecil + Titik Ijtimak			
Waktu Ijtimak GMT	=	$20^j 00^m 00.00^d + 00^j 13^m 48.97^d$	
	=	$20^j 13^m 48.97^d$	
-			
Waktu Ijtimak WIB = waktu Ijtimak GMT + Koreksi WIB			
Waktu Ijtimak WIB	=	$20^j 13^m 48.97^d + 07^j 00^m 00.00^d$	
	=	$27^j 13^m 48.97^d$	
Waktu Ijtimak ada juga yang dikoreksi (dikurangi) dengan UT (Universal Time), yaitu seharga $00^j 00^m 56.77^d$. Apakah harga ini tetap atau sesuai perhitungan, tidak dijelaskan. Tetapi di sini sebagaimana kebanyakan penulis lainnya, koreksi tersebut diabaikan saja, karena kecil sekali.			
Karena waktu Ijtimak WIB $> 24^j$, maka $27^j 13^m 48.97^d - 24^j = 03^j 13^m 48.97^d$			
Jadi Ijtimak di WIB beralih dari hari Kamis 25 Mei 2017 M ke hari Jum'at tanggal 26 Mei 2017 M pada $03^j 13^m 48.97^d$ ($03 : 13 : 48.97$) WIB. Ini menunjukkan tanggal 29 Syakban 1438 H, berdasarkan hisab hakiki berumur 30 hari, jatuh pada tanggal 26 Mei 2017 M.			

4). Waktu Matahari Terbenam (Sunset/Ghurub)

Jika matahari belum terbenam, maka hilal akan sangat samar bahkan tidak nampak sama sekali dalam bias sinar matahari senja. Apalagi data waktu terbenam matahari sangat menentukan perhitungan ketinggian hilal. Dari itu waktu

matahari terbenam perlu diperhitungkan terlebih dahulu. Perhitungan matahari terbenam –di sini – dijadikan dua tahap. Tahap pertama merupakan perkiraan, tidak diketahui persis kelebihan menit dan detik. Karena data dalam Ephemeris Hisab Falakiyah hanya tersedia dalam angka jam (ada juga yang mempergunakan hasil perhitungan waktu shalat maghrib, yang belum ditambah ihtiyath). Setelah tahap pertama diperoleh hasilnya dan telah diketahui kelebihan menit dan detik, maka datanya diinterpolasikan sesuai dengan kelebihan tersebut. Data yang telah diinterpolasikan, dipergunakan untuk perhitungan tahap kedua. Hasilnya sudah lebih detail dan akurat, maka kelebihan menit dan detiknya diinterpolasikan kembali sebagai data untuk perhitungan langkah-langkah selanjutnya seperti arah matahari, tinggi hilal dan seterusnya.

(1). Waktu Matahari Terbenam Sebelum Interpolasi Data (W^m)

Data matahari dan bulan dalam daftar Ephemeris Hisab Falakiyah berlaku untuk GMT dan hanya dicantumkan jam saja, tidak menit dan detiknya. Jika ingin dilacak jam berapa data harus diambil dari Ephemeris untuk diperhitungkan matahari terbenam di WIB, maka jam terbenam matahari standar WIB dikurangi selisih waktu GMT-WIB (koreksi WIB) yaitu = $18^j 00^m - 07^j 00^m = 11^j 00^m$.

Data dari Ephemeris Hisab Falakiyah Tanggal 26 Mei 2017, Jam 11.00				
No	Simbol	Kepanjangan		Nilai
1	2	3	4	5
1	d_o	Deklinasi matahari	=	$21^0 11' 53.00''$
2	e	(e-kecil) = Equation of Time	=	$00^j 02^m 55.00^d$
3	SD_o	Semi Diameter matahari	=	$00^0 15' 47.20''$

Data dari GPS dan lainnya				
No	Simbol	Data	=	Nilai
1	P	Lintang Lhoknga (LU)	=	05° 27' 59.00"
2	L	Bujur Lhoknga (BT)	=	95° 14' 32.20"
3		Tinggi markaz dari permukaan laut (dpl) di Lhoknga	=	5 m
4	Dip	Kerendahan ufuk= $\sqrt{5m \times 0.0293}$ (ada yang memakai rumus $1,76 \times \sqrt{5m} = 00^0 03' 56''$)	=	00° 03' 55.86"
5	Refr	Refraksi pada jam matahari terbenam	=	00° 34' 30.00"
6	Korwib	Koreksi WIB= (105°- 95°14' 32.20"): 15	=	00j 39m 01.85 ^d

Catatan :

Nilai Refraksi, dalam tabel di atas yaitu 00° 34' 30.00" (no. 05), dipakai untuk perhitungan matahari terbenam. Tetapi untuk perhitungan ketinggian hilal, ada yang memakai rumus dari Ephemeris Hisab Falakiyah Kementerian Agama : Refr = 0.01695: $\tan (h + 10.3 : (h + 5.1255))$ dan ada juga yang memakai rumus: Refr = 0.0167: $\tan (h + 7.31 : (h + 4.4))$.

Rumus Perhitungan Waktu Matahari Terbenam

$W^{\text{tn}} = WK - e + t_0 + \text{Korwib}$	
	$\cos t_0 = -\tan P \tan d_0 + \sin h_0 : \cos P : \cos d_0$
	$h_0 = - (SD_0 + \text{Refr} + \text{Dip})$
Catatan :	
Simbol	Maksud
W^{tn}	Waktu matahari terbenam (pinggir piringan sebelah atas matahari bersinggungan dengan garis

	sebelah bawah ufuk) sebelum datanya diinterpolasi.
WK	Waktu Kulminasi, yaitu ketika matahari mencapai puncak tertinggi di langit (ketika matahari berada di zenit)
e	(e-kecil) singkatan dari equation of time (ta'dilul-waqt/perata waktu), yaitu selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi rata-rata.
t_0	(t-kecil) = sudut waktu (hour angle/fadhlud-da-ir). Jika matahari, yaitu jarak busur sepanjang lingkaran harian matahari dihitung dari titik kulminasi atas sampai ke matahari berada. Jika matahari di sebelah barat diberi tanda positif (+) dan jika di sebelah timur diberi tanda negatif (-). Jika matahari pada titik kulminasi atas nilai sudut waktu 0^0 , jika pada titik kulminasi bawah bernilai 180^0 .
Korwib	Koreksi WIB
P	Berasal dari simbol ϕ (phi) = lintang tempat
d_0	Deklinasi matahari (mayl al-syams), jarak matahari dari equator diukur sepanjang lingkaran pergeseran hariannya.
h_0	(h-kecil) = hight. Jika matahari “ hight of sun” (irtifa' al-syams)”, yaitu jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai ke matahari. Jika di atas ufuk diberi tanda positif (+), jika di bawah ufuk diberi tanda negatif (-) .
SD_0	Semi Diameter matahari (nishfu quthri al-syams/ jari-jari piringan matahari), yaitu jarak titik pusat matahari dengan pinggir piringan luarnya.
Refr	Refraksi (daqa-iq al-ikhtilaf) yaitu perbedaan antara tinggi benda langit yang sebenarnya dengan tinggi benda langit akibat pembiasan sinar.

	Refraksi benda langit yang berada di zenit bernilai 0° , sementara yang sedang terbenam (bersinggungan pinggir piringan atas benda langit dengan sebelah bawah garis ufuk) bernilai sekitar $0^{\circ} 34' 30''$. Tetapi untuk perhitungan tinggi benda langit ada yang mempergunakan rumus, Refraksi = $0.01695 : \tan (h + 10.3 : (h + 5.1255))$ dan ada juga yang mempergunakan rumus, Refraksi = $0.0617 : \tan (h + 7.31 : (h + 4.4))$.
Dip	Kerendahan ufuk atau Dip (ikhtilaf al-ufuq), yaitu perbedaan kedudukan antara ufuk yang sebenarnya (hakiki) dengan ufuk yang terlihat (mar-iy) oleh pengamat. Sesuai dengan tinggi rendahnya markaz diukur dengan meter (m) dari permukaan laut. Rumus Dip = $0.0293 \sqrt{\dots} \text{ m}$ (tinggi tempat) dari permukaan laut (dpl). Ada juga yang mempergunakan rumus $1,76 \times \sqrt{\dots} \text{ m}$.

Proses Perhitungan Waktu Matahari Terbenam

h_o	=	$-(SD_o + \text{Refr} + \text{Dip})$
	=	$-(00^{\circ} 15' 47.20'' + 00^{\circ} 34' 30.00'' + 00^{\circ} 03' 55.86'')$
	=	$- 00^{\circ} 54' 13.06''$
$\cos t_o$	=	$-\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$
	=	$-\tan 05^{\circ} 27' 59.00'' \tan 21^{\circ} 11' 53.00'' + \sin -00^{\circ} 54' 13.06'' : \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' : \cos 21^{\circ} 11' 53.00''$
	=	$- 0.054107141$
t_o	=	$93^{\circ} 06' 05.85''$
Dialihkan ke jam = $93^{\circ} 06' 05.85'' : 15 = 06^{\text{j}} 12^{\text{m}} 24.39^{\text{d}}$		
-		

W^{tn}	=	$W_k - e + t_o + Korwib$
	=	$12^j - 00^i 02^m 55.00^d + 06^j 12^m 24.39^d + 00^j 39^m 01.85^d$
	=	$18^j 48^m 31.24^d$
Jadi matahari terbenam (W^{tn}) di Lhoknga, Jum'at 26 Mei 2017 M/ 29 Syakban 1438 H diperkirakan pada jam $18^j 48^m 31.24^d$ (jam 18 : 48 : 31.24). Sementara di GMT= $18^j 48^m 31.24^d - 07^j 00^m 00^d = 11^j 48^m 31.24^d$ (jam 11 : 48: 31.24)		

Dari perhitungan di atas diperoleh kelebihan menit dan detik dari jam 11 GMT yaitu 48 menit 31.24 detik. Karena ada kelebihan ini, maka untuk lebih detail dan akurat waktu matahari terbenam pada tanggal dimaksud, perlu diperhitungkan kembali. Dari itu data yang dikutip dari daftar Ephemeris Hisab Falakiyah, perlu diinterpolasikan (dita'dilkan) antara jam 11 dan 12, sesuai dengan kelebihan menit dan detik tersebut.

Data, Rumus Interval dan Proses Perhitungan Interpolasi Untuk Matahari Terbenam

Akan diperhitungkan nilai (N), deklinasi (d_o) jam $11^j 48^m 31.24^d$?				
Data GMT dari Daftar Ephemeris Hisab Falakiyah				
Data	Jam	=	Harga	Simbol
d_o	jam 11	=	$21^0 11' 53.00''$	(D_1)
d_o	jam 12	=	$21^0 12' 19.00''$	(D_2)
Rumus Interval				
$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$				
Simbol		Maksud		
N	=	Nilai yang dicari/ diperhitungkan		
D_1	=	Data pertama		

D ₂	=	Data kedua
Itv	=	Interval antara dua data
MD	=	Menit dan detik
Proses Perhitungan		
N	=	$21^{\circ} 11' 53.00'' - (((21^{\circ} 11' 53.00'' - 21^{\circ} 12' 19.00'') : 1) \times 00^j 48^m 31.24^d)$
	=	$21^{\circ} 12' 14.03''$
Jadi deklinasi (d _o) jam 11 ^j 48 ^m 31.24 ^d = $21^{\circ} 12' 14.03''$		

Selain dari rumus tersebut ada juga yang memakai rumus sederhana :

A-(A-B) x MD = ...		
Simbol		Maksud
A	=	Data pertama
B	=	Data kedua
MD	=	Menit dan detik
Proses Perhitungan		
$21^{\circ} 11' 53.00'' - (21^{\circ} 11' 53.00'' - 21^{\circ} 12' 19.00'') \times 00^j 48^m 31.24^d = 21^{\circ} 12' 14.03''$		
Jadi deklinasi (d _o) jam 11 ^j 48 ^m 31.24 ^d = $21^{\circ} 12' 14.03''$		
Catatan : Rumus ini harus diperhatikan angka mana yang lebih besar atau kecil dari dua data, apakah harus ditambah atau dikurang.		

Di sini tidak dipakai dahulu kedua rumus tersebut, tetapi diinterpolasikan saja secara sederhana:

d_o (Deklinasi matahari) jam 11^j 48^m 31.24^d

Data	=	Harga	Harga
d _o jam 11.00	=	$21^{\circ} 11' 53.00''$	$21^{\circ} 11' 53.00''$
d _o jam 12.00	=	$21^{\circ} 12' 19.00''$ -	
Selisih satu jam	=	$00^{\circ} 00' 26.00''$	

Lebih menit dan detik dari jam 11	=	<u>00^j 48^m 31.24^d</u> x	
d _o 00 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=	00 ⁰ 00' 21.03"	<u>00⁰ 00' 21.03"</u> +
d _o 11 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=		21 ⁰ 12' 14.03"

SD_o (Semi Diameter matahari) jam 11^j 48^m 31.24^d

Sebenarnya SD_o jam 11 dan jam 12 tak perlu diinterpolasikan lagi, karena nilainya persis sama, tetapi di sini diinterpolasikan juga sebagai contoh dan untuk dibandingkan hasilnya:

Data	=	Harga	Harga
SD _o jam 11.00	=	00 ⁰ 15' 47.20"	00 ⁰ 15' 47.20"
SD _o jam 12.00	=	<u>00⁰ 15' 47.20"</u> -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 00' 00.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	<u>00^j 48^m 31.24^d</u> x	
SD _o 00 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=	00 ⁰ 00' 00.00"	<u>00⁰ 00' 00.00"</u> -
SD _o 11 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=		00 ⁰ 15' 47.20"

e (Equation of Time) jam 11^j 48^m 31.24^d

Data	=	Harga	Harga
e jam 11.00	=	00 ^j 02 ^m 55.00 ^d	00 ⁰ 02' 55.00"
e jam 12.00	=	<u>00^j 02^m 54.00^d</u> -	
Selisih satu jam	=	00 ^j 00 ^m 01.00 ^d	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	<u>00^j 48^m 31.24^d</u> x	
e 00 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=	00 ^j 00 ^m 00.81 ^d	<u>00^j 00^m 00.81^d</u> -
e 11 ^j 48 ^m 31.24 ^d	=		00 ^j 02 ^m 54.19 ^d

Hasil interpolasi ini akan dipergunakan untuk perhitungan waktu matahari terbenam setelah interpolasi data:

(2). Perhitungan Waktu Matahari Terbenam Setelah Interpolasi Data ($W^{tn'}$)

Rumus Perhitungan Waktu Matahari Terbenam

$W^{tn'} = WK - e + t_o + korwib$	
$\cos t_o = -\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$	
$h_o = - (SD + Refr + Dip)$	

Proses Perhitungan Waktu Matahari Terbenam

h_o	=	$- (SD + Refr + Dip)$
	=	$-(00^0 15' 47.20'' + 00^0 34' 30.00'' + 00^0 03' 55.86'')$
	=	$- 00^0 54' 13.06''$
-		
$\cos t_o$	=	$-\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$
	=	$-\tan 05^0 27' 59.00'' \times \tan 21^0 12' 14.03'' + \sin - 00^0 54' 13.06'' : \cos 05^0 27' 59.00'' : \cos 21^0 12' 14.03''$
	=	$- 0.054119038$
t_o	=	$93^0 06' 08.31''$
Dialihkan ke jam = $93^0 06' 08.31'' : 15 = 06^j 12^m 24.55^d$		
-		
$W^{tn'}$	=	$Wk - e + t_o + korwib$
	=	$12^j - 00^j 02^m 54.19^d + 06^j 12^m 24.55^d + 00^j 39^m 01.85^d$
	=	$18^j 48^m 32.21^d \text{ WIB}$
Jadi matahari terbenam ($W^{tn'}$) di Lhoknga Aceh Besar, Jum'at 26 Mei 2017 M/ 29 Syakban 1438 H pada $18^j 48^m$		

32.21^d (jam 18 : 48 : 32.21). Sementara di GMT = 18^j 48^m
 32.21^d - 07^j 00^m = 11^j 48^m 32.21^d (jam 11: 48 : 32.21)

5). Interpolasi Data

(Untuk langkah-langkah perhitungan awal bulan selanjutnya). Setelah waktu terbenam matahari diketahui secara pasti, maka data dari daftar Ephemeris, diinterpolasikan kembali sesuai dengan kelebihan menit dan detik yang sebenarnya yaitu 11^j 48^m 32.21^d GMT . Kelebihan menit dan detik dimaksud terletak antara jam 11 dan jam 12 GMT.

Data Matahari dan Bulan dari Daftar Ephemeris Hisab Falakiyah, Jum'at Tanggal 26 Mei 2017				
No	Data	Simbol	Jam 11 GMT	Jam 12 GMT
1	2	3	4	5
1	Asensio Rekta matahari	AR _o	63 ⁰ 28' 34.00"	63 ⁰ 31' 06.00"
2	Asensio Rekta bulan	AR ^c	73 ⁰ 46' 09.00"	74 ⁰ 25' 50.00"
3	Deklinasi matahari	d _o	21 ⁰ 11' 53.00"	21 ⁰ 12' 19.00"
4	Deklinasi bulan	d ^c	17 ⁰ 45' 40.00"	17 ⁰ 50' 48.00"
5	Semi Diameter bulan	SD ^c	00 ⁰ 16' 43.13"	00 ⁰ 16' 43.03"
6	Horizon Parallaks bulan	HP ^c	01 ⁰ 01' 21.00"	01 ⁰ 01' 21.00"
7	Fraction Illumination Bulan	FIB	0.008082	0.008924

Proses Interpolasi :

AR_o (Asensio Rekta matahari) Jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
AR _o jam 11.00	=	63 ⁰ 28' 34.00"	63 ⁰ 28' 34.00"
AR _o jam 12.00	=	63 ⁰ 31' 06.00" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 02' 32.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	
AR _o 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00 ⁰ 02' 02.96"	00 ⁰ 02' 02.96"+
AR _o 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		63 ⁰ 30' 36.96"

AR^c (Asensio Rekta bulan) Jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
AR ^c jam 11.00	=	73 ⁰ 46' 09.00"	73 ⁰ 46' 09.00"
AR ^c jam 12.00	=	74 ⁰ 25' 50.00" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 39' 41.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	
AR ^c 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00 ⁰ 32' 06.1"	00 ⁰ 32' 06.1"+
AR ^c 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		74 ⁰ 18' 15.1"

d_o (Deklinasi matahari) jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
d _o jam 11.00	=	21 ⁰ 11' 53.00"	21 ⁰ 11' 53.00"
d _o jam 12.00	=	21 ⁰ 12' 19.00" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 00' 26.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	
d _o 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00 ⁰ 00' 21.03"	00 ⁰ 00' 21.03"+
d _o 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		21 ⁰ 12' 14.03"

d^c (Deklinasi bulan) jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
d ^c jam 11.00	=	17 ⁰ 45' 40.00"	17 ⁰ 45' 40.00"
d ^c jam 12.00	=	17 ⁰ 50' 48.00" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 05' 08.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	
d ^c 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00 ⁰ 04' 09.16"	00 ⁰ 04' 09.16"+
d ^c 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		17 ⁰ 49' 49.16"

SD^c (Semi Diameter bulan) jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
SD ^c jam 11.00	=	00 ⁰ 16' 43.13"	00 ⁰ 16' 43.13"
SD ^c jam 12.00	=	00 ⁰ 16' 43.03" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 00' 00.1"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	
SD ^c 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00 ⁰ 00' 00.08"	00 ⁰ 00' 00.08"-
SD ^c 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		00 ⁰ 16' 43.05"

HP^c (Horizon Parallaks bulan) Jam 11 : 48 : 32.21

Data	=	Harga	Harga
HP ^c jam 11.00	=	01 ⁰ 01' 21.00"	01 ⁰ 01' 21.00"
HP ^c jam 12.00	=	01 ⁰ 01' 21.00" -	
Selisih satu jam	=	00 ⁰ 00' 00.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 48 ^m 32.21 ^d x	

HP ^c 00 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	00° 00' 00.00"	<u>00° 00' 00.00"-</u>
HP ^c 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=		01° 01' 21.00"

Hasil interpolasi dari data matahari dan bulan tersebut akan dipergunakan untuk perhitungan langkah-langkah :

6). Arah Matahari Terbenam (Ar_o)

Data Perhitungan Arah Matahari Terbenam (dari titik barat):

P (Lintang Lhoknga, LU)	=	05° 27' 59.00"
t_o (Sudut waktu matahari)	=	93° 06' 08.31"
d_o jam 11 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	21° 12' 14.03"

Rumus Perhitungan Arah Matahari Terbenam

$\tan Ar_o = - \sin P : \tan t_o + \cos P \tan d_o : \sin t_o$
atau :
$\cotan Ar_o = - \sin P \cotan t_o + \frac{\cos P \tan d_o}{\sin t_o}$
atau juga :
$\cotan Ar_o = - \sin P \tan t_o + \cos P \tan d_o : \sin t_o$

Catatan: di sini dipakai rumus yang pertama saja. Sementara rumus yang dua lagi perlu juga dicoba, apakah hasilnya sama atau tidak.

Proses Perhitungan Arah Matahari Terbenam

$\tan Ar_0 = - \sin P : \tan t_0 + \cos P \tan d_0 : \sin t_0$		
$\tan Ar_0$	=	$- \sin P : \tan t_0 + \cos P \tan d_0 : \sin t_0$

	=	$-\sin 05^{\circ} 27' 59.00'' : \tan 93^{\circ} 06' 08.31'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \tan 21^{\circ} 12' 14.03'' : \sin 93^{\circ} 06' 08.31''$
	=	0.391918219
Ar _o	=	21 ⁰ 24' 04.02'' (sebelah utara titik barat)
Jadi arah matahari terbenam (Ar _o) pada 18 ^j 48 ^m 32.21 ^d (jam 18 : 48 : 32.21) di Lhoknga pada hari Jum'at tgl. 26 Mei 2017 M/ 29 Syakban 1438 H = 21 ⁰ 24' 04.02'' (sebelah utara dari titik barat)		
Azimut Matahari (Az _o) = 270 ⁰ + 21 ⁰ 24' 04.02'' = 291 ⁰ 24' 04.02''		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka matahari di utara titik barat.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka matahari di selatan titik barat.	

7). Arah Hilal (Ar^c)

Data Perhitungan Arah Hilal (dari titik barat) :

P (Lintang Lhoknga, LU)	=	05 ⁰ 27' 59.00''
t ^c (Sudut waktu bulan)	=	82 ⁰ 18' 30.17''
d ^c jam 18 ^j 48 ^m 32.21 ^d	=	17 ⁰ 49' 49.16''

Rumus Perhitungan Arah Hilal

$\tan Ar^c = -\sin P : \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$
atau :
$\cotan Ar^c = -\sin P \cotan t^c + \frac{\cos P \tan d^c}{\sin t^c}$
atau juga :
$\cotan Ar^c = -\sin P \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$

Catatan: Sebagaimana pada perhitungan arah terbenam matahari, demikian juga pada perhitungan arah hilal lebih dari satu rumus. Tetapi di sini dipakai rumus yang pertama saja, sementara rumus yang lain perlu juga dicoba sendiri.

Proses Perhitungan Arah Hilal

$\tan Ar^c = -\sin P : \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$		
Ar^c	$\tan$	$= -\sin P : \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$
	$=$	$- \sin 05^0 27' 59.00'' : \tan 82^0 18' 30.17'' + \cos 05^0 27' 59.00'' \times \tan 17^0 49' 49.16'' : \sin 82^0 18' 30.17''$
	$=$	0.310227195
Ar^c	$=$	$17^0 14' 07.12''$ (sebelah utara titik barat)
Jadi arah hilal (Ar^c) pada $18^j 48^m 32.21^d$ di Lhoknga pada hari Jum'at tgl. 26 Mei 2017 M/ 29 Syakban 1438 H = $17^0 14' 07.12''$ (sebelah utara dari titik barat)		
Azimut Hilal (Az^c) = $270^0 + 17^0 14' 07.12'' = 287^0 14' 07.12''$		
Catatan		Jika hasilnya positif (+), maka hilal di utara titik barat.
		Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di selatan titik barat.

8). Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy (h^c)

Rumus Perhitungan Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy

$$\begin{aligned}
 h^{c''} &= h^{c'} + \text{Refr} + \text{Dip} \\
 h^{c'} &= h^c - P^c + SD^c \\
 P^c &= \cos h^c \sin P^c \\
 \sin h^c &= \sin P \sin d^c + \cos P \cos d^c \cos t^c \\
 t^c &= AR_o - AR^c + t_o
 \end{aligned}$$

$$t_0 = 93^{\circ} 06' 08.31''$$

Catatan :		
Simbol	=	Maksud
h''		Tinggi hilal dari ufuk mar-iy
h'	=	Tinggi hilal atas ufuk
P^c	=	Parallaks (ikhtilaf al-manzhar). Yaitu beda lihat terhadap suatu benda langit antara titik pusat bumi dengan di permukaannya. Semakin tinggi suatu benda langit dari ufuk, semakin kecil harga parallaksnya. Jika suatu benda langit berada di titik kulminasi, maka nilai parallaksnya 0° . Bedakan parallaks (P) dengan Horizon Parallaks (HP).
h^c	=	Tinggi hilal hakiki

Proses Perhitungan Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy
(dimulai dari rumus terakhir)

$t^c = AR_0 - AR^c + t_0$		
t^c	=	$AR_0 - AR^c + t_0$
	=	$63^{\circ} 30' 36.96'' - 74^{\circ} 18' 15.1'' + 93^{\circ} 06' 08.31''$
	=	$82^{\circ} 18' 30.17''$
$\sin h^c = \sin P \sin d^c + \cos P \cos d^c \cos t^c$		
$\sin h^c$	=	$\sin P \sin d^c + \cos P \cos d^c \cos t^c$
	=	$\sin 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \sin 17^{\circ} 49' 49.16'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \cos 17^{\circ} 49' 49.16'' \times \cos 82^{\circ} 18' 30.17''$
	=	0.156002148
h^c	=	$08^{\circ} 58' 29.72''$
$P^c = \cos h^c HP^c$		

P^c	=	$\cos h^c HP^c$
	=	$\cos 08^0 58' 29.72'' \times 01^0 01' 21.00''$
	=	$01^0 00' 35.93''$
$h^{c'} = h^c - P^c + SD^c$		
$h^{c'}$	=	$h^c - P^c + SD^c$
	=	$08^0 58' 29.72'' - 01^0 00' 35.93'' +$ $00^0 16' 43.05''$
	=	$08^0 14' 36.84''$
Refraksi = $0.01695 : \tan (h^c + 10.3 : (h^c + 5.1255))$		
Refr	=	$0.01695 : \tan (h^c + 10.3 : (h^c + 5.1255))$
	=	$0.01695 : \tan (08^0 58' 29.72'' + 10.3 :$ $(08^0 58' 29.72'' + 5.1255))$
	=	$00^0 05' 56.78''$
$h^{c''} = h^{c'} + \text{Refr} + \text{Dip}$		
$h^{c''}$	=	$h^{c'} + \text{Refr} + \text{Dip}$
	=	$08^0 14' 36.84'' + 00^0 05' 56.78'' +$ $00^0 03' 55.86''$
	=	$08^0 24' 29.48''$
Jadi tinggi hilal dari ufuk mar'iy ($h^{c''}$) ketika matahari terbenam di Lhoknga pada hari Jum'at tanggal 26 Mei 2017 M/ 29 Syakban 1438 H, pada 18 ^j 48 ^m 32.21 ^d (jam 18 : 48 : 32.21) = $08^0 24' 29.48''$		
- - -		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka hilal di atas ufuk mar-iy.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di bawah ufuk mar-iy.	

Berdasarkan tinggi hilal $08^0 24' 29.48''$, sudah dapat dipastikan besok hari Sabtu tanggal 27 Mei 2017 M, jatuh

tanggal 01 Ramadhan 1438 H. Apalagi hasilnya sudah lewat dari kriteria imkan ar-Rukyat 2⁰ atas ufuk mar-iy.

9). *Posisi Hilal (Ps^c)*

Rumus dan Proses Perhitungan Posisi Hilal (dari matahari terbenam)

$Ps^c = Ar^c - Ar_o$		
Ps^c	=	$Ar^c - Ar_o$
	=	$17^{\circ}14' 07.12'' - 21^0 24' 04.02''$
	=	$- 04^{\circ} 09' 56.9''$
Jadi posisi hilal (Ps^c) = $- 04^{\circ} 09' 56.9''$ sebelah selatan dari matahari terbenam.		
- - -		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka hilal di utara matahari.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di selatan matahari.	

10). *Kemiringan Hilal (Km^c)*

Rumus dan Proses Perhitungan Kemiringan Hilal

$\tan Km^c = Ps^c : h^c'' $		
$\tan Km^c$	=	$ Ps^c : h^c'' $
	=	$ - 04^{\circ} 09' 56.9'' : 08^0 24' 29.48'' $
	=	$- 0.495446238$
Km^c	=	$- 26^{\circ} 21' 21.39''$
Kemiringan hilal (Km^c) = $26^{\circ} 21' 21.39''$. Karena lebih dari 15° dan hasil Ps^c negatif, maka hilal miring ke selatan		
-		
Catatan	Jika $Km^c < 15$, maka hilal telentang.	
	Jika $Km^c > 15$ dan Ps^c positif (+), maka hilal miring ke utara.	

	Jika $Km^c > 15$ dan Ps^c negatif (-), maka hilal miring ke selatan.
--	--

11). Lama Hilal (Lm^c)

Rumus Perhitungan Lama Hilal

$Lm^c = (SBS^{c'} - t^c)$		
	$SBS^{c'} = 90^0 + NF^c + PNF^c - (SD^c + 0.575 + Dip)$	
	$SBS^c = 90^0 + NF^c$	
	$\sin NF^c = (\sin P \sin d^c) : (\cos P \cos d^c)$	
	$PNF = \cos NF^c HP$	
Catatan	Jika $SBS^c > 90$, maka rumusnya: $SBS^{c'} = 90^0 + NF^c - PNF + (SD^c + 0.575 + Dip)$.	
	Jika $SBS^c < 90$, maka rumusnya: $SBS^{c'} = 90^0 + NF^c + PNF - (SD^c + 0.575 + Dip)$.	
-		
Simbol		Maksud :
Lm^c	=	Lama hilal
$SBS^{c'}$	=	Setengah Busur Siang hilal
NF^c	=	Nishful Fudhlah bulan
PNF	=	Parallaks Nisful-Fudhlah
SBS^c	=	Setengah Busur Siang bulan hakiki

Proses Perhitungan Lama Hilal

$\sin NF = (\sin P \sin d^c) : (\cos P \cos d^c)$		
$\sin NF$	=	$(\sin P \sin d^c) : (\cos P \cos d^c)$
	=	$(\sin 05^0 27' 59.00'' \sin 17^0 49' 49.16'') : (\cos 05^0 27' 59.00'' \cos 17^0 49' 49.16'')$
	=	0.029169085 : 0.94763817
		0.030780825
NF^c	=	$01^{\circ} 45' 50.00''$
-		

PNF = $\cos NF \times HP$		
PNF	=	$\cos NF^c \times HP$
	=	$\cos 01^\circ 45' 50.00'' \times 01^0 01' 21.00''$
	=	$01^\circ 01' 19.26''$
-		
$SBS^c = 90^0 + NF^c$		
SBS^c	=	$90^0 + NF^c$
	=	$90^0 + 01^\circ 45' 50.00''$
	=	$91^\circ 45' 50.00''$ ($SBS^c > 90$)
-		
$SBS^{c'} = 90^0 + NF^c - PNF + (SD^c + 0.575 + Dip)$		
$SBS^{c'}$	=	$90^0 + NF^c - PNF + (SD^c + 0.575 + Dip)$
	=	$90^0 + 01^\circ 45' 50.00'' - 01^\circ 01' 19.26'' + (00^0 16' 43.05'' + 0.575 + 00^0 03' 55.86'')$
	=	91.66101389
	=	$91^\circ 39' 39.65''$
-		
$Lm^c = SBS^{c'} - t^c$		
Lm^c	=	$SBS^{c'} - t^c$
	=	$91^\circ 39' 39.65'' - 82^0 18' 30.17''$
	=	9.352633333
	=	$09^\circ 21' 09.48''$
		Dialihkan kepada waktu $09^\circ 21' 09.48'' : 15 = 00^j 37^m 24.63^d$
Lama hilal (Lm^c) = $00 : 37 : 24.63$ (37 menit 24.63 detik)		

12). Waktu Hilal Terbenam (W^{nc})

Rumus dan Proses Perhitungan Waktu Terbenam Hilal

$W^{nc} = W^{tn'} + Lm^c$		
W^{nc}	=	$W^{tn'} + Lm^c$
	=	$18^j 48^m 32.21^d + 00^j 37^m 24.63^d$

	=	19 ^j 25 ^m 56.84 ^d
Waktu terbenam hilal (W^{tnc}) pada = 19 ^j 25 ^m 56.84 ^d		

13). Arah Hilal Terbenam (Ar^{mc})

Rumus dan Proses Perhitungan Arah Terbenam Hilal

$\tan Ar^{tnc} = - \sin P : \tan SBS^{c'} + \cos P \tan d^c : \sin SBS^{c'}$		
$\tan Ar^{tnc}$	=	$- \sin P : \tan SBS^{c'} + \cos P \tan d^c : \sin SBS^{c'}$
	=	$- \sin 05^{\circ} 27' 59.00'' : \tan 91^{\circ} 39' 39.65'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \tan 17^{\circ} 49' 49.16'' : \sin 91^{\circ} 39' 39.65''$
	=	0.323082997
Ar^{tnc}	=	$17^{\circ} 54' 17.15''$
Arah terbenam hilal (Ar^{tnc}) = $17^{\circ} 54' 17.15''$ sebelah utara dari titik barat		

14). Nurul- Hilal (Nr^c)

Rumus dan Proses Perhitungan Nurul-Hilal

$Nr^c = (\sqrt{ Ps^{c2} + h^{c''2} }) : 15$		
Nr^c	=	$(\sqrt{ Ps^{c2} + h^{c''2} }) : 15$
	=	$(\sqrt{ 04^{\circ} 09' 56.9''^2 + 08^{\circ} 24' 29.48''^2 }) : 15$
	=	$(\sqrt{ 17^{\circ} 21' 14.17'' + 70^{\circ} 41' 51.51'' }) : 15$
	=	$(\sqrt{88^{\circ} 03' 05.68''}) : 15$
	=	$09^{\circ} 23' 00.89'' : 15$
	=	0.62557201(jari tangan)
Jadi lebar cahaya yang dipantulkan hilal sebesar 0.62 (jari tangan)		
Catatan :		
Nurul-hilal	Yaitu lebar cahaya yang dipantulkan oleh hilal. Sementara illuminasi bulan adalah luas bahagian piringan bulan yang bercahaya.	
اصبع	Alif (1) + shad (90) + ba (2) + ‘ayn (70) = 163 maksudnya $0^{\circ} 0' 163'' = 00^{\circ} 02' 43''$.	

(ushbu' jari)	=	Nurul-hilal ketika phase purnama sebesar 12 ushbu' (jari) = $12 \times 00^0 02' 43'' = 00^0 32' 36''$ (sesuai dengan harga rata-rata diameter bulan).
---------------	---	---

15). *Fraction Illumination Bulan (FIB)*

Data FIB tgl. 26 Mei 2017 antara Jam 11 dan 12				
Simbol	Kepanjangan	Jam		Harga
FIB	Fraction Illumination Bulan	11.00	=	0.008082
FIB	sda	12.00	=	0.008924

Proses Perhitungan dengan Cara Interpolasi :

Data	=	Harga	Harga
FIB jam 11.00	=	0.008082	0.008082
FIB jam 12.00	=	0.008924-	
Selisih satu jam	=	0.000842	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	$00^j 48^m 32.21^d \times$	
FIB $00^j 48^m 32.21^d$	=	0.000681	<u>0.000681</u> +
FIB $11^j 48^m 32.21^d$	=		0.008763

Catatan :

Illuminasi hilal adalah luas bahagian piringan bulan yang bercahaya. Harga illuminasi bulan ketika purnama adalah 1 (satu).

16). *Kesimpulan*

Jum'at 29 Syakban 1438 H/ 26 Mei 2017 M

No	Keadaan Matahari/Hilal	Hasil Perhitungan	Keterangan
01	02	03	04

1	Ijtimak	03 ^j 13 ^m 48.97 ^d	Jum'at, 29 Syakban 1438 H / 26 Mei 2017 M
2	Waktu matahari terbenam	18 ^j 48 ^m 32.21 ^d	WIB
3	Arah matahari terbenam	21° 24' 04.02"	Ke utara dari titik barat
4	Tinggi hilal atas ufuk mar-iy	08° 24' 29.48"	Lebih dari imkan al-ru'yah
5	Arah hilal	17° 14' 07.12"	Ke utara dari titik barat
6	Posisi hilal	- 04° 09' 56.9"	Ke selatan dari matahari terbenam
7	Kemiringan hilal	26° 21' 21.39"	Miring ke selatan
8	Lama hilal	00 ^j 37 ^m 24.63 ^d	
9	Waktu hilal terbenam	19 ^j 25 ^m 56.84 ^d	WIB
10	Arah hilal terbenam	17° 54' 17.15 ^d	Ke utara dari titik barat
11	Illuminasi hilal	0.008763	(0.88%)
12	Nurul-hilal	0.62	Jari tangan
13	01 Ramadhan 1438 H	-	Sabtu 27 Mei 2017 M

Tanggal 29 Syakban 1438 H terbukti jatuh pada hari Jum'at bertepatan dengan tanggal 26 Mei 2017 M, karena ketika matahari terbenam pada hari tersebut jam 18: 48: 32.21 WIB, tinggi hilal atas ufuk mar-iy sudah mencapai 08° 24' 29.48". Dari itu, besok hari Sabtu tanggal 27 Mei 2017 M, jatuh tanggal 01 Ramadhan 1438 H. Karena tinggi hilal sudah lebih dari kriteria imkan al-ru'yah, maka semua ummat Islam diharapkan dapat berpuasa pada hari Sabtu tersebut. Kecuali

bagi penganut Rukyat, jika mendung akan mengistimikan bulan Sya'ban, maka mereka akan berpuasa pada hari Minggu tanggal 28 Mei 2017 M.

b. Hisab Hakiki Awal Bulan yang Disederhanakan (Interpolasi Data Pakai Rumus Interval)

Contoh Penentuan awal Ramadhan tahun 1441 H/ 2020 M

1). Penentuan Lokasi dan Tanggal

Markaz/ lokasi	Observatorium Hilal Tgk. Chik Kuta Karang Pantai Loknga Aceh Besar
Letak geografis	LU (P) = $05^{\circ} 27' 59.00''$
	BT (L) = $95^{\circ} 14' 32.20''$
Tinggi dari permukaan laut (dpl)	5 m (lima meter)
Tanggal dalam tahun Hijriyah	29 Syakban 1441 H
Sumber data	GPS dan Ephemeris Hisab Falakiyah Kementerian Agama RI Jakarta

2). Pelacakan Data Hisab Hakiki

Penentuan Hari Tgl. 29 Syakban 1441 H			
29 Syakban 1441 = 1440 tahun + 7 bulan + 29 hari			
1440 tahun = 1440: 30 x 1 daur = 48 daur (tidak bersisa). Maka tgl. 29 Syakban 1441 H = 48 daur + 7 bulan + 29 hari.			
48 daur = 48 x 10631 x 1 hari	=	510288	hari
7 bulan = (4 x 30) + (3 x 29) x 1hari	=	207	hari
29 hari	=	29	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d	=	510524	hari

29-8-1441 H			
Total hari tahun Hijriyah $510524 : 7 \times 1 \text{ minggu} = 72932$ (tidak bersisa = 0). Sisa 0 diundurkan satu hari dari hari Jum'at, berarti tgl. 29 Syakban 1441 H jatuh pada hari “Kamis”			
Konversi Tanggal 29 Syakban 1441 H ke Masehi			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29-8-1441 H	=	510524	hari
Selisih star Masehi – Hijriah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari +
Total hari tahun Masehi	=	737553	hari
Total hari tahun Masehi $737553 : 1461 \times 1 \text{ daur} = 504.8275154$ siklus. Angka bulat = 54 siklus. Sisanya angka pecahan $0.8275154 \times 1461 \times 1 \text{ hari} = 1208.999999$ hari. Dibulatkan menjadi 1209 hari			
504 siklus = $504 \times 4 \times 1 \text{ tahun}$	=	2016	Tahun
1209 hari = $1209 : 365 \times 1 \text{ tahun}$	=	3	Tahun
Sisanya $0.312328767 \times 365 = 114$ hari. $114 \text{ hari} = 114 : 30 \times 1 \text{ bulan}$	=	3	Bulan
$114 - 3 \text{ bulan} = 114 - (31 + 29 + 31) \times 1 \text{ hari}$	=	23	hari
2016 tahun + 3 tahun = 2019 tahun. 2019 tahun + 3 bulan + 23 hari = 23 April 2020 M. Jadi tgl. 29 Syakban 1441 H bertepatan dengan tgl.23 April 2020 M.			
Pembuktian tgl 24 April 2020 M jatuh pada hari Kamis			
Total hari tahun Miladiah	=	737553	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 24-04-2020 M	=	737540	hari

Total hari tahun Masehi 737540 : 7 x 1 minggu = 105362.8571 minggu. Sisanya $0.8571 \times 7 = 5.9997$ hari. Dibulatkan menjadi 6 hari. Jadi tanggal 23 April 2020 M dihitung 6 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu sendiri, jatuh pada hari “Kamis”.

3). Waktu Ijtimak

Setelah diteliti dalam daftar Ephemeris Hisab Falakiyah, tgl. 23 April 2020 M (29 Syakban 1441 H), dan Fraction Illumination (FI) terkecil ternyata sejalan dengan hisab urfi, tepat jatuh pada tanggal tersebut. Maka data untuk perhitungan Ijtimak dikutip dari daftar Ephemeris pada tanggal 23 April 2020 M :

No	Data Matahari / Bulan	Simbol	GMT		Harga
01	02	03	04	05	06
1	Fraction Illumination Bulan	FIB	02.00	=	0.001402
	FIB terkecil	Sda	03.00	=	0.001387
	FIB	Sda	04.00	=	0.001405
2	Waktu FIB terkecil	-	-	=	03.00 GMT
3	Ecliptic Longitude Matahari	ELM ₁	03.00	=	33°26' 07"
4	sda	ELM ₂	04.00	=	33°28' 33"
5	Apparent Longitude Bulan	ALB ₁	03.00	=	33°40' 53"
6	sda	ALB ₂	04.00	=	34°10' 49"
7	Koreksi	-	-	=	07.00 jam

	GMT – WIB				
8	Konversi dari satuan ukur busur ke waktu	-	-	=	$15^0 = 1^j /$ $15' = 1^m /$ $15'' = 1^d$

Rumus Perhitungan Waktu Ijtimak

Waktu Ijtimak WIB	=	Waktu Ijtimak GMT + Koreksi WIB
Waktu Ijtimak GMT	=	Waktu FIB terkecil + Waktu Titik Ijtimak
Titik Ijtimak	=	$(MB : SB) : 15$
MB	=	$ELM_1 - ALB_1$
SB	=	$B_2 - B_1$
B_2	=	$ALB_1 - ALB_2$
B_1	=	$ELM_1 - ELM_2$

Proses Perhitungan Waktu Ijtimak

$B_1 = ELM_1 - ELM_2$			
ELM_1 (Ecliptic Longitude Matahari)	jam 03.00	=	$33^0 26' 07''$
ELM_2	jam 04.00	=	$33^0 28' 33'' -$
B_1 (selisih dalam satu jam)		=	$00^0 02' 26''$
-			
$B_2 = ALB_1 - ALB_2$			
ALB_1 (Apparent Longitude Bulan)	jam 03.00	=	$33^0 40' 53''$
ALB_2	jam 04.00	=	$34^0 10' 49'' -$
B_2 (selisih dalam satu jam)		=	$00^0 29' 56''$
-			

MB = ELM ₁ - ALB ₁			
ELM ₁		jam 3	= 33° 26' 07"
ALB ₁		Jam 3	= 33° 40' 53"-
MB (selisih ELM ₁ - ALB ₁ dalam jam yang sama)			= 00° 14' 46"
-			
SB = B ₂ - B ₁			
B ₂	=	00° 29' 56"	
B ₁	=	00° 02' 26" -	
SB	=	00° 27' 30"	
-			
Titik Ijtimak = MB : SB			
Titik Ijtimak	=	00°14' 46" : 00° 27' 30"	
	=	00° 32' 13.09"	
Waktu Ijtimak GMT = Waktu FIB terkecil + Titik Ijtimak			
Waktu Ijtimak GMT	=	03 ^j 00 ^m 00.00 ^d + 00° 32' 13.09"	
	=	03 ^j 32 ^m 13.09 ^d	
-			
Waktu Ijtimak WIB = waktu Ijtimak GMT + Koreksi WIB			
Waktu Ijtimak WIB	=	03 ^j 32 ^m 13.09 ^d + 07 ^j 00 ^m 00.00 ^d	
	=	10 ^j 32 ^m 13.09 ^d	
Jadi waktu Ijtimak di WIB tanggal 29 Syakban 1441 H bertepatan dengan tanggal 23 April 2020 M terjadi pada hari Kamis, 10 ^j 32 ^m 13.09 ^d (jam 10: 32: 13.09) WIB.			

4). Waktu Matahari Terbenam (Ghurub)

(1). Perhitungan Waktu Matahari Terbenam Sebelum Interpolasi Data (W^{tn})

Data dari Ephemeris Hisab Falakiyah Tgl. 23 April 2020 M, Jam 11 : 00				
No	Simbol	Kepanjangan		Nilai
1	2	3	4	5
1	d _o	Deklinasi matahari	=	12 ⁰ 46'10.00"
2	e	Equation of Time	=	00 ⁱ 01 ^m 44.00 ^d
3	SD _o	Semi Diameter matahari	=	00 ⁰ 15' 54.24"
Data dari GPS dan lainnya				
No	Simbol	Data	=	Nilai
1	P	Lintang Lhoknga (LU)	=	05 ⁰ 27' 59.00"
2	L	Bujur Lhoknga (BT)	=	95 ⁰ 14' 32.20"
3		Tinggi markaz dari permukaan laut (dpl) di Lhoknga	=	5 m
4	Dip	Kerendahan ufuk= $\sqrt{5\text{m} \times 0.0293}$	=	00 ⁰ 03' 55.86"
5	Refr	Refraksi pada jam matahari terbenam	=	00 ⁰ 34' 30.00"
6	Korwib	Koreksi WIB= (105 ⁰ - 95 ⁰ 14' 32.20"): 15	=	00 ⁱ 39 ^m 01.85 ^d

Rumus dan Proses Perhitungan Waktu Matahari Terbenam

Rumus Perhitungan Waktu Matahari Terbenam		
$W^{\text{tn}} = WK - e + t_o + \text{Korwib}$		
	$\cos t_o = -\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$	
		$h_o = - (SD_o + \text{Refr} + \text{Dip})$
Proses Perhitungan		
h_o	=	$- (SD_o + \text{Refr} + \text{Dip})$

	=	$-(00^0 15' 54.24'' + 00^0 34' 30.00'' + 00^0 03' 55.86'')$
	=	$- 00^0 54' 20.1''$
-		
$\cos t_o$	=	$-\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$
	=	$-\tan 05^0 27' 59.00'' \tan 12^0 46' 10.00'' + \sin -00^0 54' 20.1'' : \cos 05^0 27' 59.00'' : \cos 12^0 46' 10.00''$
	=	$- 0.03796776$
t_o	=	$92^0 10' 33.3''$
Dialihkan ke jam = $92^0 10' 33.3'' : 15 = 06^j 08^m 42.22^d$		
-		
W^{tn}	=	$W_k - e + t_o + \text{Korwib}$
	=	$12^j - 00^j 01^m 44.00^d + 06^j 08^m 42.22^d + 00^j 39^m 01.85^d$
	=	$18^j 46^m 00.07^d$
Jadi matahari terbenam (W^{tn}) di Lhoknga, Kamis 23 April 2020 M/ 29 Syakban 1441 H pada $18^j 46^m 00.07^d$ (jam 18 : 46 : 00.07) WIB. Sementara di GMT= $18^j 46^m 00.07^d - 07^j 00^m 00^d = 11^j 46^m 00.07^d$ (jam 11 : 46 : 00.07)		

Dari perhitungan di atas diperoleh kelebihan menit dan detik dari jam 11 GMT yaitu 46 menit 00.07 detik. Maka untuk perhitungan waktu matahari terbenam yang lebih detail dan akurat, data yang dikutip dari Ephemeris, diinterpolasikan sesuai kelebihan menit dan detik tersebut :

Data d_o jam 11 dan 12 tgl 23 April 2020 M

Data	Jam	=	Harga	Simbol
d_o	jam 11	=	$12^0 46' 10.00''$	(D_1)
d_o	jam 12	=	$12^0 46' 59.00''$	(D_2)

Proses Perhitungan		
$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$		
N	=	$12^0 46' 10.00'' - (((12^0 46' 10.00'' - 12^0 46' 59.00'') : 1) \times 00^j 46^m 00.07^d)$
	=	$12^0 46' 47.57''$
Jadi d_o jam $11^j 46^m 00.07^d = 12^0 46' 47.57''$		

SD_o (Semi Diameter matahari) jam $11^j 46^m 00.07^d$

Data	Jam	=	Harga	Simbol
SD _o	jam 11	=	00 ⁰ 15' 54.24"	(D ₁)
SD _o	jam 12	=	00 ⁰ 15' 54.23"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	00 ⁰ 15' 54.24" - (((00 ⁰ 15' 54.24"- 00 ⁰ 15' 54.23") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.07 ^d)		
	=	00° 15' 54.23"		
Jadi SD _o jam 11 ^j 46 ^m 00.07 ^d = 00° 15' 54.23"				

e (Equation of Time) jam $11^j 46^m 00.07^d$ (Sebenarnya tak perlu diinterpolasi lagi, karena nilai e jam 11 dan 12 sama)

Data	Jam	=	Harga	Simbol
e	jam 11	=	$00^j 01^m 44.00^d$	(D_1)
e	jam 12	=	$00^j 01^m 44.00^d$	(D_2)
Proses Perhitungan				

$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$		
N	=	$00^j 01^m 44.00^d - (((00^j 01^m 44.00^d - 00^j 01^m 44.00^d) : 1) \times 00^j 46^m 00.07^d)$
	=	$00^j 01^m 44.00^d$
Jadi e jam $11^j 46^m 00.07^d = 00^j 01^m 44.00^d$		

(2). Perhitungan Waktu Matahari Terbenam Setelah Interpolasi Data ($W^{tn'}$)

Rumus Perhitungan Waktu Matahari Terbenam		
$W^{tn'} = WK - e + t_o + Korwib$		
		$\cos t_o = -\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$
		$h_o = - (SD_o + Refr + Dip)$
-		
Proses Perhitungan		
h_o	=	$- (SD_o + Refr + Dip)$
	=	$-(00^\circ 15' 54.23'' + 00^\circ 34' 30.00'' + 00^\circ 03' 55.86'')$
	=	$- 00^\circ 54' 20.09''$
-		
$\cos t_o$	=	$-\tan P \tan d_o + \sin h_o : \cos P : \cos d_o$
	=	$-\tan 05^\circ 27' 59.00'' \times \tan 12^\circ 46' 47.57'' + \sin - 00^\circ 54' 20.09'' : \cos 05^\circ 27' 59.00'' : \cos 12^\circ 46' 47.57''$
	=	$- 0.03798671$
t_o	=	$92^\circ 10' 37.21''$
Dialihkan ke jam $= 92^\circ 10' 37.21'' : 15 = 06^j 08^m 42.48^d$		
-		
$W^{tn'}$	=	$Wk - e + t_o + Korwib$
	=	$12^j - 00^j 01^m 44.00^d + 06^j 08^m 42.48^d + 00^j 39^m 01.85^d$
	=	$18^j 46^m 00.33^d \text{ WIB}$

Jadi matahari terbenam ($W^{m'}$) di Lhoknga Aceh Besar, Kamis 23 April 2020 M/ 29 Syakban 1441 H pada $18^j 46^m 00.33^d$ (jam 18 : 46 : 00.33). Sementara di GMT = $18^j 46^m 00.33^d - 07^j 00^m = 11^j 46^m 00.33^d$ (jam 11: 46 : 00.33)

5). Interpolasi Data

Data yang dikutip dari daftar Ephemeris di bawah ini diinterpolasikan lagi sesuai dengan kelebihan menit dan detik dari jam 11 GMT, yaitu 46 menit, 00.33 detik untuk perhitungan hilal selanjutnya :

Data Matahari dan Bulan dari Daftar Ephemeris Hisab Falakiyah, Kamis tgl. 23 April 2020 M				
No	Data	Simbol	Jam 11 GMT	Jam 12 GMT
1	2	3	4	5
1	Asensio Rekta matahari	AR_o	$31^0 31' 14.00''$	$31^0 33' 35.00''$
2	Deklinasi matahari	d_o	$12^0 46' 10.00''$	$12^0 46' 59.00''$
3	Asensio Rekta bulan	AR^c	$36^0 39' 02.00''$	$37^0 07' 20.00''$
4	Deklinasi bulan	d^c	$10^0 14' 11.00''$	$10^0 25' 14.00''$
5	Semi Diameter bulan	SD^c	$00^0 14' 47.45''$	$00^0 14' 47.61''$
6	Horizon Parallaks bulan	HP^c	$00^0 54' 17.00''$	$00^0 54' 17.00''$
7	Fraction Illumination Bulan	FIB	0.002424	0.002698

Proses Interpolasi :

AR_o (Asensio Rekta matahari) jam 11^j 46^m 00.33^d

Data	Jam	=	Harga	Simbol
AR _o	jam 11	=	31 ⁰ 31' 14.00"	(D ₁)
AR _o	jam 12	=	31 ⁰ 33' 35.00"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	31 ⁰ 31' 14.00" - (((31 ⁰ 31' 14.00"- 31 ⁰ 33' 35.00") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	31° 33' 02.11"		
Jadi AR _o jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 31° 33' 02.11"				

d_o (Deklinasi matahari) jam 11^j 46^m 00.33^d

Data	Jam	=	Harga	Simbol
d _o	jam 11	=	12 ⁰ 46' 10.00"	(D ₁)
d _o	jam 12	=	12 ⁰ 46' 59.00"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : \text{itv}) \times \text{MD})$				
N	=	12 ⁰ 46' 10.00" - (((12 ⁰ 46' 10.00" - 12 ⁰ 46' 59.00") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	12° 46' 47.57"		
Jadi d _o jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 12° 46' 47.57"				

AR^c (Asensio Rekta bulan) jam 11^j 46^m 00.33^d

Data	Jam	=	Harga	Simbol
AR ^c	jam 11	=	36 ⁰ 39' 02.00"	(D ₁)
AR ^c	jam 12	=	37 ⁰ 07' 20.00"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	36 ⁰ 39' 02.00" - (((36 ⁰ 39' 02.00"- 37 ⁰ 07' 20.00") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	37° 00' 43.96"		
Jadi AR ^c jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 37° 00' 43.96"				

d^c (Deklinasi bulan) jam 11^j 46^m 00.33^d

Data	Jam	=	Harga	Simbol
d ^c	jam 11	=	10 ⁰ 14' 11.00"	(D ₁)
d ^c	jam 12	=	10 ⁰ 25' 14.00"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	10 ⁰ 14' 11.00"- (((10 ⁰ 14' 11.00"-10 ⁰ 25' 14.00") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	10° 22' 39.36"		
Jadi deklinasi (d ^c) jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 10° 22' 39.36"				

SD^c (Semi Diameter bulan) jam 11^j 46^m 00.33^d

Data	Jam	=	Harga	Simbol
SD ^c	jam 11	=	00°14' 47.45"	(D ₁)

SD ^c	jam 12	=	00 ⁰ 14' 47.61"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	00 ⁰ 14' 47.45"-((((00 ⁰ 14' 47.45"-00 ⁰ 14' 47.61") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	00 ⁰ 14' 47.57"		
Jadi SD ^c jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 00 ⁰ 14' 47.57"				

HP^c (Horizon Parallaks Bulan) jam 11^j 46^m 00.33^d (Sebenarnya HP^c tak perlu diinterpolasi lagi, karena sama nilainya antara jam 11 dan 12)

Data	Jam	=	Harga	Simbol
HP ^c	jam 11	=	00 ⁰ 54' 17.00"	(D ₁)
HP ^c	jam 12	=	00 ⁰ 54' 17.00"	(D ₂)
Proses Perhitungan				
N = D ₁ - (((D ₁ - D ₂) : itv) x MD)				
N	=	00 ⁰ 54' 17.00" - (((00 ⁰ 54' 17.00"- 00 ⁰ 54' 17.00") : 1) x 00 ^j 46 ^m 00.33 ^d)		
	=	00° 54' 17.00"		
Jadi HP ^c jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 00° 54' 17.00"				

Hasil interpolasi dari data matahari dan bulan tersebut di atas akan dipergunakan dalam perhitungan langkah-langkah berikut :

6). Arah Matahari Terbenam (*Ar_o*)

Data Perhitungan Arah Matahari Terbenam		
P (Lintang Lhoknga, LU)	=	05° 27' 59.00"
t _o (Sudut waktu matahari)	=	92° 10' 37.21"
d _o jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d	=	12° 46' 47.57"
Rumus dan Proses Perhitungan		
$\tan Ar_o = -\sin P : \tan t_o + \cos P \tan d_o : \sin t_o$		
$\tan Ar_o$	=	$-\sin P : \tan t_o + \cos P \tan d_o : \sin t_o$
	=	$-\sin 05^{\circ} 27' 59.00'' : \tan 92^{\circ} 10' 37.21'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \tan 12^{\circ} 46' 47.57'' : \sin 92^{\circ} 10' 37.21''$
	=	0.229578019
Ar _o	=	12° 55' 47.28" (sebelah utara titik barat)
Jadi arah matahari terbenam (Ar_o) pada 18^j 46^m 00.33^d di Lhoknga pada hari Kamis tanggal 23 April 2020 M/ 29 Syakban 1441 H = 12° 55' 47.28" (sebelah utara dari titik barat)		
- - -		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka matahari di utara titik barat.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka matahari di selatan titik barat.	

7). Arah Hilal (Ar^c)

Data Perhitungan Arah Hilal		
P (Lintang Lhoknga, LU)	=	05° 27' 59.00"
t ^c (Sudut waktu hilal)	=	86° 42' 55.36"
d ^c jam 18 ^j 46 ^m 00.33 ^d	=	10° 22' 39.36"
Rumus dan Proses Perhitungan		
$\tan Ar^c = -\sin P : \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$		
$\tan Ar^c$	=	$-\sin P : \tan t^c + \cos P \tan d^c : \sin t^c$

	=	$-\sin 05^{\circ} 27' 59.00'' : \tan 86^{\circ} 42' 55.36'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \tan 10^{\circ} 22' 39.36'' : \sin 86^{\circ} 42' 55.36''$
	=	0.177130276
Ar^c	=	$10^{\circ} 02' 40.67''$ (sebelah utara titik barat)
Jadi arah hilal (Ar^c) pada 18 ^j 46 ^m 00.33 ^d di Lhoknga pada hari Kamis tanggal 23 April 2020 / 29 Syakban 1441 H = $10^{\circ} 02' 40.67''$ (sebelah utara dari titik barat)		
-		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka hilal di utara titik barat.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di selatan titik barat.	

8). Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy (h^c)

Rumus Perhitungan Tinggi Hilal dari Ufuk Mar-iy		
h^c	=	$h^c + Refr + Dip$
h^c	=	$h^c - P^c + SD^c$
P^c	=	$\cos h^c HP^c$
$\sin h^c$	=	$\sin P \sin d^c + \cos P \cos d^c \cos t^c$
t^c	=	$AR_o - AR^c + t_o$
t_o	=	$92^{\circ} 10' 37.21''$ (lihat tebenam matahari di atas)
Proses Perhitungan		
t^c	=	$AR_o - AR^c + t_o$
	=	$31^{\circ} 33' 02.11'' - 37^{\circ} 00' 43.96'' + 92^{\circ} 10' 37.21''$
	=	$86^{\circ} 42' 55.36''$
-		
$\sin h^c$	=	$\sin P \sin d^c + \cos P \cos d^c \cos t^c$
	=	$\sin 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \sin 10^{\circ} 22' 39.36'' + \cos 05^{\circ} 27' 59.00'' \times \cos 10^{\circ} 22' 39.36'' \times$

		$\cos 86^{\circ} 42' 55.36''$
	=	0.073262468
h^c	=	$04^{\circ} 12' 05.02''$
-		
P^c	=	$\cos h^c HP^c$
	=	$\cos 04^{\circ} 12' 05.02'' \times 00^{\circ} 54' 17.00''$
	=	$00^{\circ} 54' 08.25''$
-		
$h^{c'}$	=	$h^c - P^c + SD^c$
	=	$04^{\circ} 12' 05.02'' - 00^{\circ} 54' 08.25'' +$ $00^{\circ} 14' 47.57''$
	=	$03^{\circ} 32' 44.34''$
-		
Refr	=	$0.01695 : \tan (h^c + 10.3 : (h^c + 5.1255))$
	=	$0.01695 : \tan (04^{\circ} 12' 05.02'' + 10.3 :$ $(04^{\circ} 12' 05.02'' + 5.1255))$
	=	$0.01695 : \tan 5.305727732$
	=	$0.01695 : 0.092868024$
	=	$00^{\circ} 10' 57.06''$
-		
$h^{c''}$	=	$h^{c'} + \text{Refr} + \text{Dip}$
	=	$03^{\circ} 32' 44.34'' + 00^{\circ} 10' 57.06'' +$ $00^{\circ} 03' 55.86''$
	=	$03^{\circ} 47' 37.26''$
Jadi tinggi hilal ($h^{c''}$) di atas ufuk mar-iy ketika matahari		
terbenam di Lhoknga pada hari Kamis tanggal 23 April 2020		
M/ 29 Syakban 1441 H, pada 18 ^j 46 ^m 00.33 ^d (jam 18 : 46 :		
00.33) WIB = $03^{\circ} 47' 37.26''$		
-		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka hilal di atas ufuk mar-iy.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di bawah ufuk mar-iy.	

9). Perhitungan Posisi Hilal (Ps°)

Rumus dan Proses Perhitungan Posisi Hilal		
Ps°	=	$Ar^\circ - Ar_o$
	=	$10^\circ 02' 40.67'' - 12^\circ 55' 47.28''$
	=	$- 02^\circ 53' 06.61''$
Jadi posisi hilal (Ps°) = $- 02^\circ 53' 06.61''$ sebelah selatan dari matahari terbenam.		
-		
Catatan	Jika hasilnya positif (+), maka hilal di utara matahari.	
	Jika hasilnya negatif (-), maka hilal di selatan matahari.	

10). Perhitungan Kemiringan Hilal (Km°)

Rumus dan Proses Perhitungan Kemiringan Hilal		
$\tan Km^\circ$	=	$ Ps^\circ : h'' $
	=	$ - 02^\circ 53' 06.61'' : 03^\circ 47' 37.26'' $
	=	$- 0.760519313$
Km°	=	$- 37^\circ 15' 13.28''$
Kemiringan hilal (Km°) = $- 37^\circ 15' 13.28''$. Karena lebih dari 15° dan hasil Ps° negatif, maka hilal miring ke selatan.		
-		
Catatan	Jika $Km^\circ < 15$, maka hilal telentang	
	Jika $Km^\circ > 15$ dan Ps positif (+), maka hilal miring ke utara.	
	Jika $Km^\circ > 15$ dan Ps negatif (-), maka hilal miring ke selatan.	

11). Perhitungan Lama Hilal (Lm°)

Rumus Perhitungan Lama Hilal
$Lm^\circ = (SBS^\circ - t^\circ)$

	SBS ^{c'} = 90 ⁰ + NF + PNF – (SD ^c + 0.575 + Dip)	
	SBS ^c = 90 ⁰ + NF	
	sin NF = (sin P sin d ^c) : (cos P cos d ^c)	
	PNF = cos NF HP	
Catatan	Jika SBS ^c > 90 , maka rumusnya: SBS ^{c'} = 90 ⁰ + NF - PNF + (SD ^c + 0.575 + Dip).	
	Jika SBS ^c < 90 , maka rumusnya: SBS ^{c'} = 90 ⁰ + NF + PNF - (SD ^c + 0.575 + Dip).	
Proses Perhitungan		
sin NF	=	(sin P sin d ^c) : (cos P cos d ^c)
	=	(sin 05 ⁰ 27' 59.00" sin 10 ⁰ 22' 39.36") : (cos 05 ⁰ 27' 59.00" cos 10 ⁰ 22' 39.36")
	=	0.017159948 : 0.979168615
	=	0.017525018
NF	=	01° 00' 14.98"
-		
PNF	=	cos NF x HP
	=	cos 01° 00' 14.98" x 00 ⁰ 54' 17.00"
	=	00° 54' 16.5"
-		
SBS ^c	=	90 ⁰ + NF
	=	90 ⁰ + 01° 00' 14.98"
	=	91° 00' 14.98" (SBS ^c > 90)
-		
SBS ^{c'}	=	90 ⁰ + NF - PNF + (SD ^c + 0.575 + Dip)
	=	90° + 01° 00' 14.98" - 00° 54' 16.5" + (00 ⁰ 14' 47.57" + 0.575 + 00 ⁰ 03' 55.86")
	=	90.09957778 + 0.887063888
	=	90.98664167
	=	90° 59' 11.91"
-		

Lmc	=	SBS ^{c'} - t ^c
	=	90° 59' 11.91" - 86° 42' 55.36"
	=	4.271263888
	=	04° 16' 16.55" . Dialihkan kepada satuan waktu 04° 16' 16.55" : 15 = 00 ^j 17 ^m 05.1 ^d
Lama hilal (Lm ^c) = 00 : 17 : 05.1 (17 menit 05.1 detik)		

12). Waktu Terbenam Hilal (W^{tnc})

Rumus dan Proses Perhitungan Waktu Terbenam Hilal		
W ^{tnc}	=	W ^{tn'} + Lm ^c
	=	18 ^j 46 ^m 00.33 ^d + 00 ^j 17 ^m 05.1 ^d
	=	19 ^j 03 ^m 05.43 ^d
Waktu terbenam hilal (W ^{tnc}) pada = 19 ^j 03 ^m 05.43 ^d		

13). Arah Terbenam Hilal (Ar^{tnc})

Rumus dan Proses Perhitungan Arah Terbenam Hilal		
tan Ar ^{tnc} = - sin P : tan SBS ^{c'} + cos P tan d ^c : sin SBS ^{c'}		
tan Ar ^{tnc}	=	- sin P : tan SBS ^{c'} + cos P tan d ^c : sin SBS ^{c'}
	=	- sin 05° 27' 59.00" : tan 90° 59' 11.91" + cos 05° 27' 59.00" x tan 10° 22' 39.36" : sin 90° 59' 11.91"
	=	0.183965036
Ar ^{tnc}	=	10° 25' 25.94"
Arah terbenam hilal (Ar ^{tnc}) = 10° 25' 25.94" sebelah utara dari titik barat.		

14). Nurul-Hilal (Nr^c)

Rumus dan Proses Perhitungan Nurul-Hilal		
Nr ^c = (√ Ps ^{c2} + h ^{c''2}) : 15		
Nr ^c	=	(√ Ps ^{c2} + h ^{c''2}) : 15
	=	(√ 02° 53' 06.61'' ² + 03° 47' 37.26'' ²) : 15
	=	(√ 08° 19' 27.13'' + 14° 23' 31.32'') : 15

	=	$(\sqrt{22^{\circ} 42' 58.45''}) : 15$
	=	$04^{\circ} 45' 58.16'' : 15$
	=	0.317743685 (jari tangan)
Jadi lebar cahaya yang dipantulkan bulan sebesar 0.31 (jari tangan).		

15). Fraction Illumination Bulan (FIB)

FIB Jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d				
Data	Jam	=	Harga	Simbol
FIB	jam 11	=	0.002424	(D ₁)
FIB	jam 12	=	0.002698	(D ₂)
Rumus dan Proses Perhitungan				
$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$				
N	=	$0.002424 - (((0.002424 - 0.002698) : 1) \times 00^j 46^m 00.33^d)$		
	=	0.002634		
Jadi FIB jam 11 ^j 46 ^m 00.33 ^d = 0.002634				

16). Kesimpulan

Kamis 23 April 2020 M/ 29 Syakban 1441 H

No	Kedudukan Matahari/Hilal	Hasil Perhitungan	Keterangan
01	02	03	04
1	Waktu Ijtimak	10 ^j 32 ^m 13.09 ^d	WIB/ Kamis 29 Syakban 1441 H/ 23 April 2020 M
2	Waktu matahari terbenam	18 ^j 46 ^m 00.33 ^d	WIB

3	Arah matahari terbenam	12° 55' 47.28"	Ke utara dari titik barat
4	Tinggi hilal dari ufuk mar-iy	03° 47' 37.26"	Lebih dari Imkan al-Rukyat (02°)
5	Arah hilal	10° 02' 40.67"	Ke utara dari titik barat
6	Posisi hilal	- 02°53' 06.61"	Ke selatan dari matahari terbenam
7	Kemiringan hilal	-37° 15' 13.28"	Miring ke selatan
8	Lama hilal	00 ⁱ 17 ^m 05.1 ^d	
9	Waktu terbenam hilal	19 ^j 03 ^m 05.43 ^d	WIB
10	Arah terbenam hilal	10° 25' 25.94 ^d	Ke utara dari titik barat
11	Illuminasi hilal	0.002634	(0.88%) ?
12	Nurul-hilal	0.31	Jari tangan

Tanggal 29 Syakban 1441 H terbukti jatuh pada hari Jum'at bertepatan dengan tanggal 24 April 2020 M, karena ketika matahari terbenam pada hari tersebut jam 18 : 46 : 00.33 WIB, tinggi hilal atas ufuk mar-iy sudah mencapai 03° 47' 37.26". Jadi, besok hari Sabtu tanggal 25 April 2020 M, jatuh tgl. 01 Ramadhan 1441 H. Tetapi tinggi hilal tersebut berpeluang menimbulkan perbedaan dalam memulai puasa Ramadhan. Pihak yang menganut wujud al-hilal dan imkan al-ru'yah, akan berpuasa pada hari Sabtu tanggal 25 April 2020 M. Sementara pihak yang menganut Rukyat, jika tidak terlihat hilal, mengistimkan bulan Syakban, dan akan berpuasa pada hari Minggu tanggal 26 April 2020 M.

BAB EMPAT

R U K Y A T

A. Pengertian Rukyat

Kata “*Rukyat*” berasal dari bahasa Arab. Dalam bahasa aslinya “*Rukyat*” merupakan tashrif yang ketiga dalam ilmu sharaf, yaitu dari *fi’il madhi*, *fi’il mudhari’* dan *mashdar*: ” رأى - رؤية “، artinya “melihat”. Secara etimologi pengertian “melihat” tentu apa saja yang dapat ditangkap oleh indra mata. Sementara secara terminologi, yang dimaksudkan di sini adalah “mengintip dan mengamati hilal (bulan sabit), terlihat atau tidak di atas ufuk di kaki langit sebelah barat di akhir bulan sebagai pertanda masuk bulan baru dari bulan-bulan kamariah“. Tetapi di sini dikhususkan untuk mengetahui secara pasti awal Ramadhan dan awal Syawal. Sehingga jika dikatakan “*Rukyat*“, hampir-hampir tidak terpikir lain, selain melihat dengan mata telanjang dan selain dari melihat hilal pada awal Ramadhan dan awal Syawal. Di zaman sebelum peralatan canggih bisa diciptakan, melihat itu, tidak lain kecuali dengan mata telanjang. Jika dipergunakan kata melihat bukan dengan mata, itu berarti kata pinjaman (isti’arah). Tetapi zaman terus bergulir, sehingga ketika kaca mata ditemukan untuk memperjelas yang kabur, maka melihat bukan hanya dengan mata telanjang, tetapi juga dengan memakai kaca mata. Sehingga yang kabur pun menjadi jelas. Berkembang lagi dari itu, ketika orang ingin melihat sesuatu yang sangat kecil dan yang sangat jauh, maka ditemukanlah alat-alat canggih untuk melihat kuman, dan untuk meneropong bintang di luar angkasa. Di zaman sekarang, melihat bukan hanya dengan mata telanjang, tetapi juga dengan peralatan bahkan tidak kalah pentingnya melihat dengan ilmu pengetahuan, seperti dengan ilmu pasti alam dan lain-lainnya. Tak dapat dikatakan lagi bahwa melihat seperti itu merupakan kata pinjaman. Maka seiring dengan itu, tak dapat dielak bahwa

melihat pun semakin luas maknanya karena kebutuhan perkembangan zaman.

B. Berhujjah dengan Rukyat

a. Dalam Al-Quran

Banyak kata “ رأى ” dengan tashrif-tashrifnya dalam Al-Quran. Artinya pun bervariasi, atl. :

No	Lafadh	Maksud	Sumber
1	2	3	4
1	ألم ترى إلى الملائكة بنبي إسرائيل	Melihat dalam sejarah (melihat dengan mukjizat/ ilmu)	Al-Qur`an, Al-Baqarah: 246
2	فترى الذين في قلوبهم	Melihat tingkah-laku jiwa (melihat dengan mukjizat/ ilmu)	Al-Qur`an, Al-Maidah : 52
3	فلما جن عليه الليل رأى كوكبا ...	Melihat benda jauh di langit dengan mata telanjang	Al-Qur`an, Al-An`am : 76/77/78
4	إني رأيت أحد عشر كوكبا	Melihat (dalam mimpi) sebelas bintang di langit	Al-Qur`an, Yusuf : 4
5	فلما رأى قمصه قد من دبر	Melihat dengan mata telanjang (jarak dekat)	Al-Qur`an, Yusuf : 28
6	وترى الشمس إذا طلعت	Melihat dengan mata telanjang matahari ketika terbit	Al-Qur`an, Kahfi : 17

7	يا بني إني أرى في المنام... فانظر ما ترى	Melihat dalam tidur (mimpi nabi)	Al-Qur`an, Ash-Shaffat : 102
8	الم ترى كيف فعل ربك بعاد	Melihat jejak/ situs sejarah (melihat dengan mukjizat/ ilmu)	Al-Qur`an, Al-Fajr : 6

Jadi menurut Al-Quran, secara tafsir maudhu'iy (tematik) “ru'yah (melihat)” itu bisa langsung, bisa tidak langsung. Melihat langsung seperti Ibrahim melihat bulan terbit, dan suami Zulaikha melihat baju Yusuf koyak di belakang. Sementara melihat tidak langsung seperti Nabi Ibrahim melihat dalam mimpi, Nabi Muhammad melihat orang yang ada penyakit dalam hatinya, melihat jejak ‘Ad di zaman lampau, melihat pemuda Bani Israil dari sepeninggal Musa sampai kepada masa beliau. Melihat tidak langsung, jika Nabi butuh kepada mukjizat, jika bukan nabi butuh kepada ilmu pengetahuan. Jika tidak, tidak bisa diketahui apa yang terjadi jauh di masa silam atau apa yang akan terjadi. Dari itu, apa pun tafsirnya, makna “Rukyat “ tidak dapat dipersempit. Rukyat mempunyai makna dari objek yang konkrit sampai kepada yang abstrak.

b. Dalam Hadits

Sebagaimana dalam Al-Quran, demikian juga dalam hadits-hadits Nabi saw, juga banyak kata “ رأى “ dengan tashrif-tashrifnya dalam berbagai makna, tetapi di sini dikutip saja yang dialamatkan untuk melihat hilal, atl:

1). Hadits dari Ibnu Umar r.a.:

لاتصوموا حتى تروا الهلال ولا تفطروا حتى تروا الهلال فإن غم عليكم فاقدروا له (رواه البخاري ومسلم عن ابن عمر)

Artinya: *Janganlah kamu berpuasa sehingga kamu melihat hilal (Ramadhan) dan janganlah kamu berbuka sehingga kamu melihat hilal (Syawal). Jika hilal tertutup oleh awan atas kalian maka takdirkanlah.* (H.R. Bukhary dan Muslim dari Ibnu Umar)

2). Hadits dari Abu Hurairah r.a.:

صوموا لرؤيته و أفطروا لرؤيته فإن غبي عليكم فأكملوا عدة شعبان ثلاثين (رواه البخاري ومسلم عن أبي هريرة)

Artinya: *Berpuasalah kalian semua karena melihat hilal (Ramadhan) dan berbukalah kalian semua karena melihat hilal (Syawal). Jika hilal tertutup oleh awan atasmu, maka sempurnakanlah bilangan bulan Sya'ban tiga puluh (hari).* (H. R. Bukhary dan Muslim dari Abu Hurairah)

3). Hadits dari Huzaifah r.a.:

لا تقدموا الشهر حتى تروا الهلال قبله أو تكمّلوا العدة ثم صوموا حتى تروا الهلال أو تكمّلوا العدة قبله (رواه ابن ماجه عن حذيفة بن اليمان)

Artinya: *Janganlah kalian mendahului puasa Ramadhan hingga kalian melihat hilal sebelumnya atau menyempurnakan bilangan (Sya'ban), kemudian berpuasalah kalian sesudah melihat hilal atau menyempurnakan bilangan bulan sebelumnya.* (H. R. Ibnu Majah dari Huzaifah bin al-Yaman)

4). Hadits dari 'Aisyah r.a.:

كان رسول الله صلى الله عليه وسلم يتحفظ من شعبان ما لا يتحفظ من غيره ثم يصوم لرؤية رمضان فإن غم عليه عد ثلاثين يوما ثم صام (رواه ابن ماجه عن عائشة)

Artinya: *Rasulullah Saw sangat berhati-hati tentang bulan Sya'ban tidak seperti bulan-bulan lainnya. Kemudian*

beliau berpuasa karena terlihatnya hilal. Apabila terhalang hilal atas beliau, maka beliau menghitung (Syab) 30 hari, lalu beliau berpuasa. (H. R. Ibnu Majah dari ‘Aisyah)

Makna Rukyat dalam hadits-hadits tersebut adalah sesuai dengan masa Nabi dan para sahabatnya, sehingga para ulama ijmak, bahwa Rukyat tak dapat dipahami lain selain dari melihat dengan mata telanjang. Tetapi menurut hadits-hadits itu juga, Rukyat bukan satu-satunya cara untuk mengawali kewajiban puasa Ramadhan, karena masih ada cara lain, yaitu meng-istimkan bulan Syab. Meng-istimkan bulan Syab ini pun berbeda-beda ungkapannya:

Tafsir Maudhu’iy antar Hadits		
No	Hadits riwayat	Lafadh dari hadits
1	Imam Bukhary dan Muslim dari Ibnu Umar	فاقدروا له
2	Imam Bukhary dan Muslim dari Abu Hurairah	فاكملوا عدة شعبان ثلاثين
3	Ibnu Majah dari Huzaifah	تكمّلوا العدة قبله
4	Ibnu Majah dari ‘Aisyah	عد ثلاثين يوما

Dalam menanggapi hadits-hadits tersebut para ulama berbeda-beda pendapat, karena memahami kemujmalan hadits marfu’ riwayat Bukhary dan Muslim dari Ibnu Umar “ فان غم عليكم فاقدروا له “. Menurut jumhur, kemujmalan dalam hadits dari Ibnu Umar tersebut dapat ditafshilkan dengan hadits dari Abu Hurairah, Huzaifah dan Aisyah. Sementara sebahagian ulama lagi ada yang berpendapat bahwa makna “ فاقدروا له “ adalah “ عدّه بالحساب “ (memperhitungkan dengan Ilmu Hisab (Ilmu Pasti).

c. Pendapat Para Ulama Tentang Rukyat

Menurut Wahbah al-Zuhaily dalam karya tulisnya Al-Fiqh al-Islamy wa Adillatuhu, setelah mendalami nash, baik menurut

Al-Quran maupun hadits-hadits Nabi Saw termasuk komentar para ulama, ia memperjelas:

ويجب صوم رمضان إما برؤية هلاله إذا كانت السماء صحواً، أو بإكمال شعبان ثلاثين يوماً إذا وجد غيم أو غبار ونحوها

Artinya: *Wajib berpuasa Ramadhan, adakala dengan sebab terlihat hilal karena langit cerah dan adakala dengan menyempurnakan bilangan bulan Sya'ban 30 hari jika langit berawan, berdebu dan lainnya.*

Dalam sumber lain, Sa'duddin Mas'ad Hilaly dalam karya tulisnya *Ahkam al-'Ibadat Dirasah Fiqhiyyah Muqaranah* (Sa'duddin: 243-244) mengomentarkan:

طلب رؤية الهلال فرض كفائي في الأمة حيث رتب الشارع بعض أهم الأحكام العبادية عليه . من ذلك صيام شهر رمضان , والفطر آخره , وتعيين يوم عرفة الذي يقع يوم التاسع من ذي الحجة

Artinya: *Tuntutan melihat hilal merupakan fardhu kifayah bagi ummat (Islam), karena Allah mengatur sebahagian hukum-hukum penting dalam ibadah berdasarkan tuntutan tersebut. Antara lain Puasa Ramadhan, berbuka di akhir Ramadhan dan penentuan hari 'Arafah yang jatuh pada hari kesembilan bulan Zulhijjah.*

Para ulama berbeda-beda pendapat tentang Rukyat, terutama berkisar seputar: 1). Melihat dengan mata kepala dan kesaksian (al-Ru'yah al-Bashariyyah wa al-Syhadah); 2). Menghitung bilangan (al-Hisab al-'Adady), dan 3). Menghitung secara Ilmu Falak (al-Hisab al-Falaky). Di sini diringkaskan saja pendapat nomor satu dan dua yang berkaitan dengan Rukyat sebagaimana ditabulasikan dalam tabel berikut:

Perbedaan Pendapat Mazhab Empat Tentang Rukyat		
No		Mazhab

	Rukyat	Hanafy	Maliky	Syafi'iy	Hanbaly
1	2	3	4	5	6
1	Umur bulan Kamari -yah menurut adat	Bulan ganjil 30 hari, bulan genap 29 hari	Bulan ganjil 30 hari, bulan genap 29 hari	Bulan ganjil 30 hari, bulan genap 29 hari	Bulan ganjil 30 hari, bulan genap 29 hari
2	Umur bulan Kamari -yah menurut Hisab Hakiki	Umur yang sama boleh berurut-turut sampai tiga bulan, tetapi jarang terjadi	Umur yang sama boleh berurut-turut sampai tiga bulan, tetapi jarang terjadi	Umur yang sama boleh berurut-turut sampai tiga bulan, tetapi jarang terjadi	Umur yang sama boleh berurut-turut sampai tiga bulan, tetapi jarang terjadi
3	Melihat hilal dengan mata telanjang	Ijmak	Ijmak	Ijmak	Ijmak
4	Siapa saja melihat hilal awal Ramadhan	Yang bersangkutan wajib berpuasa	Yang bersangkutan wajib berpuasa	Yang bersangkutan wajib berpuasa	Yang bersangkutan wajib berpuasa

5	Orang sendirian melihat hilal di awal Syawal	Tidak boleh berbuka	Tidak boleh berbuka. Jika berbuka wajib qadha dan kafarat	Tidak boleh berbuka	Tidak boleh berbuka
6	Saksi melihat hilal	Jika berawan, cukup seorang saksi, baik awal Ramadhan atau awal Syawal.	Jika berawan, tidak boleh kurang dari dua orang saksi.	Jika awal Ramadhan, cukup seorang saksi. Jika awal Syawal minimal dua orang saksi	-
7	Syarat saksi melihat hilal	Mardeka lagi adil	Mardeka lagi adil	Mardeka lagi adil	-
8	Pada hari 29 Syakban, langit terhalang dirukyah	Istikmal Syakban 30 hari	Istikmal Syakban 30 hari	Istikmal Syakban 30 hari	Jika langit cerah, Istikmal Syakban 30 hari, tak perlu lagi Rukyat
Catatan:					

1. Menurut Atha` bin Abi Ribah (Rabah): Jika seseorang melihat hilal di awal Ramadhan, maka yang bersangkutan tidak wajib berpuasa, kecuali ia melihat bersama-sama orang lain (lihat no. 4 dalam tabel)
2. Menurut mazhab Hanafy: Jika langit cerah, harus disaksikan oleh banyak orang dalam masyarakat luas, tetapi ada juga yang berpendapat cukup disaksikan oleh dua orang saja (lihat no. 6 dalam tabel)
3. Menurut mazhab Hanbaly: Jika langit berawan tetap di-istimalkan juga, namun wajib puasa pada hari 30 Syakban, dengan niat Ramadhan sebagai ihtiyath (lihat no. 8 dalam tabel).

C. **Macam-Macam Rukyat**

a. *Rukyat bil-Fi'li*

“*Rukyat bil-Fi'li*” maksudnya Rukyat dengan perbuatan. Sering juga disebut “*Rukyat bil-'Aini*”, maksudnya rukya dengan indera mata atau mata kepala atau juga mata telanjang. Tegasnya melihat atau mengamati hilal dengan indera mata atau mata kepala atau juga mata telanjang pada sa'at matahari terbenam tanggal 29 bulan Qamariyah. Rukyat bil-Fi'li dapat dibedakan :

1). *Melihat hilal secara bebas tanpa perhitungan.*

Rukyat ini adakala dilakukan oleh seorang adakala lebih, yaitu melihat dengan mata telanjang tanpa perhitungan terlebih dahulu. Mereka pergi ke pesisir pantai menjelang matahari terbenam untuk melihat hilal di akhir bulan Syakban. Sampai di sana mereka melihat ke sana kemari sepanjang ufuk langit sebelah Barat. Apakah hilal akan nampak sebelah utara matahari terbenam, atau di sebelah selatannya. Apakah hilal akan nampak dekat matahari terbenam atau jauh dari padanya. Berapa tinggi

hilal dari kaki langit, berapa lama hilal baru itu bisa nampak. Semua itu tidaklah diketahui secara persis.

2). *Melihat hilal setelah diperhitungkan terlebih dahulu (Hisab untuk Rukyat).*

Mereka ini memperhitungkan terlebih dahulu dengan teliti dan cermat berdasarkan rumus-rumus Ilmu Falak modern. Mereka mengetahui berapa derajat jauhnya ke utara atau ke selatan dari matahari terbenam. Berapa jauhnya dari titik barat dan berapa tingginya dari kaki langit. Berapa derajat kemiringannya dari tempat matahari terbenam dan berapa lamanya nampak hilal. Jam berapa matahari terbenam dan jam berapa hilal terbit. Semuanya sudah diketahuinya berdasarkan perhitungan Ilmu Falak.

Sekarang ini sudah ada berbagai peralatan yang canggih dan sederhana untuk melihat hilal. Peralatan yang canggih seperti teropong dengan aneka macam merknya, dari yang sangat mahal sampai yang agak murah. Peralatan yang sederhana dan murah untuk melihat hilal seperti Gawang Lokasi yang dapat dibuat dan dirakit sendiri, karena dibuat dari balok dan papan. Gawang Lokasi ini, lengkap dengan meter, theodolit/kompas, waterpas jam yang akurat dengan semua hasil perhitungan dibawa ke tempat yang strategi untuk melihat hilal seperti ke tepi pantai sebelah barat. Di sini Gawang Lokasi yang dapat dibongkar pasang atau disetel tersebut dipasang sesuai dengan ukuran dan waktu yang telah diperhitungkan. Para pengamat tidak lagi meraba-raba dan menduga-duga, mereka hanya tinggal menunggu waktu dan melihat melalui lobang pada Gawang Lokasi.

Gawang Lokasi

c. *Imkan ar-Rukyat*

Yaitu memungkinkan hilal untuk dirukyah. Maksudnya ketinggian hilal sedemikian rupa dari kaki langit pada sa'at matahari terbenam sehingga memungkinkan untuk dilihat dengan mata kepala atau mata telanjang oleh pengamat. Terlepas dari penilaian, sebenarnya Imkan ar-Rukyat adalah Rukyat juga dan sebagai jalan keluar dari problema Wujud al-Hilal dengan Rukyat.

Mengenai berapa batas ketinggian hilal dari kaki langit (sebelah barat), sehingga mungkin untuk dirukyah, banyak faktor yang harus diperhatikan. Di antaranya kebersihan (kecerahan) kaki langit dari awan apalagi mendung, jarak antara bulan dan matahari pada sa'at terbenam dan ketajaman mata pengamat dalam melihatnya. Pemerintah dalam hal ini Departemen Agama cenderung menetapkan batas ketinggian hilal untuk dapat dirukyah minimal 2° (dua derajat) di atas ufuk (*Had Imkan al-Ru'yah*) .

BAB LIMA

MATHLA'

A. Pengertian Mathla'

Secara etimologi kata "*mathla'*" berasal dari term Al-Quran (bahasa Arab). Tashrif dari fi'il madhi, sampai ke mashdar (kata dasar) "*thala'a* (طلع) - *yathlu'u* (يطلع) - *thulu'an* (طلوعا)". Artinya antara lain "naik, muncul, keluar, kelihatan, tampak, terbit atau mendaki". Sementara *isim makan* (kata yang menunjukkan tempat) "*mathla'* (مطلع)", bisa berarti "awal, permulaan, pendahuluan, pembukaan atau tempat terbit. Dari tashrif tersebut, yang dimaksudkan di sini adalah "*mathla'* (مطلع)" yang berarti "tempat terbit" sama dengan "*موضع طلوع الشمس*" yang berarti "tempat terbit matahari" (al-'Ashri : 1751-1752). Lebih umum lagi dari ini, seperti "*موضع طلوع الكواكب*" artinya "tempat terbit bintang-bintang" (al-Munjid : 469). Tetapi yang dimaksudkan dalam karya tulis ini, adalah "tempat terbit hilal (bulan sabit) yang menunjukkan awal bulan Kamariah, khususnya tanggal satu bulan Ramadhan". Karena dalam bulan ini umat Islam diperintahkan untuk melaksanakan puasa.

Secara terminologi diberi pengertian "*mathla'*" (dalam bahasa Inggris disebut *Rising Place*) adalah batas daerah berdasarkan jangkauan terlihat hilal atau dengan kata lain batas geografis keberlakuan rukyat (Suksinan Azhari : 139-141).

B. Permasalahan Mathla' dalam Mengawali dan Mengakhiri Puasa Ramadhan

Jika permasalahan Rukyat adalah permasalahan waktu terlihat hilal, khususnya yang menunjukkan awal atau akhir Ramadhan, maka permasalahan *mathla'* adalah permasalahan tempat, di wilayah mana hilal terlihat atau belum terlihat. Apakah warga di wilayah tempat terlihat hilal itu saja yang wajib

memulai atau mengakhiri puasa Ramadhan. Ataupun wilayah lain atau juga seluruh ummat Islam di dunia yang tidak terlihat hilal mempunyai kewajiban yang sama.

Dilihat dari permukaan bumi yang sangat luas, tempat terbit hilal bisa berbeda-beda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Karena tempat terbit hilal tergantung kepada tempuhan dan posisi bulan mengelilingi bumi dan matahari. Terutama karena evek gerak bulan pada Asensio Rekta (busur sepanjang lingkaran equator yang dihitung mulai dari titik Aries ke arah Timur) dan deklinasi bulan (jarak peredaran bulan sepanjang lingkaran equator yang dihitung dari equator ke benda langit tersebut), termasuk letak geografis suatu wilayah, baik lintang maupun bujurnya (Muhyiddin Khazin: 137- 138). Dari itu boleh jadi nampak hilal di bahagian barat bumi, belum tentu nampak di bahagian timurnya. Demikian juga sebaliknya boleh jadi nampak bulan di bahagian utara bumi, belum tentu nampak di bahagian selatannya. Boleh jadi nampak pada wilayah yang lebih luas dan boleh jadi nampak pada wilayah yang terbatas.

Tempat terbit hilal yang berbeda-beda di sini bukan hanya dimaksudkan dalam suatu wilayah hukum. Tetapi juga menurut perbedaan pendapat para ulama sudah semenjak dari awal, apalagi di zaman sekarang, persatuan mathla' dibicarakan untuk kepentingan kesatuan, persatuan, kebersamaan dan keseragaman kaum muslimin sedunia melalui penyatuan Kalender Kamariah. Maksud dalam suatu wilayah hukum adalah dalam suatu negara atau suatu kerajaan yang mempunyai wilayah, kedaulatan dan struktur pemerintahan yang berdiri sendiri (Suksinan Azhari: 141).

Dalam wilayah kesatuan hukum Indonesia yang terhitung luas, bisa terjadi perbedaan mathla', seperti pada awal Ramadhan tahun 1400 H (1982 M) . Di wilayah bagian barat Indonesia hilal sudah wujud di atas ufuk dengan ketinggian maksimal $1\frac{1}{2}^{\circ}$. Sedangkan posisi hilal di Indonesia bahagian timur masih $\frac{1}{2}^{\circ}$ di bawah ufuk. Garis pemisah perbedaan

mathla' tersebut melintasi Maluku bagian timur. (Pedoman Perhitungan Awal Bulan Qamariyah : 42-42)

Berdasarkan contoh tersebut perbedaan mathla' bukan hanya bagi rukyat al-hilal atau imkan al-ru'yah, tetapi juga pada wujud al-hilal. Dari itu, jika berpegang kepada wujud al-hilal, maka Indonesia bagian barat sudah wajib memulai puasa Ramadhan, sementara bagian timur harus menunggu sehari lagi. Jadi dalam suatu wilayah hukum saja bisa berbeda-beda mathla', apalagi seluruh dunia. Antara Indonesia dengan negara-negara sekitar sering terjadi perbedaan mathla' apalagi antara negara-negara yang jauh seperti antara Indonesia dan Mesir, Brunai Darussalam dengan Arab Saudi, Malaysia dengan Maroko dan lain-lain.

C. Hukum Berpuasa Ramadhan karena Berbeda Mathla'

a. Landasan Hukum Mathla'

Permasalahan mathla' bersumber dari hadits (atsar) riwayat Ahmad, Muslim dan al-Turmuzy tetapi di sini dikutip riwayat Muslim dari Kurayb, ia berkata:

[
أن أم الفضل بنت الحارث بعثته إلى معاوية بالشام فقال قدمت الشام
فقضيت حاجتها واستهل على رمضان وأنا بالشام فرأيت الهلال ليلة
الجمعة ثم قدمت المدينة في آخر الشهر فسألني عبد الله بن عباس ثم ذكر
الهلال فقال متى رأيتم الهلال فقلت رأيته ليلة الجمعة فقال أنت رأيته
فقلت نعم وراه الناس وصاموا وصام معاوية قال لكن رأيناه ليلة السبت
فلا نزال نصوم حتى نكمل ثلاثين يوما أو نراه فقلت ألا تكفي برؤية
معاوية فقال لا هكذا أمرنا رسول الله صلى الله عليه وسلم . (رواه مسلم
عن كريب . مسلم ١٠ : ٤٤٠)

Artinya: Bahwa Ummul-Fadhal binti al-Harits mengutusku (Kurayb) menghadap Mu'awiyah di Syam. Kata

Kurayb: “Aku tiba di Syam, maka kuselesaikan urusan Ummul-Fadhal dan terlihat olehku hilal (awal Ramadhan). Aku melihat hilal di Syam itu pada malam Jum’at. Setelah itu aku (pulang) dan baru tiba di Madinah pada akhir bulan Ramadhan. Maka Abdullah bin Abbas memanggilku, ia menyinggung soal hilal. Kemudian ia bertanya: ”Kapan kamu melihat hilal?”. Maka aku menjawab: ”Kulihatnya pada malam Jum’at“. Ibnu Abbas menegaskan (lagi): ”Benar-benar engkau melihatnya?”. Aku jawab: “Ya, benar. Banyak orang melihatnya. Mereka berpuasa, demikian juga Mu’awiyah“. Ibnu Abbas berkata: “Tetapi kami melihatnya pada malam Sabtu. Karena kita senantiasa (mulai) berpuasa sehingga menyempurnakan (bulan Sya’ban) tiga puluh hari, atau kita melihat hilal”. Maka Kurayb bertanya lagi: ”Tidak cukupkah dengan penglihatan Mu’awiyah?”. Ibnu Abbas menjawab: ”Tidak! Demikianlah kita diperintahkan oleh Rasulullah Saw “. (H.R. Muslim, I : 440).

b. Pendapat Para Ulama Tentang Berbeda Mathla’

Abu Abdillah Muhammad bin Abdur-Rahman al-Damsyiqy dalam kitabnya Rahmah al-Ummah fi Ikhtilaf al-A`immah dan Sayyid Sabiq, dalam kitabnya Fiqh al-Sunnah (Al-Sayyid Sabiq : 465), secara garis besar menjelaskan perbedaan pendapat ulama tentang mathla’. Di sini hanya dikutip dari Rahmah al-Ummah:

(فصل) واتفقوا على أنه إذا رُئي الهلال في بلد رؤية فاشية فإنه يجب الصوم على سائر أهل الدنيا إلا أن أصحاب الشافعي صححوا أنه يلزم حكمه أهل البلد القريب دون البعيد والبعيد يعتبر على ماصححه إمام الحرمين والغزالي والرافعي بمسافة القصر وعلى مارجحه النووي باختلاف المطالع كالحجاز والعراق واتفقوا على أنه لا اعتبار بمعرفة

الحساب والمنازل إلا في وجهه عن ابن سريج من عظماء الشافعية بالنسبة إلى العارف بالحساب. (عبد الوهاب الشعراني : ١١٥ - ١١٦)

Artinya: *(Pasal) Para ulama sepakat bahwa apabila hilal (Ramadhan) dapat dirukyah secara luas pada suatu negeri, maka wajib berpuasa atas (ummat Islam) seluruh dunia. Kecuali pengikut-pengikut Syafi'iy, mereka mentashhihkan bahwa hukum Rukyat itu (hanya) bagi warga negeri yang dekat, tidak bagi yang jauh. Jauh yang mereka maksudkan di sini sebagaimana yang ditashhihkan oleh Imam al-Haramayn, Imam Ghazaly dan Imam al-Rafi'iy, yaitu sejauh qashar (shalat). Pendapat ini telah ditarjih oleh Imam Nawawy sesuai menurut perbedaan mathla', seperti antara negeri Hijaz dan Irak. Para ulama sepakat pula bahwa Rukyat tidak dapat dijadikan pegangan berdasarkan pengetahuan hisab dan tempat orbit (benda langit), kecuali suatu pendapat dari Ibnu Surayj salah seorang tokoh Syafi'iyah yang dinisbahkan dengan ahli Hisab. (Abdul Wahab Syar'aniy: 115-116) .*

Dari kutipan ini, dapat dipahami secara umum ada dua perbedaan pendapat para ulama tentang mathla'.

- 1) Pendapat jumhur ulama, mereka ini tidak meng-i'tibar (memperhitung)-kan mathla' dalam mengawali dan mengakhiri puasa Ramadhan. Maksudnya jika hilal dapat dirukyah secara meluas pada suatu negeri, maka seluruh dunia ummat Islam wajib berpuasa. Mereka berhujjah berdasarkan keumuman dalil-dalil yang di-khithab-kan kepada ummat Islam di mana saja mereka berada
- 2) Pendapat ulama Syafi'iyah, sebalik dari jumhur, mereka berpegang kepada mathla', bahwa di mana hilal dapat dirukyah, di situ puasa Ramadhan wajib dilaksanakan. Pendapat ini didasarkan kepada hadits dari Kurayb.

Tetapi kedua golongan ulama ini ittifaq (sepakat), tidak berpegang kepada mathla' menurut ilmu hisab, kecuali yang ditetapkan oleh Ibnu Surayj.

Dari pengecualian ini, dapat dipahami jika mathla' itu ditetapkan oleh ahli Ilmu Hisab (Falak), seperti Ibnu Suraij dapat diterima. Jadi tidak berpegang kepada ilmu hisab, bukan suatu yang mutlak, karena ahli hisab selain dari Ibnu Suraij dipandang ahli nujum. Wajar saja tidak bisa dijadikan pegangan. Jika berdasarkan ahli falak, bukan ahli nujum, berarti bisa dijadikan hujjah.

Jika perbedaan pendapat tersebut diperjelas dan dirincikan, maka sekarang ini sudah lebih dari dua perbedaan pendapat:

1). Mayoritas ulama Hanafiyah, Hanabilah, suatu wajah dari Syafi'iyah, Al-Layts dan Ibnu Hazmin

Para ulama ini mutlak berpegang kepada kesatuan mathla'. Apabila warga suatu negeri melihat hilal, maka warga negeri yang lain juga wajib berpuasa. Mereka berhujjah berdasarkan keumuman dalil-dali baik dari Al-Kitab (Al-Quran), As-Sunnah yang dikhithabkan kepada seluruh ummat Islam di mana saja mereka berada untuk berpuasa Ramadhan. Semua dalil tersebut tidak pernah ditaqyidkan dengan tempat terbit hilal (mathla'), meskipun yang satu wilayah nampak hilal, wilayah yang lain tidak (berbeda mathla'). Menurut mereka ini, meskipun hadits dari Kurayb marfu', namun tidak ada hadits lain yang mendukung bahwa Nabi saw pernah mempraktekkan atau memerintahkan ummatnya untuk melaksanakan puasa Ramadhan menurut tempat sesuai dengan mathla' masing-masing. Tentu menurut mereka, perkataan Abbas "Demikianlah kita diperintahkan oleh Rasulullah saw " tentu bukan inti dan tujuan untuk membedakan mathla'.

Sekarang ini, pendapat tidak meng-i'tibar-kan mathla' dianut oleh komisi Penyatuan Kalender Hijriah Internasional. Mereka tidak membedakan mathla', baik menurut letak

geografis- lintang dan bujur- maupun menurut daerah kekuasaan hukum/ negara. Di Indonesia pendapat ini dianut oleh organisasi Hizbut-Tahrir.

2). *Mayoritas ulama Syafi'iyah*

Para ulama ini berpendapat bahwa mathla' berbeda-beda menurut masing-masing negeri. Dari itu menurut mereka bagi setiap negeri harus melakukan rukyat sendiri-sendiri. Karena hadits Kurayb jelas membedakan mathla' penduduk negeri Syam dari mathla' penduduk negeri Hijaz, sehingga Ibnu Abbas menolak beramal dengan rukyat warga negeri Syam. Ibnu Abbas menisbahkan perbedaan mathla' itu kepada perintah Nabi saw. Kecuali ini, mereka juga menganalogikan mathla' kepada berbeda-beda waktu shalat. Tetapi analogi ini tidak tepat, karena mathla' mutlak berdasarkan peredaran hilal, sementara waktu shalat mutlak berdasarkan peredaran matahari. Peredaran bulan berbeda dan tidak teratur seperti peredaran matahari.

3). *Jumhur ulama, sebahagian ulama Hanafiyah dan Malikiyah.*

Mereka ini membedakan antara negeri jauh dengan negeri yang dekat pada kesatuan mathla'. Menurut Sa'duddin Mas'ad Hilaly, pendapat ini lebih shahih- sebagaimana yang dikatakan oleh an-Nawawi- dari Syafi'iyah. Mereka ini juga berhujjah kepada sunnah, tetapi mereka mengkompromikan antara hadits Kurayb tentang perbedaan mathla', dengan hadits-hadits yang memerintahkan berpuasa di bulan Ramadhan berdasarkan Rukyat. Tegasnya mereka memahami hadits Kurayb untuk negeri yang berjauhan dan memahami hadits-hadits yang memerintahkan untuk berpuasa mutlak dengan rukyat pada negeri yang berdekatan. Negeri yang berjauhan menurut mereka ini, yaitu menurut bujur dan lintang suatu tempat (Sa'duddin Mas'ad Hilaly : 253-257)

Meskipun mereka ini menempuh jalan tengah dan diakui pendapat yang lebih objektif, namun tidak keluar dari

pengakuan kepada perbedaan masing-masing mathlak, hanya saja mereka ini lebih maju dari mayoritas ulama Syafi'iyah, karena mereka mendasarkan kepada kordinat (lintang dan bujur).

Dalam perkembangan selanjutnya, muncul dua mazhab lagi:

1. *Para ulama yang menitik beratkan mathla' pada suatu wilayah hukum/ negara.*

Jika pada suatu tempat dalam suatu wilayah hukum/ negara dapat dirukyah (ru'yah fi wilayah al-hukmi), maka hasil rukyat itu berlaku untuk seluruh tempat dalam wilayah hukum/ negara tersebut yang tidak dapat melihat (merukyat) hilal (Abdur-Rahman al-Jaziry : 501). Pendapat mereka ini dapat didasarkan kepada kaidah ushul:

“حكم القاضي يرفع الخلاف“

Artinya: *Ketetapan hakim /pemerintah dapat menghilangkan khilaf (beda pendapat).*

Di Indonesia pendapat ini dianut oleh organisasi Nahdhatul-Ulama (NU) secara institusi atau struktural (Ahmad Izzuddin : 76-77). Dikatakan dianut secara institusi atau struktural karena di daerah masih ada juga ulama mereka yang menganut mathla' masing-masing.

2. *Para ulama yang menitik beratkan mathla' pada Imkan al-Ru'yah*

Mereka ulama ini berpendapat bahwa rukyat pada suatu tempat bisa berlaku untuk daerah-daerah sekitarnya yang memungkinkan untuk dirukyah (imkan al-ru'yah). Pendapat ini di Indonesia hampir-hampir tidak berkembang. (Ahmad Izzuddin : 76-77).

c. Garis Batas Tanggal Kalender Hijriyah Global

Perbedaan-perbedaan pendapat para ulama tentang rukyat dan mathla' khususnya dalam mengawali dan mengakhiri puasa Ramadhan, sampai saat ini masih sulit dicari titik temu. Jika Rukyat dan mathla' demikian, maka garis batas tanggal kalender Hijriyah Global yang masih dalam wacana pun tidak terlepas dari itu. Maksud garis batas tanggal kalender Hijriyah global, yaitu garis bujur 180 derajat yang membagi bumi dua bahagian yang sama besar timur dan barat berdasarkan kalender Hijriyah global. Dari mana garis bujur 180 derajat dimulai, apakah garis bujur nol derajatnya dimulai dari Ka'bah atau tempat lainnya. Jika garis bujur nol derajat diterima terletak di Ka'bah, maka Garis Batas Tanggal Kalender Hijriyah Global terletak pada garis bujur yang sama jauh menghadap Ka'bah, ke timur atau ke barat. Tetapi bagaimana jika di sini belum terlihat hilal sementara di tempat lainnya sudah terlihat atau sebaliknya. Tetap saja menimbulkan kesulitan, jika berpegang kepada Rukyat dan mathla'. Dalam satu negara saja seperti di negara kita Indonesia meskipun pemerintah lewat sidang itsbat yang beranggotakan perwakilan organisasi agama Islam dan para pakar Ilmu Falak telah menetapkan secara resmi awal/ akhir puasa Ramadhan. Namun masing-masing organisasi keagamaan bahkan ulama bersama pengikutnya di daerah-daerah, bersikukuh mempertahankan pendapat sendiri-sendiri. Demikian juga di tingkat internasional, sebagaimana dapat diperhatikan dalam tabel berikut (Tono Saksono: 1/15)

No	Memakai sistem	Idul Fitri	Jumlah Negara	Keterangan
		Tanggal		
1	2	3	4	5

1	Kalender Unifikasi Turki	5 Juli 2016	22	Kongres Turki 28-30 Mei '16
2	Hisab Rukyatul Hilal sendiri	6 Juli 2016	40	Termasuk Indonesia
3	Saudi Arabia	6 Juli 2016	43	- - -
4	Rukyatul Hilal	7 juli 2016	02	- - -

Karena perbedaan rukyat dan mathla' tetap dipertahankan, maka belum mungkin menyatukan jatuhnya tanggal satu, bulan baru kamariyah secara serentak di seluruh dunia. Dari itu, hampir semua pakar muslim masih berada pada posisi semula, menerima Garis Batas Tanggal Internasional dalam tahun Masehi, yang terletak di Samudera Fasifik.

d) Lama Siang, Malam dan Jam 24 atau 0 (Nol)

1. Lama Siang dan Malam

Lama antara siang dan malam tidak sama, ada waktu-waktu lebih lama siang dari pada malam, ada waktu-waktu lebih lama malam dari pada siang dan ada waktu-waktu sama panjang antara siang dan malam. Ini semua tergantung kepada letak sesuatu tempat, terutama lintang dan deklinasi matahari. Malah bisa lebih dan bisa kurang dari 24 jam, sebagai yang telah dijelaskan pada perata waktu (equation of time). Jika matahari deklinasi utara, maka di negeri-negeri di lintang utara lebih lama siangnya dari malamnya, malah jika matahari sudah berada di garis balik utara, di kutub utara hampir-hampir tidak ada malamnya. Demikian juga sebaliknya jika matahari deklinasi selatan.

Untuk mengetahui lama siang ada yang memakai perhitungan yang sederhana, yaitu waktu syuruq dikurangi

waktu ghurub (terbenam matahari) yang belum ditambah ihthiyatnya. Sementara lama malam 24 jam kurang hasil yang diperoleh dari perhitungan lama siang. Perhitungan yang sederhana ini akan hasilnya jika dipakai rumus :

$\cos t = - \tan P \tan d_o$			
$t \times 2 : 15$			
Data			
Tempat	Tanggal	Lintang	Deklinasi
Banda Aceh	21 Juni 2017	$05^0 33' 12.54''$	$23^0 26'$
-			
$\cos t$	=	$-\tan P \tan d_o$	
	=	$-\tan 05^0 33' 12.54'' \tan 23^0 26'$	
	=	-0.042142894	
T	=	$92^0 24' 55.17''$	
$t \times 2 : 15$	=	$92^0 24' 55.17'' \times 2 = 184^0 49' 50.3'' : 15 = 12^j 19^m 19.36^d$	
Jadi lama siang di Banda Aceh pada tgl.21 Maret 2017 = $12^j 19^m 19.36^d$			

Bandingkan dengan kota Helsinki Fillandia dekat kutub utara:

$\cos t = -\tan P \tan d_o$			
$t \times 2 : 15$			
Data			
Tempat	Tanggal	Lintang	Deklinasi
Helsinki	21 Juni 2017	$60^{\circ} 10' 23.95''$	$23^{\circ} 26'$
-			
$\cos t$	=	$-\tan P \tan d_o$	
	=	$-\tan 60^{\circ} 10' 23.95'' \tan 23^{\circ} 26'$	

	=	-0.755994108
t	=	139 ⁰ 06' 44.31"
t x 2 : 15	=	139 ⁰ 06' 44.31" x 2 = 278 ⁰ 13' 28.6" : 15 = 18 ^j 32 ^m 53.91 ^d
Jadi lama siang di Helsinki Fillandia (sudah dekat dengan kutub utara) pada tgl.21 Juni 2017 = 18 ^j 32 ^m 53.91 ^d .		

2. Jam 24 atau Jam 00 (Nol)

Di kalangan umat Islam jam 24 atau jam 0, ditandai dengan ghurub (terbenam matahari) atau masuk maghrib. Jika pada pergantian bulan, jam 24 atau jam 0 tidak tergantung kepada Ijtimak (konjungsi). Jika ijtimak terjadi di siang hari, bukan berarti dengan serta merta dihitung ke tanggal berikutnya, tetapi ditunda sampai matahari terbenam pada hari itu. Demikian juga jika ijtimak terjadi setelah maghrib, maka tanggal bulan baru, ditunda ke ghurub hari berikutnya. Demikian yang berlaku di kalangan umat Islam, khususnya dalam melaksanakan ibadah puasa. Ini menunjukkan bahwa meskipun dalam Islam bulan dan tahunnya dihitung berdasarkan bulan di langit, namun untuk waktu sehari-hari tetap didasarkan kepada peredaran matahari.

Tetapi di luar dari ibadah puasa, para pakar ilmu falak masih berbeda-beda pendapat, ada yang mengusulkan keluar fajar sebagai jam 24 atau jam 00, namun hampir semua umat Islam masih berpegang kepada jam 24 atau jam 0 tengah malam yang berlaku di dunia Internasional.

e) Hari-Hari Besar dalam Islam :

No	Hari-Hari Besar Islam	Tanggal
1	Tahun Baru Hijriyah	01 Muharram
2	Hari 'Asyura	10 Muharram
3	Maulud Nabi Muhammad saw	12 Rabi'ul-Awal

4	Isra`-Mi'raj Nabi Muhammad saw	27 Rajab
5	Nishfu Sya'ban	15 Sya'ban
6	Hari Pertama Wajib Puasa Ramadhan	01 Ramadhan
7	Nuzul Al-Quran	17 Ramadhan
8	Hari Raya 'Idul-Fitri	01 Syawal
9	Hari Raya 'Idul-Adhha	10 Zulhijjah

Para ulama berbeda-beda pendapat tentang awal bulan dari hari-hari besar dalam Islam. Sebahagian berpendapat semua awal bulan, baik menjadi syarat dikerjakan ibadah ataupun tidak, harus berdasarkan Rukyat. Sebahagian lagi berpendapat, hari-hari besar Islam yang menjadi syarat dikerjakan ibadah, harus berdasarkan Rukyat, tetapi yang tidak menjadi syarat, boleh dengan hisab. Sebahagian yang lain berpendapat, semuanya boleh berdasarkan hisab, tetapi yang terakhir ini ada yang menganut wujudul-hilal dan ada yang menganut imkan ar-ru'yah.

f) Wacana Penyatuan Mathla' dan Batas Tanggal Kalender Global Hijriyah

Dari permasalahan rukyat dan mathla' di atas, pertanyaannya apakah melakukan rukyat dan membedakan mathla' merupakan inti dan tujuan syari'ah (maqashid syari'ah)? Dari dalil-dalil yang dikemukakan jelas dapat dipahami bahwa rukyat dan mathla' sekali-kali bukan inti dan tujuan syari'ah. Bukti bukan inti dan tujuan syari'ah, karena puasa Ramadhan di samping dapat dilakukan tanpa rukyat, yakni dengan mengistikmal-(genap)-kan hitungan bulan Sya'ban 30 hari, juga dapat dilakukan berdasarkan kaidah ushul “ Ketetapan hakim dapat menghilangkan perbedaan pendapat “.

Maqashid syari'ah yang ingin dicapai sini, bahwa dalam Al-Quran dan al-Sunnah tak dapat diingkari terdapat banyak perintah agar manusia menata sistem waktu. Jika ini tidak dilakukan dengan baik, maka pada gilirannya akan berdampak merugikan mereka sendiri sebagaimana dipahami antara lain dalam surat al-'Ashr. Salah satu wasilah (sarana) manajemen waktu yang baik adalah penyatuan kalender, yang di sini diistilahkan dengan Penyatuan Kalender Hijriyah Global. Penyatuan kalender Hijriyah global dimungkinkan, bahkan dibutuhkan oleh Maqashid Syari'ah, antara lain karena :

- 1) Dalam nash sendiri dapat dipahami, bahwa rukyat dan mathla' bukan merupakan inti ibadah, tetapi merupakan sarana (wasilah)-nya. Sarana bisa saja berubah, berkembang, bahkan ditinggalkan jika ada sarana lain yang lebih mampu mewujudkan Maqashid Syari'ah. Seperti Masjid Nabawy, sekarang sudah dirubah, dikembangkan dan diperluas untuk dapat menampung jama'ah yang semakin membludak. Dahulu melihat bayang-bayang tongkat, sekarang sudah dibuang diganti dengan jam untuk melihat waktu shalat dan lain-lain.
- 2) Hadits-Hadits dasar hukum rukyat dan mathla', adalah "Dhanniyud-Dalalah", karena isinya diperselisihkan oleh para ulama. Rukyat mempunyai makna yang luas, namun ulama telah ijmak sesuai dengan masa hidup mereka dan sulit ditinjau ulang karena sudah menjadi tradisi meskipun sudah ditemukan peralatan yang modern untuk melihat hilal.
- 3) Dalam melaksanakan kewajiban ibadah puasa sebulan dalam setahun dan shalat hari raya dua kali dalam setahun adalah pada tempatnya jika kita menunjukkan kebersamaan seluruh ummat, sebagai perwujudan dari agama "Rahmatan li al-'Alamin", meskipun kita berada di negeri kita masing-masing.

- 4) Penggunaan waktu yang serentak, seperti dalam melaksanakan kewajiban ibadah puasa sebulan dalam setahun dan shalat hari raya setahun dua kali, di samping mempererat “Ukhuwah Islamiyah” juga menunjukkan keagungan “Syi’ar Islam”.
- 5) Islam tidak menghendaki ummatnya terkotak-kotak, pada waktu yang punya peluang untuk diwujudkan persatuan dan kesatuan seluruh ummat Islam. Karena terkotak-kotak pada peluang seperti ini menjadikan mereka tergiring kepada/ dan rawan terjadinya perpecahan.

Meskipun muktamar internasional sudah beberapa kali diadakan, namun sampai saat ini penyatuan mathla’ dan kalender Hijriyah global masih sebatas wacana, belum dicapai kata sepakat di antara negara-negara Islam di dunia. Akibatnya mereka masih merujuk kepada jam nol dan garis batas tanggal internasional sebagaimana dalam kalender Masehi.

Di Indonesia, salah satu ormas Islam yang sudah mewacanakan penyatuan Kalender Hijriyah Global adalah organisasi Muhammadiyah. Dalam muktamar yang ke-47 di Makasar tahun 2015/1436, mereka telah memutuskan perlu adanya upaya penyatuan kalender Hijriyah yang berlaku secara global/ internasional (Syamsul Anwar : 13).

BAB ENAM

G E R H A N A

A. Pengertian Gerhana

Gerhana dalam bahasa Inggris disebut “eclipse“. Dalam bahasa Arab dibedakan antara gerhana matahari dengan gerhana bulan. Gerhana matahari disebut “kusuf (كسوف)“, maksudnya bulan menutupi matahari. Sementara gerhana bulan disebut “khusuf (خسوف)”, maksudnya bulan memasuki bayangan bumi. Gerhana merupakan gejala alam biasa yang berulang akibat perulangan gerak peredaran bumi dan bulan mengitari matahari. Jika ada berbagai kepercayaan masyarakat yang tidak dapat dibuktikan akibat gerhana, itu adalah mitos semata.

Dalam peristiwa gerhana, bulan dan bumi membentuk kerucut bayangan akibat diterpa sinar matahari. Pada bayangan tersebut terdapat wilayah gelap (umbra) dan wilayah samar (penumbra). Ketika terjadi gerhana matahari bayangan bulan menerpa ke permukaan bumi dan bergerak sepanjang wilayah tertentu yang disebut daerah lintasan gerhana. Daerah itu terdiri atas daerah gerhana total dan daerah gerhana sebagian. Daerah gerhana matahari total dilalui oleh bayangan umbra bulan dan daerah gerhana matahari sebagian hanya dilalui oleh bayangan penumbranya. Tempat yang mengalami gerhana berbeda dari satu kejadian ke kejadian berikutnya, akibat dari sistem peredaran bumi terhadap matahari dan peredaran bulan terhadap bumi. Dikatakan gerhana matahari, jika seluruh atau sebagian piringan matahari tertutup oleh bayangan bulan. Sedangkan gerhana bulan, jika seluruh atau sebagian piringan bulan tertutup oleh bayangan bumi.

B. Landasan Hukum Penentuan Terjadi Gerhana

Dalam Syari'at Islam, jika terjadi gerhana baik matahari (kusuf) maupun bulan (khusuf), dianjurkan kepada ummatnya untuk melaksanakan shalat gerhana dan beberapa amalan lainnya sebagaimana yang dibahas dalam kitab-kitab fikih. Meskipun anjuran, namun sangat diharapkan dan ditekankan kita mengerjakannya, karena mendapat perhatian dan nilai lebih di sisi Allah Swt.

1). Peristiwa Gerhana menurut Al-Quran

Dalam Al-Quran, tidak ada ayat yang menyebut dengan tegas tentang kejadian gerhana, tetapi secara umum dapat dipahami, antara lain dalam surat Yasin ayat 40:

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ

يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

Artinya: *Tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan, dan malam pun tidak dapat mendahului siang. (Karena) masing-masing beredar pada garis edar (orbit)-nya. (Q.S. Yasin: 40).*

Berdasarkan ayat ini, matahari dan bulan beredar pada tempat orbitnya masing-masing. Maka jika terjadi gerhana, bukan berarti matahari dan bulan saling mendekati, sehingga berbenturan dan bertabrakan. Apalagi sebagaimana dipercaya dalam tahyul, yang satu ingin menelan yang lainnya. Jika juga saling berdekatan, berbenturan atau bertabrakan, itu bisa berarti kiamat, bukan lagi gerhana.

2). Berdasarkan Hadits-Hadits Nabi Saw.

Adapun hadits-hadits Nabi Saw yang menyebutkan tentang gerhana baik gerhana matahari maupun gerhana bulan

terhitung banyak. Namun tidak menjelaskan bagaimana gerhana terjadi, selain menyebutkan sebagai tanda-tanda kekuasaan Allah. Hanya yang banyak disebutkan anjuran-anjuran apa yang harus diperbuat ketika terjadi gerhana, di samping menyangkal tahyul-tahyul kepercayaan masyarakat jahiliah tentang gerhana, antara lain :

(1). Hadits riwayat Ahmad

عن محمود بن لبيد رضي الله عنه قال أن النبي صلى الله عليه وسلم قال : أن الشمس والقمر آيتان من آيات الله وإنهما لا ينكسفان لموت أحد ولا لحياته فإذا رأيتهما كذلك فافزعوا إلى المساجد . (رواه أحمد)

Artinya: *Dari Mahmud bin Labid r.a., ia menjelaskan: bahwasanya Nabi Saw bersabda : “Sesungguhnya matahari dan bulan merupakan dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah. Sesungguhnya kedua gerhana itu bukan karena kematian dan kelahiran seseorang. Oleh karena itu, jika kamu melihat kedua gerhana tersebut, bersegeralah kamu ke masjid-masjid”.*(H.R. Ahmad)

(2). Hadits riwayat Bukhari dan Muslim

عن عائشة رضي الله عنها قالت أن النبي صلى الله عليه وسلم قال: أن الشمس والقمر آيتان من آيات الله لا يخسفان لموت أحد ولا لحياته فإذا رأيتم ذلك فادعوا الله وكبروا وتصدقوا وصلوا. (رواه البخاري ومسلم)

Artinya. : *Dari Aisyah r.a. menerangkan, bahwasanya Nabi saw bersabda : “Sesungguhnya matahari dan bulan adalah dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah. Bukanlah gerhana karena kematian dan kelahiran seseorang. Apabila kamu melihat yang demikian (gerhana), maka berdo'alah kamu kepada Allah, bacalah takbir, bersedekahlah dan shalatlah* (Diriwayatkan oleh Al-Bukhary dan Muslim).

Dari kedua hadits tersebut, dapat dipahami bahwa gerhana itu menunjukkan kekuasaan Allah. Maksudnya gerhana itu terjadi sebagaimana yang diciptakan dan diatur oleh Allah. Sekali-kali bukan berbenturan matahari dengan bulan, sekali-kali bukan makhluk raksasa menelan matahari atau bulan dan tidak ada sangkut pautnya dengan kematian dan kelahiran seseorang. Hanya saja ketika terjadi gerhana merupakan waktu mengerjakan beberapa ibadah yang mempunyai nilai tersendiri di sisi Tuhan, seperti berdo'a, bertakbir, bersedekah, pergi ke masjid untuk melaksanakan shalat gerhana. Kesempatan ini diberikan sampai selesai gerhana. Bukan sekali-kali amalan itu dilakukan untuk menyelesaikan perkelahian antara matahari dengan bulan dan tahyul lainnya.

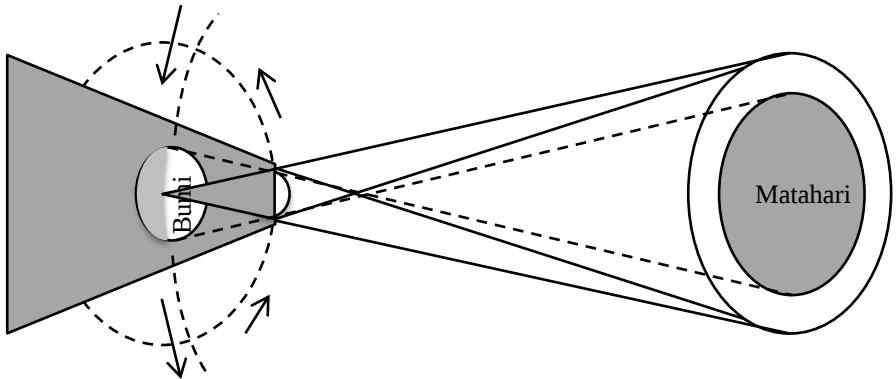
Dari itu, jika hukum berdo'a, bertakbir, bersedekah dan melaksanakan shalat gerhana itu sunat, maka hukum menentukan gerhana pun sunat juga. Karena matahari dan bulan merupakan makhluk, yang dapat dipelajari peredarannya oleh manusia, apalagi tempat mengamatinya dari bumi. Sehingga jika gerhana dapat diketahui sebelum terjadinya, maka minimal ummat Islam dapat bersiap-siap untuk melaksanakan amalan yang dianjurkan sebelum terjadi gerhana.

C. Macam-Macam Gerhana

Dilihat dari terjadi gerhana karena tertutup oleh bayangan, baik matahari maupun bulan ada tiga macam gerhana yaitu gerhana parsial (sebahagian/ ba'dhi), gerhana total (sempurna/ penuh/ kulli) dan gerhana annular (cincin/ halqi). Gerhana sebahagian, jika sebahagian piringan matahari atau bulan yang tertutup, sementara gerhana total, jika tertutup seluruhnya. Tetapi pada gerhana matahari kadang-kadang bayangan bulan tidak cukup besar menutupi seluruh piringan matahari, sehingga kelihatan dari bumi bayangan bulan yang gelap dikelilingi oleh

lingkaran cahaya matahari, gerhana ini disebut gerhana cincin (annular).

Gambar Satu
Gerhana Matahari Cincin



D. Kebiasaan Terjadi Gerhana

Gerhana matahari biasanya terjadi ketika ijtimak (konjungsi). Ketika ini bulan terletak di antara bumi dan matahari pada satu garis lurus. Ini menunjukkan bahwa gerhana matahari sering terjadi di akhir bulan kamariyah (qamariyah). Adapun gerhana bulan sering terjadi ketika istiqbal/oposisi (opposisi), di mana bulan berada pada atau dekat dengan salah satu titik simpul, sementara matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi bulan. Tegasnya, gerhana terjadi ketika bumi berada di antara bulan dan matahari, pada satu garis lurus. Dari itu gerhana bulan sering terjadi di pertengahan bulan kamariyah, ketika bulan purnama. Maksud biasa atau sering terjadi, karena gerhana matahari tidak selamanya terjadi pada waktu konjungsi (ijtimak). Demikian juga gerhana bulan tidak selamanya terjadi pada waktu bulan beroposisi (istiqbal). Karena, bidang ellips lintasan bumi dengan bidang ekliptika

berimpit (0°), sementara bidang lintasan bulan dengan bidang ekliptika tidak berimpit, tetapi membentuk sudut sebesar $5^\circ 8'$. Atau dengan kata lain, bidang lintasan bulan dan bidang lintasan bumi (ekliptika) saling berpotongan dengan membentuk sudut sebesar $5^\circ 8'$ dan garis simpul (garis nodal) kedua bidang tersebut, sambil berputar ke arah barat mengelilingi ekliptika dalam waktu 19 (tepatnya 18,6) tahun sekali. Periode ini disebut periode Nutasi Bulan. Dengan demikian tidak setiap ijtimak terjadi gerhana matahari, dan tidak setiap istiqlal terjadi gerhana bulan.

E. Musim Gerhana

Kedudukan matahari dekat sebuah titik nodal disebut musim gerhana. Musim gerhana berulang setiap 173,3 hari. Perpaduan periode putaran garis nodal dan periode fase bulan menyebabkan gerhana serupa akan berulang setiap 18 tahun 11,3 hari. Perulangan dalam jangka waktu 18 tahun 11,3 hari ini disebut periode saros. Fase bulan berulang rata-rata dalam 29.5 hari yang disebut satu bulan sinodis. Setiap perulangan periode saros, wilayah lintasan gerhana di bumi akan bergeser tempatnya. Akibatnya harga periode saros tidak bulat. Jika musim gerhana pertama jatuh pada bulan Januari, maka musim gerhana berikutnya akan jatuh pada bulan lain di tempat lain lagi.

F. Jumlah Terjadi Gerhana dalam Setahun

Gerhana matahari dapat terjadi 2(dua) s/d 5(lima) kali dalam setahun. Sementara gerhana bulan bisa terjadi 2(dua) s/d 3(tiga) kali dalam setahun, bahkan bisa juga tidak terjadi gerhana sama sekali. Jumlah maksimum seluruh jenis gerhana, baik matahari maupun bulan dalam satu tahun dapat terjadi sampai 7 (tujuh) kali.

G. Kawasan dan Lama Gerhana

Gerhana matahari hanya dapat disaksikan di kawasan-kawasan terbatas dibandingkan dengan gerhana bulan. Gerhana matahari dalam keadaan total, berlangsung paling lama hanya 7 (tujuh) menit. Tetapi Gerhana bulan dapat disaksikan oleh manusia hampir setengah muka bumi, bisa berlangsung sampai lebih dari 3 jam.

H. Makna dan Efek Gerhana

Gerhana matahari total, meskipun dalam waktu yang sangat singkat mempunyai makna lebih penting dibandingkan dengan gerhana matahari sebahagian atau gerhana bulan. Aspek-aspek yang dapat dipelajari pada gerhana matahari total antara lain penampakan korona matahari, prominensa dan lapisan khromosfer. Gerhana matahari diikuti oleh peristiwa pasang laut maksimum, akibat letak matahari, bulan dan bumi pada satu garis dan pengaruh-pengaruh lainnya terhadap makhluk hidup, termasuk terhadap manusia.

Gerhana bulan menarik untuk diamati dan dipelajari antara lain untuk mengecek ketepatan perhitungan ephemeris (koordinat benda langit). Pada sa'at itu posisi bulan, bumi dan matahari tepat pada satu garis lurus. Jika bulan bergerak dalam lingkungan daerah penumbra (samar) bumi, tanda-tanda gerhana tidak nampak. Maka yang bisa diamati ialah pada sa'at bulan memasuki daerah bayangan umbra (gelap) bumi.

I. Gerhana Dapat Diperhitungkan Sebelum Terjadi

Saat-saat terjadi gerhana matahari maupun gerhana bulan, kini sudah dapat diperhitungkan jauh sebelumnya, karena sistem

pergerakan bumi mengitari matahari dan bulan mengelilingi bumi telah diketahui semakin sangat detail dan teliti, sebagaimana dapat diperhatikan dalam tabel berikut:

No	Jari-Jari dan Ukuran Kerucut Bayangan	No	Simbol/ Harga	Keterangan
01	02	03	04	05
1	Jari-jari bumi		R	
2	Jari-jari bulan		$\pm 0,27 r$	
3	Jari-jari matahari		$\pm 109 r$	
4	Jarak bumi ke bulan		60 r	
5	Jarak bumi ke matahari		23500 r	
6	Panjang kerucut bayangan bumi		218 r	
7	Panjang kerucut bayangan bulan	A	64 r	Jarak terpanjang
		B	60 r	Jarak rata-rata
		C	57 r	Jarak terpendek

J. Syarat- Syarat Terjadi Gerhana

Karena pengetahuan tentang bumi, bulan dan matahari serta peredarannya semakin diketahui secara detail, maka diketahui pula syarat-syarat terjadi gerhana, baik matahari maupun bulan:

- 1) Bayangan harus lebih panjang dari jarak bulan ke bumi
- 2) Bulan dan matahari harus pada oposisi (istiqbal) atau pada konjungsi (ijtimak)

- 3) Bulan harus berada pada garis simpul atau pada jarak tertentu dari garis simpul.

K. Langkah-Langkah Perhitungan Gerhana

No	Langkah-Langkah Perhitungan Gerhana	Keterangan
1	Pelacakan Gerhana	
2	Penentuan Hari dan Konversi Tanggal	
3	Pengutipan Data	
4	Perhitungan Ijtimak/ Istiqbal	
5	Interpolasi Data	
6	Perhitungan Mulai dan Selesai Gerhana	
7	Perhitungan Mulai dan Selesai Gerhana Total	Jika terjadi total
8	Gerhana Sebahagian/ Lebar Gerhana	

L. Pelacakan Gerhana

Pelacakan gerhana, maksudnya gerhana belum diketahui, apakah gerhana matahari atau bulan, ataupun kapan dan di mana salah satu dari dua gerhana tersebut akan terjadi. Namun di antara jejak yang dapat ditelusuri, bahwa gerhana baik matahari maupun bulan terjadi menurut bulan kamariah. Jika gerhana matahari terjadi pada siang hari di akhir bulan, sementara gerhana bulan terjadi pada malam hari ketika purnama bulan. Maka yang dilacak, tidak seluruh tanggal dalam setiap bulan, tetapi jika gerhana matahari cukup tanggal 29 atau 30, jika gerhana bulan cukup tanggal 14 atau 15 setiap bulan dalam

tahun kamariah mana/ kapan saja yang dimaksudkan. Karena data pelacakan gerhana, baik matahari, maupun bulan tersedia dalam tahun dan bulan kamariah. Jadi hasil pelacakan hanya sebatas mengetahui peluang saja, bahwa ada gerhana matahari pada siang hari akhir bulan kamariah atau ada gerhana bulan pada pertengahan bulan tersebut. Tetapi bagaimana (sebahagian, total atau cincin), kapan (jam, menit dan detik) dan di wilayah mana akan terjadi dengan sekedar pelacakan belum diketahui sama sekali.

Ada beberapa versi pelacakan gerhana, tetapi di sini hanya dikemukakan dua versi saja yang dituang dalam bentuk tabel dan diberi nama “Pelacakan Gerhana Tabel Satu” dan “Pelacakan Gerhana Tabel Dua”. Dalam pelacakan gerhana, bukan kedua-dua tabel tersebut dipergunakan, tetapi diambil salah satu dari keduanya. Pelacakan Gerhana Tabel Satu terdiri dari tiga macam data. Data-1: Gerak Gerhana Tahunan matahari dan bulan, berisi Tahun Sandaran dan Kelebihan Tahun Sandaran gerhana. Data-2 : Gerak Gerhana Bulanan matahari dan bulan. Dan data-3 : Sudut Gerak Gerhana matahari dan bulan. Sementara Pelacakan Gerhana Tabel Dua terdiri dari empat macam data. Data A: Gerak Gerhana Tahun Sandaran matahari dan bulan. Data B: Kelebihan Tahun dari Tahun Sandaran Gerhana matahari dan bulan. Data C : Gerak Gerhana Bulanan matahari dan bulan. Dan data D: Sudut Gerak Gerhana matahari dan bulan. Isi antara kedua tabel tersebut bukan kontradiksi, tetapi Pelacakan Gerhana Tabel Satu lebih ringkas sedangkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua lebih rinci. Masing-masing tabel berisi tahun, bulan dan tanggal peluang terjadi gerhana dalam tahun kamariah, baik matahari maupun bulan. Dalam pembahasan selanjutnya, dipakai Pelacakan Gerhana Tabel Dua, karena isinya lebih rinci.

a. *Pelacakan Gerhana Tabel Satu*

Pelacakan Gerhana Tabel Satu							
Data-1: Gerak Gerhana Tahunan Matahari dan Bulan							
-							
Tahun Sandaran Gerhana				Kelebihan Tahun dari Tahun Sandaran Gerhana			
01				02			
Tahun Kamariyah				Tahun Kamariyah			
Tahun	Besar Sudut			Tahun	Besar Sudut		
1351	050°	33'	01"	001	008°	02'	48"
1381	291°	57'	01"	002	016°	05'	36"
1411	173°	21'	01"	003	024°	08'	24"
1441	054°	45'	01"	004	032°	11'	12"
1471	296°	09'	01"	005	040°	14'	00"
1501	177°	33'	01"	006	048°	16'	48"
1531	058°	57'	01"	007	056°	19'	36"
1561	300°	21'	01"	008	064°	22'	24"
1591	181°	45'	01"	009	072°	25'	12"
1621	63°	09'	01"	010	080°	28'	00"
-							
Data-2: Gerak Gerhana Bulanan Matahari dan Bulan							
Nama Bulan Kamariah	Matahari (Konjungsi)			Bulan (Opposisi)			
	Besar Sudut			Besar Sudut			
01	02			03			
Muharram	30°	47'	14"	15°	20'	07"	
Safar	61°	20'	28"	46°	00'	21"	
Rabi'ul Awal	92°	00'	42"	76°	40'	35"	
Rabi'ul Akhir	122°	40'	56"	107°	20'	49"	
Jumadil Awal	153°	21'	10"	138°	01'	03"	
Jumadil Akhir	180°	01'	24"	168°	41'	17"	

Rajab	214°	41'	38"	199°	21'	31"
Sya'ban	245°	21'	52"	230°	01'	45"
Ramadhan	276°	02'	06"	260°	11'	59"
Syawal	306°	42'	20"	291°	22'	38"
Zulkaidah	337°	22'	34"	322°	02'	20"
Zulhijjah	008°	02'	48"	352°	42'	41"
-						
Data-3: Sudut Gerak Gerhana Matahari dan Bulan						
Peluang Gerhana Matahari			-	Peluang Gerhana Bulan		
01				02		
No	Dari Sudut	Ke Sudut		No	Dari Sudut	Ke Sudut
1	159°	190°		1	165°	194°
2	348°	360°		2	345°	360°
3	01°	20°		3	01°	14°

Contoh Pelacakan Gerhana Berdasarkan Tabel Satu
Pelacakan Gerhana Matahari - 1

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Satu					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data-1 (kolom 01)	1411	=	173°	21'	01"
Tahun dalam Data-1 (kolom 02)	10	=	080°	28'	00"
sda	10	=	080°	28'	00"
sda	3 +	=	024°	08'	24" +
Tahun yang diperhitungkan	1434	=	358°	25'	25"

Bulan Zulhijjah (Data-2, kolom 03)		=	008°	02'	48" +
Jumlah		=	366°	28'	13"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00" -
Besar sudut		=	06°	28'	13"
Sudut 06° 28' 13" ada peluang terjadi gerhana matahari karena terletak antara sudut 01° s/d 20° (teliti Data-3, kolom 01, no.3) pada akhir bulan Zulhijjah 1434 H.					

Pelacakan Gerhana Matahari -2

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Satu					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data-1 (kolom 01)	1411	=	173°	21'	01"
Tahun dalam Data-1 (kolom 02)	10	=	080°	28'	00"
sda	10	=	080°	28'	00"
sda	6 +	=	048°	16'	48" +
Tahun yang diperhitungkan	1437	=	382°	33'	49"
Bulan Muharram (Data-2, kolom 03)		=	30°	47'	14" +
Jumlah		=	413°	21'	03"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00" -
Besar sudut		=	53°	21'	03"
Sudut 53° 21' 03" tidak ada peluang terjadi gerhana matahari (tidak dijumpai dalam Data-3, kolom 01) pada akhir bulan Muharram 1437 H.					

Pelacakan Gerhana Bulan -1

Gerhana Bulan					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Satu					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data-1 (kolom 01)	1411	=	173°	21'	01"
Tahun dalam Data-1 (kolom 02)	10	=	080°	28'	00"
sda	4 +	=	032°	11'	12" +
Tahun yang diperhitungkan	1425	=	286°	00'	13"
Bulan Rabi'ul Awal Data-2 (kolom 04)		=	76°	40'	35" +
Jumlah		=	362°	40'	48"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00" -
Besar sudut		=	02°	40'	48"
Sudut 02° 40' 48" ada peluang terjadi gerhana bulan karena terletak antara sudut 01° s/d 14° (teliti Data-3, kolom 02, no.3) pada purnama bulan Rabi'ul Awal 1425 H.					

Pelacakan Gerhana Bulan -2

Gerhana Bulan					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Satu					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data-1 (kolom 01)	1411	=	173°	21'	01"

Tahun dalam Data-1 (kolom 02)	10	=	080°	28'	00"
sda	10	=	080°	28'	00"
sda	7 +	=	056°	19'	36" +
Tahun yang diperhitungkan	1438	=	390°	36'	37"
Bulan Rajab Data-2 (kolom 04)		=	199°	21'	31" +
Jumlah		=	589°	58'	08"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00" -
Besar sudut		=	229°	58'	88"
Sudut 229° 58' 88" tidak ada peluang terjadi gerhana bulan (tidak dijumpai dalam Data-3, kolom 02) pada purnama bulan Rajab 1438 H.					

b. Pelacakan Gerhana Tabel Dua

Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
Data A : Gerak Gerhana Tahun Sandaran Matahari dan Bulan (dalam Tahun Kamariyah)					
Tahun Sandaran Gerhana Matahari dan Bulan					
01		02		03	
Tahun Kamariyah		Tahun Kamariyah		Tahun Kamariyah	
Tahun	Data	Tahun	Data	Tahun	Data
00	331° 05' 12"	1400	084° 50' 12"	1700	338° 50' 12"
30	212° 29' 12"	1430	326° 14' 12"	1730	220° 14' 12"

60	093° 53' 12"	1460	207° 38' 12"	1770	101° 38' 12"
90	335° 17' 12"	1490	089° 02' 12"	1800	343° 02' 12"
1220	076° 26' 12"	1520	330° 26' 12"	1830	224° 26' 12"
1250	317° 50' 12"	1550	211° 50' 12"	1860	105° 50' 12"
1280	199° 14' 12"	1580	093° 14' 12"	1890	347° 14' 12"
1310	080° 38' 12"	1610	334° 38' 12"	2010	228° 38' 12"
1340	322° 02' 12"	1640	216° 02' 12"	2040	110° 02' 12"
1370	203° 26' 12"	1670	097° 26' 12"	2070	351° 26' 12"

-

Data B : Kelebihan Tahun dari Tahun Sandaran Gerhana Matahari dan Bulan (dalam Tahun Kamariyah)

01		02		03	
Tahun (Th) Kamariyah		Tahun (Th) Kamariyah		Tahun (Th) Kamariyah	
Th	Data	Th	Data	Th	Data
01	008° 02' 48"	11	088° 30' 48"	21	168° 58' 48"
02	016° 05' 36"	12	096° 33' 36"	22	177° 01' 36"
03	024° 08' 24"	13	104° 36' 24"	23	185° 04' 24"
04	032° 11' 12"	14	112° 39' 12"	24	193° 07' 12"
05	040° 14' 00"	15	120° 42' 00"	25	201° 10' 00"

06	048° 16' 48"	16	128° 44' 48"	26	209° 12' 48"
07	056° 19' 36"	17	136° 47' 36"	27	217° 15' 36"
08	064° 22' 24"	18	144° 50' 24"	28	225° 18' 24"
09	072° 25' 12"	19	152° 53' 12"	29	233° 21' 12"
10	080° 28' 00"	20	160° 56' 00"	30	241° 24' 00"

-

Data C : Gerak Gerhana Bulanan Matahari dan Bulan

Nama Bulan Kamariah	Gerhana	
	Matahari	Bulan
01	02	03
Muharram	030° 40' 15"	015° 20' 07"
Shafar	061° 20' 30"	046° 00' 22"
Rabi'ul Awal	092° 00' 45"	076° 40' 37"
Rabi'ul Akhir	122° 41' 00"	107° 20' 52"
Jumadil Awal	153° 21' 15"	138° 01' 07"
Jumadil Akhir	184° 01' 30"	168° 41' 22"
Rajab	214° 41' 45"	199° 21' 37"
Sya'ban	245° 22' 00"	230° 01' 52"
Ramadhan	276° 02' 15"	260° 42' 07"
Syawal	306° 42' 30"	291° 22' 22"
Zulkaidah	337° 22' 45"	322° 02' 37"
Zulhijjah	008° 03' 00"	352° 42' 52"

-

Data-D: Sudut Gerak Gerhana Matahari dan Bulan

Peluang Gerhana Matahari	-	Peluang Gerhana Bulan
01		02

No	Dari Sudut	Ke Sudut		No	Dari Sudut	Ke Sudut
1	00°	20°		1	00°	14°
2	159°	190°		2	165°	194°
3	348°	360°		3	345°	360°

Contoh Pelacakan Gerhana Berdasarkan Tabel Dua
Pelacakan Gerhana Matahari (a)

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
-					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data A (kolom 02)	1430	=	326°	14'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 01)	6 +	=	048°	16'	48"+
Tahun yang diperhitungkan	1436	=	374°	31'	00"
Bulan Jumadil Awal (Data C, kolom 3)		=	153°	21'	15"+
Jumlah		=	527°	52'	15"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00" -
Besar sudut		=	167°	52'	15"
Sudut 167° 52' 15" ada peluang terjadi gerhana matahari karena terletak antara sudut 159° s/d 190° (teliti Data D, kolom 01, no.2) pada akhir Jumadil Awal 1436 H.					

Pelacakan Gerhana Matahari (b)

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
-					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data A (kolom 02)	1430	=	326°	14'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 01)	6 +	=	048°	16'	48"+
Tahun yang diperhitungkan	1436	=	374°	31'	00"
Bulan Jumadil Akhir (Data C, kolom 03)		=	184°	01'	30"+
Jumlah		=	558°	32'	30"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00"-
Besar sudut		=	198°	32'	30"
Sudut 198° 32' 30" tidak ada peluang terjadi gerhana matahari (teliti Data C, kolom 01) pada akhir Jumadil Akhir 1436 H.					

Pelacakan Gerhana Bulan (a)

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
-					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06

Tahun dalam Data A, (kolom 01)	1370	=	203°	26'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 03)	28 +	=	225°	18'	24"+
Tahun yang diperhitungkan	1398	=	428°	44'	36"
Bulan Rabi'ul Akhir (Data C, kolom 04)		=	107°	20'	52"+
Jumlah			536°	05'	28"
Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00"-
Besar sudut		=	176°	05'	28"
Sudut 176° 05' 28" ada peluang terjadi gerhana bulan karena terletak antara sudut 165° s/d 194° (teliti Data C, kolom 02, no.2) pada purnama bulan Rabi'ul Akhir 1398 H.					

Pelacakan Gerhana Bulan (b)

Gerhana Matahari					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
-					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data A (kolom 02)	1430	=	326°	14'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 01)	09+	=	072°	25'	12"+
Tahun yang diperhitungkan	1439	=	398°	39'	24"
Bulan Rajab (Data C, kolom 04)		=	199°	21'	37"+
Jumlah		=	598°	01'	01"

Koreksi satu kali putaran		=	360°	00'	00"-
Besar sudut		=	238°	01'	01"
Sudut 238° 01' 01" tidak ada peluang terjadi gerhana bulan (teliti Data D, kolom 02) pada purnama bulan Rajab 1439 H.					

M. Penentuan Gerhana Matahari dan Penjelasannya

Gerhana matahari hanya mungkin terjadi ketika bulan dan matahari dalam kedudukan konjungsi (ijtimak), sementara kerucut bayangan bulan cukup panjang untuk sampai ke bumi. Selain itu bulan harus berada pada garis simpul atau dalam jarak tertentu dari titik simpul.

Dengan demikian ada tiga kemungkinan tentang jarak bayangan bulan terhadap bumi :

Pertama, Bayangan kerucut bulan lebih panjang dari jarak bulan ke bumi. Dalam keadaan seperti ini bulan kelihatan lebih besar dari matahari. Kita melihat gerhana matahari total paling lama tujuh menit. *Kedua*, Panjang bayangan kerucut bulan sama dengan jarak bulan ke bumi. Gerhana matahari, hanya terjadi sebentar saja. *Ketiga* Bayangan kerucut bulan lebih pendek dari jarak bulan ke bumi. Dalam keadaan seperti ini, bulan kelihatan lebih kecil dari matahari. Sehingga matahari terlihat seperti gelang cincin yang bercahaya sekeliling bulan yang gelap.

Jika bulan baru, jaraknya dari titik simpul kira-kira 17° maka akan terjadi gerhana matahari. Jarak 17° dapat diperhitungkan sebelum dan sesudah melalui titik simpul. Dalam waktu kira-kira 34 hari atau lebih lama dari waktu bulan sinodis, maka jarak yang akan ditempuh oleh matahari menjadi $2 \times 17^\circ$.

a. Pelacakan Gerhana Matahari

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, kapan terjadi gerhana termasuk matahari sudah tentu belum diketahui. Meskipun belum diketahui, namun dapat dilacak. Waktu yang diambil untuk dilacak gerhana matahari, tidak perlu dari tanggal ke tanggal setiap hari, tetapi cukup diambil tanggal 29 atau 30 setiap bulan dalam tahun kamariah mana/kapan saja yang dimaksudkan. Karena gerhana matahari hanya terjadi ketika akhir bulan tersebut. Tetapi sebagai contoh, di sini disederhanakan dan dibuktikan saja pelacakan gerhana matahari yang telah terjadi pada akhir bulan Sya'ban 1403 H bertepatan dengan tgl. 11 Juni 1983 M. Cara pelacakan yang dipergunakan di sini adalah Pelacakan Gerhana Tabel Dua, karena tabel ini lebih rinci dibandingkan dengan Pelacakan Gerhana Tabel Satu:

Pelacakan Gerhana Matahari Tgl. 29 Syakban 1403 H					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
-					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data A (kolom 02)	1400	=	084°	50'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 01)	3+	=	024°	08'	24"+
Tahun yang diperhitungkan	1403	=	108°	58'	36"
Bulan Sya'ban (Data C, kolom 03)		=	245°	22'	00"+
Jumlah		=	354°	20'	36"
Koreksi satu kali putaran		=	000°	00'	00"-
Besar sudut		=	354°	20'	36"

Sudut $354^{\circ} 20' 36''$ ada peluang terjadi Gerhana Matahari 348° s/d 360° (teliti dalam Data D, kolom 01, no.3).
Ada peluang terjadi gerhana matahari pada akhir bulan Sya'ban 1403 H

b. Penentuan Hari dan Konversi Tanggal 29 Sya'ban 1403 H ke Miladiyah

Sebagaimana diketahui bahwa data pelacakan gerhana matahari dan bulan tersedia dalam tahun kamariah, sementara data perhitungan kedua gerhana tersebut secara ilmu pasti dan untuk diperoleh hasil yang detail, tersedia dalam tahun syamsiyah. Dari itu, tanggal peluang terjadi gerhana dalam tahun kamariah, yakni tgl. 29 Sya'ban 1403 H, butuh dikonversikan ke tanggal dalam tahun syamsiyah.

Penentuan Hari Tgl. 29 Sya'ban 1403 H			
29 Sya'ban 1403 H = 1402 tahun + 7 bulan + 29 hari			
1402 tahun = $1402 : 30 \times 1$ siklus = 46.73333333 siklus. Angka bulatnya = 46 sklus. Sisanya angka pecahan = $0.73333333 \times 30 \times 1$ tahun = 21.9999999 tahun. Dibulatkan menjadi 22 tahun. Dalam 22 tahu ada 8 hari tahun kabisah. Maka tgl. 29 Syakban 1403 = 46 siklus + 22 tahun + 8 hari kabisah + 7 bulan + 29 hari.			
-			
46 siklus = $46 \times 10631 \times 1$ hari	=	489026	hari
22 tahun = $(22 \times 354) \times 1$ hari	=	7788	hari
8 hari tahun kabisah	=	8	hari
7 bulan = $(4 \times 30) + (3 \times 29) \times 1$ hari	=	207	hari
29 hari	=	29	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29- 08 -1403 H	=	497058	hari

Total hari Tahun Hijriah 497058 : 7 hari = 71008.28571 hari. Angka pecahannya 0.28571×7 hari = 1.99997 hari. Dibulatkan menjadi 2 hari. Jadi tgl 29 Sya'ban 1403 H, dihitung 2 (dua) hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Sabtu".			
Konversi Tanggal 29 Sya'ban 1403 H ke Miladiyah			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29- 08 -1403 H	=	497058	hari
Selisih star Masehi – Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari +
Total hari Tahun Miladiyah	=	724087	hari
Total hari tahun Miladiyah = 724087 : 1461 x 1 siklus = 495.6105407 siklus. Angka bulatnya 495 siklus. Sisanya angka pecahan = $0.6105407 \times 1461 \times 1$ hari = 891.9999627 hari. Dibulatkan menjadi 892 hari.			
495 siklus = $495 \times 4 \times 1$ tahun	=	1980	tahun
892 hari = $892 : 365 \times 1$ tahun = 2.443835616 tahun. Angka bulatnya	=	2	tahun
Angka pecahannya = $0.443835616 \times 365 \times 1$ hari = 161.9999998 hari. Dibulatkan menjadi 162 hari.			
162 hari = $162 : 30 \times 1$ bulan	=	5	bulan
162 hari – 5 bulan (3×31) + ($30 + 28$) x1 hari	=	11	hari
Jadi tgl 29 Sya'ban 1403 H bertepatan dengan tgl. = 1980 tahun + 2 tahun = 1982 tahun + 5 bulan + 11 hari = 11 Juni 1983 M.			
-			
Pembuktian tgl. 11 Juni 1983 M jatuh pada hari Sabtu			
Total hari Tahun Miladiyah	=	724087	hari

Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.01-01-01 s/d 11- 06 -1983 M	=	724074	hari
Total hari 724074 : 7 x 1 minggu = 103439.1429 minggu. Sisanya angka pecahan 0.1429 x 7 x 1 hari = 1.0003 hari. Dibulatkan menjadi 1 (satu) hari. Jadi tgl. 11 Juni 1983 M dihitung 1 (satu) hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu sendiri, jatuh pada hari “Sabtu” itu juga.			

Berdasarkan konversi tanggal tahun kamariah ke tahun syamsiah, maka diketahui bahwa tgl. 29 Sya’ban 1403 H jatuh pada hari “Sabtu” bertepatan dengan tgl. 11 Juni 1983 M.

c. *Hisab Hakiki Gerhana Matahari*

Hisab Hakiki (perhitungan berdasarkan ilmu pasti) gerhana, baik matahari maupun bulan, sama-sama membutuhkan data kedua-duanya. Data matahari dan bulan yang dikutip dari Daftar Ephemeris Win Hisab untuk gerhana matahari karena bertepatan dengan ijtimak, adalah berdasarkan Fraction Illumination Bulan (FIB) terkecil. Dalam contoh ini data tersebut harus diambil pada tanggal dalam tahun syamsiah yang telah dikonvesikan di atas yaitu tgl.11 Juni 1983 M. Jika pada tanggal ini data Fraction Illumination Bulan terkecil tidak ditemukan, maka tgl.11 Juni 1983 M tersebut dapat diundurkan ke hari sebelum atau dialihkan ke hari sesudahnya, dimana FIB tersebut dijumpai. Tetapi pada contoh ini tak perlu dialihkan karena tepat terjadi pada tgl.11 Juni 1983 M.

1). *Data, Urutan dan Rumus Perhitungan Gerhana Matahari*

Data Perhitungan Gerhana Matahari

Sabtu Tgl.11 Juni 1983 M					
No	Data Matahari /Bulan	Simbo l	Jam	=	Harga
01	02	03	04	05	06
1	Fraction Illumination Bulan (terkecil)	FIB	05.00	=	0.00002
2	Waktu FIB terkecil	-	05.00	=	05.00 GMT
3	Ecliptic Longitude Matahari	ELM ₁	05.00	=	79° 44' 13"
	sda	ELM ₂	06.00	=	79° 46' 37"
4	Ecliptic Latitude Matahari	L _o	05.00	=	0° 0' 0.17"
	sda	L _o	06.00		0° 0' 0.17"
5	Deklinasi Matahari	δ _o	05.00	=	23° 02' 38"
	sda	δ _o	06.00	=	23° 02' 49"
6	Semi Diameter Matahari	SD _o	05.00	=	0°15'45.09"
	sda	SD _o	06.00	=	0°15'45.08"
7	True Geocentric Distance	JB	05.00	=	1.0153872
	sda	JB	06.00	=	1.0153918
8	Apparent Longitude Bulan	ALB ₁	05.00	=	79° 55' 27"
	sda	ALB ₂	06.00	=	80° 31' 47"

9	Apparent Latitude Bulan	$L_{\odot}$	05.00	=	$-0^{\circ} 28' 23''$
	sda	$L_{\odot}$	06.00	=	$-0^{\circ} 25' 02''$
10	Deklinasi Bulan	$\delta_{\odot}$	05.00	=	$22^{\circ} 35' 13''$
	sda	$\delta_{\odot}$	06.00	=	$22^{\circ} 41' 13''$
11	Semi Diameter Bulan	$SD_{\odot}$	05.00	=	$0^{\circ} 16' 20.50''$
	sda	$SD_{\odot}$	06.00	=	$0^{\circ} 16' 20.84''$
12	Horizontal Parallax Bulan	$HP_{\odot}$	05.00	=	$0^{\circ} 59' 58''$
	sda	$HP_{\odot}$	06.00	=	$0^{\circ} 59' 59''$
13	Koreksi GMT – WIB	-	-	=	07.00 jam
14	Konversi dari satuan ukur busur/ sudut ke satuan ukur waktu	-	-	=	$15^{\circ}:1^j /$ $15' = 1^m /$ $15'' = 1^d$

Sebelum dilanjutkan, di sini terlebih dahulu diperkenalkan urutan dan rumus-rumus perhitungan gerhana matahari :

Urutan Perhitungan Gerhana Matahari

No	Gerhana Matahari	Singkatan	Keterangan
1	Mulai Gerhana Matahari	MG_0	
2	Selesai Gerhana Matahari	SG_0	

3	Mulai Gerhana Matahari Total	MGT_o	Jika total
4	Selesai Gerhana Matahar1Total	SGT_o	
5	Gerhana Matahari Sebahagian	GMS_o	Menurut tempat
6	Lebar Gerhana Matahari	LG_o	sda

Rumus-Rumus Perhitungan Gerhana Matahari

Mulai dan Selesai Gerhana Matahari (MG_o / SG_o)			
MG_o	=	$T_{gh} - T_1$	
	T_{gh}	=	Waktu Ijtima' + $T_0 - \Delta T$
	Waktu Ijtima'	=	Waktu FIB + Titik Ijtima'
	Titik Ijtima'	=	MB : SB
	SB	=	$B_2 - B_1$
	MB	=	$ELM_1 - ALB_1$
	B_2	=	$ALB_1 - ALB_2$
	B_1	=	$ELM_1 - ELM_2$
-			
	T_0	=	$ \sin 0,05^\circ \times T_a \times T_b $
	T_a	=	$\cos H : \sin K$
	$\sin H$	=	$\sin L_c : \sin 5^\circ$
	K	=	$\cos L_c \times SB : \cos U$
	$\tan U$	=	$ \tan L_c : \sin H $
	T_b	=	$\sin L_c : \sin K$
	ΔT	=	Koreksi waktu TT menjadi GMT
	T_1	=	C : K

		cos C		=	cos X : cos Z	
		X		=	D + SD _c	
		D		=	HP _c + SD _o - HP _o	
		sin HP _o		=	sin 08.794" : JB	
		sin Z		=	sin U x sin H	
SG _o	=	Tgh + T ₁				
Mulai dan Selesai Gerhana Matahari Total (MGT _o / SGT _o)						
MGT _o	=	Tgh - T ₂				
		T ₂	=	E : K		
		cos E	=	cos Y : cos Z		
		Y	=	D - SD _c		
SGT _o	=	Tgh + T ₂				
Gerhana Matahari Sebahagian (GMS)						
Lebar Gerhana Matahari (LG _o)						
Ushbu'	=	12 x hasil				
LG _o	=	(SD _o + SD _c – L ₂) : (2 x SD _o) x 100%				
		L ₂	=	L _c + L ₁		
		sin L ₁	=	- sin ZM sin HP _c		
		ZM	=	φ – δ		

Penjelasan Rumus, Simbol dan Singkatan dalam Perhitungan Gerhana Matahari

Rumus Perhitungan Gerhana Matahari, Simbol dan Penjelasannya			
No	Rumus	Simbol	Penjelasan
01	02	03	04
Mulai Gerhana Matahari (MG _o)			

1	$MG_o = T_{gh} - T_1$	MG_o	Menghitung mulai gerhana matahari
		T_{gh}	Menghitung titik tengah gerhana.
		T_1	Menghitung waktu yang diperlukan piringan bulan ketika piringan bulan menutupi piringan matahari sampai titik pusat bulan segaris dengan bayangan inti bumi
2	$T_{gh} = I_{jtimak} + T_0 - \Delta T$ $T_{gh} = I_{jtimak} - T_0 - \Delta T$	I_{jtimak}	Ketika matahari dan bulan berkonjungsi (berijtimak).
		T_0	Menghitung waktu titik tengah gerhana. Jika harga mutlak L_c semakin kecil, T_0 ditambahkan. Jika lebih dari 24 jam dikurangi 24, maka dihitung hari berikutnya dari Ephemeris. Jika semakin besar, T_0 dikurangi.
		ΔT	Koreksi waktu antara TT dan GMT
3	$\text{Waktu } I_{jtimak} = \text{Waktu FIB} + \text{Titik } I_{jtimak}$	Waktu FIB	Waktu Fraction Illumination bulan. Untuk ijtimak digunakan harga yang terkecil.
		Titik I_{jtimak}	Menghitung Titik I_{jtimak}
4	$\text{Titik } I_{jtimak} = MB : SB$	MB	Menghitung jarak matahari dan bulan
		SB	Menghitung Sabaq (gerak) bulan mu'addal (rata-rata)

5	MB = ELM ₁ - ALB ₁	ELM ₁	Ecliptic longitude matahari jam FIB (terbesar)
		ALB ₁	Apparent longitude bulan jam FIB (terbesar)
6	SB = B ₂ -B ₁	B ₂	Selisih antara ALB ₁ dengan ALB ₂ .
		B ₁	Selisih antara ELM ₁ dengan ELM ₂ .
7	B ₂ = ALB ₁ -ALB ₂	ALB ₂	Biasanya ALB berikutnya (menghitung Sabaq bulan perjam)
8	B ₁ = ELM ₁ - ELM ₂	ELM ₂	Biasanya ELM berikutnya (menghitung Sabaq matahari perjam)

9	T0= sin 0,05°x Ta xTb	...	Harga mutlak : nilai plus/minus tidak dihargai
		Ta	Koreksi pertama terhadap kecepatan bulan
		Tb	Koreksi kedua terhadap kecepatan bulan
10	Ta = cos H : sin K	H	Menghitung jarak bulan dari titik simpul
		K	Menghitung koreksi kecepatan bulan relatif terhadap matahari
11	sin H = sin Lc : sin 5°	Lc	Apparent latitude (lintang) bulan. Jika harga mutlak lintang bulan pada FIB terkecil > 01° 32' 02", maka tidak terjadi gerhana matahari. Jika harga mutlak lintang bulan < 01° 24' 10"

			maka pasti terjadi gerhana matahari. Jika harga mutlak lintang bulan $< 01^{\circ} 32' 02''$ dan $> 01^{\circ} 24' 10''$, maka ada kemungkinan terjadi gerhana matahari.
12	$K = \cos L_{\odot} \times SB : \cos U$	U	Menghitung lintang bulan maksimum terkoreksi
13	$\tan U = \tan L_{\odot} : \sin H $		(teliti di atas)
14	$Tb = \sin L_{\odot} : \sin K$		(teliti di atas)

		ΔT	(teliti di atas)

15	$T_1 = C : K$	C	Menghitung jarak titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai menutupi matahari sampai titik pusat bulan ketika titik pusat bulan tersebut segaris dengan anti bayangan inti bumi.
16	$\cos C = \cos X : \cos Z$	X	Menghitung jarak titik pusat anti bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan piringan matahari.
		Z	Menghitung lintang bulan minimum terkoreksi
17	$X = D + SD_{\odot}$	D	Menghitung besar semidiameter anti bayangan inti bumi

		SD _c	Semidiameter bulan
18	$D = HP_c + SD_o - HP_o$	HP _c	Horizon Parallax bulan
		SD _o	Semidiameter matahari
		HP _o	Horizon Parallax matahari
19	$\sin HP_o = \sin 08.794'' : BM$	JB	Jarak bumi-matahari (True Geocentric Distance)
20	$\sin Z = \sin U \times \sin H $		

21	$SG_o = T_{gh} + T_1$	SG _o	Selesai gerhana matahari

Mulai Gerhana Total Matahari (MGT _o)			
22	$MGT_o = T_{gh} - T_2$	MGT _o	Mulai Gerhana Total matahari
23	$T_2 = E : K$	T ₂	Menghitung waktu yang diperlukan oleh bulan untuk berjalan mulai dari titik pusat bulan saat segaris dengan anti bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan menutupi piringan matahari.
		E	Menghitung jarak titik pusat bulan saat segaris dengan anti bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan menutupi piringan matahari

24	$\cos E = \cos Y : \cos Z$	Y	Menghitung jarak titik pusat anti bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan mulai menutupi piringan matahari. Jika harga $Y < Z$, maka akan terjadi gerhana sebahagian. Sebaliknya jika harga $Y > Z$, maka akan terjadi gerhana total. Jika harga $Y > Z$ dan $SD_o > SD_c$ maka akan terjadi gerhana matahari cincin.
25	$Y = D - SD_c$		
26	$SGT_o = T_{gh} + T_2$	SGT_o	Selesai gerhana matahari total
Gerhana matahari dalam keadaan total paling lama berlangsung 7 (tujuh) menit, jika dalam perhitungan lebih, itu menunjukkan prosesnya.			

27	Jika nilai lintang bulan (L_c) positif (+) dan harganya lebih besar dari $00^\circ 31'$ maka gerhana matahari hanya dapat terlihat dari daerah utara equator bumi. Jika nilai lintang bulan (L_c) negatif (-) dan harganya lebih kecil dari $- 00^\circ 31'$ maka gerhana matahari hanya dapat terlihat dari daerah selatan equator bumi. Jika harga mutlak lintang bulan (L_c) lebih kecil dari $00^\circ 31'$ maka gerhana matahari hanya dapat terlihat di daerah equator bumi.		

28	Gerhana Matahari Sebahagian (GMS)		

		GMS	Jika harga $Y < Z$, maka akan terjadi gerhana matahari sebahagian.
	$ZM = \phi - \delta$	ϕ dan λ	Tentukan kordinat tempat yang ada peluang terjadi gerhana matahari (lih.No.27)
		δ_o	Data deklinasi pada sa'at ijtimak (diinterpolasikan)
		ZM	Menghitung jarak antara zenit dengan Matahari.
			Tanda positif atau negatif ZM mengikuti tanda positif dan negatif lintang bulan (L_c)
	$L_2 = L_1 + L_2 $	L_2	Menghitung koreksi lintang dua (L_2)
	$\sin L_1 = -\sin ZM \sin HP_c$	L_1	Menghitung koreksi lintang satu (L_1)
Lebar Gerhana			
29	$LG_o = (SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$	LG_o	Menghitung lebar gerhana matahari
	$Ushbu' = 12 \times \text{hasil}$	Ushbu'	Jari tangan
Gerhana matahari akan terlihat pada siang hari, sehingga jika awal gerhana lebih besar dari pada waktu terbenam matahari, atau akhir gerhana lebih kecil dari pada waktu terbit matahari di suatu tempat, maka gerhana matahari tidak dapat terlihat dari tempat yang bersangkutan.			

2). Perhitungan Waktu Ijtimak

Ijtimak (konjungsi) menentukan terjadi gerhana matahari. Karena setiap gerhana matahari terjadi pada waktu ijtimak, meskipun belum tentu setiap ijtimak akan terjadi gerhana matahari. Dari itu sebelum gerhana matahari diperhitungkan, terlebih dahulu harus diperhitungkan waktu terjadi ijtimak.

Perhitungan Ijtimak			
Sabtu tgl.11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H			
Data Matahari dan Bulan	Jam		Harga/ Hasil
$B_1 = ELM_1 - ELM_2$			
ELM ₁ (Ecliptic Longitude Matahari)	05.00	=	$79^0 44' 13''$
ELM ₂	06.00	=	$79^0 46' 37'' -$
B ₁ (selisih dalam satu jam)		=	$00^0 02' 24''$
$B_2 = ALB_1 - ALB_2$			
ALB ₁ (Apparent Longitude Bulan)	05.00	=	$79^0 55' 27''$
ALB ₂	06.00	=	$80^0 31' 47'' -$
B ₂ (selisih dalam satu jam)		=	$00^0 36' 20''$
$MB = ELM_1 - ALB_1$			
ELM ₁	05.00	=	$79^0 44' 13''$
ALB ₁	05.00	=	$79^0 55' 27'' -$
MB (selisih ELM ₁ - ALB ₁ dalam jam yang sama)		=	$00^0 11' 14''$
$SB = B_2 - B_1$			
B ₂		=	$00^0 36' 20''$
B ₁		=	$00^0 02' 24'' -$
SB		=	$00^0 33' 56''$
Titik Ijtimak = MB : SB			
$00^0 11' 14'' : 00^0 33' 56''$		=	$00^0 19' 51.75''$

Waktu Ijtimak GMT = Waktu FIB terkecil + Titik Ijtimak = 05 ^j + 00° 19' 51.75"		=	05 ^j 19' 51.75"
--	--	---	----------------------------

3). Interpolasi Data

Berdasarkan hasil perhitungan, ijtimak terjadi pada 05^j 19' 51.75". Karena data dalam daftar ephemeris yang tersedia hanya jam 5 (lima) dan jam 6 (enam), maka untuk perhitungan kelebihan 19 menit 51.75 detik dari jam 5, membutuhkan diinterpolasi antara jam 5 dan jam 6:

Interpolasi Data
Tanggal 11 Juni 1983 M/ 05^j 19' 51.75"

Rumus Interpolasi: $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : \text{itv}) \times \text{MD})$
Misalnya:

SD _c (Semi Diameter Bulan)	jam 05	=	00°16' 20.50" (D ₁)
SD _c	jam 06	=	00°16' 20.84" (D ₂)

Berapa nilai N SD_c jam 05^j 19^m 51.75^d ?

Jawabannya :

Interpolasi SD_c (Semi Diameter Bulan)

Data	Jam	=	Harga
SD _c (Semi Diameter Bulan)	jam 05.00	=	00°16' 20.50"
SD _c	Jam 06.00	=	00°16' 20.84"
Rumus : $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : \text{itv}) \times \text{MD})$			
N	=	00°16' 20.50" - (((00°16' 20.50" - 00° 16' 20.84") : 1) x 00 ^j 19 ^m 51.75 ^d)	
	=	00°16' 20.61"	

Tetapi agar lebih mudah dipahami, di sini tidak dipergunakan rumus tersebut, tetapi diinterpolasikan saja secara sederhana :

Interpolasi Data Apparent Latitude Bulan (L_c)

Data	=	Harga	Harga
L_c jam 05.00	=	$-00^{\circ} 28' 23.00''$	$-00^{\circ} 28' 23.00''$
L_c jam 06.00	=	$-00^{\circ} 25' 02.00''$ -	
Selisih satu jam	=	$-00^{\circ} 03' 21.00''$	
Lebih menit dan detik dari jam 05	=	$00^j 19^m 51.75^d \times$	
$L_c 00^j 19^m 51.75^d$	=	$-00^{\circ} 01' 06.54''$	$-00^{\circ} 01' 06.54''$ -
$L_c 05^j 19^m 51.75^d$	=		$-00^{\circ} 27' 16.46''$

Interpolasi Data Horizontal Parallax Bulan (HP_c)

Data	=	Harga	Harga
HP_c jam 05.00	=	$00^{\circ} 59' 58.00''$	$00^{\circ} 59' 58.00''$
HP_c jam 06.00	=	$00^{\circ} 59' 59.00''$ -	
Selisih satu jam	=	$00^{\circ} 00' 01.00''$	
Lebih menit dan detik dari jam 05	=	$00^j 19^m 51.75^d \times$	
$HP_c 00^j 19^m 51.75^d$	=	$00^{\circ} 00' 00.33''$	$00^{\circ} 00' 00.33''$ +
$HP_c 05^j 19^m 51.75^d$	=		$00^{\circ} 59' 58.33''$

Interpolasi Data Semi Diameter Bulan (SD_c)

Data	=	Harga	Harga
SD_c jam 05.00	=	$00^{\circ} 16' 20.50''$	$00^{\circ} 16' 20.50''$
SD_c jam 06.00	=	$00^{\circ} 16' 20.84''$ -	
Selisih satu jam	=	$00^{\circ} 00' 00.34''$	
Lebih menit dan detik dari jam 05	=	$00^j 19^m 51.75^d \times$	

SD _c 00 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=	00° 00' 00.11"	<u>00° 00' 00.11"</u> +
SD _c 05 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=		

Interpolasi Semi Diameter Matahari (SD_o)

Data	=	Harga	Harga
SD _o jam 05.00	=	00° 15' 45.09"	00° 15' 45.09"
SD _o jam 06.00	=	<u>00° 15' 45.08"</u> -	
Selisih satu jam	=	00° 00' 00.01"	
Lebih menit dan detik dari jam 05	=	<u>00^j 19^m 51.75^d</u> x	
SD _o 00 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=	00° 00' 00.00"	<u>00° 00' 00.00"</u> -
SD _o 05 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=		00° 15' 45.09"

Interpolasi Deklinasi Matahari (δ_o)

Data	=	Harga	Harga
d _o jam 05	=	23° 02' 38.00"	23° 02' 38.00"
d _o jam 06	=	<u>23° 02' 49.00"</u> -	
Selisih satu jam	=	00° 00' 11.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 05	=	<u>00^j 19^m 51.75^d</u> x	
d _o 00 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=	00° 00' 03.64"	<u>00° 00' 03.64"</u> -
d _o 05 ^j 19 ^m 51.75 ^d	=		23° 02' 41.64"

Interpolasi Jarak Bumi (True Geocentric Distance)

Data			
JB (Jarak Bumi-Matahari)	jam 05.00	=	1.0153872
JB	Jam 06.00	=	1.0153918
Rumus : $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$			

N	=	$1.0153872 - (((1.0153872 - 1.0153918) : 1) \times 00^i 19^m 51.75^d)$
	=	1.0153887

Hasil interpolasi dari data-data tersebut, dipergunakan untuk:

4). *Perhitungan Waktu Mulai dan Selesai Gerhana Matahari*

Sabtu tgl.11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H		
sin H	=	sin L _c : sin 5°
	=	sin -00° 27' 16.46" : sin 5°
H	=	-05° 13' 22.1"
-		
tan U	=	tan L _c : sin H
	=	tan -00° 27' 16.46" : sin -05° 13' 22.1"
U	=	04° 58' 52.41"
-		
K	=	cos L _c x SB : cos U
	=	cos -00° 27' 16.46" x 00° 33' 56" : cos 04° 58' 52.41"
	=	00° 34' 03.65"
-		
Ta	=	cos H : sin K
	=	cos -05° 13' 22.1" : sin 00° 34' 03.65"
	=	100° 30' 44.00"
-		
Tb	=	sin L _c : sin K
	=	sin -00° 27' 16.46" : sin 00° 34' 03.65"
	=	-0° 48' 02.73"
-		
T0	=	sin 0,05° x Ta x Tb
	=	sin 0,05° x 100° 30' 44.00" x -0° 48' 02.73"

	=	$0^{\circ} 04' 12.85''$ (dibaca jam: $00^j 04^m 12.85^d$)
-		
ΔT	=	Koreksi waktu TT menjadi GMT Data : ΔT tahun 1980 = $00^j 00^m 50.5^d$ ΔT tahun 1990 = $00^j 00^m 56.9^d$ Akan diperhitungkan ΔT tahun 1983 Rumus : $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$ $N = 00^j 00^m 50.5^d - (((00^j 00^m 50.5^d - 00^j 00^m 56.9^d) : 10) \times (1983 - 1980))$ $= 00^j 00^m 52.42^d$
-		
Tgh	=	Ijtima' + $T_0 - \Delta T$ (T_0 ditambahkan karena harga mutlak L_c semakin kecil)
	=	$05^j 19' 51.75'' + 00^j 04^m 12.85^d - 00^j 00^m 52.42^d$
	=	$05^j 23^m 12.18^d$
-		
$\sin HP_o$	=	$\sin 08.794'' : JB$
	=	$\sin 00^{\circ} 00' 08.794'' : 1.0153887$
HP_o	=	$00^{\circ} 00' 08.66''$
-		
D	=	$HP_c + SD_o - HP_o$
	=	$00^{\circ} 59' 58.33'' + 00^{\circ} 15' 45.09'' - 00^{\circ} 00' 08.66''$
	=	$01^{\circ} 15' 34.76''$
-		
X	=	$D + SD_c$
	=	$01^{\circ} 15' 34.76'' + 00^{\circ} 16' 20.61''$
	=	$01^{\circ} 31' 55.37''$
-		
$\sin Z$	=	$ \sin U \times \sin H $

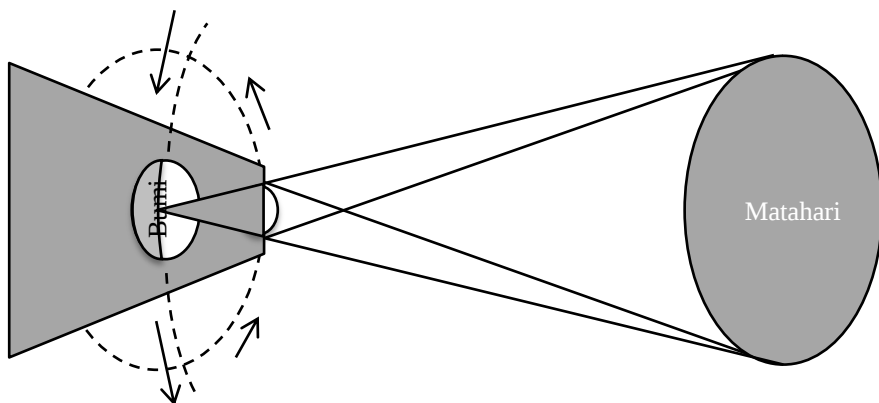
	=	$ \sin 04^\circ 58' 52.41'' \times \sin -05^\circ 13' 22.1'' $
Z	=	$0^\circ 27' 10.33''$
		-
cos C	=	$\cos X : \cos Z$
	=	$\cos 01^\circ 31' 55.37'' : \cos 0^\circ 27' 10.33''$
C	=	$01^\circ 27' 48.96''$
		-
T ₁	=	C : K
	=	$01^\circ 27' 48.96'' : 00^\circ 34' 03.65''$
	=	$02^\circ 34' 41.56''$ (dibaca = $02^j 34^m 41.56^d$)
		-
MG _o	=	Tgh - T ₁
	=	$05^j 23^m 12.18^d - 02^j 34^m 41.56^d$
	=	$02^j 48^m 30.62^d$
		-
		Selesai Gerhana Matahari (SG _o)
SG _o	=	Tgh + T ₁
	=	$05^j 23^m 12.18^d + 02^j 34^m 41.56^d$
	=	$07^j 57^m 53.74^d$

5). *Perhitungan Waktu Mulai dan Selesai Gerhana Matahari Total*

		Mulai Gerhana Matahari Total (MGT _o)	
Y	=	D- SD _c	
	=	$01^\circ 15' 34.76'' - 00^\circ 16' 20.61''$	
	=	$00^\circ 59' 14.15''$	
Harga Y ($00^\circ 59' 14.15''$) > Z ($0^\circ 27' 10.33''$), berpeluang terjadi gerhana matahari total)			
-			

cos E	=	cos Y : cos Z
	=	cos 00° 59' 14.15" : cos 0° 27' 10.33"
E	=	00° 52' 38.2"
-		
T ₂	=	E : K
	=	00° 52' 38.2" : 00° 34' 03.65"
	=	01° 32' 43.34"
-		
MGT _o	=	T _{gh} - T ₂
	=	05 ^j 23 ^m 12.18 ^d - 01° 32' 43.34"
	=	03 ^j 50 ^m 28.84 ^d
-		
		Selesai Gerhana Matahari Total (SGT _o)
SGT _o	=	T _{gh} + T ₂
	=	05 ^j 23 ^m 12.18 ^d + 01° 32' 43.34"
	=	06 ^j 55 ^m 55.52 ^d
Gerhana matahari dalam keadaan total paling lama berlangsung 7 (tujuh) menit, jika dalam perhitungan lebih dari itu, menunjukkan prosesnya.		

Gambar Dua
Gerhana Matahari Total



6). Melihat Gerhana Matahari pada Suatu Tempat

Karena harga mutlak lintang bulan L_c ($-00^{\circ}28' 23.00''$) < (lebih kecil dari) $-00^{\circ} 31'$, maka gerhana matahari ini terjadi di selatan equator bumi. Untuk melihat gerhana ini, di sini dikemukakan contoh setelah terbit matahari. Sementara ketika terbenam matahari dicoba hitung masing-masing, sehingga terbukti gerhana matahari tidak habis terlihat atau tidak terlihat sama sekali. Untuk membuktikan setelah terbit matahari dipilih dua kota yang satu terletak di Lintang Selatan, dan yang satu lagi bagaimana jika dilihat di lintang utara. Maka untuk LS dipilih kota Surabaya dan untuk LU dipilih kota Banda Aceh:

(1). Melihat Gerhana Matahari di Surabaya (LS)

Sabtu Tanggal 11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H			
Markaz	Data dari GPS		
Surabaya	Lintang	Bujur	Location
	LS $- 07^{\circ} 15' 55''$	BT $112^{\circ} 44' 33''$	-

-				
Dat a	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Sabtu / 11- 06- 1983	Syuruq	$06^j - 7^j = 23^j$	$23^\circ 02' 41.64''$
e	sda	sda	sda	$00^m 35^d$
-				
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + kwd$		
-				
$\cos t$	=	$-\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$		
	=	$-\tan -07^0 15' 55'' \tan 23^\circ 02' 41.64'' + \sec -07^0 15' 55'' \sec 23^\circ 02' 41.64'' \sin -01^\circ$		
	=	0.035113561		
t	=	$87^\circ 59' 15.82'' : 15 = 05^j 51^m 57.05^d$		
-				
Kwd	=	$\text{Selisih } (112^0 44^0 33'' - 105^\circ) : 15 =$		
		$00j 30^m 58.2^d$		
-				
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + kwd$		
q				
	=	$12^j - 0^m 35^d - 05^j 51^m 57.05^d - 00j 30^m 58.2^d$		
W_{syuruq}	=	$05^j 36^m 29.75^d$ (Jika dibulatkan menjadi 05 :		
q		36)		

Gerhana matahari sebahagian Sabtu tgl.11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H, mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + 02^j 48^m 30.62^d$ (MG) = $09^j 48^m 30.62^d$. Jika dilihat di kota Surabaya = $09^j 48^m 30.62^d - 00^j 30^m 58.2^d$ (Kwd) = $09^j 17^m 32.42^d$. Atau $09^j 17^m 32.42^d - 05^j 36^m 29.75^d$ (Syuruq) = $03^j 41^m 02.67^d$ setelah terbit matahari. Sementara gerhana matahari total mulai dapat

disaksikan di zona WIB = $07^j + 03^j 50^m 28.84^d$ (MGT) = $10^j 50^m 28.84^d$ WIB. Jika dilihat di kota Surabaya = $10^j 50^m 28.84^d - 00^j 30^m 58.2^d = 10^j 19^m 30.64^d$. Selesai gerhana matahari total = $07^j + 06^j 55^m 55.52^d = 13^j 55^m 55.52^d$ WIB. Di Surabaya = $13^j 55^m 55.52^d - 00^j 30^m 58.2^d = 13^j 24^m 57.32^d$. Lama gerhana matahari total = $13^j 24^m 57.32^d - 10^j 19^m 30.64^d = 03^j 05^m 26.68^d$. Selesai gerhana matahari = $07^j + 07^j 57^m 53.74^d = 14^j 57^m 53.74^d$ WIB. Di Surabaya = $14^j 57^m 53.74^d - 00^j 30^m 58.2^d = 14^j 26^m 55.54^d$. Lama gerhana matahari = $14^j 26^m 55.54^d - 09^j 17^m 32.42^d = 05^j 09^m 23.12^d$

(2). *Melihat Gerhana Matahari di Banda Aceh (LU)*

Sabtu tgl.11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H				
Markaz		Data dari GPS		
Banda Aceh		Lintang	Bujur	Location
		LU 05° 33' 12.54"	BT 95°19' 03.18"	-
-				
Dat a	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Sabtu /11-06- 1983	Syuruq	06 ^j -7 ^j = 23 ^j	23° 02' 41.64"
e	sda	sda	sda	00 ^m 35 ^d
-				
W _{syuruq}	=	12 ^j – e - t + kwd		
-				
cos t	=	– tan P tan d + sec P sec d sin h		
	=	- tan 05° 33' 12.54" tan 23° 02' 41.64"+ sec 05° 33' 12.54" sec 23° 02' 41.64" sin -01°		
	=	- 0.060417528		
t	=	93° 27' 49.6" :15 = 06 ^j 13 ^m 51.31 ^d		

-		
Kwd	=	Selisih ($95^{\circ}19' 03.18'' - 105^{\circ}$) : 15 = $00^j 38^m 43.79^d$
-		
W_{syuru} q	=	$12^j - e - t + \text{kwd}$
	=	$12^j - 00^m 35^d - 06^j 13^m 51.31^d + 00^j 38^m 43.79^d$
W_{syuru} q	=	$06^j 24^m 17.48^d$ (Jika dibulatkan menjadi $06 : 24$)
-		

Gerhana matahari sebahagian Sabtu tgl.11 Juni 1983 M/29 Sya'ban 1403 H, mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + 02^j 48^m 30.62^d$ (MG) = $09^j 48^m 30.62^d$. Jika dilihat di kota Banda Aceh = $09^j 48^m 30.62^d + 00^j 38^m 43.79^d$ (Kwd) = $10^j 27^m 14.41^d$. Atau $10^j 27^m 14.41^d - 06^j 24^m 17.48^d$ (Syuruq) = $04^j 02^m 56.93^d$ setelah terbit matahari. Sementara gerhana matahari total mulai dapat disaksikan di zona WIB = $07^j + 03^j 50^m 28.84^d$ (MGT) = $10^j 50^m 28.84^d$ WIB. Jika dilihat di Banda Aceh = $10^j 50^m 28.84^d + 00^j 38^m 43.79^d = 11^j 29^m 12.69^d$. Selesai gerhana matahari total = $07^j + 06^j 55^m 55.52^d = 13^j 55^m 55.52^d$ WIB. Di Banda Aceh = $13^j 55^m 55.52^d + 00^j 38^m 43.79^d = 14^j 34^m 39.31^d$. Lama gerhana matahari total = $14^j 34^m 39.31^d - 11^j 29^m 12.69^d = 03^j 05^m 26.62^d$. Selesai gerhana matahari = $07^j + 07^j 57^m 53.74^d = 14^j 57^m 53.74^d$ WIB. Di Banda Aceh = $14^j 57^m 53.74^d + 00^j 38^m 43.79^d = 15^j 36^m 37.53^d$. Lama gerhana matahari = $15^j 36^m 37.53^d - 10^j 27^m 14.41^d = 05^j 09^m 23.12^d$.

7). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari

Dalam rumus perhitungan Lebar Gerhana matahari (LG_0) ditentukan oleh kordinat tempat. Dari itu perhitungan “Melihat Gerhana matahari pada Sesuatu Tempat” didahulukan dari perhitungan “Lebar Gerhana matahari (LG_0)”:

(1). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di Surabaya

Sabtu Tanggal 11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H

Rumus Lebar Gerhana Matahari

LG_0	=	$(SD_0 + SD_c - L_2) : (2 \times SD_0) \times 100\%$
L_2	=	$L_c + L_1$
$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
ZM	=	$\phi - \delta_0$ (diambil waktu ijtimak)

Proses Perhitungan Gerhana Matahari

ZM	=	$\phi - \delta_0$
	=	$-07^0 15' 55'' - 23^0 02' 41.64''$
	=	$- 30^0 18' 36.64''$ (L_c negatif)
		-
$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$- \sin -30^0 18' 36.64'' \times \sin 00^0 59' 58.33''$
L_1	=	$00^0 00' 31.69''$
		-
L_2	=	$L_c + L_1$
		$-00^0 27' 16.46'' + 00^0 00' 31.69''$
		$-00^0 26' 44.77''$
		-
LG_0	=	$(SD_0 + SD_c - L_2) : (2 \times SD_0) \times 100\%$
	=	$(00^0 15' 45.09'' + 00^0 16' 20.61'' - (-00^0 26' 44.77'')) : (2 \times 00^0 15' 45.09'') \times 100\%$
	=	$00^0 58' 50.47'' : 00^0 31' 30.18'' \times 100\%$
	=	186.779566%
		-
Ushbu'	=	$12 \times 186.779566\% = 22.41$ jari tangan
Gerhana matahari akan terlihat pada siang hari, sehingga jika awal gerhana lebih besar dari pada waktu terbenam matahari, atau akhir gerhana lebih kecil dari pada		

waktu terbit matahari di suatu tempat, maka gerhana matahari tidak dapat terlihat dari tempat yang bersangkutan.

(2). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di Banda Aceh

Sabtu Tanggal 11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H		
ZM	=	$\varphi - \delta_o$
	=	$05^{\circ} 34' 27.36'' - 23^{\circ} 02' 41.64''$
	=	$-17^{\circ} 28' 14.28''$ (L _c negatif)
sin L ₁	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$-\sin -17^{\circ} 28' 14.28'' \times \sin 00^{\circ} 59' 58.33''$
L ₁	=	$00^{\circ} 18' 0.23''$
L ₂	=	$L_c + L_1$
		$-00^{\circ} 27' 16.46'' + 00^{\circ} 18' 0.23''$
		$-00^{\circ} 09' 16.23''$
LG _o	=	$(SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$
	=	$(00^{\circ} 15' 45.09'' + 00^{\circ} 16' 20.61'' - (-00^{\circ} 09' 16.23'')) : (2 \times 00^{\circ} 15' 45.09'') \times 100\%$
	=	$00^{\circ} 41' 21.93'' : 00^{\circ} 31' 30.18'' \times 100\%$
	=	131.3065422%
Ushbu'	=	$12 \times 131.3065422\% = 15.76$ jari tangan

8). Kesimpulan

Melihat Gerhana Matahari di Surabaya dan Banda Aceh
Sabtu/11 Juni 1983 M/ 29 Sya'ban 1403 H

Gerhana Matahari	GMT	Surabaya	Banda Aceh
		WIB	WIB
Mulai Gerhana	02 ^j 48 ^m 30.62 ^d	09 ^j 17 ^m 32.42 ^d	10 ^j 27 ^m 14.41 ^d
Mulai Gerhana Total	03 ^j 50 ^m 28.84 ^d	10 ^j 19 ^m 30.64 ^d	11 ^j 29 ^m 12.69 ^d
Selesai Gerhana Total	06 ^j 55 ^m 55.52 ^d	13 ^j 24 ^m 57.32 ^d	14 ^j 34 ^m 39.31 ^d
Lama Gerhana Total	03 ^j 05 ^m 26.68 ^d	03 ^j 05 ^m 26.68 ^d	03 ^j 05 ^m 26.62 ^d
Selesai Gerhana	07 ^j 57 ^m 53.74 ^d	14 ^j 26 ^m 55.54 ^d	15 ^j 36 ^m 37.53 ^d
Lama Gerhana	05 ^j 09 ^m 23.12 ^d	05 ^j 09 ^m 23.12 ^d	05 ^j 09 ^m 23.12 ^d
Lebar Gerhana (%)	-	186.78%	131.31%
Ukuran jari tangan	-	22.41 jari	15.76 jari

N. Penentuan Gerhana Bulan dan Penjelasannya

Gerhana Bulan terjadi, jika sebahagian atau seluruh bulan terletak dalam bayangan kerucut bumi sementara jarak bayangan kerucut bumi lebih panjang dari jarak bulan ke bumi. Sebagaimana diketahui jarak bulan ke bumi tidak selalu tetap. Panjang kerucut bayangan bumi kira-kira 218 r, yang sama dengan 3.5 kali jarak bulan ke bumi. Jadi gerhana bulan selalu ada, jika tiga syarat terjadi gerhana sebagaimana yang telah dikemukakan di atas terpenuhi. Kecuali itu perlu juga diselidiki

lebar penampang kerucut bayangan bumi pada jarak 60 P, yaitu pada jarak bulan ke bumi. Jari-jarinya adalah 0.27 r atau 2.67 kali jari-jari bulan. Jadi pada bulan purnama, jika bulan jaraknya 12° dari titik simpul, gerhana bulan pasti akan terjadi. Untuk mengetahui kemungkinan ada tidaknya gerhana bulan, terlebih dahulu harus dilacak ke dalam tabel-tabel sebagaimana dilacak gerhana matahari :

a. Pelacakan Gerhana Bulan

Jika gerhana matahari dilacak pada akhir setiap bulan dalam tahun kamariah, maka gerhana bulan dilacak pada pertengahan (purnama), yakni tgl.14 atau 15 setiap bulan kamariah. Maka pada contoh ini, akan dilacak dan dibuktikan gerhana bulan yang telah terjadi pada purnama bulan Rajab 1433 H bertepatan dengan tgl. 04 Juni 2012 M berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua.

Pelacakan Gerhana Bulan					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Data A (kolom 02)	1430	=	326 °	14'	12"
Tahun dalam Data B (kolom 01)	3 +	=	024 °	08'	24" +
Tahun yang diperhitungkan	1433	=	350 °	22'	36"
Data bulan Rajab dalam Tabel D		=	199 °	21'	37" +
Jumlah		=	549 °	44'	13"

Koreksi satu kali putaran			60°	00'	00" -
Besar Sudut			89°	44'	13"
Sudut 189° 44' 13" ada peluang terjadi gerhana bulan karena terletak antara sudut 165° s/d 194° (teliti dalam Data D, kolom 02, no.2)					
Ada peluang terjadi gerhana bulan pada purnama bulan Rajab 1433 H					

b. Penentuan Hari dan Konversi Tgl. 14 Rajab 2012 M ke Tahun Miladiyah

Penentuan Hari Tanggal 14 Rajab 1433 H			
14 Rajab 1433 H = 1432 tahun + 6 bulan + 14 hari			
1432 tahun = 1432 : 30 th x 1 siklus = 47. 73333333 siklus. Angka bulatnya = 47 siklus. Sisanya angka pecahan = 0.73333333 siklus x 30 x 1 tahun =21.9999999 tahun. Dibulatkan menjadi = 22 tahun. Dalam jangka waktu 22 tahun, kelebihan hari tahun kabisah (panjang) = 8 hari. Maka tgl. 14 Rajab 1432 = 47 siklus + 22 tahun + 8 hari kabisah + 6 bulan + 14 hari.			
-			
47 siklus = 47 x 10631 x 1 hari	=	499657	hari
22 tahun = 22 x 354 x 1hari	=	7788	hari
8 hari tahun kabisah	=	8	hari
6 bulan= (3 x 30) + (3 x 29) x 1 hari	=	177	hari
14 hari	=	14	hari +
Total hari Th. Hijriyah dari tgl.1-1-1 s/d tgl.14-7-1433	=	507644	hari

Total hari 507644 : 7 x 1 hari = 72520.57143 hari. Angka pecahannya 0.57143 x 7 x 1 hari = 4.00001 hari. Dibulatkan menjadi 04 (empat) hari. Jadi tgl. 14 Rajab 1433 H dihitung 4 (empat) hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Senin".			
-			
Konversi Tanggal 14 Rajab 1433 H ke Tahun Miladiyah			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d tgl.14-7-1433 H	=	507644	hari
Selisih star Masehi – Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari +
Total hari tahun Miladiyah	=	734673	hari
Total hari 34673 : 1461 x 1 siklus = 502.8562628 siklus. Angka bulatnya = 502 siklus. Sisanya angka pecahan = 0.8562628 x 1461 x 1 hari = 1250.999951 hari. Dibulatkan menjadi = 1251 hari.			
502 siklus = 502 x 4 x 1 tahun	=	2008	tahun
1251 hari = 1251 : 365 x 1 tahun = 3.42739726 tahun. Angka bulatnya	=	3	tahun
Sisanya angka pecahan = 0. 42739726 x 365 x 1hari = 155.9999999 hari. Dibulatkan menjadi 156 hari			
156 hari = 156 : 30 x 1bulan	=	5	bulan
156 hari = 156 - 5 bulan (3 x 31) + (29 + 30) x 1 hari	=	4	hari
Jadi tgl. 14 Rajab 1433 H bertepatan dengan tgl. = 2008 tahun + 3 tahun = 2011 tahun + 5 bulan + 4 hari = 4 Juni 2012 M.			
Pembuktian tgl. 4 Juni 2012 M jatuh pada hari Senin			

Jumlah hari Tahun Miladiyah	=	734673	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 4-6-2012 M	=	734660	hari
Total hari Tahun Miladiyah = $734660 : 7 \times 1$ minggu = 104951.4286 minggu. Sisanya angka pecahan $0.4286 \times 7 \times 1$ hari = 3.0002 hari. Dibulatkan menjadi 3 hari. Jadi tanggal 4 Juni 2012 M, dihitung 3 hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu itu sendiri, jatuh pada hari “ Senin “.			

Berdasarkan konversi tanggal tahun kamariyah ke tahun syamsiah, maka diketahui bahwa tgl.14 Rajab 1433 H jatuh pada hari Senin bertepatan dengan tanggal 04 Juni 2012 M.

c. *Hisab Hakiki Gerhana Bulan*

Dalam contoh ini data perhitungan gerhana bulan yang dikutip dari daftar Ephemeris Win Hisab adalah pada tanggal tahun syamsiyah yang telah dikonvesikan di atas yaitu tanggal 04 Juni 2012 M. Jika data matahari dan bulan yang dikutip dari Daftar Ephemeris tersebut untuk gerhana matahari bertepatan dengan ijtimak, yaitu berdasarkan Fraction Illumination Bulan (FIB) terkecil, maka untuk gerhana bulan karena bertepatan dengan istiqbal, adalah berdasarkan Fraction Illumination Bulan (FIB) terbesar. Jika pada tanggal ini data Fraction Illumination bulan terbesar tidak ditemukan, maka tgl.04 Juni 2012 tersebut dapat dialihkan ke hari sebelum atau sesudahnya, di mana FIB terbesar yang dimaksud dapat dijumpai. Tetapi pada contoh ini tak perlu dialihkan karena tepat terjadi pada tanggal 04 Juni 2012 M.

1). *Data, Urutan dan Rumus Perhitungan Gerhana Bulan*

Data Matahari dan Bulan dari Daftar Ephemeris Win
Hisab

No	Data Matahari /Bulan	Simbol	Jam	Harga
01	02	03	04	05
1	Fraction Illumination Bulan (terbesar)	FIB	11.00	0.99995
2	Waktu FIB terbesar	-	11.00	11.00 GMT
3	Ecliptic Longitude Matahari	EL _{o1}	11.00	74° 13' 33"
	sda	EL _{o2}	12.00	74° 15' 56"
4	Ecliptic Latitude Matahari	L _o	11.00	-00°00' 0.15"
	sda	L _o	12.00	-00° 00' 0.15"
5	Deklinasi Matahari	d _o	11.00	22° 30' 15"
	sda	d _o	12.00	22° 30' 32"
6	Semi Diameter Matahari	SD _o	11.00	00°15' 45.89"
	sda	SD _o	12.00	00°15' 45.89"
7	True Geocentric Distance	JB	11.00	1.0145234
	sda	JB	12.00	1.0145291
8	Apparent Longitude Bulan	AL _{€1}	11.00	254° 05' 57"
	sda	AL _{€2}	12.00	254° 43' 32"

9	Apparent Latitude Bulan	L _☾	11.00	00° 49' 44"
	sda	L _☾	12.00	00° 53' 10"
10	Deklinasi Bulan	d _☾	11.00	-12° 39' 59"
	sda	d _☾	12.00	-12° 40' 54"
11	Semi Diameter Bulan	SD _☾	11.00	00°16' 37.99"
	sda	SD _☾	12.00	00°16' 37.80"
12	Horizontal Parallax Bulan	HP _☾	11.00	01° 01' 02"
	sda	HP _☾	12.00	01° 01' 02"
13	Koreksi GMT – WIB	-	-	07.00 jam
14	Konversi dari satuan ukur busur/ sudut ke satuan ukur waktu	-	-	15°:1 ^j / 15' =1 ^m / 15" =1 ^d

Sebelum dilanjutkan, di sini terlebih dahulu dijelaskan urutan dan rumus-rumus perhitungan gerhana bulan :

Urutan Perhitungan Gerhana Bulan

No	Tahap-tahap Terjadi Gerhana	Singkatan	Keterangan
1	Mulai Gerhana Bulan	MG _☾	
2	Selesai Gerhana Bulan	SG _☾	
3	Mulai Gerhana Bulan Total	MGT _☾	Jika terjadi

4	Selesai Gerhana Bulan Total	SGT _c	
5	Gerhana Bulan Sebahagian	GMS _c	
6	Lebar Gerhana Bulan	LG _c	

Rumus-Rumus Perhitungan Gerhana Bulan

Mulai dan Selesai Gerhana Bulan (MG _c / SG _c)			
MG _c	=	Tgh - T ₁	
		Tgh	= Istiqbal + T ₀ - ΔT
		Waktu Istiqbal	= Waktu FIB (terbesar) + Titik Istiqbal – 00 ^j 01 ^m 49.29 ^d
		Titik Istiqbal	= MB : SB
		MB	= ELM ₁ - (ALB ₁ - 180°)
		SB	= B ₂ -B ₁
		B ₂	= ALB ₁ -ALB ₂
		B ₁	= ELM ₁ - ELM ₂
		-	
		T ₀	= sin 0,05° x Ta x Tb
		Ta	= cos H : sin K
		sin H	= sin L _c : sin 5°
		K	= cos L _c x SB : cos U
		tan U	= tan L _c : sin H
		Tb	= sin L _c : sin K
		ΔT	= Koreksi waktu TT menjadi GMT
		-	
		T ₁	= C : K
		cos C	= cos X : cos Z
		X	= D + SD _c

		D	=	(HP _e + HP _o -SD _o) x 1.02
		sin HP _o	=	sin 08.794" : MB
		sin Z	=	sin U x sin H
SG _e	=	Tgh + T ₁		
-				
Mulai dan Selesai Gerhana Bulan Total (MGT _e / SGT _e)				
MGT _e	=	Tgh - T ₂		
		T ₂	=	E : K
		cos E	=	cos Y : cos Z
		Y	=	D - SD _e
SGT _e	=	Tgh + T ₂		
-				
Lebar Gerhana Bulan (LG _e)				
Ushbu'	=	12 x hasil		
LG _e	=	((D + SD _e –Z) : 2 x SD _e) x 100%		

Penjelasan Rumus, Singkatan dan Simbol dalam Perhitungan Gerhana Bulan

No	Rumus	Simbol	Penjelasan
01	02	03	04
1	Rumus Utama : $MG_{\text{e}} = T_{\text{gh}} - T_1$	MG_{e}	Mulai Gerhana bulan
		T_{gh}	Menghitung waktu titik tengah gerhana.
		T_1	Menghitung waktu yang dibutuhkan oleh bulan untuk berjalan mulai ketika piringan bulan bersentuhan dengan bayangan inti bumi sampai ketika titik pusat bulan segaris dengan bayangan inti bumi

2	$T_{gh} = \text{Istiqbal} + T_0 - \Delta T$ $T_{gh} = \text{Istiqbal} - T_0 - \Delta T$	Istiqbal	Menghitung waktu istiqbal (ketika bulan berposisi /purnama)
		T_0	Menghitung waktu gerhana. Jika harga L_c semakin kecil, T_0 ditambahkan. Jika semakin besar T_0 dikurangi.
		ΔT	Koreksi (dikurangi) selisih waktu antara TT (Universal Time) dan GMT
3	$\text{Waktu Istiqbal} = \text{Waktu FIB} + \text{Titik Istiqbal} - 00^j 01^m 49.29^d$	Waktu FIB	Waktu Fraction Illumination bulan. Untuk istiqbal dipakai harga yang terbesar. Jika FIB dimaksud tidak diperoleh pada tanggal/ hari yang dilacak, maka dapat dicari pada tanggal/ hari sebelum atau sesudahnya.
		Titik Istiqbal	Titik Istiqbal
4	$\text{Titik Istiqbal} = \text{MB} : \text{SB}$	MB	Jarak matahari – bulan
		SB	Sabaq (gerak) bulan mu'addal (rata-rata)
5	$\text{MB} = \text{ELM}_1 - (\text{ALB}_1 - 180)$	ELM_1	Ecliptic Longitude matahari jam FIB (terbesar)
		ALB_1	Apparent Longitude bulan jam FIB (terbesar)
6	$\text{SB} = B_2 - B_1$	B_2	Selisih antara ALB_1 dengan ALB_2 .
		B_1	Selisih antara ELM_1 dengan ELM_2
7	$B_2 = \text{ALB}_1 - \text{ALB}_2$	ALB_2	Biasanya ALB berikutnya

8	$B_1 = ELM_1 - ELM_2$	ELM_2	Biasanya ELM berikutnya
-			
9	$T0 = \sin 0,05^\circ \times Ta \times Tb $	...	Harga mutlak : hasil perhitungan plus/ minus tidak diindahkan
		Ta	Koreksi pertama terhadap kecepatan bulan
		Tb	Koreksi kedua terhadap kecepatan bulan
10	$Ta = \cos H : \sin K$	H	Menghitung jarak bulan dari titik simpul
		K	Menghitung koreksi kecepatan bulan relatif terhadap matahari
11	$\sin H = \sin Lc : \sin 5^\circ$	Lc	Apparent Latitude (lintang) bulan. Jika harga mutlak lintang bulan < (lebih kecil) dari $01^\circ 00' 24''$, maka pada saat tersebut benar akan terjadi gerhana bulan. Tetapi jika harga mutlak lintang bulan > dari $01^\circ 05' 07''$, maka tidak akan terjadi gerhana bulan (lihat pada saat FIB terbesar).
12	$K = \cos Lc \times SB : \cos U$	U	Menghitung lintang bulan maksimum terkoreksi
13	$\tan U = \tan Lc : \sin H $		-
14	$Tb = \sin Lc : \sin K$		-

-			
		ΔT	Telah dijelaskan di atas
-			
15	$T_1 = C : K$	C	Menghitung jarak titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi
16	$\cos C = \cos X : \cos Z$	X	Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi
		Z	Menghitung lintang bulan minimum terkoreksi
17	$X = D + SD_{\odot}$	D	Menghitung besar semidiameter bayangan inti bumi
		$SD_{\odot}$	Semidiameter bulan
18	$D = (HP_{\odot} + HP_o - SD_o) \times 1.02$	$HP_{\odot}$	Horizon Parallak bulan
		HP_o	Horizon Parallak matahari
		SD_o	Semidiameter matahari
19	$\sin HP_o = \sin 08.794'' : JB$	JB	Jarak bumi-matahari (True Geocentric Distance)
20	$\sin Z = \sin U \times \sin H $		-
-			
21	$SG_{\odot} = T_{gh} + T_1$	SG	Selesai gerhana bulan
-			

22	$MGT = T_{gh} - T_2$	MGT	Menghitung waktu mulai gerhana bulan total
23	$T_2 = E : K$	T_2	Menghitung waktu yang diperlukan oleh bulan untuk berjalan mulai dari titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan masuk ke dalam bayangan inti bumi
		E	Menghitung jarak titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan masuk ke dalam bayangan inti bumi
24	$\cos E = \cos Y : \cos Z$	Y	Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan mulai masuk ke dalam bayangan inti bumi
25	$Y = D - SD_{\odot}$		-

26	$SGT = T_{gh} + T_2$	SGT	Selesai gerhana bulan total
-			
27	Gerhana Bulan Sebahagian (GBS)		
		GBS	Jika terjadi gerhana bulan sebahagian, maka ($Y < Z$)
Lebar Gerhana Bulan ($LG_{\odot}$)			

28	$LG_0 = ((D + SD_0 - Z) : 2 \times SD_0) \times 100\%$	LG_0	Jika terjadi gerhana bulan sebahagian ($Y < Z$), maka dihitung lebar gerhana bulan atau magnitude (lebar piringan bulan) yang masuk dalam bayangan inti bumi
29	Ushbu' = hasil perhitungan $\times 12$	Ushbu'	Satuan ukur dengan jari-jari tangan
Gerhana bulan terjadi pada malam bulan purnama. Jika awal gerhana > dari pada waktu terbit matahari, atau akhir gerhana < dari pada waktu terbenam matahari di suatu tempat, maka gerhana bulan tidak dapat terlihat dari tempat yang bersangkutan.			

2). Perhitungan Waktu Istiqbal Bulan

Jika ijtimak menentukan terjadi gerhana matahari, maka istiqbal (opposisi/purnama) menentukan terjadi gerhana bulan. Meskipun setiap gerhana bulan terjadi waktu istiqbal, namun bukan berarti setiap istiqbal akan terjadi gerhana bulan. Dari itu sebelum gerhana bulan diperhitungkan, terlebih dahulu harus diketahui waktu terjadi istiqbal.

Perhitungan Waktu Istiqbal Bulan			
Senin Tgl. 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H			
Data Matahari dan Bulan	Jam		Perhitungan/ Hasil
$B_1 = ELM_1 - ELM_2$			
ELM_1 (Ecliptic Longitude Matahari)	11.00	=	$74^\circ 13' 33''$
ELM_2	12.00	=	$74^\circ 15' 56''$ -

B_1 (selisih dalam satu jam)		=	$00^\circ 02' 23''$
$B_2 = ALB_1 - ALB_2$			
ALB_1 (Apparent Longitude Bulan)	11.00	=	$254^\circ 05' 57''$
ALB_2	12.00	=	$254^\circ 43' 32''$ -
B_2 (selisih dalam satu jam)		=	$00^\circ 37' 35''$
$MB = ELM_1 - (ALB_1 - 180^\circ)$			
ELM_1	11.00	=	$074^\circ 13' 33''$
ALB_1 ($254^\circ 05' 57'' - 180^\circ$)	11.00	=	$074^\circ 05' 57''$ -
MB (selisih $ELM_1 - ALB_1$ dalam jam yang sama)		=	$00^\circ 07' 36''$
$SB = B_2 - B_1$			
B_2		=	$00^\circ 37' 35''$
B_1		=	$00^\circ 02' 23''$ -
SB		=	$00^\circ 35' 12''$
Titik Istiqbal = $MB : SB$			
= $00^\circ 07' 36'' : 00^\circ 35' 12''$		=	$00^j 12^m 57.27^d$
Waktu Istiqbal GMT = Waktu FIB terbesar + Titik Istiqbal = $11^j + 00^j 12^m 57.27^d$		=	$11^j 12^m 57.27^d$

3). Interpolasi Data

Data matahari dan bulan yang telah dikutip dari daftar Ephemeris Win Hisab, tgl. 04 Juni 2012 M di atas, adalah tercantum dalam angka jam, tidak dalam angka menit dan detik,

sementara waktu istiqbal yang telah diperhitungkan selain jam, juga mempunyai menit dan detik ($11^j 12^m 57.27^d$). Dari itu data-data tersebut sebelum dimasukkan ke dalam rumus, membutuhkan disesuaikan terlebih dahulu, dengan cara diinterpolasi antara jam 11 dan jam 12:

Rumus Interpolasi:

$$N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$$

Tetapi di sini diinterpolasikan secara biasa saja

antara jam 11.00 dan 12.00

(Waktu Istiqbal $11^j 12^m 57.27^d$)

Interpolasi Data Apparent Latitude Bulan (L_c)

Data	=	Harga	Harga
L_c jam 11.00	=	$00^\circ 49' 44.00''$	$00^\circ 49' 44.00''$
L_c jam 12.00	=	$00^\circ 53' 10.00''$ -	
Selisih satu jam	=	$00^\circ 03' 26.00''$	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	$00^j 12^m 57.27^d \times$	
$L_c 00^j 12^m 57.27^d$	=	$00^\circ 00' 44.48''$	$00^\circ 00' 44.48'' +$
$L_c 11^j 12^m 57.27^d$	=		$00^\circ 50' 28.48''$

Interpolasi Data Horizontal Parallax Bulan (HP_c)

Data	=	Harga	Harga
HP_c jam 11.00	=	$01^\circ 01' 02.00''$	$01^\circ 01' 02.00''$
HP_c jam 12.00	=	$01^\circ 01' 02.00''$ -	
Selisih satu jam	=	$00^\circ 00' 00.00''$	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	$00^j 12^m 57.27^d \times$	
$HP_c 00^j 12^m 57.27^d$	=	$00^\circ 00' 00.00''$	$00^\circ 00' 00.00'' +$

HP _c 11 ^j 12 ^m 57.27 ^d	=		01° 01' 02.06"
---	---	--	----------------

Interpolasi Data Semi Diameter Bulan (SD_c)

Data	=	Harga	Harga
SD _c jam 11.00	=	00° 16' 37.99"	00° 16' 37.99"
SD _c jam 12.00	=	00° 16' 37.80" -	
Selisih satu jam	=	00° 00' 00.19"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 12 ^m 57.27 ^d x	
SD _c 00 ^j 12 ^m 57.27 ^d	=	00° 00' 00.04"	00° 00' 00.04"+
SD _c 11 ^j 12 ^m 57.27 ^d	=		00° 16' 38.03"

Interpolasi Semi Diameter Matahari (SD_o)

Data	=	Harga	Harga
SD _o jam 11.00	=	00° 15' 45.89"	00° 15' 45.89"
SD _o jam 12.00	=	00° 15' 45.89" -	
Selisih satu jam	=	00° 00' 00.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 11	=	00 ^j 12 ^m 57.27 ^d x	
SD _o 00 ^j 12 ^m 57.27 ^d	=	00° 00' 00.00"	00° 00' 00.00"+
SD _o 11 ^j 12 ^m 57.27 ^d	=		00° 15' 45.89"

Interpolasi Jarak Bumi (True Geocentric Distance)

Data			
JB (Jarak Bumi-Matahari)	jam 11.00	=	1.0145234
JB	Jam 12.00	=	1.0145291
Rumus : $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : \text{itv}) \times \text{MD})$			

N	=	$1.0145234 - (((1.0145234 - 1.0145291) : 1) \times 00^j 12^m 57.27^d)$
	=	1.0145246

4). *Perhitungan Waktu Mulai dan Selesai Gerhana Bulan*

Senin Tgl. 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H		
sin H	=	sin L _c : sin 5°
	=	sin 00° 50' 28.48" : sin 5°
H	=	09° 41' 53.14"
-		
tan U	=	tan L _c : sin H
U	=	tan 00° 50' 28.48" : sin 09° 41' 53.14"
	=	04° 58' 53.77"
-		
K	=	cos L _c x SB : cos U
	=	cos 00° 50' 28.48" x 00° 35' 12" : cos 04° 58' 53.77"
	=	00° 35' 19.78"
-		
Ta	=	cos H : sin K
	=	cos 09° 41' 53.14" : sin 00° 35' 19.78"
	=	95° 54' 57.35"
-		
Tb	=	sin L _c : sin K
	=	sin 00° 50' 28.48" : sin 00° 35' 19.78"
	=	01° 25' 43.14"
-		
T0	=	sin 0,05° x Ta x Tb
	=	sin 0,05° x 95° 54' 57.35" x 01° 25' 43.14"

	=	00° 07' 10.49" (langsung dibaca jam : 00 ^j 07 ^m 10.49 ^d)
-		
ΔT	=	Koreksi waktu TT menjadi GMT Data : ΔT tahun 2000 = 00 ^j 01 ^m 07.00 ^d ΔT tahun 2010 = 00 ^j 01 ^m 20.00 ^d Rumus, jika telah jauh dari tahun 2000 : ΔT = (102.3 + 123.5 x t + 32.5 x t ²) : 3600 t = (tahun -2000) : 100 Tetapi di sini disederhanakan saja : 00 ^j 01 ^m 20.00 ^d + (((00 ^j 01 ^m 20.00 ^d – 00 ^j 01 ^m 07.00 ^d) : 10) x 2) = 00 ^j 01 ^m 22.60 ^d
-		
Tgh	=	Waktu Istiqbal - T0 - ΔT (karena harga mutlak Lc semakin bertambah)
	=	11 ^j 12 ^m 57.27 ^d - 00 ^j 07 ^m 10.49 ^d - 00 ^j 01 ^m 22.60 ^d
	=	11 ^j 04 ^m 24.18 ^d (tgl 4 Juni 2012 M / 14 Rajab 1433 H)
	=	<u>07^j 00^m 00^d +</u>
	=	18 ^j 04 ^m 24.18 ^d (WIB, tgl. 04 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H)
-		
sin HP _o	=	sin 08.794" : JB
	=	sin 00° 00' 08.79" : 1.0145246
HP _o	=	00° 00' 08.67"

-		
D	=	$HP_c + HP_o - SD_o$
	=	$01^\circ 01' 02.00'' + 00^\circ 00' 08.67'' - 00^\circ 15' 45.89''$
	=	$00^\circ 45' 24.78''$
-		
X	=	$D + SD_c$
	=	$00^\circ 45' 24.78'' + 00^\circ 16' 38.03''$
	=	$01^\circ 02' 02.81''$
-		
$\sin Z$	=	$ \sin U \times \sin H $
	=	$ \sin 04^\circ 58' 53.77'' \times \sin 09^\circ 41' 53.14'' $
Z	=	$0^\circ 50' 17.36''$
-		
$\cos C$	=	$\cos X : \cos Z$
	=	$\cos 01^\circ 02' 02.81'' : \cos 0^\circ 50' 17.36''$
C	=	$00^\circ 36' 20.64''$
-		
T_1	=	$C : K$
	=	$00^\circ 36' 20.64'' : 00^\circ 35' 19.78''$
	=	$01^\circ 01' 43.36''$ (langsung dibaca jam $01^j 01^m 43.36^d$)
-		
Mulai Gerhana Bulan (MG _c)		
MG _c	=	$T_{gh} - T_1$
	=	$18^j 04^m 24.18^d - 01^j 01^m 43.36^d$
	=	$17^j 02^m 40.82^d$
Mulai gerhana bulan Senin Tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H pada jam 17 : 02 : 40.82		

-		
Selesai Gerhana Bulan (SG _☾)		
SG _☾	=	T _{gh} + T ₁
	=	18 ^j 04 ^m 24.18 ^d + 01 ^j 01 ^m 43.36 ^{d"}
	=	19 ^j 06 ^m 07.54 ^d

Selesai gerhana bulan Senin Tanggal 04 Juni 2012
M/ 14 Rajab 1433 H pada jam : 19 : 06 : 07.54

5). Perhitungan Waktu Mulai dan Selesai Gerhana Bulan Total

Senin Tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H		
Y	=	D- SD _☾
	=	00° 45' 24.78" - 00° 16' 38.03"
	=	00° 28' 46.75"
-		
cos E	=	cos Y : cos Z
	=	cos 00° 28' 46.75" : cos 0° 50' 17.36"
E	=	(Error) : tidak terhitung karena bukan gerhana bulan total : harga Y < Z, maka rumus-rumus selanjutnyai tak dapat/ perlu diperhitungkan lagi.
-		
T ₂	=	E : K
-		
MGT	=	T _{gh} - T ₂
-		
Selesai Gerhana Bulan Total (SGT)		
SGT	=	T _{gh} + T ₂

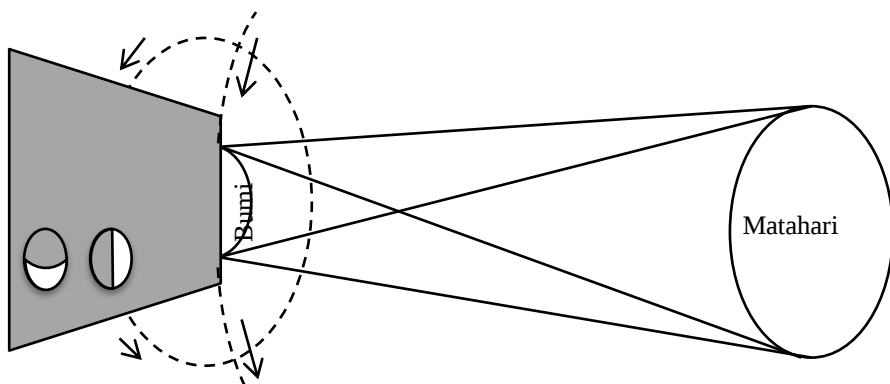
Gerhana bulan Senin tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H, bukan gerhana bulan total, tetapi merupakan gerhana bulan sebahagian
--

6). *Perhitungan Lebar Gerhana Bulan*

Dalam rumus perhitungan “Lebar Gerhana bulan (LG_ε)”, tidak dijumpai data kordinat suatu tempat, maka perhitungan lebar gerhana didahulukan dari perhitungan “Melihat Gerhana pada Sesuatu Tempat” :

- Senin Tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H		
Jika harga $Y < Z$, maka akan terjadi gerhana bulan sebahagian		
LG _ε	=	$((D + SD_{\epsilon} - Z) : 2 \times SD_{\epsilon}) \times 100\%$
	=	$((00^{\circ} 45' 24.78'' + 00^{\circ} 16' 38.03'' - 0^{\circ} 50' 17.36'') : 2 \times 00^{\circ} 16' 38.03'') \times 100\%$
		$00^{\circ} 11' 45.45'' : 00^{\circ} 33' 16.06'' \times 100\%$
	=	35.34212398%
	=	35.34%
-		
Ushbu'	=	$12 \times 35.34\% = 4.2408$. Dibulatkan menjadi = 4.24 jari
Gerhana bulan terjadi pada malam bulan purnama. Jika awal gerhana > dari pada waktu terbit matahari, atau akhir gerhana < dari pada waktu terbenam matahari di suatu tempat, maka gerhana bulan tidak dapat terlihat dari tempat yang bersangkutan.		

Gambar Tiga
Gerhana Bulan Sebahagian



7). Melihat Gerhana Bulan pada Suatu Tempat

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, bahwa gerhana bulan terjadi pada malam bulan purnama. Jika waktu awal gerhana lebih besar dari pada waktu terbit matahari, atau waktu akhir gerhana lebih kecil dari pada waktu terbenam matahari di suatu tempat, maka gerhana bulan tidak dapat terlihat dari tempat yang bersangkutan. Maka di sini dikemukakan contoh dihitung dari waktu terbenam matahari. Sementara dihitung dari terbit matahari dicoba hitung masing-masing, sehingga terbukti gerhana bulan tidak habis terlihat atau tidak nampak sama sekali di kawasan yang dimaksudkan. Untuk contoh dihitung waktu terbenam matahari dipilih dua kota, satu kota di daerah yang deklinasi bulan berdekatan dengan tempat terjadi gerhana yaitu DKI Jakarta dan satu kota lagi dipilih agak berjauhan dengan tempat terjadi gerhana bulan yaitu kota Banda Aceh.

(1). Melihat Gerhana Bulan Sebahagian di DKI Jakarta

Senin Tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H

Markaz/ Lokasi	Data dari GPS			
DKI Jakarta	Lintang		Bujur	Location
	LS - 06°10'10.01"		BT 106°49'53"	-
-				
Data	Hari/Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Senin /04-06- 2012	Ghurub	18 ^j -7 ^j = 12 ^j	22° 30' 15"
e	sda	sda	sda	01 ^m 37 ^d
-				
W _{ghurub}	=	12 ^j – e + t + kwd		
-				
cos t	=	– tan P tan d + sec P sec d sin h		
	=	- tan - 06°10' 10.01" tan 22° 30' 15" +sec - 06°10' 10.01" sec 22° 30' 15" sin -01°		
	=	0.025782767		
t	=	88° 31' 21.33" :15 = 05 ^j 54 ^m 05.42 ^d		
-				
Kwd	=	Selisih (106° 49' 53" - 105°) : 15 = 00 ^j 07 ^m 19.53 ^d		
-				
W _{ghurub}	=	12 ^j - e + t + kwd		
	=	12 ^j – 01 ^m 37 ^d + 05 ^j 54 ^m 05.42 ^d - 00 ^j 07 ^m 19.53 ^d		
W _{ghurub}	=	17 ^j 45 ^m 08.89 ^d (Jika dibulatkan menjadi 17 ^j 45 ^m)		

Gerhana bulan sebahagian, Senin tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + 17^j 02^m 40.82^d = 24^j 02^m 40.82^d - 24^j = 00^j 02^m 40.82^d$ WIB (Selasa 05 Juni 2012 M). Jika dilihat di Jakarta = $00^j 02^m 40.82^d (24^j 02^m 40.82^d) - 00^j 07^m 19.53^d$ (Kwd) = $23^j 55^m 21.29^d$. Atau $23^j 55^m 21.29^d - 17^j 45^m 08.89^d = 06^j 10^m 12.4^d$ setelah terbenam matahari. Selesai gerhana bulan = $07^j + 19^j 06^m 07.54^d = 26^j 06^m 07.54^d - 24^j = 02^j 06^m 07.54^d$ WIB (Selasa 05 Juni 2012 M). Jika dilihat di DKI Jakarta = $02^j 06^m 07.54^d - 00^j 07^m 19.53^d$ (Kwd) = $01^j 58^m 48.01^d$. Lama gerhana bulan sebahagian di DKI Jakarta = $01^j 58^m 48.01^d (25^j 58^m 48.01^d) - 23^j 55^m 21.53^d = 02^j 03^m 26.48^d$.

(2). Melihat Gerhana Bulan Sebahagian di Banda Aceh
 Senin Tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H

Markaz/ Lokasi		Data dari GPS		
Banda Aceh		Lintang	Bujur	Location
		LU 05° 33' 12.54"	BT 95°19' 03.18"	-
-				
Data	Hari/Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Senin /04-06- 2012	Ghurub	18 ^j -7 ^j = 12 ^j	22° 30' 15"
e	sda	sda	sda	01 ^m 37 ^d
-				
W _{ghurub}	=	12 ^j – e + t + kwd		
-				
cos t	=	– tan P tan d + sec P sec d sin h		

	=	$-\tan 05^{\circ} 33' 12.54'' \tan 22^{\circ} 30' 15'' +$
	=	$\sec 05^{\circ} 33' 12.54'' \sec 22^{\circ} 30' 15'' \sin -01^{\circ}$
	=	-0.05926279
t	=	$93^{\circ} 23' 50.99'' : 15 = 06^j 13^m 35.4^d$
-		
Kwd	=	$\text{Selisih } (95^{\circ} 19' 03.18'' - 105^{\circ}) : 15 =$
		$00^j 38^m 43.79^d$
-		
W _{ghurub}	=	$12^j - e + t + \text{kwd}$
	=	$12^j - 01^m 37^d + 06^j 13^m 35.4^d + 00^j 38^m 43.79^d$
W _{ghurub}	=	$18^j 50^m 42.19^d$ (Jika dibulatkan menjadi 18 : 51)

Gerhana bulan sebahagian, Senin tanggal 4 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H, mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + 17^j 02^m 40.82^d = 24^j 02^m 40.82^d - 24^j = 00^j 02^m 40.82^d$ WIB (Selasa 05 Juni 2012 M). Jika dilihat di Banda Aceh = $00^j 02^m 40.82^d + 00^j 38^m 43.79^d$ (Kwd) = $00^j 41^m 24.61^d$. Atau $00^j 41^m 24.61^d$ ($24^j 41^m 24.61^d$) - $18^j 50^m 42.19^d = 05^j 50^m 42.42^d$ setelah terbenam matahari. Selesai gerhana bulan = $07^j + 19^j 06^m 07.54^d = 26^j 06^m 07.54^d - 24^j = 02^j 06^m 07.54^d$ WIB (Selasa 05 Juni 2012 M). Jika dilihat di Banda Aceh = $02^j 06^m 07.54^d + 00^j 38^m 43.79^d$ (Kwd) = $02^j 44^m 51.33^d$. Lama gerhana bulan sebahagian di Banda Aceh = $02^j 44^m 51.33^d - 00^j 41^m 24.85^d = 02^j 03^m 26.48^d$.

8). Kesimpulan

Melihat Gerhana Bulan Sebahagian di DKI Jakarta
dan Kota Banda Aceh

Gerhana Bulan Sebahagian di DKI Jakarta dan Kota Banda
Aceh, Senin /Selasa /04/05 Juni 2012 M/
14 Rajab 1433 H

Gerhana Bulan Sebahagian	GMT/ Hari/Tanggal Senin /04 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H	Jakarta
		WIB
		Senin /Selasa/ 04/05 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H
MGe	17 ^j 02 ^m 40.82 ^d	23 ^j 55 ^m 21.29 ^d
SGe	19 ^j 06 ^m 07.54 ^d	01 ^j 58 ^m 48.01 ^d
Lmc	02 ^j 03 ^m 26.48 ^d	02 ^j 03 ^m 26.48 ^d
LGe	35.34%	35.34%
Ukuran jari	04.24	04.24
-		
Gerhana Bulan Sebahagian	GMT/ Hari/Tanggal Senin /04 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H	Banda Aceh
		WIB
		Selasa /05 Juni 2012 M/ 14 Rajab 1433 H
MGe	17 ^j 02 ^m 40.82 ^d	00 ^j 41 ^m 24.61 ^d
SGe	19 ^j 06 ^m 07.54 ^d	02 ^j 44 ^m 51.33 ^d
Lmc	02 ^j 03 ^m 26.48 ^d	02 ^j 03 ^m 26.48 ^d
LGe	35.34%	35.34%
Ukuran jari	04.24	04.24

O. Penentuan Gerhana yang Disederhanakan

Maksud disederhanakan di sini tidak lagi disertai dengan penjelasan-penjelasan, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan. Tetapi di sini diambil contoh, gerhana matahari yang telah terjadi pada Rabu tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H/ 09 Maret 2016 M. Sementara untuk contoh gerhana yang belum atau akan terjadi, baik matahari maupun bulan dapat dicoba dihitung masing-masing.

a. Pelacakan Gerhana Matahari

Pelacakan Gerhana Matahari Tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H					
Berdasarkan Pelacakan Gerhana Tabel Dua					
Data	Tahun	Sudut			
01	02	03	04	05	06
Tahun dalam Tabel A	1430	=	326°	14'	12"
Tahun dalam Tabel B	7 +	=	056°	19'	36"+
Tahun yang diperhitungkan	1437	=	382°	33'	48"
Data bl. Jumadil Akhir dalam Tabel C		=	168°	41'	22"
Jumlah		=	551°	15'	10"+
Koreksi Satu Kali Putaran		=	360°	00'	00"-
Besar Sudut		=	191°	15'	10"
Sudut 175° 55' 03" ada peluang terjadi gerhana matahari 159° s/d 190° (Lih. Tabel A) pada akhir bulan Jumadil Awal 1437 H					

b. Penentuan Hari dan Konversi Tanggal 29 Jumadil Akhir 1437 H ke Masehi

Penentuan Hari Tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H
Tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H = 1436 tahun + 4 bulan + 29 hari
1436 tahun = 1436 : 30 x 1 siklus = 47.86666667 siklus. Diambil angka genap 47 siklus. Pecahannya 0,86666667 x 30 x 1 tahun = 26.0000001 tahun. Dibulatkan menjadi 26 tahun. Dalam 26 tahun ada 10 hari tahun kabisah (tahun panjang).

Maka tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H = 47 siklus + 26 tahun + 10 hari tahun kabisah + 4 bulan + 29 hari.			
47 siklus x 10631 x 1 hari	=	499657	hari
26 tahun = 26 x 354 x 1 hari	=	9214	hari
10 hari tahun kabisah	=	10	hari
4 bulan = (2 x 30) + (2 x 29) x 1 hari	=	118	hari
29 hari	=	29	hari +
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29-06 -1437 H	=	509018	hari
Total hari Hijriah 509018 : 7 minggu = 72716.85714 minggu. Pecahannya 0,85714 x 7 hari = 5,99998 hari. Dibulatkan menjadi 6 hari. Jadi tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H, dihitung 6 hari dari hari Jum'at, termasuk hari Jum'at itu sendiri, jatuh pada hari "Rabu".			
Konversi Tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H ke Masehi			
Total hari dari tgl.1-1-1 H s/d 29-06 -1437 H	=	509018	hari
Selisih start Masehi – Hijriyah	=	227016	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari
Total hari tahun Miladiyah	=	736047	hari +
Total hari Masehi 736047 : 1461 x 1 siklus = 503.7967146 siklus. Pecahannya 0,7967146 x 1461 x 1 hari = 1164.000031 hari. Dibulatkan menjadi 1164 hari.			
503 siklus x 4 x 1 tahun	=	2012	tahun
1164 hari : 365 x 1 tahun = 3.189041096 tahun. Diambil angka bulatnya	=	3	tahun
Pecahannya 0,189041096 x 365 x 1 hari = 69.00000004 hari. Dibulatkan menjadi 69 hari.			
69 hari : 30 x 1 bulan	=	2	bulan

69 hari - 2 bulan = 69 - (31 + 29) x1 hari	=	9	hari
Jadi tanggal 29 Jumadil Awal 1437 H bertepatan dengan tanggal = 2012 tahun + 3 tahun = 2015 tahun + 2 bulan + 9 hari = tgl. 09 Maret 2016 M.			
Pembuktian Tanggal 09 Maret 2016 M Jatuh pada Hari Rabu			
Total hari Tahun Miladiyah	=	736047	hari
Koreksi Anggaran Gregorius XIII/ Tahun Abad	=	13	hari -
Total hari dari tgl.1-1-1 M s/d 11- 3 -2016 M	=	736034	hari
Total hari 736034 : 7 x 1 hari = 105147.7143 hari. Sisanya, pecahan 0.7143 x 7 x 1 hari = 5.0001 hari. Dibulatkan menjadi 5 (lima) hari. Jadi tanggal 09 Maret 2016 M dihitung 5 (lima) hari dari hari Sabtu, termasuk hari Sabtu sendiri, jatuh pada hari “ Rabu”.			

c. Hisab Hakiki Gerhana Matahari

1). Data Perhitungan Gerhana Matahari

Data dari Daftar Ephemeris Win Hisab
Tanggal 09 Maret 2016 M / 29 Jumadil Awal 1437 H

No	Data Matahari / Bulan	Simbol	Jam	Harga
01	02	03	04	05
1	Fraction Illumination Bulan (terkecil)	FIB	02.00	0.00001
2	Waktu FIB terkecil	-	02.00	02.00 GMT

3	Ecliptic Longitude Matahari	ELM ₁	02.00	348° 56' 14"
	sda	ELM ₂	03.00	348° 58' 44"
4	Ecliptic Latitude Matahari	L _o	02.00	-0° 0' 0.27"
	sda	L _o	03.00	-0° 0' 0.27"
5	Deklinasi Matahari	d _o	02.00	-04° 22' 45"
	sda	d _o	03.00	-04° 21' 47"
6	Semi Diameter Matahari	SD _o	02.00	16' 06.45"
	sda	SD _o	03.00	16' 06.44"
7	True Geocentric Distance	JB	02.00	0.9929386
	sda	JB	03.00	0.9929495
8	Apparent Longitude Bulan	ALB ₁	02.00	348° 58' 13"
	sda	ALB ₂	03.00	349° 35' 30"
9	Apparent Latitude Bulan	L _☾	02.00	0° 15' 34"
	sda	L _☾	03.00	0° 12' 07"
10	Deklinasi Bulan	d _☾	02.00	-04° 07' 30"
	sda	d _☾	03.00	-03° 56' 04"
11	Semi Diameter Bulan	SD _☾	02.00	16' 33.63"
	sda	SD _☾	03.00	16' 33.87"
12	Horizontal Parallax Bulan	HP _☾	02.00	1° 00' 46"
	sda	HP _☾	03.00	1° 00' 47"
13	Koreksi GMT – WIB	-	-	07.00 jam

14	Konversi dari satuan ukur busur/ sudut ke satuan ukur waktu	-	-	$15^0:1^j /$ $15' = 1^m /$ $15'' = 1^d$
----	---	---	---	---

2). Perhitungan Waktu Terjadi Ijtimak

Perhitungan Waktu Terjadi Ijtimak Tanggal 09 Maret 2016 M			
Data Matahari dan Bulan	Jam		Perhitungan/ Hasil
$B_1 = ELM_1 - ELM_2$			
ELM_1 (Ecliptic Longitude Matahari)	02.00	=	$348^{\circ} 56' 14''$
ELM_2	03.00	=	<u>$348^{\circ} 58' 44''$</u> -
B_1 (selisih dalam satu jam)		=	$00^{\circ} 02' 30''$
$B_2 = ALB_1 - ALB_2$			
ALB_1 (Apparent Longitude Bulan)	02.00	=	$348^{\circ} 58' 13''$
ALB_2	03.00	=	<u>$349^{\circ} 35' 30''$</u> -
B_2 (selisih dalam satu jam)		=	$00^{\circ} 37' 17''$
$MB = ELM_1 - ALB_1$			
ELM_1	02.00	=	$348^{\circ} 56' 14''$
ALB_1	02.00	=	<u>$348^{\circ} 58' 13''$</u> -
MB (selisih $ELM_1 - ALB_1$ dalam jam yang sama)		=	$00^{\circ} 01' 59''$
$SB = B_2 - B_1$			
B_2		=	$00^{\circ} 37' 17''$
B_1		=	<u>$00^{\circ} 02' 30''$</u> -

SB		=	00° 34' 47"
Titik Ijtimak = MB : SB			
= 00° 01' 59": 00° 34' 47"		=	00° 03' 25.27"
Waktu Ijtimak GMT = Waktu FIB terkecil + Titik Ijtimak = 02 ^j + 00° 03' 25.27"		=	02 ^j 03' 25.27"

Sesuai dengan waktu terjadi ijtimak 02^j 03' 25.27", maka kelebihan 3 menit 25.27 detik, membutuhkan diinterpolasi antara jam 2 dan jam 3:

3). Interpolasi Data

Interpolasi Data Tanggal 09 Maret 2016 M

antara Jam 02.00 dan Jam 03.00 :

Interpolasi Data Apparent Latitude Bulan (L_c)

Data	=	Harga	Harga
L _c jam 02.00	=	00° 15' 34.00"	00° 15' 34.00"
L _c jam 03.00	=	<u>00° 12' 07.00"</u> -	
Selisih satu jam	=	00° 03' 27.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 02	=	<u>00^j 03^m 25.27^d</u> x	
L _c 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=	00° 00' 11.8"	<u>00° 00' 11.8"</u> -
L _c 02 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=		00° 15' 22.2"

Interpolasi Data Horizontal Parallak Bulan (HP_c)

Data	=	Harga	Harga
HP _c jam 02.00	=	01° 00' 46.00"	01° 00' 46.00"
HP _c jam 03.00	=	<u>01° 00' 47.00"</u> -	
Selisih satu jam	=	00° 00' 01.00"	

Lebih menit dan detik dari jam 02	=	$\underline{00^j 03^m 25.27^d} \times$	
HP _c 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=	00° 00' 00.06"	$\underline{00^\circ 00' 00.06''} +$
HP _c 02 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=		01° 00' 46.06"

Interpolasi Data Semi Diameter Bulan (SD_c)

Data	=	Harga	Harga
SD _c jam 02.00	=	00° 16' 33.63"	00° 16' 33.63"
SD _c jam 03.00	=	$\underline{00^\circ 16' 33.87''} -$	
Selisih satu jam	=	00° 00' 00.24"	
Lebih menit dan detik dari jam 02	=	$\underline{00^j 3^m 25.27^d} \times$	
SD _c 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=	00° 00' 00.01"	$\underline{00^\circ 00' 00.01''} +$
SD _c 02 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=		00° 16' 33.64"

Interpolasi Semi Diameter Matahari (SD_o)

Data	=	Harga	Harga
SD _o jam 02.00	=	00° 16' 06.45"	00° 16' 06.45"
SD _o jam 03.00	=	$\underline{00^\circ 16' 06.44''} -$	
Selisih satu jam	=	00° 00' 00.01"	
Lebih menit dan detik dari jam 02	=	$\underline{00^j 03^m 25.27^d} \times$	
SD _o 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=	00° 00' 00.01"	$\underline{00^\circ 00' 00.01''} -$
SD _o 02 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=		00° 16' 06.44"

Interpolasi Data Deklinasi Matahari (d_o)

Data	=	Harga	Harga
------	---	-------	-------

d_o jam 02.00	=	-04° 22' 45.00"	- 04° 22' 45.00"
d_o jam 03.00	=	<u>-04° 21' 47.00"</u>	
		-	
Selisih satu jam	=	00° 00' 58.00"	
Lebih menit dan detik dari jam 02	=	<u>00^j 3^m 25.27^d</u> x	
d_o 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=	00° 00' 03.31"	<u>00° 00' 03.31"+</u>
d_o 02 ^j 03 ^m 25.27 ^d	=		- 04° 22' 41.69"

Interpolasi Jarak Bumi -Matahari
(True Geocentric Distance)

Data			
JB (Jarak Bumi-Matahari)	jam 02.00	=	0.9929386
JB	Jam 03.00	=	0.9929495
Rumus : $N = D_1 - (((D_1 - D_2) : itv) \times MD)$			
N	=	0.9929386 - (((0.9929386- 0.9929495) : 1) x 00 ^j 03 ^m 25.27 ^d)	
	=	0.9929392	

Hasil interpolasi di atas, dipergunakan untuk :

4). Perhitungan Waktu Mulai dan Selesai Gerhana Matahari

Tanggal 09 Maret 2016 M / 29 Jumadil Awal 1437 H			
		Mulai Gerhana (MG _o)	
sin H	=	sin L _c : sin 5°	
	=	sin 00° 15' 22.2" : sin 5°	
H	=	02° 56' 25.67"	
-			
tan U	=	tan L _c : sin H	
	=	tan 00° 15' 22.2" : sin 02° 56' 25.67"	
U	=	04° 58' 52.03"	
-			

K	=	$\cos L_c \times SB : \cos U$
	=	$\cos 00^\circ 15' 22.2'' \times 00^\circ 34' 47'' :$ $\cos 04^\circ 58' 52.03''$
	=	$00^\circ 34' 54.89''$
-		
Ta	=	$\cos H : \sin K$
	=	$\cos 02^\circ 56' 25.67'' : \sin 00^\circ 34' 54.89''$
	=	$98^\circ 19' 58.73''$
-		
Tb	=	$\sin L_c : \sin K$
	=	$\sin 00^\circ 15' 22.2'' : \sin 00^\circ 34' 54.89''$
	=	$0^\circ 26' 24.79''$
-		
T0	=	$ \sin 0,05^\circ \times Ta \times Tb $
	=	$ \sin 0,05^\circ \times 98^\circ 19' 58.73'' \times 0^\circ 26' 24.79'' $
	=	$0^\circ 02' 15.99''$ (dibaca jam : 00 ^j 02 ^m 15.99 ^d)
-		
ΔT	=	Koreksi waktu TT menjadi GMT Data : ΔT tahun 2000 = 00^j 01^m 07.00^d ΔT tahun 2010 = 00^j 01^m 20.00^d Rumus, jika telah jauh dari tahun 2000 : $\Delta T = (102.3 + 123.5 \times t + 32.5 \times t^2) : 3600$ $t = (\text{tahun} - 2000) : 100$ Tetapi di sini disederhanakan saja : $00^j 01^m 20.00^d + (((00^j 01^m 20.00^d - 00^j 01^m 07.00^d) : 10) \times 6) = 00^j 01^m 27.80^d$
-		
Tgh	=	$Ij\text{tima}' + T0 - \Delta T$ (T0 ditambahkan karena harga mutlak L_c semakin kecil)
	=	$02^j 03' 25.27'' + 00^j 02^m 15.99^d -$

		$0^j 01^m 27.80^d$
	=	$02^j 04^m 13.46^d$
		-
Sin HP_o	=	$\sin 08.794'' : JB$
	=	$\sin 00^\circ 00' 08.794'' : 0.9929386$
HP_o	=	$00^\circ 00' 08.86''$
		-
D	=	$HP_c + SD_o - HP_o$
	=	$01^\circ 00' 46.06'' + 00^\circ 16' 06.44'' -$ $00^\circ 00' 08.86''$
	=	$01^\circ 16' 43.64''$
		-
X	=	$D + SD_c$
	=	$01^\circ 16' 43.64'' + 00^\circ 16' 33.64''$
	=	$01^\circ 33' 17.28''$
		-
$\sin Z$	=	$ \sin U \times \sin H $
	=	$ \sin 04^\circ 58' 52.03'' \times \sin 02^\circ 56' 25.67'' $
Z	=	$0^\circ 15' 18.73''$
		-
$\cos C$	=	$\cos X : \cos Z$
	=	$\cos 01^\circ 33' 17.28'' : \cos 0^\circ 15' 18.73''$
C	=	$01^\circ 32' 01.38''$
		-
T_1	=	$C : K$
	=	$01^\circ 32' 01.38'' : 00^\circ 34' 54.89''$
	=	$02^j 38^m 08.31^d$ (dibaca jam, menit dan detik)
		-
MG_o	=	$T_{gh} - T_1$
	=	$02^j 04^m 13.46^d - 02^j 38^m 08.31^d$
	=	$- 00^j 33^m 54.85^d$ ($24^j - 00^j 33^m 54.85^d =$ $23^j 26^m 05.15^d$)

-		
		Selesai Gerhana
SG _o	=	T _{gh} + T ₁
	=	02 ^j 04 ^m 13.46 ^d + 02° 38' 08.31"
	=	04 ^j 42 ^m 21.77 ^d

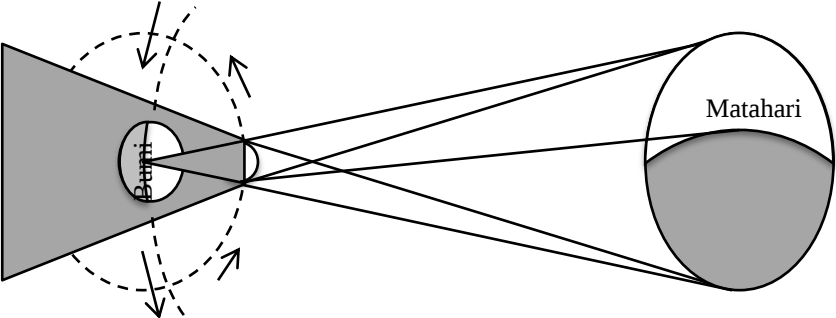
5). *Perhitungan Mulai dan Selesai Gerhana Matahari Total*

Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H		
		Mulai Gerhana Matahari Total (MGT _o)
Y	=	D- SD _c
	=	01° 16' 43.64" - 00° 16' 33.64"
	=	01° 00' 10.00"
Harga Y (01° 00' 10.00") > Z (0° 15' 18.73"), berpeluang terjadi gerhana matahari total.		
-		
cos E	=	cos Y : cos Z
	=	cos 01° 00' 10.00" : cos 0° 15' 18.73"
E	=	00° 58' 11.15"
-		
T ₂	=	E : K
	=	00° 58' 11.15" : 00° 34' 54.89"
	=	01° 39' 59.43"
-		
MGT _o	=	T _{gh} - T ₂
	=	02 ^j 04 ^m 13.46 ^d - 01° 39' 59.43"
	=	00 ^j 24 ^m 14.03 ^d
-		
		Selesai Gerhana Matahari Total (SGT _o)
SGT _o	=	T _{gh} + T ₂
	=	02 ^j 04 ^m 13.46 ^d + 01° 39' 59.43"
	=	03 ^j 44 ^m 12.89 ^d

6). *Melihat Gerhana Matahari pada Suatu Tempat*

Karena harga mutlak Lintang Bulan L_b ($0^{\circ}15' 34''$) < (lebih kecil) dari $00^{\circ} 31'$, maka gerhana matahari ini hanya dapat terlihat sekitar daerah equator bumi. Diambil contoh di beberapa kota di Indonesia, baik di lintang utara maupun di lintang selatan.

Gambar Empat
Gerhana Matahari Sebahagian



(1). *Melihat Gerhana Matahari Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H di Kota Ambon*

Markaz/ Lokasi		Data dari GPS/ Internet		
Kota Ambon		Lintang	Bujur	Location
		LS -03°42' 18"	BT 128° 10' 12"	-
-				
Data	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga

d	Rabu /09- 03- 2016	Syuruq	$06^j - 9^j$ $= 21^j$	$- 04^\circ 22' 41.69''$
e	sda	sda	sda	$-10^m 30^d$
-				
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + kwd$		
-				
cos t	=	$-\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$		
	=	$-\tan - 03^\circ 42' 18'' \tan - 04^\circ 22' 41.69'' +$ $\sec -03^\circ 42' 18'' \sec - 04^\circ 22' 41.69'' \sin -01^\circ$		
	=	$- 0.022498019$		
t	=	$91^\circ 17' 20.94'' : 15 = 06^j 05^m 09.4^d$		
-				
Kwd	=	$\text{Selisih } (128^\circ 10' 12'' - 135^\circ) : 15 =$ $00^j 27^m 19.2^d$		
-				
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + kwd$		
	=	$12^j - (-10^m 30^d) - 06^j 05^m 09.4^d + 00^j 27^m$ 19.2^d		
W_{syuruq}	=	$06^j 32^m 39.8^d$ (Jika dibulatkan menjadi 06: 33).		

Gerhana matahari sebahagian mulai dapat dilihat di zona waktu Indonesia timur (WIT) = $09^j + (- 00^j 38^m 08.31^d) = 08^j 21^m 51.69^d$ (MG). Jika dilihat di kota Ambon = $08^j 21^m 51.69^d + 00^j 27^m 19.2^d = 08^j 49^m 10.89^d$. Atau $08^j 49^m 10.89^d - 06^j 32^m 39.8^d = 02^j 16^m 31.09^d$ dari terbit matahari (syuruq). Selesai gerhana matahari sebahagian di WIT = $09^j + 04^j 42^m 21.77^d = 13^j 42^m 21.77^d$ WIT. Di Ambon = $13^j 42^m 21.77^d + 00^j 27^m 19.2^d = 14^j 09^m 40.97^d$. Lama gerhana matahari sebahagian = $14^j 09^m 40.97^d - 08^j 49^m 10.89^d = 05^j 20^m 30.08^d$

(2). *Melihat Gerhana Matahari Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H di Kota Ujung Pandang (LS)*

Markaz/ Lokasi		Data dari GPS/ Internet		
Ujung Pandang		Lintang	Bujur	Location
		LS -05° 08' 40"	BT 119° 25' 35"	-
-				
Data	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Rabu /09- 03- 2016	Syuruq	06 ^j - 8 ^j = 22 ^j	- 04° 22' 41.69"
e	sda	sda	sda	-10 ^m 30 ^d
-				
W _{syuruq}	=	12 ^j – e - t + kwd		
-				
cos t	=	– tan P tan d + sec P sec d sin h		
	=	- tan-05° 08' 40" tan - 04° 22' 41.69"+ sec-05° 08' 40" sec- 04° 22' 41.69" sin -01°		
	=	- 0.024467292		
t	=	91°24' 07.25" :15 = 06 ^j 05 ^m 36.48 ^d		
-				
Kwd	=	Selisih (119° 25' 35" - 120°) : 15 = 00 ^j 02 ^m 17.67 ^d		
-				
W _{syuruq}	=	12 ^j - e - t + kwd		
	=	12 ^j – (-10 ^m 30 ^d) - 06 ^j 05 ^m 36.48 ^d + 00 ^j 02 ^m 17.67 ^d		
W _{syuruq}	=	06 ^j 07 ^m 11.19 ^d (Jika dibulatkan menjadi 06 : 07)		

Gerhana matahari sebahagian mulai dapat dilihat di zona
WITA = 08^j + (- 00^j 38^m 08.31^d) = 07^j 21^m 51.69^d (MG). Dilihat

di Ujung Pandang = $07^j 21^m 51.69^d + 00^j 02^m 17.67^d = 07^j 24^m 09.36^d$. Atau $07^j 24^m 09.36^d - 06^j 07^m 11.19^d = 01^j 16^m 58.17^d$ setelah terbit matahari (syuruq). Selesai gerhana matahari di zona WITA = $08^j + 04^j 42^m 21.77^d = 12^j 42^m 21.77^d$ WITA. Di Ujung Pandang = $12^j 42^m 21.77^d + 00^j 02^m 17.67^d = 12^j 44^m 39.44^d$. Lama gerhana matahari = $12^j 44^m 39.44^d - 07^j 24^m 09.36^d = 05^j 20^m 30.08^d$

(3). *Melihat Gerhana Matahari Tgl.09 Maret 2016 M/29 Jumadil Awal 1437 H di Kota Palembang (LS)*

Markaz/ Lokasi		Data dari GPS		
Kota Palembang		Lintang	Bujur	Location
		LS -02° 59' 28"	BT 104° 45' 21"	-
-				
Data	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Rabu /09- 03- 2016	Syuruq	06 ^j -7 ^j = 23 ^j	- 04° 22' 41.69"
e	sda	sda	sda	-10 ^m 30 ^d
-				
W _{syuruq}	=	12 ^j – e - t + kwd		
-				
cos t	=	– tan P tan d + sec P sec d sin h		
	=	- tan-2° 59' 28" tan- 04° 22' 41.69"+ sec -2° 59' 28" sec - 04° 22' 41.69" sin -01°		
	=	- 0.021527997		
t	=	91°14' 00.81" :15 = 06 ^j 04 ^m 56.05 ^d		
-				
Kwd	=	Selisih (104° 45' 21" - 105°) : 15 = 00 ^j 00 ^m 58.6 ^d		

-		
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + kwd$
	=	$12^j - (-10^m 30^d) - 06^j 04^m 56.05^d + 00^j 00^m 58.6^d$
W_{syuruq}	=	$06^j 06^m 32.55^d$ (Jika dibulatkan menjadi $06 : 07$)

Gerhana matahari sebahagian mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + (-00^j 38^m 08.31^d) = 06^j 21^m 51.69^d$ (MG). Dilihat di Palembang = $06^j 21^m 51.69^d + 00^j 00^m 58.6^d = 06^j 22^m 50.29^d$. Atau $06^j 22^m 50.29^d - 06^j 06^m 32.55^d = 00^j 16^m 17.74^d$ dari terbit matahari (syuruq). Selesai gerhana matahari di WIB = $07^j + 04^j 42^m 21.77^d = 11^j 42^m 21.77^d$. Dilihat di Palembang = $11^j 42^m 21.77^d + 00^j 00^m 58.6^d = 11^j 43^m 20.77^d$. Lama gerhana matahari = $11^j 43^m 20.37^d - 06^j 22^m 50.29^d = 05^j 20^m 30.08^d$

(4). *Melihat Gerhana Matahari Tgl. 09 Maret 2016 M/29 Jumadil Awal 1437 H di Kota Banda Aceh (LU)*

Markaz/ Lokasi		Data dari GPS		
Banda Aceh		Lintang	Bujur	Location
		LU $05^{\circ} 33' 12.54''$	BT $95^{\circ} 19' 03.18''$	-
-				
Data	Hari/ Tanggal	Waktu	Jam GMT	Harga
d	Rabu /09- 03- 2016	Syuruq	$06^j - 7^j = 23^j$	$- 04^{\circ} 22' 41.69''$
e	sda	sda	sda	$-10^m 30^d$
-				

W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + \text{kwd}$
		-
$\cos t$	=	$-\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$
	=	$-\tan 05^\circ 33' 12.54'' \tan -04^\circ 22' 41.69'' + \sec$ $05^\circ 33' 12.54'' \sec -04^\circ 22' 41.69'' \sin -01^\circ$
	=	- 0.010031651
t	=	$90^\circ 34' 29.21'' : 15 = 06^j 02^m 17.95^d$
		-
Kwd	=	Selisih $(95^\circ 19' 03.18'' - 105^\circ) : 15 =$ $00^j 38^m 43.79^d$
		-
W_{syuruq}	=	$12^j - e - t + \text{kwd}$
	=	$12^j - (-10^m 30^d) - 06^j 02^m 17.95^d +$ $00^j 38^m 43.79^d$
W_{syuruq}	=	$06^j 46^m 55.84^d$ (Jika dibulatkan menjadi 06 : 47)

Gerhana matahari sebahagian mulai dapat dilihat di zona WIB = $07^j + (-00^j 38^m 08.31^d) = 06^j 21^m 51.69^d$ (MG). Dilihat di Banda Aceh = $06^j 21^m 51.69^d + 00^j 38^m 43.79^d = 07^j 00^m 35.48^d$. Atau $07^j 00^m 35.48^d - 06^j 46^m 55.84^d = 00^j 13^m 39.64^d$ dari terbit matahari (syuruq). Selesai gerhana matahari di WIB = $07^j + 04^j 42^m 21.77^d = 11^j 42^m 21.77^d$. Dilihat di Banda Aceh = $11^j 42^m 21.77^d + 00^j 38^m 43.79^d = 12^j 21^m 05.56^d$. Lama gerhana matahari = $12^j 21^m 05.56^d - 07^j 00^m 35.48^d = 05^j 20^m 30.08^d$

7). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari

(1). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di kota Ambon
Tgl. 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H

ZM	=	$\phi - \delta_o$
	=	$-03^\circ 42' 18'' - (-04^\circ 22' 41.69'')$
	=	$00^\circ 40' 23.69''$
		-

$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$-\sin 00^\circ 40' 23.69'' \times \sin 01^\circ 00' 46.06''$
L_1	=	$-00^\circ 00' 42.84''$
-		
L_2	=	$L_c + L_1$
	=	$00^\circ 15' 22.2'' + (-00^\circ 00' 42.84'')$
	=	$00^\circ 14' 39.36''$
-		
LG_o	=	$(SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$
	=	$(00^\circ 16' 06.44'' + 00^\circ 16' 33.64'' - 00^\circ 14' 39.36'')$ $: (2 \times 00^\circ 16' 06.44'') \times 100\%$
	=	$00^\circ 18' 00.72'' : 00^\circ 32' 12.88'' \times 100\%$
	=	55.9124208%
-		
Ushbu'	=	$12 \times 55.9124208\% = 6.71 \text{ jari}$

(2). *Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di Kota Ujung Pandang Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H*

ZM	=	$\phi - \delta_o$
	=	$-05^\circ 08' 40'' - (-04^\circ 22' 41.69'')$
	=	$-00^\circ 45' 58.31''$
-		
$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$-\sin -00^\circ 45' 58.31'' \times \sin 01^\circ 00' 46.06''$
L_1	=	$00^\circ 00' 48.75''$
-		
L_2	=	$L_c + L_1$
		$00^\circ 15' 22.2'' + 00^\circ 00' 48.75''$
		$00^\circ 16' 10.95''$
-		

LG _o	=	$(SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$
	=	$(00^\circ 16' 06.44'' + 00^\circ 16' 33.64'' - 00^\circ 16' 10.95'') : (2 \times 00^\circ 16' 06.44'') \times 100\%$
	=	$00^\circ 16' 29.13'' : 00^\circ 32' 12.88'' \times 100\%$
	=	51.17389595%
-		
Ushbu'	=	$12 \times 51.17389595\% = 6.14 \text{ jari}$

*(3). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di Kota Palembang
Tanggal 09 Maret 2016 M/29 Jumadil Awal 1437 H*

ZM	=	$\varphi - \delta_o$
	=	$- 02^\circ 59' 28'' - (- 04^\circ 22' 41.69'')$
	=	$01^\circ 23' 13.69''$
-		
$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$-\sin 01^\circ 23' 13.69'' \times \sin 01^\circ 00' 46.06''$
L_1	=	$- 00^\circ 01' 28.26''$
-		
L_2	=	$L_c + L_1$
		$00^\circ 15' 22.2'' + (- 00^\circ 01' 28.26'')$
		$00^\circ 13' 53.94''$
-		
LG _o	=	$(SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$
	=	$(00^\circ 16' 06.44'' + 00^\circ 16' 33.64'' - 00^\circ 13' 53.94'') : (2 \times 00^\circ 16' 06.44'') \times 100\%$
	=	$00^\circ 18' 46.14'' : 00^\circ 32' 12.88'' \times 100\%$
	=	58.26228219%
-		
Ushbu'	=	$12 \times 58.26228219\% = 6.99 \text{ jari}$

(4). Perhitungan Lebar Gerhana Matahari di Kota Banda Aceh
Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H

ZM	=	$\varphi - \delta_o$
	=	$05^{\circ} 33' 12.54'' - (- 04^{\circ} 22' 41.69'')$
	=	$09^{\circ} 55' 54.23''$
		-
$\sin L_1$	=	$-\sin ZM \sin HP_c$
	=	$- \sin 09^{\circ} 55' 54.23'' \times \sin 01^{\circ} 00' 46.06''$
L_1	=	$- 00^{\circ} 10' 28.82''$
		-
L_2	=	$L_c + L_1$
		$00^{\circ} 15' 22.2'' + (- 00^{\circ} 10' 28.82'')$
		$00^{\circ} 04' 53.38''$
		-
LG_o	=	$(SD_o + SD_c - L_2) : (2 \times SD_o) \times 100\%$
	=	$(00^{\circ} 16' 06.44'' + 00^{\circ} 16' 33.64'' - 00^{\circ} 04' 53.38'') : (2 \times 00^{\circ} 16' 06.44'') \times 100\%$
	=	$00^{\circ} 27' 46.7'' : 00^{\circ} 32' 12.88'' \times 100\%$
	=	86.22883987%
		-
Ushbu'	=	$12 \times 86.22883987\% = 10.35 \text{ jari}$

8). Kesimpulan

Gerhana Matahari Sebahagian, Rabu Tanggal 09 Maret 2016 M/ 29 Jumadil Awal 1437 H		
Gerhana Matahari Sebahagian	GMT Selasa 08 Maret 2016	Ambon
		WIT
MG _o	23 ^j 26 ^m 05.15 ^d	08 ^j 49 ^m 10.89 ^d

SG _o	04 ^j 42 ^m 21.77 ^d	14 ^j 09 ^m 40.97 ^d
Lm _o	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d
LG _o	-	55.91%
Ukuran jari	-	06.71 jari
-		
Gerhana Matahari Sebahagian	GMT Selasa 08 Maret 2016	Ujung Pandang
		WITA
MG _o	23 ^j 26 ^m 05.15 ^d	07 ^j 24 ^m 09.36 ^d
SG _o	04 ^j 42 ^m 21.77 ^d	12 ^j 44 ^m 39.44 ^d
Lm _o	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d
LG _o	-	51.17%
Ukuran jari	-	06.14 jari
-		
Gerhana Matahari Sebahagian	GMT Selasa 08 Maret 2016	Palembang
		WIB
MG _o	23 ^j 26 ^m 05.15 ^d	06 ^j 22 ^m 50.29 ^d
SG _o	04 ^j 42 ^m 21.77 ^d	11 ^j 43 ^m 20.77 ^d
Lm _o	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d
LG _o	-	58.26%
Ukuran jari	-	06.99 jari
-		
Gerhana Matahari Sebahagian	GMT Selasa 08 Maret 2016	Banda Aceh
		WIB
MG _o	23 ^j 26 ^m 05.15 ^d	07 ^j 00 ^m 35.48 ^d
SG _o	04 ^j 42 ^m 21.77 ^d	12 ^j 21 ^m 05.56 ^d
Lm _o	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d	05 ^j 20 ^m 30.08 ^d
LG _o	-	86.23%
Ukuran jari	-	10.35 jari

BAB TUJUH

Penutup

Ilmu hisab dan rukyat merupakan ranah ilmu untuk mengetahui posisi hilal di awal bulan baik dapat dengan dihitung terlebih dahulu dan bisa juga dengan tidak dihitung. Tetapi dengan menghitung terlebih dahulu, di samping bisa diketahui sudah dapat dilihat hilal atau tidak, juga orang yang melihat (pengamat) tidak akan meraba-raba, lebih mengarah ke sasaran, baik tempat atau arah hilal, maupun waktu dan ketinggiannya. Dari itu Ilmu Hisab dan Rukyat dapat diberi pengertian, yaitu ilmu untuk menghitung posisi peredaran matahari dan bulan sesuai dengan yang diamati dari bumi, dan hasil perhitungannya dapat dibuktikan dengan penglihatan, baik dengan pakai alat maupun dengan mata telanjang, baik untuk mengetahui tanggal bulan Kamariyah maupun kapan dan di mana terjadi gerhana. Mempelajari Ilmu Hisab dan Rukyat secara umum sama dengan hukum mempelajari Ilmu Falak. Jika perintah fardhu atau wajib seperti puasa di bulan Ramadhan, maka wasilah (sarana) untuk mengetahui masuk awal dan akhir bulan Ramadhan juga wajib.

Ilmu Hisab dan Rukyat dari sehari ke sehari semakin berkembang, sampai sekarang ini sudah dapat dihitung posisi hilal di awal bulan dengan cermat dan dapat diamati secara modern. Dapat diamati secara modern yaitu dengan mempergunakan berbagai jenis teropong, baik diperhitungkan terlebih dahulu atau pun tidak (pakai remot). Adapun perhitungan sistem modern, diantaranya: *Pertama*, Sistem Almanak Nautika, *Kedua*, Sistem Newcomb, *Ketiga*, Sistem Ephemeris, *Keempat*, Sistem Software. Semua software ini mudah didapat, baik melalui internet maupun pusat-pusat

penjualan dan persewaan CD software. Selain ini masih banyak software-software lainnya yang terus berkembang, namun tidak terlepas dari kemampuan yang mempergunakannya.

Perkembangan teknologi modern ini mendorong ilmu hisab dan rukyat untuk menggunakan teknologi mutakhir baik dari segi peralatan maupun aspek software. Perpaduan ini sebagai usaha untuk menetapkan waktu yang sesuai dengan kaidah dan keilmuan yang ada dengan perkembangan teknologi modern. Ilmu hisab dan rukyat ini yang kemudian menentukan waktu terjadinya peristiwa seperti gerhana dan peristiwa lain yang berkaitan dengan ketentuan waktu baik dalam segi tahun miladiyah dan tahun hijriah serta dengan penggunaan berbagai metode dalam menentukan suatu titik kordinat yang sesuai sehingga tercapai sebuah keputusan dan kesimpulan dalam menentukan waktu yang tepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur`an al-Karim

Abdur-Rahman al-Jaziry, *Kitab al-Fiqhi 'ala al-Mazahib al-Arba'ah*, Juz.I. Bairut: Dar al-Fikri, 2008 M/1428-1429 H.

Abdu al-Rasyid Salim, *Hidayat al-Anam bi-Syarhi Bulugh al-Maram*. T.tp: Maktabah al-Syuruq, Cet. III, 1426 M/ 2005.

Abu Daud, Imam, *Sunan Abu Daud*. Bairut: Dar Ibni Hazm, Cet. I, 1419 H/ 1998.

Ahmad bin Hanbal, *Musnad Ahmad bin Hanbal*. Bairut: Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, t.t.

Bambang Hidayat, dkk., *Bumi dan Antariksa*, Jilid.II. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 1976.

Bayhaqy, Al-, *Al-Sunan al-Kubra*, Juz. II. Bayrut: Dar al-Fikr, t.t.

Bukhari, Imam, *Shahih al-Bukhary*: Bairut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, Cet. I, 1412 H/ 1992.

Departemen Agama, *Waktu dan Permasalahannya*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1987.

. . . . , *Al-Qamus al-Falaky (Kamus Istilah Ilmu Falak)*. Jakarta: 1978.

Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama Republik Indonesia, *Ephemeris Hisab dan Rukyat*, 2012.

- Direktorat Pendidikan Dasar Departemen Pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia, *Ilmu Bumi Kosmografi*. Jakarta: 1968.
- Ibnu ‘Ābidīn, *Ḥāsyiyyah Radd al-Muḥtār*, Juz.I. Mesir: ‘Isā al-Bābiy al-Ḥalaby, Cet. II, 1386 H/1966.
- Ibnu Majah, Imam, *Sunan Ibnu Majah*. Juz.1-2. Kairo : Daru al-Hadits, t.t.
- Ibnu Rusyd al-Ḥafīd, *Bidāyat al-Mujtahid*, Juz. I. Libanon Bayrūt: Dār Iḥyā’ al-Kutub al-‘Arabiyyah, t.t.
- Jamil, A, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta: Amzah, Cet. II, 2011 M
- Luwīs Ma’lūf al-Yasū’iy, *Qāmūs al-Munjid*. Bayrūt: Mathba’ah al-Katsūlikiyyah, 1908.
- Muḥammad ‘Aliy Al-Sāyis, *Tafsīr Āyāt al-Aḥkām*, Juz. I-IV. Mesir: Mathba’ah Muḥammad ‘Aliy Shubayḥ, 1373 H/1953.
- Muḥammad Arsyad al-Banjāriy, Syaykh, *Sabīl al-Muhtadīn lit-Tafaqquhi fī al-Dīn*, Juz. I dan II. Mesir: Mushthafā al-Bābiy al-Ḥalabiyy, 1343 H.
- Muḥammad Jawād Mughniyyah, *Kitāb al-Fiqh ‘alā al-Mazāhib al-Khamsah*. Bayrūt Libanon: Dār al-‘Ilmi li al-Malāyīn, t.t.
- Muḥammad Manshūr ibn ‘Abd Ḥamīd ibn Muḥammad Damīriy Al-Betawiy, *Sullam al-Nayyirayn*. Jakarta: Al-Madrasah al-Khayriyyah, 1344/1925.
- Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (Dalam Teori dan Praktik)*. Jakarta: Buana Pustaka, Cet.I, 2004.
- Muslim, Imām, *Shahīḥ Muslim*, Juz. I. Bayrūt: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, t.t

- Nabhaniy, Syaikh Khalifah ibn Hammad al-, *Majmu' fi 'Ilmi al-Falak*. Mesir: Mathba'ah al- Taqaddum al-'Ilmiyyah, Cet.I, 1345 H.
- Nasā'iy, Imām, *Sunan al-Nasā'iy (Al-Mujtabā)*, Juz. I. Kairo: Mushthafā al-Bābiy al-Ḥalabiy, Cet.I, 1964/1383.
- Nawawy, Imam, *Kitab al-Majmu' Syarah al-Muhadzdzab*, Juz. VI. Riyadh: Dar 'Alam al-Kutub, t.t.
- Planetarium dan Observatorium Dinas Pendidikan Menengah dan Tinggi Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, *Planetarium dan Observatorium Jakarta (Tempat Wisata Pendidikan)*. Jakarta: Dinas Pendidikan Menengah dan Tinggi DKI Jakarta, 2007
- Poerwadarminta, W.J.S., *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka, Cet.IX, 1986.
- Rinto Anugraha, *Dasar-Dasar Ilmu Falak*. (Disampaikan pada Pelatihan Nasional Kader Hisab Muhammadiyah Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2012.
- Sa'aduddin Djambek, *Shalat dan Puasa di Daerah Kutub*. Jakarta: Bulan Bintang, 1974/1394
- Sa'duddin Mas'ad Hilaly, *Ahkam al-'Ibadat, Dirasah Fiqhiyyah Muqaranah*. Kairo : Jami'ah al-Azhar , 1427 H/2006.
- Sayuthi Ali, *Ilmu Falak*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, Cet.I, 1997.
- Sayyid Sabiq, *Fiqh Sunnah*, al-Mujallad al-Awwal. Kairo : Dar al-Fathi li al-A'lam al-'Arabi, Cet. 1990 M/ 1410 H.
- Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Teori dan Praktek)*. Yogyakarta : Lazuardi, Cet. I, 2001

....., *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet.II, 2008.

Sya'rany, 'Abd al-Wahhāb al-, *Al-Mīzān al-Kubrā (wa bihāmisyihi Raḥmat al-Ummah fī Ikhtilāf al-A`immah)*, Juz. I. Singapura: Maktabah wa Mathba'ah Sulaymān Mari'iy, t.t.

Toruan, M.S.L., *Pokok-Pokok Ilmu Falak*. Semarang: Benteng Timur, Cet.X, 1963.

Turmuziy, Imām, *Sunan al-Turmuziy*, Juz.I. Bayrūt: Dār al-Fikri, Cet.II, 1983/1403.

Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqhu al-Islamy wa Adillatuhu*, juz. III. Ttp. : Dar al-Fikri al-Ma'ashir.

Wensinck, A.J., dkk., *Al-Mu'jam al-Mufahharas li-Alfadh al-Hadits al-Nabawy*. Leiden : Maktabah Brill, 1936 M.

William J. Seta, *Atlas Lengkap Pelajar Indonesia dan Dunia*. Jakarta: Wahyu Media, Cet.V, 2010

Yayasan Penyelenggara Penterjemah Al-Qur'an al-Karim, Proyek Pengadaan Kitab Suci Al-Qur'an Departemen Agama Republik Indonesia, Pelita V Tahun III, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Jakarta: 1986/1987 M.

Yusuf Harun, *Ilmu Falak*. Banda Aceh: Fakultas Syari'ah IAIN Ar-Raniry, 1994.

Lampiran

Lampiran: I

DAFTAR DEKLINASI MATAHARI

(Simbol: d_o)

Daftar deklinasi matahari ini merupakan nilai rata-rata selama empat tahun untuk pelatihan mahasiswa/i. Jika perlu yang akurat sesuai dengan waktu, teliti dalam Ephemeris atau melalui situs internet menurut tahun, bulan, tanggal bahkan jam, menit dan detik yang dibutuhkan.

+ = Positif

- = Negatif

Tgl.	Bulan			
	Januari	Februari	Maret	April
1	2	3	4	5
01	- 23° 01'	- 17° 08'	- 07° 33'	+ 04° 35'
04	- 22° 44'	- 16° 16'	- 06° 24'	+ 05° 44'
07	- 22° 23'	- 15° 21'	- 05° 14'	+ 06° 52'
10	- 21° 59'	- 14° 24'	- 04° 04'	+ 07° 59'
13	- 21° 30'	- 13° 24'	- 02° 53'	+ 09° 05'
16	- 20° 58'	- 12° 23'	- 01° 42'	+ 10° 09'
19	- 20° 22'	- 11° 20'	- 00° 31'	+ 11° 12'
22	- 19° 43'	- 10° 15'	+ 00° 40'	+ 12° 14'
25	- 19° 00'	- 09° 09'	+ 01° 51'	+ 13° 13'
28	- 18° 14'	- 08° 01'	+ 03° 02'	+ 14° 11'
31	- 17° 25'	- -	+ 04° 12'	- -
-				
Tgl.	Mei	Juni	Juli	Agustus
01	+ 15° 06'	+ 22° 04'	+ 23° 06'	+ 18° 00'
04	+ 16° 00'	+ 22° 27'	+ 22° 52'	+ 17° 13'

07	+ 16° 50'	+ 22° 46'	+ 22° 35'	+ 16° 24'
10	+ 17° 39'	+ 22° 46'	+ 22° 14'	+ 15° 32'
13	+ 18° 25'	+ 23° 01'	+ 21° 49'	+ 14° 39'
16	+ 19° 07'	+ 23° 13'	+ 21° 21'	+ 13° 43'
19	+ 19° 47'	+ 23° 26'	+ 20° 50'	+ 12° 45'
22	+ 20° 24'	+ 23° 26'	+ 20° 16'	+ 11° 45'
25	+ 20° 58'	+ 23° 23'	+ 19° 38'	+ 10° 44'
28	+ 21° 29'	+ 23° 17'	+ 18° 58'	+ 09° 41'
31	+ 21° 56'	- -	+ 18° 15'	+ 08° 37'
-				
Tgl.	September	Oktober	Nopember	Desember
1	+ 08° 15'	- 03° 13'	- 14° 28'	- 21° 49'
4	+ 07° 09'	- 04° 23'	- 15° 24'	- 22° 15'
7	+ 06° 02'	- 05° 32'	- 16° 18'	- 22° 37'
10	+ 04° 54'	- 06° 41'	- 17° 10'	- 22° 55'
13	+ 03° 46'	- 07° 48'	- 17° 59'	- 23° 09'
16	+ 02° 36'	- 08° 55'	- 18° 46'	- 23° 19'
19	+ 01° 27'	- 10° 01'	- 19° 29'	- 23° 25'
22	+ 00° 17'	- 11° 05'	- 20° 09'	- 23° 27'
25	- 00° 53'	- 12° 08'	- 20° 46'	- 23° 24'
28	- 02° 03'	- 13° 09'	- 21° 19'	- 23° 17'
31	- -	- 14° 08'	- -	- 23° 06'

Catatan : Data deklinasi ini adalah nilai rata-rata dari Almanak Nautika empat tahun yaitu tahun 1983, 1984, 1985 dan 1986 menurut jam 12 GMT. Data ini dapat dipakai untuk tahun-tahun selanjutnya, atas petunjuk buku *Pedoman Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*, yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal

Lampiran: II

DAFTAR PERATA WAKTU (EQUATION OF TIME) (Simbol: e)

Daftar perata waktu ini merupakan nilai rata-rata selama empat tahun untuk pelatihan mahasiswa/i. Jika perlu yang akurat sesuai dengan waktu, teliti dalam Ephemeris atau melalui situs internet menurut tahun, bulan, tanggal bahkan jam, menit dan detik yang dibutuhkan.

Simbol		Keterangan		
+	=	Positif		
-	=	Negatif		
-				
Tgl.	Bulan			
	Januari	Februari	Maret	April
1	2	3	4	5
1	- 03 ^m 13 ^d	- 13 ^m 31 ^d	-12 ^m 30 ^d	- 04 ^m 05 ^d
4	- 04 ^m 38 ^d	- 13 ^m 53 ^d	-11 ^m 54 ^d	- 03 ^m 11 ^d
7	- 05 ^m 58 ^d	- 14 ^m 08 ^d	-11 ^m 12 ^d	- 02 ^m 19 ^d
10	- 07 ^m 14 ^d	- 14 ^m 16 ^d	-10 ^m 29 ^d	- 01 ^m 29 ^d
13	- 08 ^m 26 ^d	- 14 ^m 17 ^d	-09 ^m 41 ^d	- 00 ^m 42 ^d
16	- 09 ^m 27 ^d	- 14 ^m 10 ^d	-08 ^m 52 ^d	- 00 ^m 04 ^d
19	- 10 ^m 32 ^d	- 13 ^m 57 ^d	-07 ^m 59 ^d	+ 00 ^m 44 ^d
22	- 11 ^m 25 ^d	- 13 ^m 39 ^d	-07 ^m 06 ^d	+ 01 ^m 23 ^d
25	- 12 ^m 11 ^d	- 13 ^m 14 ^d	-06 ^m 12 ^d	+ 01 ^m 56 ^d
28	- 12 ^m 50 ^d	- 12 ^m 44 ^d	-05 ^m 17 ^d	+ 02 ^m 26 ^d
31	- 13 ^m 22 ^d	- -	-04 ^m 23 ^d	- -
-				

Tgl.	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	+ 02 ^m 52 ^d	+02 ^m 20 ^d	-03 ^m 40 ^d	-06 ^m 19 ^d
4	+ 03 ^m 12 ^d	+01 ^m 51 ^d	-04 ^m 14 ^d	-06 ^m 06 ^d
7	+ 03 ^m 27 ^d	+01 ^m 20 ^d	-04 ^m 45 ^d	-05 ^m 48 ^d
10	+ 03 ^m 37 ^d	+00 ^m 45 ^d	-05 ^m 13 ^d	-05 ^m 25 ^d
13	+ 03 ^m 42 ^d	+00 ^m 09 ^d	-05 ^m 37 ^d	-04 ^m 56 ^d
16	+ 03 ^m 42 ^d	-00 ^m 30 ^d	-05 ^m 57 ^d	-04 ^m 22 ^d
19	+ 03 ^m 36 ^d	-01 ^m 08 ^d	-06 ^m 12 ^d	-03 ^m 44 ^d
22	+ 03 ^m 26 ^d	-01 ^m 70 ^d	-02 ^m 22 ^d	-03 ^m 01 ^d
25	+ 03 ^m 12 ^d	-02 ^m 26 ^d	-06 ^m 28 ^d	-02 ^m 14 ^d
28	+ 02 ^m 52 ^d	-03 ^m 04 ^d	-06 ^m 28 ^d	-01 ^m 23 ^d
31	+ 02 ^m 29 ^d	- -	-06 ^m 22 ^d	-00 ^m 29 ^d
-				
Tgl.	September	Oktober	Nopember	Desember
1	-00 ^m 10 ^d	+10 ^m 09 ^d	+16 ^m 23 ^d	+11 ^m 11 ^d
4	+00 ^m 48 ^d	+11 ^m 06 ^d	+16 ^m 25 ^d	+10 ^m 02 ^d
7	+01 ^m 48 ^d	+12 ^m 00 ^d	+16 ^m 20 ^d	+08 ^m 47 ^d
10	+02 ^m 50 ^d	+12 ^m 50 ^d	+16 ^m 08 ^d	+07 ^m 27 ^d
13	+03 ^m 53 ^d	+13 ^m 36 ^d	+15 ^m 47 ^d	+06 ^m 05 ^d
16	+04 ^m 57 ^d	+14 ^m 18 ^d	+15 ^m 20 ^d	+04 ^m 39 ^d
19	+06 ^m 01 ^d	+14 ^m 55 ^d	+14 ^m 44 ^d	+03 ^m 11 ^d
22	+07 ^m 05 ^d	+15 ^m 26 ^d	+14 ^m 01 ^d	+01 ^m 42 ^d
25	+08 ^m 08 ^d	+15 ^m 51 ^d	+13 ^m 11 ^d	+00 ^m 12 ^d
28	+09 ^m 09 ^d	+16 ^m 09 ^d	+12 ^m 14 ^d	-01 ^m 17 ^d
31	- -	+16 ^m 21 ^d	- -	-02 ^m 44 ^d

Catatan : Data perata waktu ini adalah nilai rata-rata dari Almanak Nautika empat tahun yaitu tahun 1983, 1984, 1985 dan 1986 menurut jam 12 GMT. Data ini

dapat dipakai untuk tahun-tahun selanjutnya, atas petunjuk buku *Pedoman Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*, yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Departemen Agama Republik Indonesia, Jakarta.

Lampiran : III

DAFTAR REFRAKSI

Simbol		Keterangan			
h'	=	tinggi lihat			
h	=	tinggi nyata			
refr.	=	tinggi lihat - tinggi nyata			
-					
1	2	3	4	5	6
h'	refr.	h	h'	refr.	h
1	2	3	1	2	3
0° 00'	34,5'	-0° 35'	0° 18'	30,8'	-0° 13'
0° 03'	33,8'	-0° 31'	0° 21'	30,3'	-0° 09'
0° 06'	33,2'	-0° 27'	0° 24'	29,8'	-0° 06'
0° 09'	32,6'	-0° 24'	0° 27'	29,2'	-0° 02'
0° 12'	32,0'	-0° 20'	0° 30'	28,7'	+0° 01'
0° 15'	31,4'	-0° 16'	0° 33'	28,2'	+0° 05'
-					
7	8	9	10	11	12
0° 36'	27,8'	0° 08'	0° 54'	25,1'	0° 29'
0° 39'	27,3'	0° 12'	0° 57'	24,7'	0° 32'
0° 42'	26,8'	0° 15'	1° 00'	24,3'	0° 36'
0° 45'	26,4'	0° 19'	1° 03'	24,0'	0° 39'
0° 48'	25,9'	0° 22'	1° 06'	23,6'	0° 42'
0° 51'	25,5'	0° 26'	1° 09'	23,2'	0° 46'

-					
13	14	15	16	17	18
1° 12'	22,9'	0° 49'	1° 30'	20,9'	1° 09'
1° 15'	22,5'	0° 52'	1° 35'	20,5'	1° 14'
1° 18'	22,2'	0° 56'	1° 40'	20,0'	1° 20'
1° 21'	21,9'	0° 59'	1° 45'	19,5'	1° 25'
1° 24'	21,6'	1° 02'	1° 50'	19,1'	1° 31'
1° 27'	21,2'	1° 06'	1° 55'	18,7'	1° 36'
-					
19	20	21	22	23	24
2° 00'	18,3'	1° 42'	2° 30'	16,1'	2° 14'
2° 05'	17,9'	1° 47'	2° 35'	15,8'	2° 19'
2° 10'	17,5'	1° 52'	2° 40'	15,5'	2° 24'
2° 15'	17,2'	1° 58'	2° 45'	15,2'	2° 30'
2° 20'	16,8'	2° 03'	2° 50'	14,9'	2° 35'
2° 25'	16,5'	2° 08'	2° 55'	14,7'	2° 40'
-					
25	26	27	28	29	30
3° 00'	14,4'	2° 46'	3° 30'	13,0'	3° 17'
3° 05'	14,1'	2° 51'	3° 35'	12,7'	3° 22'
3° 10'	13,9'	2° 56'	3° 40'	12,5'	3° 27'
3° 15'	13,7'	3° 01'	3° 45'	12,3'	3° 33'
3° 20'	13,4'	3° 07'	3° 50'	12,1'	3° 38'
3° 25'	13,2'	3° 12'	3° 55'	11,9'	3° 43'
-					
31	32	33	34	35	36
4° 00'	11,8'	3° 48'	4° 30'	10,7'	4° 19'
4° 05'	11,6'	3° 53'	4° 35'	10,6'	4° 24'
4° 10'	11, 4'	3° 59'	4° 40'	10,4'	4° 30'

4° 15'	11,2'	4° 04'	4° 45'	10,3'	4° 35'
4° 20'	11,1'	4° 09'	4° 50'	10,1'	4° 40'
4° 25'	10,9'	4° 14'	4° 55'	10,0'	4° 45'
-					
37	38	39	40	41	42
5° 00'	09,9'	4° 50'	5° 30'	09,1'	5° 21'
5° 05'	09,7'	4° 55'	5° 35'	09,0'	5° 26'
5° 10'	09,6'	5° 00'	5° 40'	08,9'	5° 31'
5° 15'	09,5'	5° 05'	5° 45'	08,8'	5° 36'
5° 20'	09,4'	5° 11'	5° 50'	08,7'	5° 41'
5° 25'	09,2'	5° 16'	5° 55'	08,6'	5° 46'
-					
43	44	45	46	47	48
6° 00'	08,5'	5° 51'	7° 00'	07,4'	6° 53'
6° 10'	08,3'	6° 02'	7° 10'	07,2'	7° 03'
6° 20'	08,1'	6° 12'	7° 20'	07,1'	7° 13'
6° 30'	07,9'	6° 22'	7° 30'	07,0'	7° 23'
6° 40'	07,7'	6° 32'	7° 40'	06,8'	7° 33'
6° 50'	07,6'	6° 42'	7° 50'	06,7'	7° 43'
-					
49	50	51	52	53	54
8° 00'	06,6'	7° 53'	9° 00'	05,9'	8° 54'
8° 10'	06,4'	8° 04'	9° 10'	05,8'	9° 04'
8° 20'	06,3'	8° 04'	9° 20'	05,7'	9° 14'
8° 30'	06,2'	8° 24'	9° 30'	05,6'	9° 24'
8° 40'	06,1'	8° 34'	9° 40'	05,5'	9° 34'
8° 50'	06,0'	8° 44'	9° 50'	05,4'	9° 45'
-					
55	56	57	58	59	60

09° 56'	05,3'	09° 51'	11° 14''	04,7'	11° 09'
10° 08'	05,2'	10° 03'	11° 29'	04,5'	11° 24'
10° 20'	05,1'	10° 15'	11° 45'	04,5'	11° 40'
10° 33'	05,0'	10° 28'	12° 01'	04,4'	11° 57'
10° 46'	04,9'	10° 41'	12° 18'	04,3'	12° 14'
11° 00'	04,8'	10° 55'	12° 35'	04,2'	12° 31'
-					
61	62	63	64	65	66
12° 54'	04,1'	12° 50'	15° 04'	03,5'	15° 00'
13° 13'	04,0'	13° 09'	15° 30'	03,4'	15° 27'
13° 33'	03,0'	13° 29'	15° 57'	03,3'	15° 54'
13° 54'	03,8'	13° 50'	16° 26'	03,2'	16° 23'
14° 16'	03,7'	14° 12'	16° 56'	03,1'	16° 53'
14° 40'	03,6'	14° 36'	17° 28'	03,0'	17° 25'
-					
67	68	69	70	71	72
18° 02'	02,9'	17° 59'	22° 19'	02,3'	22° 17'
18° 38'	02,8'	18° 35'	23° 13'	02,2'	23° 11'
19° 17'	02,7'	19° 14'	24° 11'	02,1'	24° 09'
19° 58'	02,6'	19° 55'	25° 14'	02,0'	25° 12'
20° 42'	02,5'	20° 39'	26° 22'	01,9'	26° 20'
21° 28'	02,4'	21° 26'	27° 36'	01,8'	27° 34'
-					
73	74	75	76	77	78
28° 56'	01,7'	28° 54'	40° 08'	01,1'	40° 07'
30° 24'	01,6'	30° 22'	42° 44'	01,0'	42° 43'
32° 00'	01,5'	31° 58'	45° 36'	00,9'	45° 35'
33° 45'	01,4'	33° 44'	48° 47'	00,8'	48° 46'
35° 40'	01,3'	35° 39'	52° 18'	00,7'	52° 17'

37° 48'	01,2'	37° 47'	56°11'	00,6'	56° 10'
-					
	79	80	81		
	60° 28'	00,5'	60° 27'		
	65° 08'	00,4'	68° 08'		
	70° 11'	00,3'	70° 11'		
	75° 34'	00,2'	75° 34'		
	81° 13'	00,1'	81° 13'		
	87° 03'	00,0'	87° 03'		
-					
Catatan : Cara melihat tiga-tiga kolom menurut nomor urut, baik ke samping maupun ke bawah.					

Lampiran : IV

DAFTAR KERENDAHAN UFUK

(Berdasarkan Rumus $D' = 1,76 \sqrt{\dots}$ m)					
Tinggi Ufuk	Rendah	Tinggi Ufuk	Rendah	Tinggi Ufuk	Rendah
meter		meter		Meter	
1	2	1	2	1	2
01	1,8	60	13,6	300	30,5
02	2,5	65	14,2	325	31,7

03	3,0	70	14,7	350	32,9
04	3,5	75	15,2	375	34,1
05	3,9	80	15,7	400	35,2
06	4,3	85	16,2	425	36,3
07	4,7	90	16,7	450	37,3
08	5,0	95	17,2	475	38,4
09	5,3	100	17,6	500	39,4
10	5,6	110	18,5	525	40,3
12	6,1	120	19,3	550	41,3
14	6,6	130	20,1	575	42,2
16	7,0	140	20,8	600	43,1
18	7,5	150	21,6	625	44,0
20	7,9	160	22,3	650	44,9
22	8,3	170	23,0	675	45,7
24	8,6	180	23,6	700	46,6
26	9,0	190	24,3	725	47,4
28	9,3	200	24,9	750	48,2
30	9,6	210	25,5	775	49,0
32	10,0	220	26,1	800	49,8
34	10,3	230	26,7	825	50,5
36	10,6	240	27,3	850	51,3
38	10,8	250	27,8	875	52,1
40	11,1	260	28,4	900	52,8
45	11,8	270	28,9	925	54,5
50	12,4	280	29,4	950	54,2
55	13,1	290	30,0	975	55,0

Catatan: Cara melihat, menurut urutan meter ke bawah, sampai urutan 55 lihat kembali ke atas dan seterusnya.

Lampiran : V

KORDINAT DAN ZONA WAKTU NEGARA-NEGARA DI DUNIA

(Masih perlu diteliti ulang keakuratannya atau dicari kembali melalui situs internet atau lainnya)

Kordinat dan Zona Waktu Negara-Negara di Benua Asia

No	Negara/ Ibu Kota	Lintang/ Bujur	Zone Waktu
		Derajat	
1	2	3	5
01	Abkhazia/ Sukhumi	43,00732/ 40,98915	-
02	Afganistan/ Kabul	34,52846/ 69,17170	GMT +04 : 30
03	Akrotiri and Dhekelia/ Episkopi	34,62331/ 32,87613	GMT +03 : 00
04	Arab Saudi/ Riyadh	24,71167/ 46,72417	GMT +03 : 00
05	Armenia/ Yerevan	40,18333/ 44,51667	GMT +04 : 00
06	Azerbaijan/ Baku	40,43495/ 49,86762	GMT +04 : 00

07	Bahrain/ Manama	26,21667/ 50,58333	GMT +03 : 00
08	Banglades/ Dhaka	23,70992/ 90,40714	GMT +06 : 00
09	Bhutan/ Thimphu	27,44261/ 89,66733	GMT +06 : 00
10	Brunai Darussalam/ Bandar Sri Begawan	4,89028/ 114,94222	GMT +08 : 00
11	Cina (Tiongkok)/ Beijing	39,90403/ 116,40753	GMT +08 : 00
12	Filipina/ Manila	14,59951/ 120,98422	GMT +08 : 00
13	Hongkong/ Hongkong	22,39643/ 114,10950	GMT +08 : 00
14	India/ New Delhi	28,63531/ 77,22496	GMT +05: 30
15	Indonesia/ Jakarta : 3 zona waktu	- 6,20876/ 106,84560	GMT
1)	WIB	-	+07 : 00
2)	WITA	-	+08 : 00
3)	WIT	-	+09 : 00
16	Irak/ Baghdad	33,32500/ 44,42200	GMT +03 : 00
17	Iran/ Teheran	35,69622/ 51,42295	GMT +03 : 30
18	Israil/ Jerussalem	31,76832/ 35,21371	GMT +02 : 00
19	Jepang/ Tokyo	35,68949/	GMT

		139,69171	+09 : 00
20	Kamboja/ Phnom Penh	11,55883/ 104,91745	GMT +07 : 00
21	Kazakhstan/ Astana : 2 zona waktu	51,16667/ 71,43333	GMT
1)	(bagian barat)	-	+05 : 00
2)	(bagian timur)	-	+06 : 00
22	Korea Selatan/ Seoul	37,56654/ 126,97797	GMT +09 : 00
23	Korea Utara/ Pyongyang	39,03186/ 125,75376	GMT +08 : 30
24	Kuwait/ Kuwait City	29,36972/ 47,97833	GMT +03 : 00
25	Kirgizstan/ Bishkek	42,87002/ 74,58788	GMT +06 : 00
26	Laos/ Vientiana	17,96277/ 102,61443	GMT +07 : 00
27	Lebanon/ Beirut	33,88863/ 35,49548	GMT +02 : 00
28	Makau (China)/ Makau	22,20187/ 113,54420	GMT +08 : 00
29	Maladewa/ Malé	4,17420/ 73,51092	GMT +05 : 00
30	Malaysia/ Kuala Lumpur	3,13900/ 101,68685	GMT +08 : 00
31	Mongolia/ Ulan Bator: 2 zona waktu	47,92138/ 106,90554	GMT
1)	Khovd, ...	-	+07 : 00
2)	(wilayah lain)	-	+08 : 00

32	Myanmar/ Naypyidaw	19,75002/ 96,10045	GMT +06 : 30
33	Nagomo Karabakh/ Stepanakert	39,82981/ 46,75985	-
34	Nepal/ Kathmandu	27,70000/ 85,33333	GMT +05 : 45
35	Oman/ Muskat	23,61000/ 58,54000	GMT +04 : 00
36	Pakistan/ Islamabad	33,72939/ 73,09315	GMT +05 : 00
37	Palestina/ Ramallah , Jerusalem	31,89804/ 35,20427	GMT +02 : 00
38	Qatar/ Doha	25,28028/ 51,52248	GMT +03 : 00
39	Singapura/ Kota Singapura	1,28009/ 103,85095	GMT +08 : 00
40	Siprus Utara/ Nikosia	35,16667/ 33,36667	GMT +02 : 00
41	Srilanka/ Kolombo	6,88320/ 79,90698	GMT +05 : 30
42	Suriah/ Damaskus	33,51110/ 36,30640	GMT +02 : 00
43	Taiwan/ Taipe	25,09108/ 121,55983	GMT +08 : 00
44	Tajikistan/ Dushanbe	38,53667/ 68,78000	GMT +05 : 00
45	Thailand/ Bangkok	13,72790/ 100,52412	GMT +07 : 00
46	Timor Leste/ Dili	- 8,55846/	GMT

		125,57815	+09 : 00
47	Turki/ Ankara	39,92077/ 32,85411	GMT +2/3:00
48	Turkmenistan/ Ashgabat	37,93333/ 58,36667	GMT +05 : 00
49	Uni Emirat Arab/ Abu Dhabi	24,46667/ 54,36667	GMT +04 : 00
50	Uzbekistan/ Tashkent	41,26667/ 69,21667	GMT +05 : 00
51	Vietnam /Hanoi	21,03333/ 105,85000	GMT +07 : 00
52	Yaman/ San'a	15,35203/ 44,20746	GMT +03 : 00
53	Yordania/ Amman	31,95658/ 35,94570	GMT +02 : 00

**Kordinat dan Zona Waktu Negara-Negara
di Benua Afrika**

No	Negara/ Ibu Kota	Lintang/ Bujur	Zone Waktu
		Derajat	
1	2	3	4
01	Afrika Selatan/ Pretoria: 2 zona waktu	-25,73134/ -28,21837	GMT
1)	(daratan Afrika Selatan)	-	+02 : 00
2)	Prince Edward Islands	-	+03 : 00
02	Algeria/ Algiers	36,75289/ 3,04205	GMT +01: 00
03	Angola/ Luanda	- 8,83833/	GMT

		13,23444	+01 : 00
04	Benin/ Porto-Novo	6,47835/ 2,63250	GMT +01 : 00
05	Botswana/ Gaborone	-24,65411/ 25,90874	GMT +02 : 00
06	Burkina Faso/ Ouagadougou	12,36464/ -1,53386	GMT 00 : 00
07	Burundi/ Bujumbura	-3,37622/ 29,35935	GMT +02 : 00
08	Chad/ N'Djamena	12,10480/ 15,04451	GMT +01: 00
09	Eritrea/ Asmara	15.33236/ 38,92617	GMT +03 : 00
10	Ethiopia/ Addis Ababa	9,02274/ 38,74680	GMT +03 : 00
11	Gabon/ Libreville	0,39084/ 9,45364	GMT +01 : 00
12	Gambia/ Banjul	13,45306/ -16,57750	GMT 00 : 00
13	Ghana/ Accra	5,55572/ -0,19631	GMT 00 : 00
14	Guinea/ Conakry	9,53703/ -13,67847	GMT 00 : 00
15	Guinea – Bissau/ Bissau	11,86667/ -15,60000	GMT 00 : 00
16	Guinea Khatulistiwa/ Malabo	3.75000/ 8,78333	GMT +01: 00
17	Jibouti/ Jibouti	11,58800/	GMT

		43,14500	+03 : 00
18	Kamerun/ Yaounde	3,86667/ 11,51667	GMT +01 : 00
19	Kenya/ Nairobi	- 1,29207/ 36,82195	GMT +03 : 00
20	Komoro/ Moroni	-11,70123/ 43,25293	GMT +03 : 00
21	Kongo/ Brazzaville : 2 zona waktu	-4,26667 15,28333	GMT
1)	(bagian barat)	-	+01 : 00
2)	(bagian timur)	-	+02 : 00
22	Lesotho/ Maseru	-29,30832/ 27,49160	GMT +02 : 00
23	Liberia/ Monrovia	6,30077/ -10,79716	GMT 00 : 00
24	Libya/ Tripoli	32,87617/ 13,18751	GMT +01 : 00
25	Madagaskar/ Antana-narivo	-18,91487/ 47,53161	GMT +03 : 00
26	Malawi/ Lilongwe	-13,98333/ 33,78333	GMT +02 : 00
27	Mali/ Bamako	12,65000/ -8,00000	GMT 00 : 00
28	Maroko/ Rabat	34,01505/ -6,83272	GMT 00 : 00
29	Mauritania/ Nouakchott	18,08406/ -15,97842	GMT 00 : 00
30	Mauritius/ Port Louis	-20,16528/	GMT

		57,49638	+04 : 00
31	Mesir/ Cairo	30,04442/ 31,23571	GMT +02 : 00
32	Mozambik/ Maputo	-25,96667/ 32,58333	GMT +02 : 00
33	Namibia/ Windhoek	-22,55890/ 17,08248	GMT +01 : 00
34	Niger/ Niamey	13,51267/ 2,11252	GMT +01 : 00
35	Nigeria/ Abuja	9,06667/ 7,48333	GMT +01 : 00
36	Pantai Gading/ Abijan/ Yamous-soukro	5,30832/ -4,00591	GMT 00 : 00
37	Republik Afrika Tengah/ Bangui	4,36170/ 18,55597	GMT +01 : 00
38	Republik Demokratik Kongo/ Kinshasa	- 4,33176/ 15,31389	GMT +01 : 00
39	Rwanda/ Kigali	-1,95011/ 30,05877	GMT +02 : 00
40	Sahara Barat/ El-Aaiun	27,15361/ -13,20333	GMT 00 : 00
41	Sao Tome and Principe/ Sao Tome	0,33677/ 6,72780	GMT 00 : 00
42	Senegal/ Dakar	14,76450/ -17,36603	GMT 00 : 00
43	Seychelles/ Victoria	-4,61914/ 55,45131	GMT +04 : 00
44	Sierra Leone/ Freetown	8,48415/	GMT

		-13,22867	00 : 00
45	Somalia/ Mogadishu	2,03333/ 45,35000	GMT +03 : 00
46	Sudan/ Khartoum	15,55010/ 32,53224	GMT +02 : 00
47	Sudan selatan/ Juba	4,85000/ 31,60000	GMT +02 : 00
48	Swaziland/ Mbabane	-26,31667/ 31,13333	GMT +02 : 00
49	Tanjung Verde/ Praia	14,93046/ -23,51267	GMT -01 : 00
50	Tanzania/ Dodoma	-6,17306/ 35,74194	GMT +03 : 00
51	Togo/ Lome	6,13778/ 1,21250	GMT 00 : 00
52	Tunisia/ Tunis	36,81881/ 10,16596	GMT +01 : 00
53	Uganda/ Kampala	0,31361/ 32,58111	GMT +03 : 00
54	Zambia/ Lusaka	-15,40819/ 28,28717	GMT +02 : 00
55	Zimbabwe/ Harare	-17,82922/ 31,05396	GMT +02 : 00

**Kordinat dan Zona Waktu Negara-Negara
di Benua Eropa**

No	Negara/ Ibu Kota	Lintang/ Bujur	Zone Waktu
		Derajat	

1	2	3	4
01	Albania/ Tirana	41,33165/ 19.83180	GMT +01 : 00
02	Andorra/ Andorra La Vella	42,50632/ 1,52184	GMT +01 : 00
03	Austria/ Wina	48,20817/ 16,37382	GMT +01 : 00
04	Belanda/ Amsterdam : 2 zona waktu	52,37022/ 4,89517	GMT
1)	(daratan Belanda)	-	+01 : 00
2)	Karibia Belanda	-	-04 : 00
05	Belarus/ Minsk	53,9000/ 27,56667	GMT +03 : 00
06	Belgia/ Brussel	50,85034/ 4,35171	GMT +01 : 00
07	Bosnia Herzegovina/ Sarajevo	43,85490/ 18,49008	GMT +01 : 00
08	Britania Raya/ London : 9 zona waktu	51,50852/ -0,12549	GMT
1)	(daratan Britania)	-	00 : 00
2)	Gibraltar	-	+01 : 00
3)	Akrotiri, ...	-	+02 : 00
4)	British Indian	-	+06 : 00
5)	South Georgia	-	-02 : 00
6)	Falkland Island	-	-03 : 00
7)	Anguilla ...	-	-04 : 00
8)	Cayman Island	-	-05 : 00
9)	Pitcairn Island	-	-08 : 00

09	Bulgaria/ Sofia	42,69784/ 23,32167	GMT +02 : 00
10	Ceko/ Praha	50,13103/ 14,37327	GMT +01 : 00
11	Denmark/ Kopenhagen: 5 zona waktu	55,67610/ 12,56834	GMT
1)	(daratan)	-	+01 : 00
2)	Danmarkshavn, ...	-	00 : 00
3)	Greenland	-	-01 : 00
4)	Sda	-	-03 : 00
5)	Sda	-	-04 : 00
12	Estonia/ Tallinn	59,43696/ 24,75327	GMT +03 : 00
13	Finlandia/ Helsinki	60,17322/ 24,94102	GMT +02 : 00
14	Georgia/ Tbilisi	41,70998/ 44,79300	GMT +04 : 00
15	Hongaria/ Budapest	47,49791/ 19,04023	GMT +01 : 00
16	Irlandia/ Dublin	53,34981/ -6,26031	GMT 00 : 00
17	Islandia/ Reykjavik	64,13534/ -21,89521	GMT 00 : 00
18	Italia/ Roma	41,89292/ 12,48252	GMT +01 : 00
19	Jerman/ Berlin	52,52001/ 13,40495	GMT +01 : 00
20	Kazakhstan/ Astana : 2 zona waktu	51,1667/ 71,43333	GMT

1)	(bagian barat)	-	+05 : 00
2)	(bagian timur)	-	+06 : 00
21	Kroasia/ Zagreb	45,81303/ 15,97789	GMT +01 : 00
22	Latvia/ Riga	59,94965/ 24,10519	GMT +2/3 : 00
23	Liechtenstein/ Vadus	47,14137/ 9,52070	GMT +01 : 00
24	Lithuania/ Vilnius	54,68716/ 25,27965	GMT +02 : 00
25	Luxemburg/ Lexemburg City	49,61162/ 6,13192	GMT +01 : 00
26	Makedonia/ Skopje	41,99735/ 21,428000	GMT +01 : 00
27	Malta/ Valletta	35,89779/ 14,51411	GMT +01 : 00
28	Moldova/ Kishinev	47,02686/ 28,84155	GMT +02 : 00
29	Monako/ Monaco Ville	43,73741/ 7,42082	GMT +01: 00
30	Montenegro/ Podgorica	42,44257/ 19,26862	GMT +01: 00
31	Norwegia/ Oslo	59,91387/ 10,75225	GMT +01: 00
32	Perancis/ Paris : 12 zona waktu	48,85661/ 2,35222	GMT
1)	(daratan Perancis)	-	+01 : 00
2)	Mayotte	-	+03 : 00
3)	French Guiana	-	-03 : 00

4)	Reunion	-	+04 : 00
5)	Guadeloupe	-	-04 : 00
6)	Kerguelen	-	+05 : 00
7)	Clipperton	-	-08 : 00
8)	Gambier	-	-09 : 00
9)	Marquesas	-	-09 : 30
10)	French Polynesia	-	-10 : 00
11)	New Caledonia	-	+11 : 00
12)	Wallis and ...	-	+12 : 00
33	Polandia/ Warsawa	52,22968/ 21,01223	GMT +01 : 00
34	Portugal/ Lisboa 2 zona waktu	38,72225/ -09,13934	GMT
1)	Daratan, Madeira	-	+00 : 00
2)	Azores	-	-01 : 00
35	Rumania/ Bukarest	44,43250/ 26,10389	GMT +02 : 00
36	Rusia/ Moskow : 12 Zona, atl :	55,75583/ 37,61730	GMT
1)	Kalininggrad	-	+02 : 00
2)	Rusia Eropa	-	+03 : 00
3)	Samara ...	-	+04 : 00
4)	Bashkortosstan ...	-	+05 : 00
5)	Altai Krai ...	-	+06 : 00
6)	Khakassia ...	-	+07 : 00
7)	Buryatia ...	-	+08 : 00
8)	Amur	-	+09 : 00
9)	The Jewish ...	-	+10 : 00

10)	Chukotta ...	-	+12 : 00
37	San Marino/ San Marino	43,94236/ 12,45778	GMT +01 : 00
38	Serbia/ Beograd	44,82056/ 20,46222	GMT +01 : 00
39	Siprus/ Nikosia	35,6667/ 33,36667	GMT +02 : 00
40	Slovakia/ Bratislava	48,14589/ 17,10714	GMT +01 : 00
41	Slovenia/ Ljubljana	46,05645/ 14,50807	GMT +01 : 00
42	Spanyol/ Madrid : 2 zona waktu	40,41678/ -3,70379	GMT
1)	(daratan Spanyol)	-	+01 : 00
2)	Canary Island	-	+00 : 00
43	Swedia/ Stockholm	59,32893/ 18,06491	GMT +01 : 00
44	Swiss/ Bern	46,94792/ 7,444461	GMT +01 : 00
45	Ukraina/ Kiev	50,45010/ 30,52340	GMT +02 : 00
46	Vatikan/ Vatikan	41,90292/ 12,45339	GMT +01 : 00
47	Yunani/ Athena	37,98372/ 23,72931	GMT +02 : 00

**Kordinat dan Zona Waktu Negara-Negara
di Benua Amerika**

No	Negara/ Ibu Kota	Lintang/ Bujur	Zone Waktu
		Derajat	
1	2	3	4
01	Amerika Serikat (USA)/ Washington DC : 11 zona waktu	38.90719/ -77.03687	GMT
1)	Puerto Riko, ...	-	-04 : 00
2)	Michigan, ...	-	-05 : 00
3)	Gulf Coast, ...	-	-06 : 00
4)	Arizona, ...	-	-07 : 00
5)	Nevada, ...	-	-08 : 00
6)	Alaska	-	-09 : 00
7)	Hawai, ...	-	-10 : 00
8)	American Samoa, ...	-	-11 : 00
9)	Baker Island, ...	-	-12 : 00
10)	Guam, ...	-	+10 : 00
11)	Wake Island	-	+12 : 00
02	Antigua & Barbuda/ St. Johns	17.11667/ -61.85000	GMT -04 : 00
03	Argentina/ Buenos Aires	-34.60372/ -58.38159	GMT -03 : 00
04	Kepulauan Bahama/ Nassau	25.06000/ -77.34500	GMT -05 : 00
05	Barbados/ Bridge Town	13.11322/	GMT

		-59.59881	-04 : 00
06	Belize/ Belmopan	17.25139/ -88.76694	GMT -06 : 00
07	Bermuda/ Hamilton	32.29482/ -64.78138	GMT -3/4 : 00
08	Bolivia/ La Paz	-16.49417/ -68.13201	GMT -04 : 00
09	Brazil/ Brazilia : 4 zona waktu	-15.79415/ -45.88255	GMT
1)	Pesisir Timur	-	-02 : 00
2)	Goias, ...	-	-03 : 00
3)	Amazona, ...	-	-04 : 00
4)	Acre	-	-05 : 00
10	Chili/ Santiago : 2 zone waktu	-33.46912/ -70.64200	GMT
1)	(daratan Chili)	-	GMT -03/04 : 00
2)	Paskah Island	-	-05 : 00
11	Dominika/ Roseau	15.30917/ -61.37936	GMT -04 : 00
12	Ekuador/ Quito : 2 zona waktu	-0.18065/ -78.46784	GMT
1)	(daratan Ekuador)	-	-05 : 00
2)	Galapagos	-	-06 : 00
13	Honduras/ Tegucigalpa	14.08333/ -87.21667	GMT -06 : 00
14	Jamaika/ Kingston	17.98333/ -76.80000	GMT -05 : 00

15	Kanada/ Ottawa : 6 zona waktu	45.42153/ -75.69719	GMT
1)	Labrador, New Foundland	-	-03 : 00
2)	Labrador, New Brunswick, ...	-	-04 : 00
3)	(daratan)	-	-05 : 00
4)	Sda	-	-06 : 00
5)	Alberta	-	-07 : 00
6)	British Columbia	-	-08 : 00
16	Kolombia/ Bogota	4.59806 -74.07583	GMT -05 : 00
17	Kostarika/ San Jose	9.92807/ -84.09072	GMT -06 : 00
18	Kuba/ Havana	23.05407/ -82.34519	GMT -05 : 00
19	Mexico/ Mexico City : 4 zona waktu	19.43261/ -99.13321	GMT
1)	Quintana Roo	-	-05 : 00
2)		-	-06 : 00
3)	Baja California, ...	-	-07 : 00
4)	Baja California	-	-08 : 00
20	Nikaragua/ Managua	12.13639/ -86.25139	GMT -06 : 00
21	Panama/ Panama City	8.98333/ -79.51667	GMT -05 : 00
22	Paraguay/ Asuncion	-25.28220/ -57.63510	GMT -04 : 00

23	Peru/ Lima	-12.04637/ -77.04279	GMT -05 : 00
24	Puerto Riko/ San Juan	18.46633/ -66.10572	GMT -04 : 00
25	Republic Dominika/ Santo Domingo	18.50000/ -69.98333	GMT -04 : 00
26	St. Kitts & Nevis/ Basseterre	17.30261/ -62.71769	GMT -04 : 00
27	St.Lucia/ Castries	14.01011/ 60.98747	GMT -04 : 00
28	St.Vincent & Grenadines/ Kingstown	13.16002/ -61.22482	GMT -04 : 00
29	Suriname/ Paramaribo	5.85204/ -55.20383	GMT -3:00/30
30	Trinidad & Tobago/ Port of Spain	10.66667/ -61.51667	GMT -04 : 00
31	Uruguay/ Montevideo	-34.88361/ -56.18194	GMT -03 : 00
32	Venezuela/ Caracas	10.50000/ -66.91667	GMT -4:00/30

**Zona Waktu di Benua Australia dan Kepulauan
di Samudera Pasifik**

No	Negara/ Ibu Kota	Lintang/ Bujur	Zone Waktu
		Derajat	
1	2	3	4
01	Australia/ Canberra : 8 zona waktu	-35,28200/ 149,12868	GMT

1)	Heard Island,...	-	+05 : 00
2)	Cocos Island	-	+06 : 30
3)	Natal Island	-	+07 : 00
4)	Western Australia	-	+08 : 00
5)	South Astralia	-	+09 : 30
6)	Queensland,...	-	+10 : 00
7)	Lord Howe	-	+10 : 30
8)	Norfolk Island	-	+11 : 00
02	Papua Nugini/ Port Moresby : 2 zona waktu	-9.44380/ 147.18027	GMT
1)	(daratan Papua Nugini)	-	+10 : 00
2)	Autonomous ...	-	+011: 00
03	Slandia Baru/ Wellington : 5 zona waktu	-41.28646/ 174.77624	GMT
1)	Kepulauan Selandia Baru	-	+12 : 00
2)	Chatham Island	-	+12 : 40
3)	Tokelou	-	+13 : 00
4)	Cook Island	-	-10 : 00
5)	Niue	-	-11 : 00
04	Federasi Mikronesia/ Palikir : 2 zona waktu	-6.91471/ -158.16103	GMT
1)	Yap	-	+10 : 00
2)	Pohnpei	-	+11 : 00
05	Fiji/ Suva	-18.14160/ -178.44190	GMT +12 : 00

06	Kepulauan Marshall/ Majuro	-7.09215/ -171.38256	GMT +12 : 00
07	Kepulauan Salomon/ Honiara	-9.44564/ -159.97290	GMT +11 : 00
08	Kiribati/ Biriki : 3 zona waktu	-1.32905/ -172.97905	GMT
1)	Gilbert Island	-	+12 : 00
2)	Phoenix Island	-	+13 : 00
3)	Line Island	-	+14 : 00
09	Nauru/ Yaren	-0.54761/ -166.91991	GMT +12 : 00
10	Palau/ Melekeok	-7.49635/ -134.61606	GMT +09 : 00
11	Samoa/ Apia	-13.83333/ -171.75000	GMT +13 : 00
12	Tonga/ Nuku'alofa	-21.13333/ -175.20000	GMT +13 : 00
13	Tuvalu/ Funafuti	-8.51667/ -179.21667	GMT +12 : 00
14	Vanuatu/ Vila	-17.73325/ -168.32732	GMT +11 : 00

Catatan :

- Selain ada negara-negara di dunia yang tidak tercantum di sini, juga masih ada negara yang kordinat dan zona waktunya tidak akurat dan tidak teliti dicatat dalam rujukannya, seperti Turki, Suriname, Venezuela dan lain-lain

1. Rujukan :

- Buku : Waktu dan Permasalahannya (keluaran Depag RI/ 1986)

- 2). Internet : www.al-habib.info/qibla-pointer/
<http://www.al-habib.info/arah-kiblat/>

Lampiran : VI

PENGUNAAN KALKULATOR

1. Kalkulator Casio fx -350, Casio fx-3600, Casio fx-3800 dan Casio fx-3900P

Contoh : 1

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv /Casio fx-3900Pv						
$\cotan B = \cotan b \sin a : \sin c - \cos a \cotan c$						
$\cotan B = \cotan 68^{\circ} 34' 38.93'' \sin 84^{\circ} 25' 21.3'' :$						
$\sin 55^{\circ} 32' 35.95'' - \cos 84^{\circ} 25' 21.3'' \cotan 55^{\circ} 32' 35.95''$						
-						
68	°"	34	°"	38.93	°"	tan
shift	1/x	X	84	°"	25	°"
21.3	°"	sin	55	°"	32	°"
35.9 5	°"	sin	-	84	°"	25
°"	21.3	°"	cos	X	55	°"
32	°"	35.95	°"	tan	shift	1/x
=	0.40689008 1	shift	1/x	shift	tan	shift
°"	$67^{\circ} 51' 32.69''$					

Atau

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3900Pv / Casio fx-3600Pv

$\cotan B = \cotan 68^\circ 34' 38.93'' \sin 84^\circ 25' 21.3'' :$ $\sin 55^\circ 32' 35.95'' - \cos 84^\circ 25' 21.3'' \cotan 55^\circ 32' 35.95''$						
-						
01	:	(	01	:	68	o''
34	o''	38.93	o''	tan	x	84
o''	25	o''	21.3	o''	sin	:
55	o''	32	o''	35.95	o''	sin
84	o''	25	o''	21.3	o''	cos
X	01	:	55	o''	32	o''
35.9	o''	tan	)	0.406890081	shift	tan
5						
shift	o''	22° 8' 27.31''				

Contoh : 2

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv / Casio fx-3900Pv						
$\cotan f = \tan 67^\circ 51' 32.69'' \sin 05^\circ 34' 38.7''$						
-						
67	o''	51	o''	32.69	o''	tan
X	05	o''	34	o''	38.7	o''

sin	=	0.2388621 08	shift	1/x	shift	tan
shift	o"	76° 33' 57.34"				

Contoh : 3

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv / Casio fx-3900Pv					
cos q = cos 76° 34' 47.51" cotan 05° 34' 27.36" tan -10° 24' 49"					
-					
76	o"	34	o"	47.51	o"
cos	X	05	o"	34	o"
27.36	o"	tan	shift	1/x	X
10	o"	24	o"	49	o"
-/+	tan	=	-0.437034439	shift	cos
shift	o"	115° 54' 53.3"			

Atau

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv / Casio fx-3900Pv						
cos q = cos 76° 33' 57.34" cotan 05° 34' 38.7" tan 05° 57' 58"						
-						
76	o"	33	o"	57.34	o"	cos

X	05	°	34	°	38.7	°
tan	shift	1/x	X	05	°	57
°	58	°	tan	=	0.24863113	shift
					5	
cos	shift	°	75° 36' 12.51"			

Contoh : 4

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv/ Casio fx-3900Pv								
$W_{zhuhur} = 12^j - e + kwd + ihtiyath$								
$W_{zhuhur} = 12^j - (-9^m 19^d) + 38^m 31.33^d + 02^m 00^d$								
-								
12	°	-	(	00	°	09	°	19
°	+/-	)	+	00	°	38	°	31.3
								3
°	+	00	°	02	°	00	°	=
shift	°	12° 49' 50.33"						

Contoh : 5

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv/ Casio fx-3900Pv					
Perhitungan h_{ashar}					
$\cotan h = \tan p-d + 01$					
$\cotan h = \tan 05^\circ 34' 38.7'' - (-12^\circ 04' 57'') + 01$					
-					
05	°	34	°	38.7	°
-	(	12	°	04	°
57	°	+/-	)	=	17° 39'
					35.7"
tan	0.318370041	+	01	=	1.31837004
					1
shift	1/x	shift	tan	shift	°
37°10' 50.76"					

Atau

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv/ Casio fx-3900Pv			
Perhitungan h_{ashar}			
$\cotan h = \tan p-d + 1$			
$\tan -07^{\circ} 47' 10.9'' - 16^{\circ} 23' 14'' + 01$			
-			
07	0''	47	0''
10.9	0''	-/+	-
16	0''	23	0''
14	0''	=	-/+
24.17358333	tan	0.448863753	+
01	=	1.448863754	shift
1/x	shif	tan	shift
0''	$34^{\circ} 36' 47.82''$		

Contoh : 6

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3600Pv/ Casio fx-3900Pv					
$\cos t = -\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$					
$\cos t = -\tan 05^{\circ} 33' 12.48'' \tan -23^{\circ} 22' 20'' + \sec 05^{\circ} 33' 12.48'' \sec -23^{\circ} 22' 20'' \sin 32^{\circ} 47' 04.43''$					
-					
05	0''	33	0''	12.48	0''
-/+	tan	X	23	0''	22
0''	20	0''	-/+	tan	+
05	0''	33	0''	12.48	0''
cos	shift	1/x	x	23	0''
22	0''	20	0''	-/+	cos
shift	1/x	X	32	0''	47
0''	04.43	0''	sin	=	0.634684814
shift	cos	shift	0''	$50^{\circ} 36' 12.2''$	

2. Kalkulator Casio fx-3650P, Casio fx-4000P, Casio fx-4500P dan Casio fx-5000P

Contoh : 1

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P					
cotan B = cotan b sin a : sin c – cos a cotan c					
cotan B = cotan 68° 34' 38.8" x sin 84° 25' 32.64" : sin 55° 29' 25.9" - cos 84° 25' 32.64" x cotan 55° 29' 25.9"					
-					
shift	tan	(	01	:	(
01	:	tan	68	°"	34
°"	38.8	°"	X	sin	84
°"	25	°"	32.64	°"	:
sin	55	°"	29	°"	25.9
°"	-	cos	84	°"	25
°"	32.64	°"	x	01	:
tan	55	°"	29	°"	25.9
°"	)	)	Exe	67.8488045 8	shift
°"	67° 50' 55.7"				

Atau

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P					
cotan B = cotan 68° 34' 38.93" sin 84°25'21.3" : sin 55° 32' 35.95" - cos 84° 25' 21.3" cotan 55° 32' 35.95"					
-					
01	:	tan	68	°"	34
°"	38.93	X	sin	84	°"
25	°"	21.3	°"	:	sin
55	°"	32	°"	35.95	°"
-	cos	84	°"	25	°"

21.3	0"	X	01	:	tan
55	0"	32	0"	35.95	0"
Exe	0.40689008 1	shift	tan	Ans	Ex e
22.14092004	shift	0"	22° 08' 27.31"		

Contoh : 2

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P					
cotan f = tan 67° 51' 32.69" sin 05° 34' 38.7"					
I					
shift	tan	(	01	:	(
tan	67	0"	51	0"	32. 69
0"	X	sin	05	0"	34
0"	38.7	0"	)	)	Ex e
76.56592822	shift	0"	76° 33' 57.34"		

Contoh : 3

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P					
cos q = cos 76° 34' 47.51" cotan 05° 34' 27.36" tan -10° 24' 49"					
-					
shift	cos	(	cos	76	0"
34	0"	47.51	0"	x	01
:	tan	05	0"	34	0"
27.36	0"	X	tan	-	10
0"	24	0"	49	0"	)
Exe	115.9148192	shift	0"	115° 54' 53.3"	

Contoh : 4

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650Pv Super –FX								
$W_{dhuhur} = 12^j - e + kwd + ihtiyath$								
$W_{dhuhur} = 12^j - (-9^m 23^d) + 38^m 31.33^d + 02^m 00^d$								
-								
12	°	-	(	(-)	00	°	09	°
23	°	)	+	00	°	38	°	31.
°	+	00	°	2	°	00	°	33
Exe								
12° 49' 54.33"								

Contoh : 5

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P SUPER-FX						
Perhitungan h_{ashar}						
$cotan h = \tan P-d + 01$						
$cotan h = \tan 05^\circ 34' 38.7'' - (-12^\circ 04' 57'') + 01$						
-						
shift	tan	(	01	:	(	tan
(	05	°	34	°	38.7	°
-	(	(-)	12	°	04	°
57	°	))	+	01	))	E
						x
						e
37.18076745	shift	°	37°10' 50.76"			

Atau

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P SUPER-FX						
Perhitungan h_{ashar}						
$cotan h = \tan P-d + 01$						
$cotan h = \tan -07^\circ 47' 10.9'' - 16^\circ 23' 14'' + 01$						
-						

(-)	07	°	47	°	10.9	°	-	16
°	23	°	14	°	Exe	- 24° 10' 24.9"		
Buang tanda minus karena harga mutlak, mulai kembali								
shif	tan		(	01	:	(	tan	2 4
°	10		°	24.9	°	+	01	))
Exe	34.61328359		shift	°	34° 36' 47.82"			
-								
Atau :								
shift	tan	(	01	:	(	tan		
(	07	°	47	°	10.9	°		
+	16	°	23	°	14	°		
)	+	01	))	Exe	34.61328359	shi ft		
°	34° 36' 47.82"							

Contoh : 6

Penggunaan Kalkulator Casio fx-3650P SUPER-FX							
$\cos t = -\tan P \tan d + \sec P \sec d \sin h$							
$\cos t = -\tan 05^\circ 34' 38.7'' \tan -12^\circ 04' 57'' + \sec 05^\circ 34' 38.7'' \sec -12^\circ 04' 57'' \sin 37^\circ 10' 50.76''$							
-							
shift	cos	(	(-)	tan	05	°	34
°	38.7	X	tan	(-)	12	°	04
°	57	°	+	01	:	cos	05
°	34	°	38.7	°	X	01	:
cos	(-)	12	°	04	°	57	°
X	sin	37	°	10	°	50.76	°
)	Exe	50.06888389	shift	°	50° 04' 07.98"		

Contoh Kalkulator Casio fx-4000P

Penggunaan Kalkulator Casio fx-4000P					
$\cotan B = \cotan b \sin a : \sin c - \cos a \cotan c$					
$\cotan B = \cotan 68^\circ 35' \sin 97^\circ 15' : \sin 72^\circ 55' - \cos 97^\circ 15' \cotan 72^\circ 55''$					
-					
1	:	tan	68	°"	35
°"	X	sin	97	°"	15
°"	:	sin	72	°"	55
°"	Exe	0.4070552 94	-	Cos	97
°"	15	°"	X	01	:
tan	72	°"	55	°"	Exe
0.445838986	shift	1/x	Exe	...	shift
tan	Ans	Exe	...	shift	°"
$65^\circ 58' 14.97''$					

3. Kalkulator fx 68, 120, 124, 130, 140

Penggunaan Kalkulator fx 68, 120, 124, 130 dan 140					
$\cotan B = \cotan b \sin a : \sin c - \cos a \cotan c$					
$\cotan B = \cotan 68^\circ 35' \sin 97^\circ 15' : \sin 72^\circ 55' - \cos 97^\circ 15' \cotan 72^\circ 55''$					
-					
68	°"	35	°"	tan	1/x
x	97	°"	15	°"	sin
=	:	72	°"	55	°"
sin	=	-	97	°"	15
°"	cos	X	72	°"	55
°"	tan	1/x	=	1/x	Inv
tan	Inv	°"	$65^\circ 58' 14.97''$		

4. Kalkulator Kawachi Kx -350MS/ Casio fx-3650P

Penggunaan Kalkulator Kawachi Kx -350MS/ Casio fx-3650P					
$\cotan B = \cotan b \sin a : \sin c - \cos a \cotan c$					
$\cotan B = \cotan 68^{\circ}34' 38.93'' \sin 84^{\circ} 25' 23.82'' : \sin 44^{\circ} 32' 33.91'' - \cos 84^{\circ} 25' 23.82'' \cotan 55^{\circ} 32' 33.91''$					
I					
01	:	tan	68	000	34
000	38.93	000	X	sin	84
000	25	000	23.82	000	:
sin	55	000	32	000	33.91
000	-	cos	84	000	25
000	23.82	000	X	01	:
tan	55	000	32	000	33.91
000	=	0.406900789	shift	tan	(
01	:	Ans	)	=	67.85855
					355
Shift	000	$67^{\circ} 51' 30.79''$			

5. Kalkulator dalam HP

Kalkulator dalam HP yang dimaksudkan di sini, tentu kalkulator yang mempunyai satuan ukur busur/fungsi trigonometri seperti sin, cos, tan dan lain-lain. Pemakaian kalkulator dalam HP tentu beragam pula, maka harus dicoba dan dihitung berulang-kali sampai diperoleh hasil sebagaimana dalam table-tabel kalkulator di atas, antara lain :

1. HP (Phone Vivo V5) (Rumus Arah Kiblat

Contoh Penggunaan Kalkulator dalam HP (Phone Vivo V5)
$\cotan B = \cotan b \sin a : \sin c - \cos a \cotan c$
$\cotan B = \cotan 68^{\circ} 34' 39.04'' \times \sin 86^{\circ} 26' 04'' : \sin 58^{\circ} 52' 1.75'' - \cos 86^{\circ} 26' 04'' \cotan 58^{\circ} 52' 1.75''$

Shift	tan	(	1	:	(	1	:
Tan	68	0"	34	0"	39.04	0"	X
Sin	86	0"	26	0"	04	0"	:
Sin	58	0"	52	0"	1.75	0"	-
Cos	86	0"	26	0"	04	0"	X
1	:	Tan	58	0"	52	0"	1.75
0"	)	)	=				

2. HP (Phone Vivo V5), Rumus waktu shalat:

Cos t = - tan p tan d + sec p sec d sin h							
Cos t = - tan - 07° 15' 55" tan 20° 50' + sec - 07° 15' 55" sec 20° 50' sin 33° 06' 4.78"							
Shift	Cos	(	-	Tan	-	07	0"
15	0"	55	0"	X	tan	20	0"
50	0"	+	1	:	cos	-	07
0"	15	0"	55	0"	X	1	:
Cos	20	0"	50	0"	sin	33	0"
06	0"	4.78	0"	)	=		

3. HP (Phone Vivo V5), Rumus h Ashar:

Cotan h = tan P-d + 1							
Cotan h = tan -07° 15' 55" - 20° 50' + 1 = tan - 28° 05' 55" + 1							
Shift	tan	(	1	:	(	tan	28
0"	05	0"	55	0"	+	1	)
)	=						

--- o0o ---