

# **SKRIPSI**

**PENGAMATAN BINTANG UNTUK MENENTUKAN POSISI HILAL  
AWAL BULAN DALAM KALENDER HIJRIYAH MENGGUNAKAN  
METODE HAKIKI KONTEMPORER**



**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi**

**Disusun Oleh :**

**FERRY MAILIANDI ADITYA  
10.25.916**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2012**

SECRET

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED  
DATE 08/14/01 BY 60322 UCBAW/STP

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED  
DATE 08/14/01 BY 60322 UCBAW/STP

SECRET  
JANUARY 1954  
SECRET

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED  
DATE 08/14/01 BY 60322 UCBAW/STP

SECRET

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**Pengamatan Bintang untuk Menentukan Posisi Hilal  
Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan  
Metode Hakiki Kontemporer**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geodesi

S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**Ferry Mailiandi Aditya**

**10.25.916**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Agus Darpono, MT**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. M. Nurhadi, MT**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1**



**Ir. Agus Darpono, MT**



PERKUMPULAN PENGELOLAAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura No. 2 Telp. (0341)551431 (Hunting), Fax. (0341)553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341)417634 Malang

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**Pengamatan Bintang untuk Menentukan Posisi Hilal  
Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan  
Metode Hakiki Kontemporer**

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata-1 (S-1)

Pada hari :

Tanggal : 9 Agustus 2012

Dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana  
Teknik (ST)

Oleh :

**FERRY MAILIANDI ADITYA**

**10.25.916**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**Ir. Agus Darpono, MT**

**Sekretaris**

**Silvester Sari Sai, ST, MT**

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**DK. Sunaryo, ST, MT**

**Penguji II**

**Silvester Sari Sai, ST, MT**

**Penguji III**

**M. Edwin Tjahjadi, ST, MGeom, Sc. Ph.D**

# Pengamatan Bintang Untuk Menentukan Posisi Hilal Awal Bulan Dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer

Ferry Mailiandi Adiitya 10.25.916

Dosen Pembimbing I : Ir. Agus Darpono, MT  
Dosen Pembimbing II : Ir. M. Nurhadi, MT

## Abstraksi

Perkembangan ilmu dan teknologi semakin maju khususnya di bidang Geodesi dan Astronomi kini telah memasuki semua lapisan masyarakat, termasuk juga ormas-ormas Islam yang memanfaatkannya untuk penentuan awal bulan Islam yaitu Qamariyah. Khususnya terkait dengan perbedaan penentuan awal bulan Ramadhan, Syawal (Idul Fitri), dan Dzulhijjah (Idul Adha). Dalam penentuan tersebut terjadi problema sosial, yakni perdebatan hukum agama (dalil *syar'i*) antar-ormas atau kelompok masyarakat yang selama ini berlandaskan pada perhitungan (*hisab*) dan pengamatan (*rukyyat*) yang cenderung tidak terselesaikan.

Berdasarkan masalah dan penjelasan singkat yang telah diuraikan di atas, untuk itu perlu dilakukan studi penelitian tentang Pengamatan Bintang Untuk "Menentukan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer". Penelitian ini menggunakan metode Hakiki Kontemporer, yakni: metode Ephemeris dan *software* Starry Night Pro Plus 6.0. Metode Ephemeris merupakan metode perhitungan (*hisab*) dengan menggunakan data Matahari dan data Bulan yang disajikan setiap jam. *Software* Starry Night Pro Plus 6.0 merupakan program yang bertujuan memvisualisasikan visibilitas hilal.

Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Rajab 1433 Hijriyah atau 19 Juni 2012 Masehi, *Ijtima'* terjadi setelah Matahari terbenam. Dan posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah  $-2^{\circ} 45' 40,94''$  yang artinya posisi hilal di bawah *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal  $2^{\circ} 14' 7,99''$  di selatan Matahari. Dengan demikian, menurut kriteria visibilitas *Imkamurrukyat* (MABIMS) tanggal "1 Sya'ban 1433 Hiriyyah bertepatan pada hari Kamis, tanggal 21 Juni 2012 Masehi".

Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Sya'ban 1433 Hijriyah atau 19 Juli 2012 Masehi, *Ijtima'* terjadi sebelum Matahari terbenam. Dan posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah  $1^{\circ} 13' 28,75''$ , posisi hilal di atas *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal  $4^{\circ} 37' 6,74''$  di selatan Matahari. Dengan demikian, menurut kriteria visibilitas *Imkamurrukyat* (MABIMS) tanggal "1 Ramadhan 1433 Hiriyyah bertepatan pada hari Sabtu, tanggal 21 Juli 2012 Masehi".

Hasil analisa pada penelitian ini diharapkan Metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan *software* Starry Night Pro Plus 6.0, dapat menjadi solusi untuk menyatukan perbedaan pendapat untuk menetapkan awal bulan Qamariyah dalam kalender tahun Hijriyah.

**Kata Kunci :** *Qamariyah, Hilal, Metode Hakiki Kontemporer (Ephemeris dan Software Starry Night pro Plus 6.0)*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ferry Mailiandi Aditya  
NIM : 10.25.916  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul :

**“Pengamatan Bintang untuk Menentukan Posisi Hilal  
Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan  
Metode Hakiki Kontemporer “**

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Agustus 2012

Yang membuat pernyataan



Ferry Mailiandi Aditya

NIM : 10.25.916

*Handwritten signature*

## PERSEMBAHAN

*Waktu demi waktu, hari demi hari, bulan demi bulan dan tahun demi tahun telah aku lalui dengan sejuta canda, tawa, duka dan cita yang mengiringi setiap langkah dalam perjalanan hidup ini.*

*Akhirnya, setelah semua ini aku jalani perlahan demi perlahan dengan perasaan yang penuh semangat untuk menggapai yang diinginkan, dapat diambil pesan bijak untuk hidup ku untuk mengemban tanggung jawab hidup untuk menghadapi tantangan hidup sampai di hari senja nanti. Dengan itu aku pun harus menjadi seseorang yang dapat mengambil keputusan yang bijak di setiap langkah ku dan tetap memegang teguh keimanan dan amanah.*

*Puji dan syukur yang tidak terhingga di panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala karunia, berkah dan nikmatnya beserta semua keinginan ku yang telah tercapai hingga saya dapat menyelesaikan kewajiban ku sebagai mahasiswa.*

*Atas keberhasilan ku hari ini, ku persembahkan kepada :*

*Kedua orang tua ku (Bapak dan mama) yang membesarkan dan mendidik ku  
Untuk kakak dan adik ku, serta seseorang yang selama ini setia menunggu ku  
Hj. Mastora, nenek ku yang tersayang  
Seluruh keluarga besar ku  
Para sahabat dan teman-teman yang selalu ku ingat*

*Jadilah seseorang yang beriman dan bertakwa dengan menjunjung tinggi amanah, kejujuran, tanggung jawab dan bijaksana dalam melakukan sesuatu perbuatan*

## **KATA PENGANTAR**

---

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi, sebagai prasyarat untuk memenuhi Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi, berikut beberapa hal yang dapat disampaikan penulis.

Laporan ini berisikan Pengamatan Bintang Untuk Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer. Selama penyusunan sampai dengan selesainya skripsi ini banyak memperoleh bantuan nasehat, masukan pendapat dan bimbingan yang sangat berguna dan membantu dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak, diantaranya ialah :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang dan selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Silvester Sari Sai, ST, MT selaku sekretaris Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak Hery Purwanto, ST, M.Sc selaku Dosen Penguji II.
8. Bapak H. Muhammad Mobarak, SHI, M.Si dari Depertemen Agama RI Provinsi Kalimantan Selatan atas bantuannya dan bimbingannya.

9. Segenap dosen, *staff* pengajar dan *recording* Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
10. Bapak, Ibu, Kakak dan Adekku, juga seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
11. Teman-teman ITN yang selalu memberikan semangat dan doa.
12. Semua pihak yang telah membantu peneliti yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang sebesar – besarnya atas segala kemurahan hati dan kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan guna peningkatan kualitas di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat diterima dan disetujui, kemudian dilakukan proses penelitian lebih lanjut. Amien.

Banjarmasin, Agustus 2012

Ttd

Penulis

## DAFTAR ISI

### Halaman Sampul Depan

### Halaman Judul

Lembar Persetujuan .....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstraksi .....	iv
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi .....	v
Lembar Persembahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Tabel.....	xix
Daftar Lampiran .....	xx

### BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Tinjauan Pustaka .....	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
1.7.1 Bab I : Pendahuluan.....	11
1.7.2 Bab II : Dasar Teori .....	12
1.7.3 Bab III : Pelaksanaan Penelitian .....	12
1.7.4 Bab IV : Hasil dan Pembahasan.....	13
1.7.5 Bab V : Penutup.....	13
1.7.6 Daftar Pustaka .....	13

## **BAB II : DASAR TEORI**

2.1	Penanggalan Hijriyah .....	14
2.1.1	Sejarah Penanggalan Hijriyah .....	15
2.1.2	Kaidah umum .....	19
2.1.3	Menghitung Hari dan Pasaran .....	19
2.1.4	Membuat kalender .....	21
2.1.5	Penanggalan Jawa dan Penanggalan Hijriah .....	22
2.1.6	Konversi Tanggal Hijriyah ke Masehi .....	23
2.2	Sekilas Tentang Awal Bulan Hijriyah di Indonesia .....	25
2.3	Pengertian Hilal (Awal Bulan).....	27
2.4	Koordinat Posisi Geografis.....	30
2.5	Bola Langit dan Posisi Matahari.....	31
2.6	Dasar Perhitungan Segitiga Bola ( <i>Spherical Trigonometri</i> ).....	33
2.6.1	Rumus –Rumus Segitiga Bola.....	35
2.7	Sistem Perhitungan (Hisab) dalam Ilmu Falak .....	38
2.7.1	Metode Perhitungan <i>Urfi</i> .....	38
2.7.2	Metode Perhitungan <i>Hakiki</i> .....	39
2.7.3	Metode Perhitungan <i>Hakiki Taqribi</i> .....	40
2.7.4	Metode Perhitungan <i>Hakiki Tahqiqi</i> .....	40
2.8	Metode Hakiki Kontemporer atau <i>Modern</i> .....	41
2.8.1	Metode Hakiki Kontemporer Ephemeris .....	41
2.8.1.1	<i>Ecliptic Longitude</i> .....	43
2.8.1.2	<i>Ecliptic Latitude</i> .....	44
2.8.1.3	Asensio Rekta ( $\alpha$ ) .....	44
2.8.1.4	Deklinasi Matahari.....	45
2.8.1.5	<i>Equation of Time</i> .....	47
2.8.1.6	<i>Apparent Longitude</i> .....	48
2.8.1.7	<i>Apparent latitude</i> .....	49
2.8.1.8	Deklinasi Bulan .....	49
2.8.1.9	<i>Fraction Illumination</i> .....	51
2.8.1.10	Waktu Daerah.....	51

2.8.1.11 Ijtimak (Konjungsi astronomis).....	53
2.8.1.12 <i>Meridian Pass</i> .....	55
2.8.1.13 Semi Diameter.....	56
2.9 Sudut Waktu.....	57
2.10 Saat Matahari Terbenam.....	58
2.11 Lama Hilal/Mukus.....	59
2.12 Kemiringan Hilal ( <i>Angle Bright Limb</i> ).....	61
2.13 Nurul Hilal (Pencahayaannya).....	62
2.14 Ketinggian Hilal ( <i>Irtifa'ul hilal</i> ).....	62
2.15 Azimuth Astronomi/Arah Utara Sejati.....	64
2.15.1 Perhitungan Azimuth Matahari dan Azimuth Hilal.....	65
2.16 Koreksi-Koreksi Posisi Hilal Akibat Efek Terrestrial.....	67
2.16.1 Refraksi.....	67
2.16.2 Kerendahan Ufuk (Dip).....	68
2.16.3 Sudut Horizontal Paralaks.....	69
2.17 Starry Night Pro Plus 6.0.....	70
2.17.1 Alogaritma Menentukan Posisi Matahari.....	72
2.17.2 Alogaritma Menentukan Posisi Bulan.....	75
2.18 Winhisab Version 2.0.....	79

### **BAB III : PELAKSANAAN PENELITIAN**

3.1 Persiapan Penelitian.....	80
3.1.1 Metode Pengumpulan Data.....	80
3.1.1.1 Data Primer.....	80
3.1.1.2 Data Sekunder.....	81
3.1.2 Alat Penelitian.....	82
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	83
3.3 Metode Pengolahan Data.....	89
3.3.1 Menghitung Posisi Hilal Menggunakan Metode Ephemeris..	89
3.3.1.1 Data Ephemeris pada Program Winhisab 2.0.....	90
3.3.1.2 Proses Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban..	93

3.3.1.3	Proses Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan .....	113
3.3.2	Pengolahan Visualisasi Visibilitas Hilal .....	132
3.4	Metode Observasi Penentuan Posisi Hilal.....	139
3.4.1	Pengaturan Alat .....	139
3.4.2	Menentukan Azimuth Matahari.....	142
3.4.3	Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam.....	149
3.4.3.1	Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam Awal Bulan Sya'ban .....	150
3.4.3.2	Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam Awal Bulan Ramadhan.....	151
3.4.4	Menentukan dan Memperkirakan Posisi Hilal .....	151
3.4.5	Proses pada Waktu Melihat Hilal .....	153
 <b>BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Perhitungan Posisi Hilal .....	155
4.1.1	Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban.....	155
4.1.2	Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan .....	158
4.2	Hasil Visualisasi Visibilitas Hilal .....	160
4.2.1	Visualisasi Visibilitas Hilal Awal Bulan Sya'ban.....	161
4.2.2	Visualisasi Visibilitas Hilal Awal Bulan Ramadhan .....	161
4.3	Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal untuk Awal Bulan Qamariyah .....	163
4.3.1	Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban .....	163
4.3.2	Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan.....	165
4.4	Analisa Kriteria Visibilitas Hilal dari Metode Hakiki Kontemporer	166
4.4.1	Hasil Analisa Kriteria Visibilitas Hilal Penetapan Awal Bulan Sya'ban .....	170
4.4.2	Hasil Analisa Kriteria Visibilitas Hilal Penetapan Awal Ramadhan.....	171

**BAB V: PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	174
5.2	Saran .....	176

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi satu bulan sideris dan satu bulan sinodik.(Rinto Anugraha, 2012).....	19
Gambar 2.2. Bentuk hilal yang nampak di langit Barat setelah matahari terbenam. (Rukyatul Hilal Indonesia, 2008) .....	26
Gambar 2.3. Pembagian koordinat geografis pada peta datar.(Mubarok, 2010) .....	30
Gambar 2.4. Bola langit. (Ferry, 2010) .....	32
Gambar 2.5. Segitiga bola. (Nabhan Maspoetra, 2008) .....	34
Gambar 2.6. Hubungan sudut-sudut dan sisi-sisi segitiga bola. (Nabhan Maspoetra, 2008) .....	34
Gambar 2.7. Segitiga bidang OEA pada bidang bola. (Nabhan Maspoetra, 2008) .....	35
Gambar 2.8. Hubungan antara ketiga sisi dengan salah satu sudut segitiga bola ABC. (Nabhan Maspoetra, 2008) .....	37
Gambar 2.9. Hubungan lingkaran kecil dengan lingkaran besar. (Mubarok, 2010) .....	38
Gambar 2.10.Asensio Rekta pada bola langit (Susiknan Azhari, 2001) .....	45

Gambar 2.11. Bola langit sepanjang lingkaran deklinasi matahari (Muhyiddin Khazin, 2005) .....	45
Gambar 2.12. Diagram <i>Equation of Time</i> (Muhyiddin Khazin, 2005) .....	48
Gambar 2.13. Bola langit sepanjang lingkaran deklinasi matahari (Muhyiddin Khazin, 2005) .....	50
Gambar 2.14. Posisi bulan dan matahari bertemu pada Bujur Eliptik dan Lintang Eliptik (Muhyiddin Khazin, 2005) .....	53
Gambar 2.15. Semi Diameter Bulan (Hisab Rukyat, 2012) .....	56
Gambar 2.16. Bola langit untuk sudut waktu (Abdur Rachim, 1983) .....	57
Gambar 2.17. Saat Matahari Terbenam di Bawah <i>Horizon</i> (Sriyatin, 2006) .....	58
Gambar 2.18. Bola langit Saat matahari terbenam. (Nabhan Maspoetra, 2008) .....	59
Gambar 2.19. Jarak Atau Busur Sepanjang Lintasan Harian Bulan (Muhyiddin Khazin, 2005) .....	60
Gambar 2.20. Kemiringan Hilal Dari Pusat Hilal dan Pusat Matahari (Hisab Rukyat, 2012) .....	61
Gambar 2.21. Ketinggian Hilal Menggunakan Dasar Rumus Cosinus (Mobarak, 2009) .....	63

Gambar 2.22. Azimut garis (a) dan Matahari (b). (Ferry, 2010) .....	64
Gambar 2.23. Segitiga Astronomis Z. KU. M Merupakan Segitiga Astronomis (Ferry, 2010) .....	66
Gambar 2.24. Refraksi Titik Pengamatan di Bumi Terhadap Hilal (Sriyatin, 2006) .....	68
Gambar 2.25. Kerendahan <i>Ufuk</i> Terhadap Ketinggian Tempat Pengamatan Mempengaruhi <i>Ufuk (Horizon)</i> . (Sriyatin, 2006) .....	69
Gambar 2.26. Sudut <i>Horizontal</i> Paralaks Pengamat pada Bola Langit (Sriyatin, 2006) .....	69
Gambar 2.27. Program Starry Night Pro Plus (Rukyatul Hilal Indonesia, 2010) .....	71
Gambar 2.2.8. Program Winhisab Version 2.0 (Rukyatul Hilal Indonesia, 2010) .....	79
Gambar 3.1. Total Station Topcon GTS 235 N dan <i>tripod</i> .....	82
Gambar 3.2. Diagram alir penelitian.....	84
Gambar 3.3. Membuka program Winhisab <i>Version 2.0</i> . .....	90
Gambar 3.4. Tampilan <i>window</i> program Winhisab <i>Version 2.0</i> .....	91
Gambar 3.5. Tampilan data astronomi Ephemeris pada program Winhisab .	91

Gambar 3.6. Tampilan pilihan tanggal, bulan dan tahun data astronomi Ephemeris.....	92
Gambar 3.7. Tampilan data astronomi Ephemeris tanggal 19 Juli 2012 .....	92
Gambar 3.8. Tampilan <i>window Print</i> untuk mencetak data astronomi Ephemeris.....	93
Gambar 3.9. Membuka program Starry Night Pro Plus 6.0.....	133
Gambar 3. 10. Tampilan <i>window</i> program Starry Night Pro Plus 6.0 .....	133
Gambar 3.11. Tampilan memilih menu <i>View Location</i> .....	134
Gambar 3.12. Tampilan window <i>View Location</i> memasukan koordinat geografis .....	134
Gambar 3.13. Memasukan koordinat geografis lokasi.....	135
Gambar 3.14. Tampilan mengklik <i>Set Location</i> untuk visualisasi hilal .....	136
Gambar 3.15. Tampilan <i>Set Time and Date</i> untuk visualisasi hilal .....	136
Gambar 3.16. Tampilan visualisasi visibilitas hilal .....	137
Gambar 3.17. Tampilan <i>Zoom Out</i> dan <i>Zoom In</i> .....	137
Gambar 3.18. Tampilan penyajian data azimuth dan ketinggian (Matahari dan Hilal) .....	138
Gambar 3.19. Kedudukan nivo dan arah putar sekrup Total Station .....	141

Gambar 3.20. Sentring nivo tabung dan nivo kotak Total Station.....	142
Gambar 3.21. <i>Frame target object</i> .....	143
Gambar 3.22. Membuka program Starry Night Pro Plus 6.0. ....	144
Gambar 3. 23. Tampilan <i>window</i> program Starry Night Pro Plus 6.0. ....	145
Gambar 3.24. Tampilan memilih menu <i>View Location</i> . ....	145
Gambar 3.25. Tampilan <i>window View Location</i> memasukan koordinat geografis .....	146
Gambar 3.26. Memasukan koordinat geografis lokasi.....	146
Gambar 3.27. Tampilan mengklik <i>Set Location</i> untuk visualisasi hilal .....	147
Gambar 3.28. Tampilan perhitungan azimuth matahari.....	148
Gambar 4.1. Visualisasi vibilitas hilal tanggal 29 Rajab 1433 H .....	161
Gambar 4.2. Visualisasi vibilitas hilal tanggal 29 Sya'ban 1433 H.....	162
Gambar 4.3. Observasi penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban 1433 H..	164
Gambar 4.4. Observasi penentuan posisi hilal awal bulan Ramadhan 1433 H .....	166

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Jumlah Hari Tahun Hijriyah.....	20
Tabel 2. Pedoman Hari (Hr) dan Pasaran (Ps) .....	21
Tabel 3. Keterangan Diagram Alir Penelitian.....	85
Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah.....	157
Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan 1433 Hijriyah .....	159
Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris (ketinggian hilal, beda azimuth Matahari-Hilal) tanggal 19 Juni 2012 Masehi .....	170
Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris (ketinggian hilal, beda azimuth Matahari-Hilal) tanggal 19 Juli 2012 Masehi .....	172

## DAFTAR LAMPIRAN

### ❖ Lampiran A

A.1. Data Perhitungan Ephemeris Penentuan Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah (29 Rajab 1433 H)

### ❖ Lampiran B

B.1. Data Perhitungan Ephemeris Penentuan Awal Bulan Ramadhan 1433 Hijriyah (29 Sya'ban 1433 H)

### ❖ Lampiran C

C.1. Visualisasi Visibilitas Hilal Penentuan Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah

C.2. Visualisasi Visibilitas Hilal Penentuan Awal Bulan Ramadhan 1433 Hijriyah

### ❖ Lampiran D

D.1. Dokumentasi Penelitian Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah Tanggal 20 dan 21 Juni 2012 Masehi

D.2. Dokumentasi Penelitian Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah Tanggal 19 Juli 2012 Masehi

### ❖ Lampiran E

E.1. Data Ephemeris Matahari dan Bulan tanggal 19 Juni 2012 Masehi

E.2. Data Ephemeris Matahari dan Bulan tanggal 19 Juli 2012 Masehi

### ❖ Lampiran F

F.1. Lembar Revisi Seminar Hasil Skripsi

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Agama Islam dalam agama yang indah, tenang dan tertib dengan didasari oleh rukun Islam sebagai pedoman untuk memeluk agama islam. Rukun Islam terdapat lima ketentuan perintah untuk menjalankan ibadah. Dalam hukum Islam, banyak ibadah yang keabsahannya digantungkan pada perjalanan sang waktu yang didasarkan pada peredaran matahari dan peredaran bulan. Hal ini berdasarkan firman Allah SWT, dalam surat Yunus ayat 5 yang artinya:

*“Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”.*

Surat Yunus ayat lima ini dapat difahami, agar manusia mengetahui apa-apa yang telah disebutkan tentang sifat-sifat cahaya dan ketentuan tempat edarannya, hitungan waktu baik bulan maupun matahari untuk menentukan waktu beribadah, ekonomi dan sosial. Dengan adanya keteraturan alam, sampailah pada Ilmu pengetahuan alam dan manusia dituntut untuk belajar guna mengetahui perhitungan tahun dan bulan.

Ilmu Hisab (Falak) merupakan tuntunan Islam yang sangat berharga khususnya di bidang astronomi. Ilmu itu dikembangkan oleh ilmuwan-ilmuwan

muslim sejak abad pertengahan yang bukan hanya untuk pengembangan ilmu itu sendiri, tetapi ini juga lebih penting, untuk kepentingan praktis menjalankan perintah-perintah agama yang sangat berkaitan dengan waktu, misalnya : shalat, puasa dan haji. Pentingnya mempelajari Ilmu Falak/astronomi bukan dalam beberapa hal saja, tetapi juga lebih dari itu memiliki makna yang sangat penting dalam mengikuti perjalanan peradaban Islam. Persoalan awal bulan Ramadhan dan Syawal merupakan masalah klasik, tetapi senantiasa aktual karena sejak awal Islam masalah ini sudah mendapatkan perhatian dan pemikiran serius, karena hampir setiap tahun menjelang bulan Ramadhan dan Syawal hal ini mengundang polemik yang berkepanjangan. Bahkan hal itu seringkali mengancam persatuan dan kesatuan umat, penyebabnya adalah penentuan awal-awal bulan tersebut erat sekali kaitannya dengan pelaksanaan ibadah umat Islam, yaitu puasa Ramadhan.

Sesuai dengan perkembangan sejarahnya di Indonesia terdapat dua macam ilmu hisab, yaitu hisab atau perhitungannya berdasarkan jumlah hari rata – rata yang disebut ilmu hisab ‘*Urfi* dan ilmu hisab yang perhitungannya didasarkan pada kedudukan matahari dan bulan sebenarnya disebut ilmu hisab *Hakiki*. Cara menentukan awal bulan Qamariyah dapat dilakukan dengan lebih dari sepuluh metode, namun dari semua metode itu dapat dibagi menjadi tiga, yaitu *Hakiki Taqribi*, *Hakiki Tahkiki* dan *Hakiki Kontemporer*. Di dalam ilmu hisab *Hakiki Taqribi* cara menentukan awal bulan Qamariyah tidak memperhatikan letak deklinasi bulan dan lintang tempat. Sedang dalam ilmu hisab *Hakiki Tahkiki* peranan deklinasi dan lintang tempat sangat diperhatikan sekali dalam menentukan awal bulan Qamariyah.

Metode perhitungan *Hakiki Kontemporer* atau modern adalah sistem hisab atau perhitungan dengan menggunakan alat bantu komputer yang canggih dengan rumus-rumus algoritma. Sebenarnya, sistem hisab ini dilakukan oleh program komputer yang telah menjadi *software* dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi (*high quality accuracy*). Metode perhitungan *Jean Meeus*, Almanak Nautika, *Newcomb* dan Ephemeris termasuk dalam kategori hisab atau perhitungan ini. Dengan hadirnya teknologi moderen setidaknya mampu kemudahan dan efisiensi dalam menentukan kalender Islam.

Persoalan perbedaan hari raya Idul Fitri dan Idul Adha telah menjadi perhatian masyarakat dan pemerintah. Walau saat ini perbedaan hari raya tidak menimbulkan masalah serius, tetapi masalah tersebut selalu menimbulkan ketidaktentraman di masyarakat. Jika tidak segera diatasi itu berpotensi berdampak pada gangguan ekonomi dan sosial, karena menyangkut aktivitas massal dalam skala luas. Satu sisi kemajuan teknologi informasi membantu menyebarkan informasi ke seluruh penjuru dunia, pada sisi lain teknologi itu juga dengan cepat menyebarkan keresahan ketika terjadi perbedaan penetapan.

Perkembangan pemahaman ilmu *science* Geodesi dan Astronomi kini telah memasuki semua lapisan masyarakat, termasuk juga ormas-ormnas Islam yang memanfaatkannya untuk penentuan awal bulan Qamariyah, khususnya terkait dengan penentuan awal Ramadhan, Syawal (Idul Fitri), dan Dzulhijjah (Idul Adha). Momentum ini sangat baik untuk digunakan dalam upaya mencari solusi perbedaan hari raya. Perdebatan dalil syar'i (hukum agama) antarormas atau kelompok masyarakat yang selama ini melandaskan rukyat (pengamatan) dan

hisab (perhitungan) cenderung tidak terselesaikan karena masing-masing menganggap hukum yang diyakininya yang paling shahih dan kuat. Perdebatan semacam itu sudah saatnya diakhiri dan cukup dijadikan panutan keberagaman pemikiran hukum. Sebaliknya, pemahaman astronomi yang semakin luas perlu terus dibangun untuk mencari titik temu antarormas tanpa mempermasalahkan perbedaan rujukan hukum agama (dalil *syar'i*).

Dengan pemahaman ilmu *science* ( Geodesi dan Astronomi) yang lebih baik, perhitungan (*hisab*) dan pengamatan (*rukyat*) tidak perlu dipertentangkan lagi, karena keduanya saling melengkapi. Hanya persoalannya adalah cara mempersatukan perhitungan (*hisab*) dan pengamatan (*rukyat*) tersebut. Secara astronomi hisab dan ruyat mudah dipersatukan dengan menggunakan kriteria visibilitas hilal (ketampakan bulan sabit pertama) atau *Imkanurrukyat* (kemungkinan bisa dilihat). Kriteria itu didasarkan pada hasil ruyat jangka panjang yang dihitung secara hisab, sehingga dua pendapat hisab dan ruyat dapat terakomodasi. Kriteria itu digunakan untuk menghindari ruyat yang meragukan dan digunakan untuk penentuan awal bulan berdasarkan hisab. Dengan demikian diharapkan hasil hisab dan ruyat akan selalu seragam.

Berdasarkan masalah dan penjelasan yang telah diuraikan di atas, untuk itu perlu dilakukan studi penelitian lebih lanjut secara spesifik dan teknis mengenai metode Hakiki Kontemporer dengan sistem Ephemeris dan program Starry Night Pro Plus 6.0 dalam menentukan posisi hilal dari pengamatan bintang, yaitu: matahari dan bulan sebagai penggalan awal bulan Qamariyah dalam kalender

Islam Hijriyah, supaya dapat menyelesaikan perbedaan dalam menentukan kalender Islam Hijriyah di Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan judul dan uraian latar belakang, dapat dirumuskan beberapa masalah yang mendasari skripsi, yaitu:

1. Bagaimanakah sistematika dan perhitungan dalam menentukan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan langkah untuk menentukan posisi hilal menggunakan program Starry Night Pro 6.0 sebagai penanggalan awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah ?
2. Bagaimanakah hasil perhitungan dan pengamatan posisi hilal tanggal 29 Rajab dan 29 Sya'ban 1433 Hijriyah untuk menentukan awal bulan Sya'ban dan Ramadhan 1433 Hijriyah ?
3. Bagaimanakah kriteria visibilitas hilal dari analisa menggunakan metode perhitungan Hakiki Kontemporer Ephemeris dan program Starry Night Pro Plus 6.0 dan pengamatan bintang di lapangan ?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Mengetahui sistematika dan perhitungan dalam menentukan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan langkah dalam menentukan posisi hilal menggunakan program Starry

Night Pro 6.0 sebagai penanggalan awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah.

2. Mengetahui hasil perhitungan dan pengamatan posisi hilal tanggal 29 Rajab dan 29 Sya'ban 1433 Hijriyah untuk menentukan awal bulan Sya'ban dan Ramadhan 1433 Hijriyah.
3. Mengetahui kriteria visibilitas hilal menurut Ephemeris dan program Starry Night Pro 6.0 yang terdapat dari perhitungan dan visualisasi sebagai rujukan atau masukan dalam menyelesaikan perbedaan penentuan awal bulan Qamariyah yang terjadi di Indonesia.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini secara teoritis adalah agar pada penelitian berikutnya lebih bisa mengkaji dari aspek lain dengan menggunakan kerangka dasar atau acuan awal pada penelitian ini, terutama tentang penentuan awal bulan Qamariah lebih khususnya awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijah.

Secara praktis penelitian ini mempunyai manfaat adalah sebagai berikut:

##### **1. Bagi Peneliti**

Sebagai syarat untuk mendapat gelar sarjana teknik dibidang ilmu geodesi dan juga sebagai tambahan wawasan ilmu pengetahuan yang pada akhirnya dapat dipergunakan oleh peneliti ketika sudah berada dalam lingkungan masyarakat.

**2. Bagi Masyarakat**

Masyarakat dapat mengetahui dan memahami ilmu falak beserta sistematika dan perhitungan dalam penentuan posisi hilal menggunakan metode kontemporer yang mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, praktis dan empiris, sehingga dapat mempermudah masyarakat dalam menentukan posisi hilal. Dan tentunya akan menjadi sumbangan pemikiran untuk menentukan sikap masyarakat dalam kaitannya menentukan awal bulan Qamariyah kepada pihak yang berwenang.

**3. Bagi Lembaga**

Sebagai masukan komperatif yang bisa dijadikan kerangka acuan dalam penelitian selanjutnya, khususnya dalam mengatasi perbedaan pendapat oleh ormas-ormas islam khususnya dalam penentuan awal puasa bulan Ramadhan dan awal bulan Syawal yaitu hari Raya Idul Fitri.

**1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang dibahas dalam laporan skripsi ini adalah ;

1. Penelitian ini menggunakan metode Hakiki Kontemporer, yakni Ephemeris dan program Starry Night Pro Plus 6.0 dalam menentukan posisi hilal awal bulan dalam kalender Hijriyah.
2. Pengamatan bintang dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap obyek benda langit, yakni matahari dan bulan. Penelitian ini perhitungan

- dan pengamatan atau observasi di lakukan pada 29 Rajab dan 29 Sya'ban 1433 H untuk menentukan awal bulan Sya'ban dan Ramadhan 1433 H.
3. Perhitungan menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan hasil program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk menganalisa penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban dan Ramadhan Tahun 1433 Hijriyah atau tahun 2012 Masehi.
  4. Menggunakan dasar perhitungan rumus Ilmu Ukur Bola atau *Spherical Trigonometri* dalam menentukan posisi hilal awal bulan dalam kalender Hijriyah.
  5. Untuk penentuan posisi titik koordinat geografis atau posisi tempat pengamatan hilal sebagai sampel data perhitungan berlokasi di Landasan *Helipad* Satuan Radar 221 TNI AU Ngliyep Kabupaten Malang dan Bank Kalimantan Selatan. Data Koordinat X, Y, Z tempat tersebut diperoleh dari Kementerian Agama Kabupaten Malang dan Provinsi Kalimantan Selatan. Pengukuran penentuan posisi hilal menggunakan *Total Station*, tetapi tidak membahas spesifikasi, metode dan cara pengukurannya dalam penelitian ini.
  6. Perhitungan dalam penentuan posisi hilal menggunakan formula-formula pada *Microsoft Excel* dalam pembuatan tabel perhitungan tersebut.



## **1.6 Tinjauan Pustaka**

Sejauh penelusuran dan studi pustaka penulis belum ditemukan tulisan tentang pengamatan bintang dalam menentukan posisi hilal awal bulan dalam kalender Hijriyah dengan menggunakan metode hakiki kontemporer Ephemeris dan program Starry Night Pro Plus 6.0, yang membahas secara khusus dan mendetail. Namun demikian terdapat beberapa tulisan dan skripsi yang berhubungan dengan masalah hisab atau perhitungan.

Di antara tulisan-tulisan tersebut adalah karangan Suksinan Azhari dalam bukunya pembaharuan *Pemikiran Hisab di Indonesia* yang menerangkan sejarah hisab rukyat Indonesia dengan mengangkat tokoh utama Sa'adudin Djambek dan buku *Ilmu Falak* yang hanya menerangkan perhitungan metode kontemporer Ephemeris. Selain itu juga *Almanak Sepanjang Masa* Karya Slamet Hambali yang menerangkan sistem penanggalan baik menurut Qamariyah, Syamsiah maupun Jawa.

Kemudian skripsi Ahmad Izzuddin *Analisis Kritis Tentang Hisab Awal Bulan Qomariyah dalam Kitab Sullamun Nayyirain* yang menguraikan hisab awal bulan menurut kitab Sullamun Nayyirain, juga tesisnya yang kemudian diterbitkan menjadi sebuah buku berjudul *Fiqh Hisab Rukyah Indonesia (Sebuah Upaya Penyatuan Madzhab Rukyah Dengan Madzhab Hisab)* yang memberikan deskripsi tentang kedua madzhab beserta sebuah upaya penawaran penyatuan antara hisab dan rukyah.

Skripsi Ahmad Syifa'ul Anam *Studi Tentang Hisab awal Bulan Qomariyah Dalam Kitab Khulasoh Al-Wafiyah* dengan metode Hakiki Tahqiq yang

menguraikan bagaimana hisab awal bulan dengan metode kitab *Khulasoh Al-Wafiyah*. Selain itu juga skripsi Keki Febriyanti *Sistem Hisab Kontemporer Dalam menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika)* yang menguraikan metode perhitungan Ephemeris dan Almanak Nautika beserta persamaan dan perbedaan. Skripsi ini membahas sebatas perhitungan ketinggian hilal dan jenis penelitian skripsi ini merupakan jenis penelitian kualitatif, oleh karena itu data yang dikumpulkan berbentuk kata, dan kebanyakan bukan angka-angka yang tidak berhubungan dengan hasil pengamatan atau penelitian untuk pengambilan atau penentuan di lapangan.

Selain karya-karya tersebut, penulis juga menelaah kumpulan-kumpulan materi pelatihan hisab dan rukyat baik yang penulis ikuti sendiri dan skripsi-skripsi yang ada di lingkungan jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Malang maupun dari sumber-sumber yang terkait. Dalam studi pustaka tersebut menurut penulis belum ada skripsi yang membahas secara spesifik tentang Pengamatan Bintang untuk Menentukan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer (Ephemeris dan program *Starry Night Pro Plus 6.0*). Penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif yang didasari secara teknis, oleh karena itu data yang dikumpulkan didapat dari pengambilan data di lapangan kemudian dilakukan pemrosesan perhitungan secara komputerisasi yaitu pembuatan formula tabel perhitungan *Microsoft Excel 2007* dan hasil perhitungan program *Starry Night Pro Plus 6.0*. Setelah didapat hasil perhitungan penentuan posisi hilal secara empiris dan analitis kemudian dilakukan validasi

data perhitungan tersebut menggunakan metode observasi pengamatan bintang (Matahari dan Bulan atau hilal) atau rukyat di lokasi tempat yang telah ditentukan.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam menyusun penulisan skripsi ini terdapat beberapa bab yang dibuat secara ilmiah dan diuraikan sebagai berikut:

### **1.7.1 Bab I : Pendahuluan**

Bab ini menguraikan penjelasan mencakup:

1. Latar belakang yang menjelaskan tentang, mengapa penulis tertarik mengangkat ide pokok masalah penelitian penentuan posisi hilal awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah menggunakan metode Hakiki Kontemporer menjadi skripsi.
2. Rumusan masalah mencakup secara garis besar bagaimana penulis dapat mencari dan menemukan jawaban atau solusi dalam penelitian ini.
3. Tujuan dan manfaat menjelaskan tentang pencapaian hasil yang di inginkan dan menjawab dari rumusan masalah. Serta menjelaskan manfaat yang diperoleh setelah tujuan tercapai dalam skripsi ini.
4. Batasan masalah mencakup, dimana penulis membatasi penelitian bagaimana dan dari mana pengumpulan data, perhitungan dan metode beserta sistematika langkah kerja dalam menentukan posisi hilal pada lokasi studi yang telah

ditentukan. Agar penelitian dan penulisan ini tidak meluas tetap pada batasannya.

5. Tinjauan pustaka menjelaskan secara garis besar tentang perbandingan penelitian ini dengan penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan.
6. Sistematika penulisan menjelaskan tentang sistematika dalam menyusun penulisan ini secara ilmiah.

### **1.7.2 Bab II : Dasar Teori**

Pada Bab II Tinjauan Pustaka penulis mengutip dari beberapa buku yang berkaitan dengan pembahasan tentang penentuan posisi hilal awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah dan dasar metode penelitian beserta teori penelitian ini yang telah diterbitkan dan dipublikasikan secara luas baik di perguruan tinggi maupun sebagai bahan penelitian lanjut dari para ahli. Selanjutnya dari buku-buku tersebut dirangkum secara singkat dan jelas.

### **1.7.3 Bab III : Pelaksanaan Penelitian**

Pada bab ini menjelaskan tentang Pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan, meliputi:

1. Alat dan bahan penelitian,
2. Diagram alir penelitian (*flow chart*),
3. *Schedule* kegiatan penelitian skripsi,
4. Pengumpulan data,

5. Pengolahan data perhitungan,
6. Visualisasi posisi hilal,
7. Observasi/pengamatan di lapangan.

#### **1.7.4 Bab IV : Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengolahan data yang telah dianalisa dan di periksa dari data-data yang didapat dari proses penelitian dengan metode pengolahan data secara analisis dan komputerisasi. Serta membahas pokok-pokok yang penting dalam penelitian ini.

#### **1.7.5 Bab V : Penutup**

Bab ini mencakup tentang kesimpulan, dimana penulis menyimpulkan semua dari hasil analisa dan pembahasan pada skripsi ini dari bab I sampai dengan bab IV. Beserta saran-saran yang dibuat untuk sifatnya hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menunjang dalam penelitian dan sifatnya untuk melanjutkan penelitian lagi.

#### **1.7.6 Daftar Pustaka**

Di sini mencantumkan bahan-bahan atau materi dari berbagai macam referensi literatur yang ada, baik dari buku-buku maupun artikel-artikel di internet yang berhubungan dengan masalah yang berkaitan dengan topik yang dibahas dalam laporan ini yang digunakan penulis untuk membantu dalam penyusunan skripsi ini.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Penanggalan Hijriyah**

Penentuan dimulainya sebuah hari/tanggal pada Kalender Hijriyah berbeda dengan pada Kalender Masehi. Pada sistem Kalender Masehi, sebuah hari/tanggal dimulai pada pukul 00.00 waktu setempat. Namun pada sistem Kalender Hijriyah, sebuah hari/tanggal dimulai ketika terbenamnya matahari di tempat tersebut.

Kalender Hijriyah dibangun berdasarkan rata-rata siklus sinodik bulan kalender lunar (Qamariyah), memiliki 12 bulan dalam setahun. Dengan menggunakan siklus sinodik bulan, bilangan hari dalam satu tahunnya adalah ( $12 \times 29,53059 \text{ hari} = 354,36708 \text{ hari}$ ). Hal inilah yang menjelaskan 1 tahun Kalender Hijriyah lebih pendek sekitar 11 hari dibanding dengan 1 tahun Kalender Masehi.

Faktanya, siklus sinodik bulan bervariasi. Jumlah hari dalam satu bulan dalam Kalender Hijriyah bergantung pada posisi bulan, bumi dan matahari. Usia bulan yang mencapai 30 hari bersesuaian dengan terjadinya bulan baru (new moon) di titik apogee, yaitu jarak terjauh antara bulan dan bumi, dan pada saat yang bersamaan, bumi berada pada jarak terdekatnya dengan matahari (perihelion). Sementara itu, satu bulan yang berlangsung 29 hari bertepatan dengan saat terjadinya bulan baru di perige (jarak terdekat bulan dengan bumi) dengan bumi berada di titik terjauhnya dari matahari (aphelion). Dari sini terlihat bahwa usia bulan tidak tetap melainkan berubah-ubah (29 - 30 hari) sesuai dengan kedudukan ketiga benda langit tersebut (Bulan, Bumi dan Matahari).

Selain itu, dalam jangka waktu satu tahun masehi bisa terjadi dua tahun baru hijriah. Contohnya seperti yang terjadi pada tahun 1943, dua tahun baru hijriah jatuh pada tanggal 8 Januari 1943 dan 28 Desember 1943.

Yang menjadi persoalannya sekarang adalah umat Islam belum begitu familiar dengan kalendernya sendiri, tetapi lebih familier dengan kalender masehi. Akibatnya, sering terjadi kebingungan manakala ada perbedaan dalam mengawali ataupun mengakhiri puasa misalnya. Padahal kalender hijriyah yang tertulis dalam kalender yang ada di tiap rumah keluarga muslim itu didasarkan pada perhitungan rata-rata (*Hisab urfi*) yang tidak bisa dijadikan acuan dalam melakukan ibadah.

### **2.1.1 Sejarah Penanggalan Hijriyah**

Sebelum datangnya Islam, di tanah Arab dikenal sistem kalender berbasis campuran antara Bulan (Qamariyah) maupun Matahari (Syamsiyah). Peredaran bulan digunakan, dan untuk mensinkronkan dengan musim dilakukan penambahan jumlah hari (interkalasi).

Pada waktu itu, belum dikenal penomoran tahun. Sebuah tahun dikenal dengan nama peristiwa yang cukup penting di tahun tersebut. Misalnya, tahun dimana Muhammad lahir, dikenal dengan sebutan "Tahun Gajah", karena pada waktu itu, terjadi penyerbuan Ka'bah di Makkah oleh pasukan gajah yang dipimpin oleh Abrahah, Gubernur Yaman (salah satu provinsi Kerajaan Aksum, kini termasuk wilayah Ethiopia).

Sistem penanggalan Islam (1 Muharram 1 Hijriyah) dihitung sejak peristiwa hijrahnya Nabi Muhammad SAW beserta para pengikutnya dari Makkah ke Madinah, atas perintah Tuhan. Oleh karena itulah kalender Islam disebut juga sebagai kalender Hijriah. Di barat kalender Islam biasa dituliskan dengan A.H, dari latinnya *Anno Hegirae*. Peristiwa hijrah ini bertepatan dengan 15 Juli 622 Masehi. Jadi penanggalan Islam atau Hijriah (1 Muharram 1 Hijriah) dihitung sejak terbenamnya Matahari pada hari Kamis, 15 Juli 622 M.

Walaupun demikian, penanggalan dengan tahun hijriah ini tidak langsung diberlakukan tepat pada saat peristiwa hijrahnya nabi saat itu. Kalender Islam baru diperkenalkan 17 tahun (dalam perhitungan tahun masehi) setelah peristiwa hijrah tersebut oleh sahabat terdekat Nabi Muhammad sekaligus khalifah kedua, Umar bin Khatab. Beliau melakukannya sebagai upaya merasionalisasikan berbagai sistem penanggalan yang digunakan pada masa pemerintahannya. Kadang sistem penanggalan yang satu tidak sesuai dengan sistem penanggalan yang lain sehingga sering menimbulkan persoalan dalam kehidupan umat.

Kalender dengan 12 bulan sebetulnya telah lama digunakan oleh Bangsa Arab jauh sebelum diresmikan oleh khalifah Umar, tetapi memang belum ada pembakuan perhitungan tahun pada masa-masa tersebut. Peristiwa-peristiwa penting biasanya hanya dicatat dalam tanggal dan bulan. Kalaupun tahunnya disebut, biasanya sebutan tahun itu dikaitkan dengan peristiwa penting yang terjadi pada masa itu. Misalnya tahun gajah, dan lain sebagainya.

Setelah banyak persoalan muncul akibat tidak adanya sistem penanggalan yang baku, dan atas prakarsa Khalifah Umar, diadakanlah musyawarah dengan

tokoh-tokoh sahabat lainnya mengenai persoalan penanggalan ini. Dari sini disepakati bahwa tahun hijrahnya Nabi Muhammad SAW beserta para pengikutnya dari Makkah ke Madinah adalah tahun pertama dalam kalender Islam. Sedangkan nama-nama keduabelas bulan tetap seperti yang telah digunakan sebelumnya, diawali dengan bulan Muharram dan diakhiri dengan bulan Dzulhijjah.

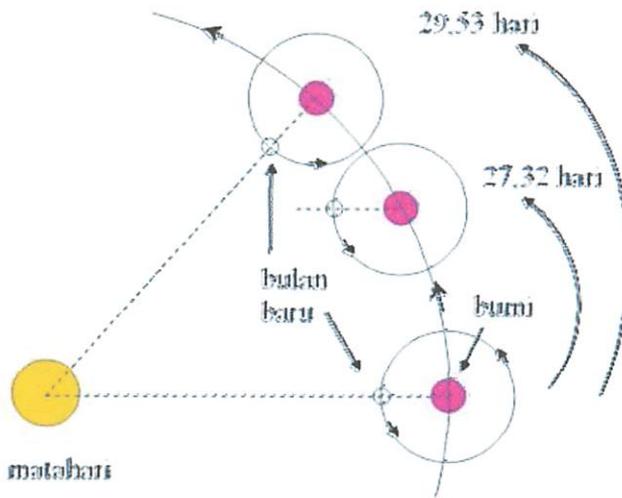
Peristiwa hijrahnya Nabi Muhammad beserta para pengikutnya dari Makkah ke Madinah yang dipilih sebagai titik awal perhitungan tahun, tentunya mempunyai makna yang amat dalam bagi umat Islam. Peristiwa hijrah dari Makkah ke Madinah merupakan peristiwa besar dalam sejarah awal perkembangan Islam. Peristiwa hijrah adalah pengorbanan besar pertama yang dilakukan nabi dan umatnya untuk keyakinan Islam, terutama dalam masa awal perkembangannya. Peristiwa hijrah ini juga melatarbelakangi pendirian kota muslim pertama. Tahun baru dalam Islam mengingatkan umat Islam tidak akan kemenangan atau kejayaan Islam, tetapi mengingatkan pada pengorbanan dan perjuangan tanpa akhir di dunia ini.

Penanggalan Hijriah ini berdasarkan pada peredaran bulan mengelilingi bumi. penanggalan ini didasarkan pada perhitungan (hisab). Satu kali edar lamanya 29 hari 12 jam 44 menit 2,5 detik. Untuk menghindari pecahan hari maka ditentukan bahwa umur bulan ada yang 30 hari dan adapula yang 29 hari, yaitu untuk bulan-bulan ganjil berumur 30 hari, sedang bulan-bulan genap berumur 29 hari, kecuali pada ke-12 (Dzulhijjah) pada Kabisat berumur 30 hari.

Setiap 30 tahun terdapat 11 tahun kabisat (panjang = berumur 355 hari) dan 19 tahun basithah (pendek = berumur 354 hari). Tahun-tahun kabisat jatuh pada urutan ke 2,5,7,10,13,15,18,21,24,26,29. Sedangkan selain urutan di atas merupakan tahun basithah. Kalender Islam disusun berdasarkan lama rata-rata satu bulan sinodik, yaitu 29,530589 hari atau 29 hari 12 jam 44 menit 2,9 detik. Rata-rata ini sedikit lebih besar daripada 29,5 hari. Angka 29,5 hari adalah nilai tengah dari 29 dan 30. Jadi kalender Islam secara aritmetik disusun dengan cara menetapkan jumlah hari dalam satu bulan Islam sebesar 30 dan 29 hari secara bergantian.

- Bulan 1: Muharram 30 hari
- Bulan 2: Shafar 29 hari
- Bulan 3: Rabi'ul Awwal 30 hari
- Bulan 4: Rabi'ul Akhir 29 hari
- Bulan 5: Jumadil Awwal 30 hari
- Bulan 6: Jumadil Akhir 29 hari
- Bulan 7: Rajab 30 hari
- Bulan 8: Sya'ban 29 hari
- Bulan 9: Ramadhan 30 hari
- Bulan 10: Syawwal 29 hari
- Bulan 11: Dzulqa'dah 30 hari
- Bulan 12: Dzulhijjah 29 (30) hari





Gambar 2.1. Ilustrasi satu bulan sideris dan satu bulan sinodik.(Rinto Anugraha, 2012)

### 2.1.2 Kaidah umum

- a. 1 tahun hijriyah = 354 hari (Basithah), Dzulhijjah = 29 hari = 355 hari (kabisat) Dzulhijjah = 30 hari
- b. Tahun-tahun kabisat jatuh pada urutan ahun ke-2,5,7,10,13,15,18,21,24,26 dan 29 (tiap 30 tahun)
- c. 1 daur = 30 tahun = 10631 hari.

### 2.1.3 Menghitung Hari dan Pasaran

Menghitung hari dan pasaran pada tanggal 1 muharram suatu tahun dengan cara ;

- 1) Tentukan tahun yang akan dihitung
- 2) Hitung *tahun tam*, yakni tahun yang bersangkutan dikurangi satu

- 3) Hitunglah berapa daur selama tahun tam tersebut
- 4) Hitung berapa tahun kelebihan dari sejumlah daur tersebut
- 5) Hitung berapa hari selama daur yang ada, yakni daur kali 10631 hari
- 6) Hitung berapa hari selama tahun kelebihan (*lihat daftar jumlah hari tahun hijriyah*)
- 7) Jumlahkan hari-hari tersebut dan tambahkan 1 (1 muharram)
- 8) Jumlah hari kemudian dibagi menjadi 7 ;  
1= Jum'at 3= Ahad 5= Selasa 7= Kamis  
2= Sabtu 4= Senin 6= Rabu 0= Kamis
- 9) Jumlah hari kemudian dibagi 5 ;  
1= Legi 3= Pon 5= Kliwon  
2= Pahing 4= Wage 6= Kliwon

**Tabel 1. Jumlah Hari Tahun Hijriyah**

Th	Hari										
1	354	6	2126	11	3898	16	5670	21	7442	26	9214
2	709	7	2481	12	4252	17	6024	22	7796	27	9568
3	1063	8	2835	13	4607	18	6379	23	8150	28	9922
4	1417	9	3189	14	4961	19	6733	24	8505	29	10277
5	1772	10	3544	15	5316	20	7087	25	8859	30	10631

**Contoh:**

Tanggal; 1 Muharram 1425 H

Waktu yang dilalui 1424 tahun, lebih 1 hari atau  $(1424 : 30)$  47 daur. Lebih 14 tahun, lebih 1 hari

$$47 \text{ daur} = 47 \times 10.631 \text{ hari} = 499.657 \text{ hari}$$

$$14 \text{ tahun} = (14 \times 354) + 5 \text{ hari} = 4.961 \text{ hari}$$

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

$$\text{Jumlah} = 504.619 \text{ hari}$$

$$504.619 : 7 = 72.088, \text{ lebih } 3 = \text{Ahad (mulai jum'at)}$$

$$504.619 : 5 = 100.923, \text{ lebih } 4 = \text{Wage (mulai legi)}$$

Jadi tanggal 1 muharram 1425 H jatuh pada hari *Ahad Wage*

**2.1.4. Membuat kalender**

Setelah mendapatkan hasil hari dan pasaran pada tanggal 1 Muharram dengan cara di atas, maka untuk mengetahui hari dan pasaran pada tanggal tiap-tiap bulan berikutnya, dapat digunakan pedoman di bawah ini;

Tabel 2. Pedoman Hari (Hr) dan Pasaran (Ps)

Bulan	Hari	Pasaran	Umur	Bulan	Hari	Pasaran	Umur
Muharram	1	1	30	Rajab	3	3	30
Shafar	3	1	29	Sya'ban	5	3	29
Rabi'ul awal	4	5	30	Ramadhan	6	2	30
Rabi'ul akhir	6	5	29	Syawal	1	2	29
Jumadal Ula	7	4	30	Dzulqa'dah	2	1	30

Jumadil Akhir	2	4	29	Dzulhijjah	4	1	29/30
---------------	---	---	----	------------	---	---	-------

*Keterangan* : Hari dan pasaran apa saja pada tanggal 1 muharram tahun berapa saja nilainya adalah 1, sehingga untuk bulan-bulan berikutnya, hari dan pasarnya tinggal mengurutkan hari keberapa dari tanggal 1 muharram itu sesuai dengan angka yang ada pada jadwal (Hr dan Pr) di atas.

Untuk mengetahui hari dan pasaran suatu tanggal tertentu maka hari dan pasaran tanggal 1 bulan itu bernilai satu, sehingga tinggal menambahkan sampai tanggal yang dikehendaki.

Misalnya tanggal 17 Ramadhan 1425 Hijriyah, karena tanggal 1 Ramadhan 1425 Hijriyah jatuh pada hari jum'at kliwon, maka tanggal 17 Ramadhan 1425 hijriyah jatuh pada hari Ahad Legi, yakni 17 hari dihitung dari jum'at sehingga jatuh hari Ahad, dan 17 hari dihitung dari kliwon sehingga jatuh pasaran Legi.

#### 2.1.5. Penanggalan Jawa dan Penanggalan Hijriah

Sistem Kalender Jawa berbeda dengan Kalender Hijriyah, meski keduanya memiliki kemiripan. Pada abad ke-1, di Jawa diperkenalkan sistem penanggalan Kalender Saka (berbasis matahari) yang berasal dari India. Sistem penanggalan ini digunakan hingga pada tahun 1625 Masehi (bertepatan dengan tahun 1547 Saka), Sultan Agung mengubah sistem Kalender Jawa dengan mengadopsi Sistem Kalender Hijriah, seperti nama-nama hari, bulan, serta berbasis lunar (komariyah). Namun demikian, demi kesinambungan, angka tahun

saka diteruskan, dari 1547 Saka Kalender Jawa tetap meneruskan bilangan tahun dari 1547 Saka ke 1547 Jawa.

Berbeda dengan Kalender Hijriah yang murni menggunakan visibilitas Bulan (*moon visibility*) pada penentuan awal bulan (*first month*), Penanggalan Jawa telah menetapkan jumlah hari dalam setiap bulannya.

Sistem Kalender yang digunakan secara umum ialah kalender Solar, Lunar, Lunisolar, dan Persetujuan. *Kalender Lunar* adalah kalender yang disesuaikan dengan pergerakan Bulan (fase bulan); contohnya ialah Hijriah. *Kalender Solar* adalah kalender yang di dasarkan dari musim dan pergerakan Matahari. Contohnya ialah Kalender Persia, dan Kalender Romawi. *Kalender Lunisolar* adalah kalender yang disesuaikan dengan pergerakan bulan dan matahari, seperti Kalender Bali, Kalender Yahudi, dan Kalender Tionghoa sebagai contohnya. *Kalender Persetujuan* adalah Kalender yang tidak disesuaikan dengan Bulan dan Matahari, contohnya adalah hari dan minggu Julian yang digunakan oleh pakar bintang.

### **2.1.6 Konversi Tanggal Hijriyah ke Masehi**

Konversi tanggal atau perbandingan tarikh adalah cara untuk mengetahui persamaan tanggal dari suatu penggalan dengan penggalan lainnya, misanya antara Hijriyah dengan Masehi. Ketentuan bahwa penggalan Masehi lebih dulu 227.016 hari dari pada penggalan Hijriyah.

Konversi tanggal dari Hijriyah ke Masehi sangat diperlukan untuk hisab awal bulan hakiki, khususnya sistem Newcomb, Ephemeris, Almanak Nautika,

dan Jean Meeus karena data astronomis yang disajikannya menggunakan penggalan Masehi.

Menghitung konversi tanggal dari Hijriyah ke Masehi dengan cara:

1. Tentukan tanggal Hijriyah yang dikehendaki.
2. Hitung jumlah hari tanggal 1 Muharram 1 Hijriyah sampai tanggal yang dikehendaki .
3. Jumlah Hari ditambah 227.016.
4. Ditambah lagi koreksi Greogorius (10+...).
5. Hitung Berapa Daur, yakni hasil pengurangan tsb : 10.631.
6. Hitung lebih berapa hari (A) dari sejumlah daur yang ada.
7. Hitung berapa tahun dalam kelebihan hari tsb dan masih lebih berapa hari (B) lagi.
8. Hitung ada berapa bulan dalam kelebihan hari (B) dan sisa berapa lagi.

**Contoh:**

Tanggal; 12 Rabiul Awal 1425 H

Waktu yang dilalui 1424 tahun, lebih 1 hari atau (1424 : 30) 47 daur. Lebih 14 tahun, lebih 2 bulan, lebih 12 hari

$$47 \text{ daur} = 47 \times 10.631 \text{ hari} = 499.657 \text{ hari}$$

$$14 \text{ tahun} = (14 \times 354) + 5 \text{ hari} = 4.961 \text{ hari}$$

$$2 \text{ bulan} = (2 \times 29) + 1 \text{ hari} = 59 \text{ hari}$$

$$12 \text{ hari} = \quad \quad \quad = 12 \text{ hari}$$

$$\text{Jumlah} = 504.689 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Masehi ke Hijriyah} &= 227.016 \text{ hari} \\ \text{Koreksi Gregorius} &= 10 + 3 = 13 \text{ hari} \\ \text{Jumlah} &= 731.718 \text{ hari} \\ 504.689 : 7 &= 72.088, \text{ lebih } 3 = \text{Ahad (mulai jum'at)} \\ 504.689 : 5 &= 100.923, \text{ lebih } 4 = \text{Wage (mulai legi)} \\ 731.718 : 1461 &= 500 \text{ siklus, lebih } 1.218 \text{ hari} \\ 500 \text{ siklus} &= 500 \times 4 \text{ tahun} = 2000 \text{ tahun} \\ 1.218 \text{ hari} &= 1218 : 365 = 3 \text{ tahun, lebih } 123 \text{ hari} \\ 123 \text{ hari} &= 4 \text{ bulan, lebih } 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Waktu yang dilewati sampai tanggal tersebut menurut penanggalan Masehi adalah 2003 tahun (2000 + 3), Lebih 4 Bulan, lebih 2 hari. Jadi tanggal 12 Rabiul Awal 1425 H adalah 2 Mei 2004 M (Ahad Wage)

## **2.2 Sekilas Tentang Awal Bulan Hijriyah di Indonesia**

Hilal adalah bulan sabit terkecil yang dapat dilihat oleh mata manusia beberapa saat setelah matahari terbenam. Terlihatnya hilal akan didahului peristiwa ijtimak atau konjungsi yaitu saat bulan dan matahari sejajar dalam meridian yang sama yang secara astronomis disebut bulan baru atau *new moon*. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Danjon seorang astronom dari Perancis menyimpulkan bahwa karena kemampuan mata manusia, lemahnya cahaya hilal serta pengaruh cahaya senja dan gangguan atmosfer menyebabkan pengamatan terhadap hilal amatlah sulit. Berdasarkan kajian terhadap laporan yang dapat dipercaya atas kenampakan hilal di berbagai negara, hilal haruslah

memiliki sudut elongasi minimum  $7^\circ$  terhadap matahari atau paling tidak umur hilal minimum 12 jam selepas konjungsi agar ia dapat terlihat oleh mata manusia tanpa peralatan optik. Oleh sebab itulah beberapa laporan pengamat hilal dari Indonesia yang mengklaim dapat melihat hilal padahal kedudukan saat itu masih di bawah limit Danjon tersebut patut diragukan. Sebab bisa saja yang dilihat bukan hilal yang sebenarnya melainkan obyek yang dikira hilal. Obyek tersebut bisa saja lampu pesawat, cahaya planet Venus, awan atau obyek-obyek lain.



Gambar 2.2. Bentuk hilal yang nampak di langit Barat setelah matahari terbenam. (Rukyatul Hilal Indonesia, 2008)

Hisab penentuan awal bulan merupakan salah satu contoh hisab falak. Di Indonesia hisab awal bulan Hijriyah menjadi sangat signifikan dibandingkan dengan hisab falak yang lain. Hisab penentuan waktu shalat, arah kiblat dan gerhana hampir tidak pernah dipermasalahan. Namun hisab untuk penentuan awal bulan khususnya yang berkaitan dengan penentuan awal Ramadhan, 1 Syawal dan 10 Dzulhijjah yang berkaitan dengan pelaksanaan Wukuf di Arafah dan Idul Adha sering menimbulkan masalah. Sebagian umat Islam berpendapat

bahwa untuk menentukan awal bulan, adalah harus dengan benar-benar melakukan pengamatan hilal secara langsung. Sebagian yang lain berpendapat bahwa penentuan awal bulan cukup dengan melakukan hisab (perhitungan matematis /astronomis), tanpa harus benar-benar mengamati hilal. Keduanya mengklaim memiliki dasar yang kuat. Di Indonesia berkembang beberapa kriteria yang menjadi acuan awal bulan Hijriyah dimana masing-masing kriteria diadopsi oleh ormas-ormas maupun orsospol yang memiliki pengikut yang tidak sedikit termasuk juga pemerintah. Ada 4 kriteria yang menjadi dasar penyusunan Kalender Hijriyah di Indonesia khususnya untuk penentuan awal Ramadhan, Syawwal dan Zulhijjah.

### **2.3 Pengertian Hilal (Awal Bulan)**

Bulan yang mengitari Bumi memiliki fase tersendiri dalam setiap putarannya selama 29-30 hari/bulan. Setiap fase memiliki tanda/bentuk tersendiri, seperti bulan baru, bulan sabit, setengah purnama, 3/4 purnama, purnama, bulan tua, bulan mati. Hilal termasuk suatu fase awal bulan yang dapat dilihat oleh seseorang, secara singkatnya Hilal adalah bulan sabit yang pertama. Pengertian secara lebih detilnya, Hilal adalah “bulan sabit pertama yang dapat teramati/terlihat di ufuk barat beberapa saat setelah maghrib/matahari terbenam<sup>1</sup>”. Waktu Hilal muncul dan terlihat berkisar antara 10-40 menit, setelah itu bulan terbenam.

Hilal ini ada pada setiap bulan Qamariyah, jadi istilah Hilal tidak hanya dipakai ketika bulan Ramadhan, Syawwal, Dzulhijjah saja. Bila Hilal terlihat,

maka sejak malam itulah awal bulan (tanggal 1) dari suatu bulan Qamariyah bermulai. (Contoh : jika Hilal terlihat pada saat setelah maghrib pada hari Kamis, maka malam Jum`at dan hari Jum`at adalah tanggal 1). Dan karena itulah awal hari dalam kalender Hijriyah dimulai dari saat maghrib atau sejak matahari terbenam, bukan dari jam 00.00 seperti dalam perhitungan kalender Masehi. Istilah seperti malam Ahad, malam Senin, malam Selasa dan seterusnya sudah familiar di masyarakat kita (walau sebagian orang menyebut Ahad malam, Senin malam, Selasa malam dan seterusnya), dan secara tidak langsung, sadar atau tidak sadar, itu merupakan penerapan hari pada kalender Hijriyah, walaupun masyarakat kita banyak yang belum terbiasa dengan penggunaan kalender Hijriyah secara sepenuhnya. Secara umum Hilal memang identik dengan bulan sabit yang merupakan satu dari beberapa fase bulan, tapi jika dibahas lebih detail maka ada beberapa perbedaan, hal ini dikarenakan bulan sabit terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Bulan sabit awal (*waxing crescent*).

Pase bulan ini dapat dilihat pada beberapa malam awal di suatu bulan Qamariyah, tapi yang dimaksud sebagai hilal dalam konteks penentuan awal bulan Qamariyah adalah seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, yaitu bulan sabit pertama yang dapat teramati/terlihat di ufuk barat beberapa saat setelah maghrib/matahari terbenam. Dari sisi bentuk, pase ini berbentuk seperti huruf “C yang terbalik” atau “C yang diputar 180 derajat”, sedangkan bulan sabit yang pertama yang dapat dilihat juga berbentuk sama seperti itu (walau terkadang terlihat seperti bentuk huruf “C yang diputar 270 derajat” yang juga

mirip dengan huruf “U”) yang cahayanya masih sangat tipis dan belum terlalu terang (hanya sekitar 1% dari cahaya saat fase purnama), warnanya kuning keputihan atau kuning keemasan. Pada bulan sabit selanjutnya (yaitu mulai hari ke-2 suatu bulan Qamariyah) cahayanya akan semakin terang dan irtifa`-nya juga akan semakin naik/tinggi.

## 2. Bulan sabit akhir (*waning crescent*)

Fase ini disebut juga bulan tua, hilal akhir, atau Hilal ats-Tsani. Bulan sabit ini bukanlah hilal yang dimaksud sebagai hilal dalam penentuan awal bulan Qamariyah. Dari sisi bentuk, bulan tua berbentuk seperti huruf “C” (walau terkadang terlihat seperti bentuk huruf “C yang diputar 270 derajat” yang juga mirip-mirip dengan huruf “U”). Berbeda dengan bulan sabit awal, bulan tua ini sudah dapat teramati/terlihat di ufuk Timur sebelum shubuh / matahari terbit pada beberapa hari terakhir pada suatu bulan Qamariyah. Ketika matahari terbit dan langit semakin cerah, bulan tua perlahan-lahan memudar hingga akhirnya cahaya matahari menghilangkan bulan tua dari pandangan manusia, meskipun sebenarnya hilal tua masih ada di langit. Bulan tua terbenam beberapa jam atau beberapa saat sebelum matahari terbenam di ufuk Barat, dan hal ini dapat mengecoh orang yang kurang paham tentang hilal sehingga dapat mengira bulan tua yang terlihat di akhir bulan sebagai bulan sabit awal (hilal). Sebagian orang berpendapat bahwa hilal itu harus dapat terlihat mata, jika itu tidak dapat dilihat maka itu bukan hilal namanya. Tapi sebagian yang lain (orang-orang yang menggunakan hisab dalam menentukan kalender Hijriyah) berpendapat dengan pendapat yang berbeda, yaitu Hilal terbagi menjadi 3 jenis :

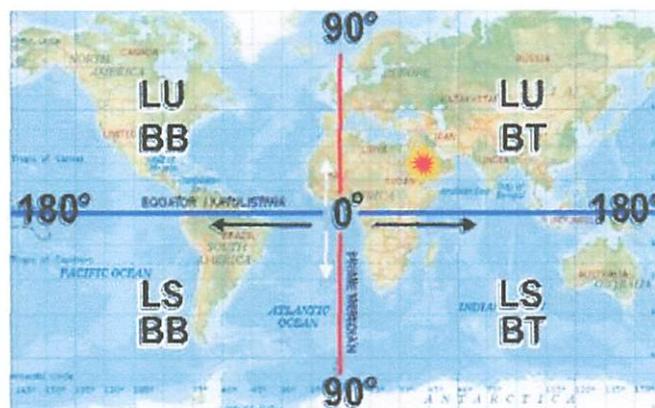
1. Hilal telah wujud (ada), tapi tidak mungkin dapat dilihat dengan mata
2. Hilal telah wujud, dan dapat dilihat dengan mata
3. Hilal telah wujud, dan ada kemungkinan dapat dilihat dengan mata

Hilal telah wujud dipahami dengan beberapa pemahaman yang berbeda oleh ahli hisab, yaitu :

1. Hilal telah wujud ketika terjadi ijtima`
2. Hilal telah wujud pada saat matahari terbenam
3. Hilal mungkin terlihat pada kondisi normal

#### 2.4 Koordinat Posisi Geografis

Setiap lokasi di permukaan bumi ditentukan oleh dua bilangan yang menunjukkan koordinat atau posisinya. Koordinat posisi ini masing-masing disebut lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*). Sesungguhnya angka koordinat ini merupakan angka sudut yang diukur dari pusat bumi sampai permukaannya. Acuan pengukuran dari suatu tempat yang merupakan perpotongan antara garis ekuator dengan Garis Meridian Utama yang melewati kota Greenwich Inggris.



Gambar 2.3. Pembagian koordinat geografis pada peta datar.(Mubarok, 2010)

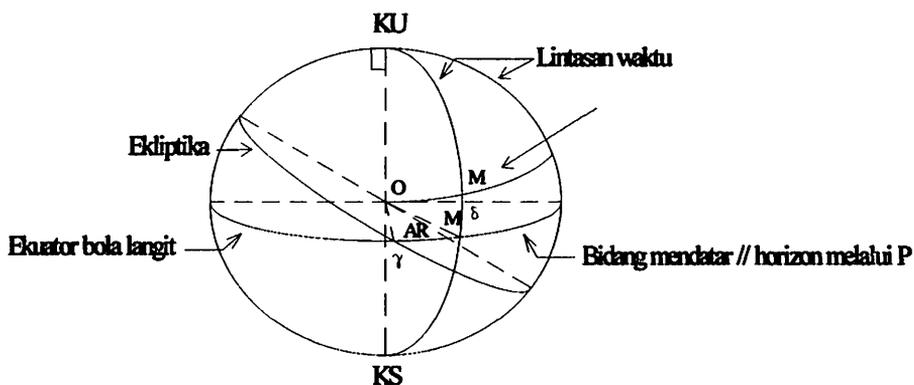
Satuan koordinat lokasi dinyatakan dengan *derajat, menit busur dan detik busur* dan disimbolkan dengan ( $^{\circ}$ ,  $'$ ,  $''$ ), misalnya  $114^{\circ} 40' 06''$  dibaca 114 derajat 40 menit 6 detik. Di mana  $1^{\circ} = 60' = 3600''$  dan perlu diingat bahwa walaupun menggunakan kata menit dan detik namun ini adalah satuan sudut dan bukan satuan waktu.

Lintang disimbolkan dengan huruf Yunani  $\rho$  (*phi*) dan bujur disimbolkan dengan  $\lambda$  (*lamda*). Lintang adalah garis vertikal yang menyatakan jarak sudut sebuah titik dari lintang nol derajat yaitu garis ekuator. Lintang dibagi menjadi Lintang Utara (LU) nilainya positif (+) dan Lintang Selatan (LS) nilainya negatif (-). Sedangkan bujur adalah garis horisontal yang menyatakan jarak sudut sebuah titik dari bujur nol derajat yaitu garis Meridian Utama (yang melewati kota Greenwich, Inggris). Bujur dibagi menjadi Bujur Timur (BT) yang memiliki nilai positif (+) dan Bujur Barat (BB) yang bernilai negatif (-). Untuk standard internasional angka lintang dan bujur menggunakan kode arah kompas yaitu *North (N), South (S), East (E) dan West (W)*.

## **2.5 Bola Langit dan Posisi Matahari**

Bola langit adalah sebuah bola cahaya dengan jari-jari tak terbatas dan berpusat di pusat bumi. Semua benda langit seperti Matahari dan bintang-bintang, juga garis-garis serta titik-titik pada bola bumi diproyeksikan secara sentral dari pusat bumi pada bola langit.

Posisi Matahari atau bintang pada bola langit pada suatu saat tertentu dinyatakan oleh besaran-besaran Asensio Rekta (AR) dan deklinasi ( $\delta$ ). Sistem koordinat Asensio Rekta menyatakan jauhnya titik kaki matahari  $M'$  sepanjang ekuator bola langit (proyeksi ekuator bumi) dihitung dari titik semi  $\gamma$ .  $\Delta$  menyatakan jauhnya matahari  $M$  sepanjang lingkaran waktu (proyeksi lingkaran meridian bumi) dihitung dari titik kaki  $M'$ . Titik semi  $\gamma$  merupakan perpotongan ekuator bola langit dengan ekliptika (lintasan bumi mengelilingi matahari).



Gambar 2.4. Bola langit. (Ferry, 2010)

- AR = Asensio Rekta (sudut  $\gamma$  OM)
- $\delta$  = deklinasi (sudut MOM)
- KU, KS = kutub-kutub bola langit (KU = Kutub Utara, KS = Kutub Selatan)
- M = Matahari
- $M'$  = titik kaki matahari pada ekuator bola langit

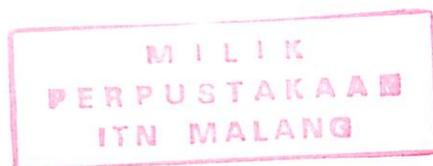
Dari ke dua besaran yang merupakan parameter untuk menentukan posisi Matahari yaitu AR dan  $\delta$  ; parameter  $\delta$  merupakan parameter yang digunakan di dalam perhitungan Azimuth matahari. Harga  $\delta$  matahari bervariasi dari  $0^\circ$  sampai  $23,5^\circ$ . Apabila Matahari berada di sebelah utara ekuator  $\delta$  mempunyai harga positif bila di selatan negatif.

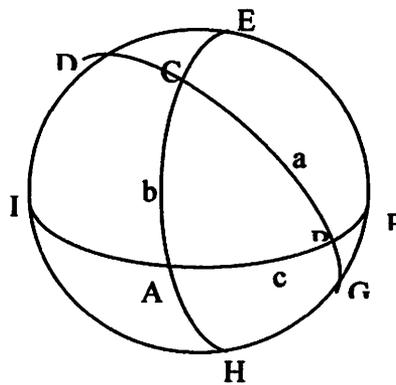
Pada bulan-bulan Januari, Februari, Maret, Oktober, November dan Desember matahari berada di selatan ekuator sedangkan pada bulan-bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus dan September berada di Utara.

Karena gerakan rotasi bumi pada sumbunya matahari tampak bergerak di bola langit. Lintasannya sejajar dengan ekuator bola langit. Harga  $\delta$  dalam satu hari satu malam praktis tetap akan tetapi harga AR berubah-ubah. Besaran-besaran AR dan  $\delta$  telah ditentukan oleh para astronom dan disusun dalam buku yang disebut Almanak. Khusus untuk matahari disebut almanak matahari. [M. Qusyairi, Tugas Akhir, 2009]

## 2.6 Dasar Perhitungan Segitiga Bola (*Spherical Trigonometri*)

Segitiga bola adalah segitiga yang dibentuk oleh perpotongan tiga lingkaran besar di kulit bola. Lingkaran besar adalah *lingkaran yang berpusat pada titik pusat bola*. kalau salah satu sisinya saja bukan merupakan bagian dari *lingkaran yang berpusat pada titik pusat bola*, maka tidak bisa dinyatakan segitiga bola.

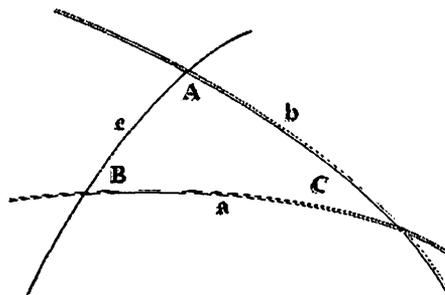




Gambar 2.5. Segitiga bola. (Nabhan Maspoetra, 2008)

Pada gambar 2.4 dapat dilihat bahwa segitiga-segitiga DCE, IHA, FBG dan lain-lainnya juga merupakan segitiga-segitiga bola. Apabila salah satu sudut suatu segitiga bola  $90^\circ$ , maka segitiga bola itu disebut *segitiga bola siku-siku*. Apabila salah satu sisinya berharga  $90^\circ$ , dinamakan *segitiga bola kuadran*

Suatu segitiga bola dibentuk oleh tiga lingkaran besar yang saling berpotongan. Lingkaran besar ialah lingkaran pada bola langit yang titik pusatnya sama dengan titik pusat bola. Unsur-unsur suatu segitiga bola: 3 sisi berupa busur lingkaran, 3 sudut yang dibentuk oleh garis-garis singgung lingkaran pada titik-titik potongnya. Sisi-sisi segitiga bola diberi simbol dengan huruf kecil, sedangkan sudut-sudutnya dengan huruf kapital.



Gambar 2.6. Hubungan sudut-sudut dan sisi-sisi segitiga bola. (Nabhan Maspoetra, 2008)

Contoh:

D bola ABC

Sudut-sudutnya: A, B, C

Sisi-sisinya: a,b,c

a dihadapan A

b dihadapan B

c dihadapan

$$AD = OA \tan c$$

$$AE = OA \tan b$$

$$OD = OA \sec c$$

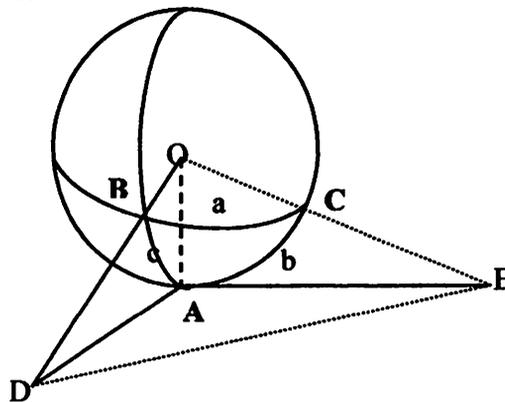
$$OE = OA \sec b$$

### 2.6.1. Rumus –Rumus Segitiga Bola

Berdasarkan ilmu ukur sudut untuk *segitiga bidang ODA* kita nyatakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$AD = OA \tan c$  ;  $OD = OA \sec c$  , Demikian pula untuk segitiga bidang OEA:

$AE = OA \tan b$  ;  $OE = OA \sec b$



Gambar 2.7. Segitiga bidang OEA pada bidang bola. (Nabhan Maspoetra, 2008)

---

Sedangkan pada segitiga bidang ADE berlaku persamaan:

$$DE^2 = AD^2 + AE^2 - 2 AD \cdot AE \cos A \dots\dots\dots(2.1)$$

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

$$DE^2 = OA^2 (tg^2 c + tg^2 b - 2 tg b \cdot tg c \cdot \cos \dots\dots\dots(2.2)$$

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

$$DE^2 = OD^2 + OE^2 - 2 OD \cdot OE \cos a \dots\dots\dots(2.3)$$

dan sekarang masukkan OD dan OE ke dalam persamaan itu, sehingga kita dapatkan:

$$DE = OA (\sec^2 c + \sec^2 b - 2 \sec b \cdot \sec c \cdot \cos a) \dots\dots\dots(2.4)$$

Persamaan menghasilkan:

$$\sec^2 c + \sec^2 b - 2 \sec b \cdot \sec c = tg^2 c + tg^2 b - 2 tg b \cdot tg c \cdot \cos A \dots\dots\dots(2.5)$$

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

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \\ \cos b &= \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B \\ \cos c &= \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C \dots\dots\dots(2.6) \end{aligned}$$

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

Dapat diturunkan rumus-rumus dasar pada segitiga bola ABC di atas:

Rumus Cosinus:

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \\ \cos b &= \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B \end{aligned}$$



$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C \dots\dots\dots(2.7)$$

Rumus Sinus:

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

$$\sin a \quad \sin b \quad \sin c$$

Rumus Cotangens:

$$\cot A = \sin c \cdot \cot a \cdot \operatorname{cosec} B - \cos c \cdot \cot B$$

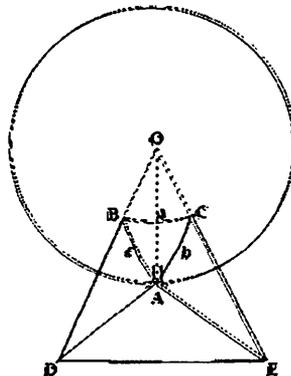
$$\cot A = \sin b \cdot \cot a \cdot \operatorname{cosec} C - \cos c \cdot \cot C$$

$$\cot B = \sin a \cdot \cot b \cdot \operatorname{cosec} C - \cos a \cdot \cot C$$

$$\cot B = \sin c \cdot \cot b \cdot \operatorname{cosec} A - \cos c \cdot \cot A$$

$$\cot C = \sin a \cdot \cot c \cdot \operatorname{cosec} B - \cos a \cdot \cot B$$

$$\cot C = \sin b \cdot \cot c \cdot \operatorname{cosec} A - \cos b \cdot \cot A \dots\dots\dots(2.8)$$



Gambar 2.8. Hubungan antara ketiga sisi dengan salah satu sudut segitiga bola ABC. (Nabhan Maspoetra, 2008)

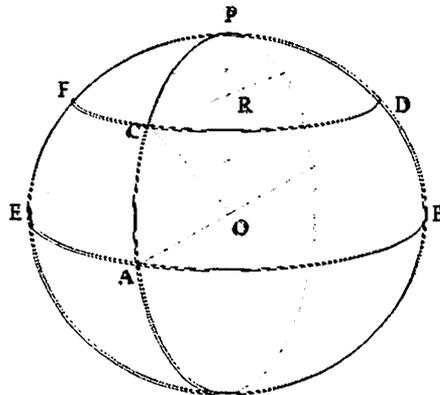
Hubungan lingkaran kecil dengan lingkaran besar

$$CD = RC \times \text{sudut CRD}$$

$$AB = OA \times \text{sudut AOB}$$

$$CD = AB \cos AOC = AB \cos AC$$

$$CD = AB \sin POC = AB \sin PC$$



Gambar 2.9. Hubungan lingkaran kecil dengan lingkaran besar. (Mubarak, 2010)

## 2.7 Sistem Perhitungan (Hisab) dalam Ilmu Falak

Terdapat banyak metode perhitungan (sistem hisab) untuk menentukan posisi bulan, matahari dan benda langit lain dalam ilmu Falak. Metode perhitungan ini dibedakan berdasarkan metode yang digunakan berkaitan dengan tingkat ketelitian atau hasil perhitungan yang dihasilkan.

### 2.7.1 Metode Perhitungan Urfi

Metode perhitungan *Urfi* (*urf* = kebiasaan atau tradisi) adalah hisab yang melandasi perhitungannya dengan kaidah-kaidah sederhana. Pada sistem hisab ini perhitungan bulan Qamariyah ditentukan berdasarkan umur rata-rata bulan sehingga dalam setahun Qamariyah umur dibuat bervariasi 29 dan 30 hari. Bulan bernomor ganjil yaitu mulai Muharram berjumlah 30 hari dan bulan bernomor genap yaitu mulai Shafar berumur 29 hari. Tetapi khusus bulan Zulhijjah (bulan 12) pada tahun kabisat komariyah berumur 30 hari. Tahun

kabisat komariyah memiliki siklus 30 tahun dimana didalamnya terdapat 11 tahun yang disebut *tahun kabisat* (panjang) memiliki 355 hari, dan 19 tahun yang disebut *basithah* (pendek) memiliki 354 hari. Tahun kabisat ini terdapat pada tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 dan ke 29 dari keseluruhan siklus kabisat selama 30 tahun. Dengan demikian kalau dirata-rata maka periode umur bulan (bulan sinodis / lunasi) menurut Hisab Urfi adalah  $(11 \times 355 \text{ hari}) + (19 \times 354 \text{ hari}) : (12 \times 30 \text{ tahun}) = 29 \text{ hari } 12 \text{ jam } 44 \text{ menit}$  ( menurut hitungan astronomis: 29 hari 12 jam 44 menit 2,88 detik ). Walau terlihat sudah cukup teliti namun yang jadi masalah adalah aturan 29 dan 30 serta aturan kabisat tidak menunjukkan posisi bulan yang sebenarnya dan hanya pendekatan. Oleh sebab itulah maka hisab ini tidak bisa dijadikan acuan untuk penentuan awal bulan yang berkaitan dengan ibadah misalnya Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah.

### **2.7.2 Metode Perhitungan Hakiki**

Metode perhitungan Hakiki ( haqiqah = realitas atau yang sebenarnya) menggunakan kaidah-kaidah astronomis dan matematik menggunakan rumus-rumus terbaru dilengkapi dengan data-data astronomis terbaru sehingga memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Sedikit kelemahan dari sistem hisab ini adalah penggunaan kalkulator yang mengakibatkan hasil hisab kurang sempurna atau teliti karena banyak bilangan yang terpotong akibat digit kalkulator yang terbatas. Beberapa sistem hisab haqiqi yang berkembang di Indonesia diantaranya: *Hisab Hakiki, Tadzkirah al Ikhwan, Badi'ah al Mitsal dan Menara Kudus, Al Manahij al Hamidiyah, Al Khushah al Wafiyah, dsb.*

### 2.7.3 Metode Perhitungan Hakiki Taqribi

Metode perhitungan Hakiki Taqribi (taqrobu = pendekatan, aproksimasi) adalah sistem hisab yang sudah menggunakan kaidah-kaidah astronomis dan matematik namun masih menggunakan rumus-rumus sederhana sehingga hasilnya kurang teliti. Sistem hisab ini merupakan warisan para ilmuwan falak Islam masa lalu dan hingga sekarang masih menjadi acuan hisab di banyak pesantren di Indonesia. Hasil hisab taqribi akan sangat mudah dikenali saat penentuan ijtima' dan tinggi hilal menjelang 1 Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah yaitu terlihat selisih yang cukup besar terhadap hitungan astronomis modern. Beberapa kitab falak yang berkembang di Indonesia yang masuk dalam kategori Hisab Taqribi misalnya; *Sullam al Nayyirain, Ittifaq Dzatil Bainy, Fat al Rauf al Manan, Al Qawaid al Falakiyah dsb.*

### 2.7.4 Metode Perhitungan Hakiki Tahqiqi

Metode perhitungan Hakiki Tahqiqi ( tahqiq = pasti ) sebenarnya merupakan pengembangan dari sistem hisab haqiqi yang diklaim oleh penyusunnya memiliki tingkat akurasi yang sangat-sangat tinggi sehingga mencapai derajat "pasti". Klaim seperti ini sebenarnya tidak berdasar karena tingkat "pasti" itu tentunya harus bisa dibuktikan secara ilmiah menggunakan kaidah-kaidah ilmiah juga. Namun sejauh mana hasil hisab tersebut telah dapat dibuktikan secara ilmiah sehingga mendapat julukan "pasti" ini yang menjadi pertanyaan. Sedangkan perhitungan astronomis modern saja hingga kini masih menggunakan angka ralat ( $\Delta T$ ) dalam setiap rumusnya. Namun demikian

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

hal ini merupakan kemajuan bagi perkembangan sistem hisab di Indonesia. Sebab sistem hisab ini ternyata sudah melakukan perhitungan menggunakan komputer serta beberapa diantaranya sudah dibuat dalam bentuk software/program komputer yang siap pakai. Beberapa diantara sistem hisab tersebut misalnya : *Al Falakiyah, Nurul Anwar,*

## **2.8 Metode Hakiki Kontemporer atau Modern**

Sistem hisab atau perhitungan ini yang menggunakan alat bantu komputer yang canggih menggunakan rumus-rumus yang dikenal dengan istilah *algoritma*. Beberapa diantaranya terkenal terkenal karena memiliki tingkat keterlitan yang tinggi sehingga dikelompokkan dalam *High Accuracy Algorithm* diantara : Jean Meeus, VSOP87, ELP2000 Chapront-Touse, dsb. dengan tingkat ketelitian yang tinggi dan sangat akurat seperti *Jean Meeus, New Comb, EW Brown, Almanac Nautica, Astronomical Almanac, Mawaqit, Ascript, Astro Info, Starrynight* dan banyak *software-software* falak yang lain.

### **2.8.1 Metode Hakiki Kontemporer Menggunakan Data Ephemeris**

Metode Ephemeris merupakan metode yang melakukan perhitungan dengan menggunakan data matahari dan data bulan yang disajikan setiap jam. Data ini dapat diketahui dari buku yang diterbitkan setiap tahun oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI yang sejak tahun 2005 ditangani oleh Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah. Buku ini memuat data astronomis

matahari dan bulan pada setiap jam pada setiap tahun. Data astronomis ini dapat pula dilihat dan dicetak melalui *software* program Winhisab. Ephemeris hisab rukyat ini menyediakan beberapa data mengenai matahari dan bulan yang dapat digunakan untuk kegiatan hisab maupun rukyat. Baik untuk menentukan arah kiblat, waktu-waktu sholat, awal bulan Qamariyah dan gerhana.

Metode ini secara teoritis berdasarkan pada data yang akurat yang selalu diperbarui setiap hari, yang memperhitungkan segala aspek, baik deklinasi, parralax dan lainnya. Almanak Ephemeris adalah buku yang berisi data bulan dan matahari yang dipersiapkan khusus untuk kepentingan hisab rukyat. Ephemeris merupakan buku yang diterbitkan setiap tahun sejak 1993 oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI. Data Almanak ini diprogram secara komputerisasi oleh alumni Institut Teknologi Bandung (jurusan Astronomi), atas biaya proyek pembinaan Peradilan Agama Republik Indonesia. Selain itu Ephemeris juga biasa disebut dengan "*Astronomical Handbook*" dan dalam bahasa arab disebut dengan "Zij" atau "Taqwim". Karena data bulan dan matahari dalam Ephemeris Hisab Rukyat disajikan dalam interval tiap jam, maka data bulan dan matahari untuk menit dan detiknya dapat diperoleh dengan interpolasi terhadap data yang ada. Misalnya mau mencari nilai bujur matahari atau bulan saat terbenam matahari pukul 17:16 WIB (10:16 GMT), padahal data yang ada hanya pada jam 10.00 GMT dan 11.00 GMT,

maka nilai bujur yang diperlukan dicari dengan interpolasi, caranya :  $A + k(A - B)$ , dimana:

A = Nilai pada baris pertama, yaitu pada jam 10.00

B = Nilai pada baris kedua, yaitu pada jam 11.00

k = Kelebihan dari inter val baris pertama, yaitu 16 menit

Adapun buku Ephemiris Hisab Rukyat tersebut berisi data antara lain:

- a. Kalender Masehi
- b. Taqwim awal bulan Qamariyah, yang berisi hasil perhitungan ijtimak dan ketinggian hilal pada awal bulan Qamariyah.
- c. Pase-pase bulan dan saat gerhana matahari
- d. Ketinggian hilal pada saat matahari terbenam di wilayah dunia
- e. Data posisi bulan dan matahari setiap jam, selama tahun yang bersangkutan.

Data-data yang diperlukan dan dipergunakan untuk perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris, meliputi:

#### 2.8.1.1 Ecliptic Longitude



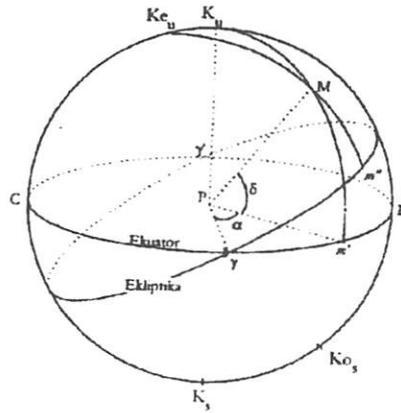
*Ecliptic Longitude* adalah bujur astronomi, data ini dikenal dengan istilah Thul atau Taqwim adalah jarak matahari dari titik Aries (Vernal Equinox atau Hamel), diukur dari sepanjang lingkaran ekliptika. Jika nilai bujur astronomi matahari sama dengan nilai bujur astronomi bulan. Maka akan terjadi ijtimak, data ini dipergunakan antara lain dalam ijtimak dan gerhana.

### **2.8.1.2 Ecliptic Latitude**

*Ecliptic Latitude* adalah lintang astronomi, data ini adalah jarak titik pusat matahari dari lingkaran ekliptika, sebenarnya ekliptika itu sendiri adalah lingkaran yang ditempuh oleh gerak semu matahari secara tahunan. Oleh karena itu selalu berada pada garis ekliptika. Namun oleh jalannya yang tidak rata persis maka ada sedikit geseran, keadaan seperti ini dapat kita lihat dari nilai *Ecliptic Longitude* yang selalu mendekat di banyak sistem perhitungan yang mengabaikan nilai data ini, sehingga istilah *Ardlusy Syam* yang sebenarnya identik dengan *Ecliptic Latitude*, data ini diperlukan antara lain untuk menghitung gerhana.

### **2.3.1.3 Asensio Rekta ( $\alpha$ )**

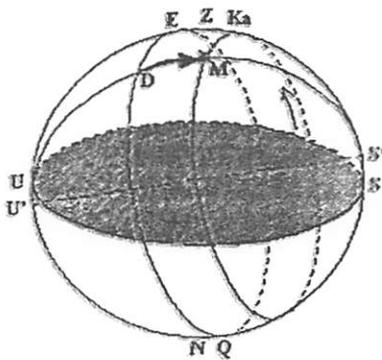
Asensio Rekta adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan pengamat ke titik musim semi dan garis yang menghubungkan antara pengamat dengan proyeksi benda langit tersebut ke lingkaran ekuator. Pada gambar 2.9, asensio rekta benda langit M dinyatakan oleh sudut  $\gamma Pm'$  atau busur  $\gamma m'$ . Pengukuran asensio rekta dimulai dari titik  $\gamma$  ke sebelah timur dan harganya dihitung dalam, yaitu mulai dari 0 sampai 24.



Gambar 2.10. Asensio Rekta pada bola langit (Susiknan Azhari, 2001)

#### 2.8.1.4 Deklinasi Matahari

Deklinasi matahari atau *Mailus Syams* adalah jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari equator sampai Matahari. Dalam astronomi dilambangkan dengan  $\delta$  (delta)



- Z = Zenit
- N = Nadir
- U = Utara
- S = Selatan
- U' = Lutub Utara
- S' = Kutub Selatan
- EQ = Equator
- M = Matahari
- Ka = Titik Kulminasi atas
- U'DMS' = Lingkaran Deklinasi

DM = Deklinasi Matahari

Gambar 2.11. Bola langit sepanjang lingkaran deklinasi matahari (Muhyiddin Khazin, 2005)

Apabila Matahari berada di sebelah utara equator, maka deklinasi Matahari bertanda positif ( $\pm$ ) dan apabila Matahari berada di sebelah selatan equator maka deklinasi Matahari bertanda negatif (-)

Harga atau nilai deklinasi Matahari ini, baik positif atau pun negatif adalah  $0^{\circ}$  sampai sekitar  $23^{\circ} 27'$ . Harga deklinasi  $0^{\circ}$  terjadi pada setiap tanggal 21 Maret dan 23 September. Selang waktu (21 Maret sampai 23 September) deklinasi Matahari positif, dan selama waktu (23 September sampai 21 Maret) deklinasi Matahari negatif.

Nilai deklinasi Matahari yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu selama satu tahun itu dapat diketahui pada tabel-tabel astronomis, misalnya Almanak Nautika, Ephemeris dan bahkan dapat dihitung dengan rumus :

$$\sin \sigma_0 = \sin \text{Bujur Astronomi Matahari} \times \sin [\text{Obliquity}] \dots\dots\dots(2.9)$$

(Muhyiddin Khazin, 2005)

Adapun harga atau nilai Obliquity atau deklinasi matahari terbesar adalah  $\pm 23^{\circ} 27'$  (saat matahari berada di titik balik utara yang terjadi pada setiap tanggal 21 Juni) atau  $-23^{\circ} 27'$  (saat matahari berada di titik balik selatan yang terjadi pada setiap tanggal 22 Desember).

Sebenarnya Obliquity ini adalah kemiringan equator terhadap lingkaran ekliptika. Harga mutlak nilai deklinasi terbesar dalam ilmu falak dikenal dengan *Mail Kulli*.

#### **2.8.1.5 Equation of Time**

*Equation of Time* atau *Ta'dilul Zaman* yang diterjemahkan dengan perata waktu, yaitu selisih waktu antara waktu matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata (pertengahan). Dalam ilmu falak biasa dilambangkan dengan huruf *e* (kecil).

Waktu matahari hakiki adalah waktu yang berdasarkan pada perputaran bumi pada sumbunya yang sehari semalam tidak tentu 24 jam, melainkan kadang kurang dan kadang lebih dari 24 jam.

Hal demikian ini disebabkan antara lain oleh peredaran bumi mengelilingi Matahari berbentuk ellips (penampang jorong = bulat telur), di mana Matahari berada pada salah satu titik apinya, sehingga suatu saat bumi dekat dengan Matahari (*Hadlidl* atau *Perehelium*) yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi kuat, sehingga perputaran bumi menjadi cepat yang akibatnya sehari semalam kurang dari 24 jam. Pada saat lain bumi jauh dengan matahari (*Auj* atau *Aphelium*) yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi lemah, sehingga perputaran bumi menjadi lambat yang akibatnya sehari semalam lebih dari 24 jam.

Untuk mempermudah dalam penyelidikan benda-benda langit diperlukan waktu yang tetap (*constant*) yakni sehari semalam 24 jam yang disebut dengan waktu pertengahan atau waktu wasaty. Waktu ini didasarkan

pada peredaran Matahari hayalan serta peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk lingkaran (bukan ellips).

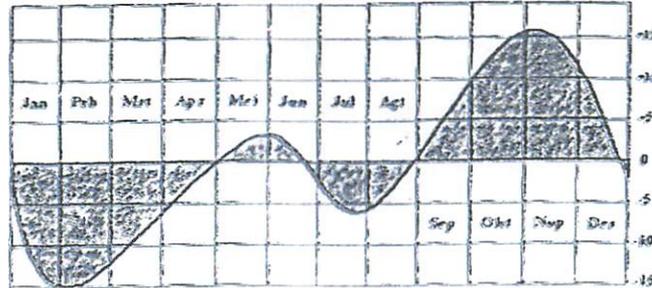
Dengan demikian *equation of time* :

*Equation of Time* = waktu hakiki – waktu pertengahan

Sedangkan waktu pertengahan :

Waktu pertengahan = waktu hakiki – *equation of time*

Nilai *equation of Time* pun mengalami perubahan dari waktu ke waktu selama satu tahun. Nilai ini dapat diketahui pada tabel-tabel astronomis, misalnya Almanak Nautika, Ephemeris.



Gambar 2.12. Diagram *Equation of Time* (Muhyiddin Khazin, 2005)

### 2.8.1.6 Apparent Longitude

*Apparent Longitude* dalam bahasa Indonesia di kenal dengan istilah bujur astronomi bulan yang terlihat, lebih di kenal dengan bujur astronomi atau dengan istilah Taqvim Qomar atau Thul Qamar jarak bulan dari titik Aries (Vernal Equinok / HamI) di ukur sepanjang lingkaran ekliptika (dairotul bujur), jika nilai bujur astronomi matahari sama nilai

bujur bulan, maka terjadi ijtimak data ini juga dipergunakan anantara lain dalam ijtima' dan gerhana.

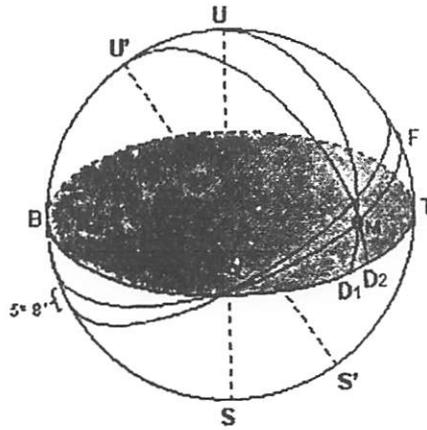
Ijtimak juga bisa di sebut *Iqtiraan* yaitu antara matahari dan bulan berada pada bujur astronomi (*dawairul buruj*) yang sama. Dalam istilah astronomi juga di sebut konjungsi.

#### **2.8.1.7 Apparent latitude**

*Apparent Latitude* dalam bahasa Indonesia dikenal dengan nama lintang astronomi bulan yang terlihat atau istilah *Ardl al Qamar*, data ini adalah jarak antara bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika. Nilai maksimum dari lintang astronomi bulan adalah  $5^{\circ} 8'$ , nilai positif berarti bulan berada di utara ekliptika, dan nilai negatif berarti bulan berada di sebelah selatan ekliptika, jika pada saat ijtima' nilai lintang astronomi bulan sama atau hampir sama dengan nilai lingkaran astronomis matahari, maka akan terjadi gerhana matahari. Dan ini diperlukan dalam menghisab ijtimak dan gerhana.

#### **2.8.1.8 Deklinasi Bulan**

Ada dua istilah untuk deklinasi bulan, yaitu: Deklinasi I bulan atau **Mail Awal Bulan**, dan Deklinasi II atau **Mail Sani Bulan**. Deklinasi I bulan adalah jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari equator sampai bulan. Sedangkan Deklinasi II bulan adalah jarak sepanjang bujur astronomi dihitung dari equator sampai bulan.



Gambar 2.13. Bola langit sepanjang lingkaran deklinasi matahari (Muhyiddin Khazin, 2005)

Keterangan:

- U = Utara
- U' = Kutub Ekliptik Utara
- S = Selatan
- S' = Kutub Ekliptik Selatan
- M = Moon (Bulan)
- MF = Orbit Bulan
- BD<sub>1</sub>D<sub>2</sub>T = Equator
- UM D<sub>1</sub> = Lingkaran Deklinasi
- U'M D<sub>2</sub> = Bujur Astronomi
- MD<sub>1</sub> = Deklinasi I
- MD<sub>2</sub> = Deklinasi II

#### **2.8.1.9 Fraction Illumination**

*Fraction Illumination* adalah besarnya piringan bulan yang menerima sinar matahari dan menghadap ke bumi. Jika seluruh piringan bulan yang menerima sinar matahari terlihat dari bumi, maka bentuknya akan berupa bulatan penuh. Dalam keadaan seperti ini nilai *Fraction Illumination* adalah satu, yaitu persis pada saatnya bulan purnama. Sedangkan jika bumi, bulan dan matahari sedang persis berada pada satu garis lurus, maka akan terjadi gerhana matahari total. Dalam keadaan seperti ini nilai *Fraction Illumination* bulan adalah nol. Setelah bulan purnama, nilai *Fraction Illumination* akan semakin mengecil sampai pada nilai yang paling kecil, yaitu pada saat ijtima' dan setelah itu nilai *Fraction Illumination* ini akan kembali membesar sampai mencapai nilai satu, pada bulan purnama. Dengan demikian, data *Fraction Illumination* ini dapat dijadikan pedoman untuk mengetahui kapan terjadinya ijtima' dan kapan bulan purnama (istiqbal), demikian pula saat *first quarter* (tarbiul awwal) dan *last quarter* (tarbi'usstani) dari bulan dapat dihitung, yaitu dengan mencari nilai *Fraction Illumination* sebesar setengah.

#### **2.8.1.10 Waktu Daerah**

Waktu daerah adalah waktu yang diberlakukan untuk satu wilayah bujur tempat (meridian) tertentu, sehingga dalam satu wilayah bujur yang bersangkutan hanya berlaku satu waktu daerah. Oleh karenanya, daerah dalam satu wilayah itu disebut Daerah Kesatuan Waktu.

Pembagian wilayah daerah kesatuan waktu pada dasarnya berdasarkan pada kelipatan bujur tempat  $15^\circ$  ( $360^\circ : 24 \text{ jam} \times 10$ ) yang dihitung mulai bujur tempat yang melewati kota Greenwich ( $\lambda = 00$ ).

Sementara berdasarkan Keputusan Presiden RI (Soeharto) Nomor 41 Tahun 1987 tanggal 26 November 1987 (mencabut Kepres nomor 243 tahun 1963 – Soekarno) wilayah Indonesia terbagi atas tiga daerah waktu, yaitu :

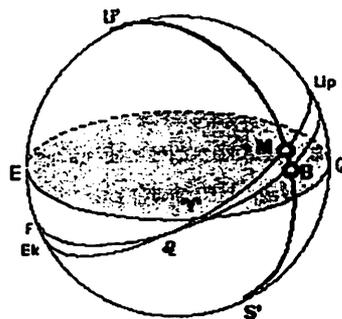
- a. Waktu Indonesia Barat (WIB) yang berpedoman pada  $105^\circ$  BT (GMT + 7 jam), meliputi :
  - 1) Seluruh Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera
  - 2) Seluruh Propinsi Daerah Tingkat I Jawa dan Madura
  - 3) Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Barat
  - 4) Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Tengah
- b. Waktu Indonesia Tengah (WITA) yang berpedoman pada  $120^\circ$  BT (GMT + 8 jam), meliputi :
  - 1) Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Timur
  - 2) Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Selatan
  - 3) Propinsi Daerah Tingkat I Bali
  - 4) Propinsi Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Barat
  - 5) Propinsi Daerah Tingkat I Nusa Tenggara Timur
  - 6) Propinsi Daerah Tingkat I (Timor Timur)
  - 7) Propinsi Daerah Tingkat I Sulawesi
- c. Waktu Indonesia Timur (WIT) yang berpedoman pada  $135^\circ$  BT (GMT + 9 jam), meliputi :

- 1) Propinsi Daerah Tingkat I Maluku
- 2) Propinsi Daerah Tingkat I Irian Jaya

Dengan Waktu daerah semacam ini, persoalan seperti di atas dapat teratasi. Kalau dikatakan jam 12 WIB, maka bagi orang Yogyakarta, orang Jakarta, maupun orang Medan adalah sama, karena sebagai acuannya adalah bujur tempat (meridian)  $105^0$  (bukan bujur tempat masing-masing kota itu).

#### 2.8.1.11 Ijtimak (Konjungsi astronomis)

Ijtimak yaitu bertemunya posisi bulan dan matahari dalam satu garis edar (bertemu pada bujur eliptik yang sama/ segarisnya bulan dan matahari). Pengertian dari sisi fase bulan : ijtimak adalah bulan baru, dan dapat disebut juga bulan mati. Disebut demikian karena pada saat ijtimak bulan lalu telah berakhir dan bulan baru telah muncul/dimulai. Pada waktu tertentu, pada saat terjadi ijtimak ditandai dengan gerhana matahari, sehingga dapat dikatakan gerhana matahari (yang pada saat itu posisi bulan dan matahari bertemu pada bujur eliptik dan lintang eliptik yang sama) adalah ijtimak yang dapat terlihat/teramati.



Gambar 2.14. Posisi bulan dan matahari bertemu pada Bujur Eliptik dan Lintang Eliptik (Muhyiddin Khazin, 2005)

**Keterangan:**

$E\gamma Q$	= Equator
$U'$	= Kutub Ekliptika Utara
$S'$	= Kutub Ekliptika Selatan
$M$	= Matahari
$B$	= Bulan
$E\kappa M$	= Ekliptika
$FB$	= Orbit Bulan
$U'MBS'$	= Bujur Astronomi
$\gamma$	= Titik Aries

Periode dari satu ijtimak ke ijtimak berikutnya disebut sebagai periode 'sinodis bulan' yang lamanya 29 hari 12 jam, 44 menit 2.8 detik atau 29.53059 hari. Sehingga sangat beralasan secara ilmiah jika dalam satu bulan Qamariyah lama harinya adalah 29 atau 30 hari. Dengan demikian, maka dalam menghitung ijtimak ada 2 (dua) tahapan, yaitu:

- a. Memprakirakan Tanggal, Bulan dan Tahun Ijtimak Sebelum melakukan hisab ijtimak awal bulan Qamariyah, hal yang perlu dilakukan adalah menentukan prakiraan tentang jatuhnya akhir bulan Qamariyah sebelumnya dalam kalender Masehi dengan jalan mengkonversi kalender Hijriyah ke kalender Masehi. Ini cukup dilakukan dengan hisab „urfi, yakni dengan menggunakan rumus-rumus perbandingan tarikh/tahun.
- b. Menentukan saat ijtimak

Langkah ini dianggap cukup penting mengingat untuk mengetahui kapan kemungkinan akan terjadi bulan baru maka yang harus dilakukan adalah dengan mencari kapan saat terjadi *ijtimak awal bulan*. Mencari saat *ijtima* dengan data *Ephemeris* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Mencari FIB. terkecil pada bulan yang ditentukan
- b) Mencari ELM dan ALB sesuai dengan jam FIB terkecil
- c) Mencari Sabak Matahari (SM) dan Sabak Bulan (SB) perjam
- d) Mencari saat *ijtima'* dengan rumus sebagai berikut:

$$\boxed{\text{JAM FIB} + \text{ELM} - \text{ALB} + 7 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.10)$$

SB - SM

Keterangan :

FIB : *Fraction Illumination* Bulan

ELM : *Ecliptic Longitude* Matahari

ALB : *Apparent Longitude* Bulan

SM : Sabak Matahari

SB : Sabak Bulan. (Keki Febriyanti, 2011)

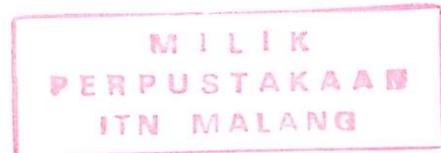
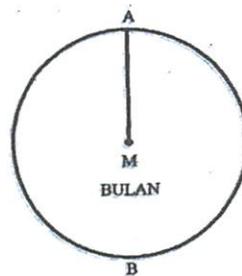
#### 2.8.1.12 Meridian Pass

*Meridian Pass* (MP) adalah waktu pada saat matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit menurut waktu pertengahan, yang menurut waktu hakiki saat itu menunjukkan tepat jam 12 siang.

MP ini dapat dihitung dengan rumus  $MP = 12 - e$ , di mana  $e$  adalah *equation of time*. *Meridian Pass* ini sangat penting artinya dalam perhitungan ilmu falak, karena ia merupakan pangkal ukur selama sudut waktu. (Muhyiddin Khazin, 2005)

### 2.8.1.13 Semi Diameter

Semi Diameter dikenal dalam bahasa Indonesia dengan jari-jari atau *Nisfu Quthril Qomar* adalah jarak titik pusat bulan dengan piringan luarnya. Nilai semi diameter bulan adalah 15 derajat, sebab piringan bulatan bulan penuh adalah 30 (1/2 derajat) Data ini diperlukan untuk melakukan perhitungan ketinggian piringan atas hilal sebab semua data bulan adalah data titik pusatnya.



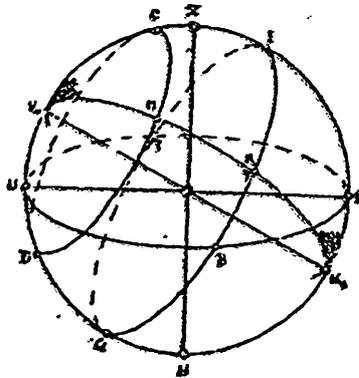
Gambar 2.15. Semi Diameter Bulan (Hisab Rukyat, 2012)

Keterangan:

- A = Titik Teratas Pada Piringan Atas, Upper Limb
- M = Titik Pusat Bulan
- B = Titik Terbawah Pada Piringan Bawah, Lower Limb
- AM = Jari-Jari= Semi Diameter Bulan (Rata-Rata 0°16')

## 2.9 Sudut Waktu

Setiap lingkaran waktu membuat sudut dengan lingkaran meridian. Besar sudut itu dapat dilihat pada kutub, jadi pada gambar 2.5 sudut MKuZ, atau sudut MKsZ, yang besar sama. Sudut itu dinamakan sudut waktu setempat atau secara pendek sudut waktu saja, yang biasanya yang biasanya ditandai huruf  $t_0$ . Dasarnya sama pula dengan busur EM pada equator langit. Sudut waktu itu dinamakan demikian, oleh karena bagi semua benda langit yang terletak pada lingkaran waktu yang sama, berlaku qaidah : *bahwa jarak waktu yang memisahkan mereka dari kedudukan mereka sewaktu kulminasi, adalah sama.*



Gambar 2.16. Bola langit untuk sudut waktu (Abdur Rachim, 1983)

Dengan perkataan lain: benda-benda langit yang terletak pada lingkaran waktu yang sama, berkulminasi pada waktu yang sama pula. besarnya sudut waktu itu menunjukkan berapakah jumlah waktu yang memisahkan benda langit bersangkutan dari kedudukannya sewaktu berkulminasi. [Abdur Rachim, 1983]

Besar sudut waktu dapat dihitung dengan rumus:

$$\cos t^\circ = -\tan f \times \tan d^\circ + \sin h^\circ / \cos f / \cos d^\circ \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

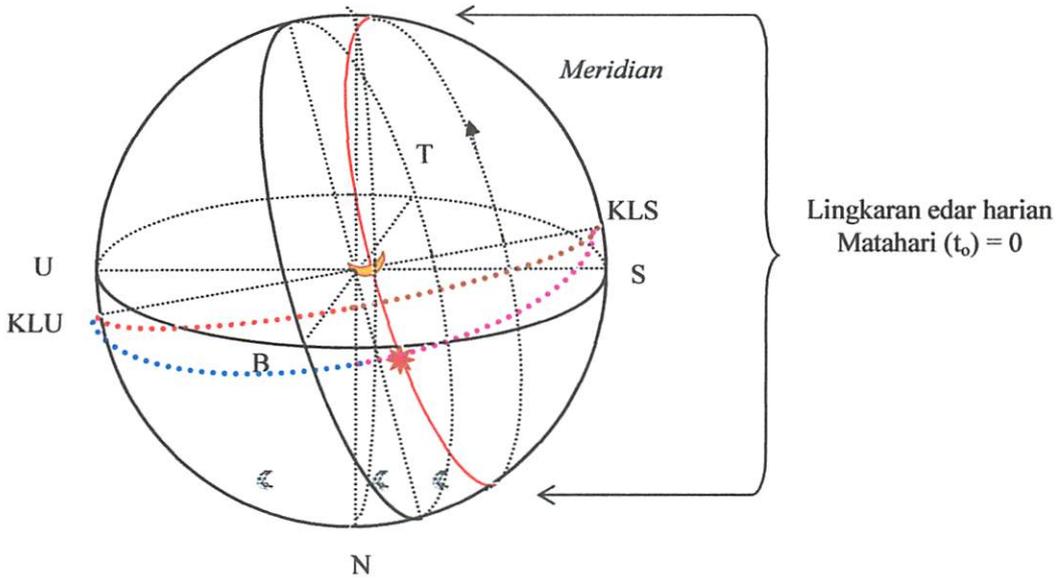
- t° = sudut waktu matahari
- f = lintang tempat
- d° = deklinasi matahari
- h° = tinggi matahari saat terbenam.

### 2.10 Saat Matahari Terbenam

Secara astronomis, saat matahari terbenam terjadi pada saat titik pusat piringan matahari mempunyai jarak zenith 90° 50'. Di dalam daftar ephemeris angka itu dijadikan dasar untuk menyatakan saat matahari terbenam atau terbit pada tempat pengamatan setinggi permukaan laut. Titik puncak lengkungan atas matahari saat itu tepat berada di garis horizon. Harga 50' didapatkan dari perjumlahan semi diameter sudut matahari ( =16' ) dan sudut pembiasan cahaya dalam atmosfer bumi pada benda langit yang berada di sepanjang horizon ( =34' ).



Gambar 2.17. Saat Matahari Terbenam di Bawah Horizon (Sriyatin, 2006)



Gambar 2.18. Bola langit Saat Matahari terbenam. (Nabhan Maspoetra,2008)

Dalam daftar Ephemeris, untuk menentukan saat matahari terbenam, koreksi setengah diameter matahari dan pengaruh refraksi sudah termasuk.

### 2.11 Lama Hilal/Mukus

Mukus adalah jarak atau busur sepanjang lintasan harian bulan diukur dari titik pusat bulan ketika matahari terbenam sampai titik bulan terbenam atau ufuk. Mukus ini dapat digunakan untuk mengetahui lama hilal diatas ufuk setelah matahari terbenam, yaitu Mukus dengan rumus :

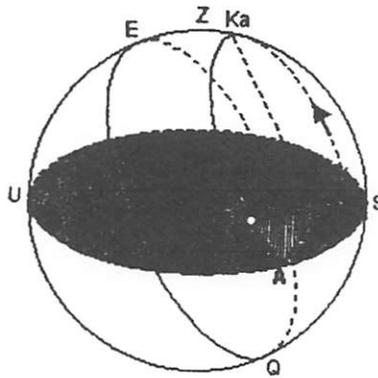
$$LM = (SBS^{\circ} - t^{\circ}) : 15 \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

LM = Mukus/ Lama Hilal

SBS  $\hat{\sphericalangle}$  = Setengah Busur Siang Bulan

t  $\hat{\sphericalangle}$  = Sudut Waktu Hilal. (Muhyiddin Khazin, 2005)



Gambar 2.19. Jarak Atau Busur Sepanjang Lintasan Harian Bulan (Muhyiddin Khazin, 2005)

Keterangan:

- Z = Zenit
- U = Utara
- S = Selatan
- EQ = Equator
- UAS = Ufuk
- H = Hilal
- KaHA = Lintasan Harian Bulan
- Ka = Titik Kulminasi Atas
- A = Titik Terbenam Hilal
- HA = Mukus Hilal

2.12 Kemiringan Hilal (*Angle Bright Limb*)

*Angle Bright Limb* yang dikenal dalam istilah bahasa Indonesia sebagai sudut kemiringan hilal. Adalah sudut 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 (simtur ra'si) kegaris yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik pusat matahari dengan arah sesuai dengan perputaran jarum jam. Rumus untuk menghitung kemiringan hilal adalah:

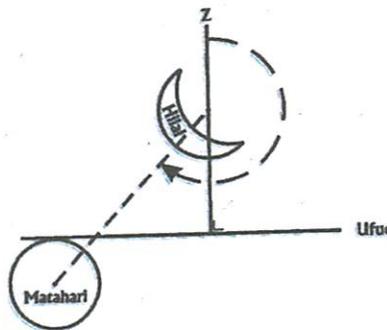
$$\text{Tan MRG} = [ \text{PH} : h_{\odot} ] \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

MRG = Kemiringan Hilal

PH = Posisi Hilal

$h_{\odot}$  = Tinggi Hilal



Gambar 2.20. Kemiringan Hilal Dari Pusat Hilal dan Pusat Matahari (Hisab Rukyat, 2012)

### 2.13 Nurul Hilal (Pencahayaannya)

Nurul Hilal adalah lebatnya cahaya yang dipantulkan oleh bulan. Satuan ukur yang digunakan oleh ahli hisab tempo dulu untuk urul hilal adalah Ushbu' yang diterjemahkan dengan "jari". Padahal kata Ushbu' sebenarnya merupakan rangkaian bilangan dengan huruf Jumali, yaitu ا (alief) = 1, ص (shad) = 90, ب (ba') = 2, ع ('ain) = 70. Sehingga kata Ushbu' adalah  $1 + 90 + 2 + 70 = 163''$  atau  $00^{\circ} 2' 43''$ . Padahal nurul hilal ketika pase bulan purnama sebesar 12 Ushbu', artinya  $12 \times 00^{\circ} 2' 43'' = 00^{\circ} 32' 36''$  ( sama dengan harga rata-rata diameter bulan). Sementara Illuminasi adalah luas bagian piringan bulan yang bersinar. Rumus untuk menghitung nurul hilal adalah:

$$NH = (\sqrt{[PH^2 + h^2]} : 15) \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

NH = Nurul Hilal

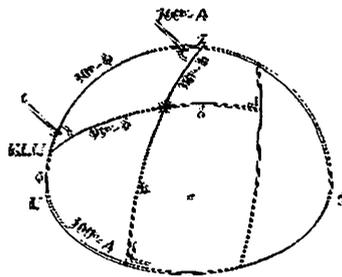
PH = Posisi Hilal

$h$  = Tinggi Hilal. (Muhyiddin Khazin, 2005)

### 2.14 Ketinggian Hilal (Irtifa'ul hilal)

Tinggi Hilal disebut pula dengan "irtifa'ul Hilal" adalah ketinggian hilal/bulan dihitung sepanjang lingkaran vertikal dari ufuk sampai hilal itu. Tinggi hilal bertanda positif (+) apabila ia berada di atas ufuk. Demikian pula bertanda negatif (-) apabila ia berada di bawah ufuk.

Dalam mencari ketinggian hilal menggunakan teori yang dipakai dalam metode kontemporer Ephemeris. Punggunaan sistem ini sebagai landasan teori, karena sistem ini banyak dianggap sebagai metode kontemporer yang mempunyai akurasi tinggi. Metode Ephemeris juga yang saat ini digunakan oleh Departemen Agama dalam perhitungan penentuan awal bulan Qamariyah. Dalam metode Ephemeris prosesnya sangat rinci dan panjang. Mulai dari menghitung matahari, sudut waktu matahari dan bulan, saat matahari terbenam, asensio rekta matahari dan bulan, deklinasi matahari dan bulan, tinggi *haqiqi* dan tinggi *mar'ī hilal*. Rumus yang digunakan dalam menghitung ketinggian hilal menurut rumus cosinus,  $\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos U$  berlaku sebagai berikut:



Gambar 2.21. Ketinggian Hilal Menggunakan Dasar Rumus Cosinus (Mobarak, 2009)

$90^\circ - h = z$  : jarak zenith.

$$\cos (90^\circ - h) = \cos (90^\circ - f) \cdot \cos (90^\circ - d) + \sin (90^\circ - f) \cdot \sin (90^\circ - d) \cdot \cos t$$

$$\sin h = \sin f \cdot \sin d + \cos f \cdot \cos d \cdot \cos t \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

atau

$$\sin h = \sin \varphi \times \sin \delta + \cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t. \text{ (Hisab Rukyat, 2012)}$$

Keterangan ;

- Lintang pengamat  $\varphi$ , diperoleh dari peta topografi atau dari pengamatan astronomis dan pengamatan dengan GPS.

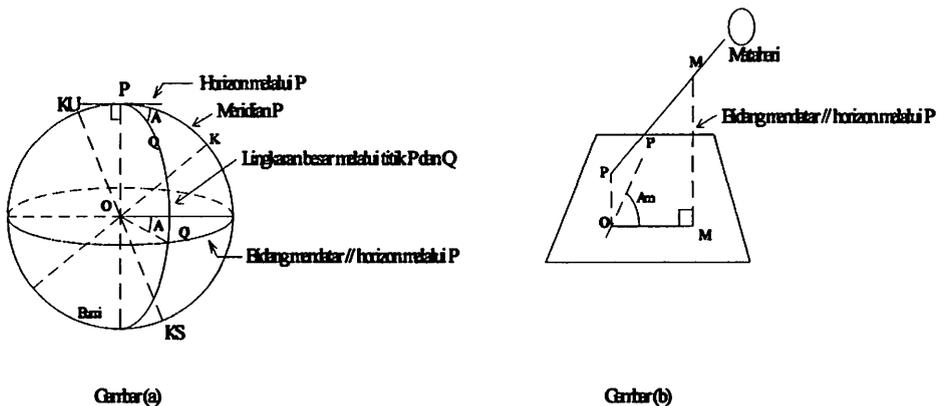


- Deklinasi matahari  $\delta$ , diperoleh dari almanak matahari. Karena besarnya  $\delta$  fungsi dari waktu, maka saat pengukuran harus dicatat (jam, menit, detik, tanggal, bulan dan tahun).
- Sudut waktu  $t_0$ , diperoleh dari lingkaran waktu membuat sudut dengan lingkaran meridian.

Dari rumus tersebut nantinya dapat dihasilkan ketinggian hilal *haqiqi* atau nyata ( $h$ ). Sedangkan untuk mendapatkan ketinggian bulan *mar'ī* ( $h''$ ) harus dikoreksi lagi dengan Parallaks Bulan (dikurangkan), Semidiameter Bulan (ditambahkan), Refraksi (ditambahkan) dan Kerendahan Ufuk (ditambahkan).

### 2.15 Azimuth Astronomi atau Arah Utara Sejati

Azimuth dari P ke Q adalah sudut yang dibentuk oleh garis meridian bumi melalui P dan garis hubung PQ. Garis PQ pada permukaan bumi merupakan irisan normal, bila bumi dianggap sebagai bola atau geodesik (garis hubung terpendek) bila bumi dianggap sebagai Ellipsoida. [Kartawiharja Basuki S, 1988]



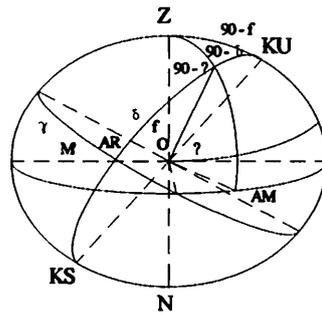
Gambar 2.22. Azimut garis (a) dan Matahari (b). (Ferry, 2010)

Azimut A garis PQ pada permukaan Bumi dinyatakan oleh suatu KPO, pada bidang datarnya (horison) dinyatakan oleh sudut mendatar P' QQ'. Garis OP' dan QQ' masing-masing merupakan "proyeksi" meridian P dan garis (irisan normal / geodetik) PQ pada bidang datar sejajar horison P.

Posisi benda-benda langit (Matahari, bintang) pada waktu tertentu dapat diketahui dari buku almanak (Matahari, bintang). Dari posisi benda langit, posisi pengamatan serta sudut tegak ke benda langit (metode tinggi Matahari) atau sudut waktu pengamatan (metode sudut waktu), azimut ke Matahari dapat dihitung melalui rumus-rumus di dalam segi tiga astronomis. Dalam penulisan ini hanya dibahas mengenai penentuan azimuth Matahari dengan metode tinggi matahari saja.

### **2.15.1 Perhitungan Azimuth Matahari dan Azimuth Hilal**

Arah vertikal di suatu titik di bumi memotong bola langit di titik zenith (Z) dan titik nadir (N). lingkaran meridian pada bola langit adalah lingkaran besar yang melalui matahari / bintang tegak lurus lingkaran horison disebut lingkaran tegak dimana pada lingkaran tegak ini sudut tegak ke matahari ukur. Perpotongan lingkaran meridian, lingkaran waktu dan lingkaran tegak membentuk segitiga bola yang disebut segitiga bola langit atau segitiga astronomis.



Gambar 2.23. Segitiga Astronomis Z. KU. M Merupakan Segitiga Astronomis (Ferry, 2010)

Di dalam segi tiga astronomis Z. KU. M unsur-unsurnya antara lain : Busur Z-KU, busur Z-M, busur M-KU dan sudut KU. Z. M = A yang merupakan azimuth ke matahari. Apabila lintang tepat pengamatan adalah  $\phi$ , deklinasi matahari adalah  $\delta$  dan sudut miring ke matahari adalah  $h$ , maka ;

$$Z - KU = 90^\circ - \phi$$

$$Z - M = 90^\circ - h$$

$$M - KU = 90^\circ - \delta$$

Karena unsur-unsur  $\phi$ ,  $m$  dan  $\delta$  diketahui, maka dengan rumus segitiga bola langit yang ada dapat di hitung besarnya A.

Salah satu rumusnya dalah rumus cosinus (Ferry, 2010), yaitu ;

$$\cos (90 - \delta) = \cos (90 - \phi) \times \cos (90 - h) + \sin (90 - h) \cos A$$

atau :

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin \phi \cdot \sin h}{\cos \phi \cdot \cos h}$$

Sedangkan rumus lain untuk Azimuth Hilal dan Azimuth Matahari dipakai rumus sebagai berikut (Hisab Rukyat, 2012):

$$\tan A = - \sin(\text{lintang tempat}) : \tan (\text{sudut waktu}) + \cos (\text{lintang tempat}) \times \tan (\text{deklinasi}) : \sin (\text{sudut waktu}).$$

Atau  $\tan A = - \sin \varphi : \tan t_0 + \cos \varphi \times \tan \delta : \sin t_0 \dots(2.16)$

Keterangan ;

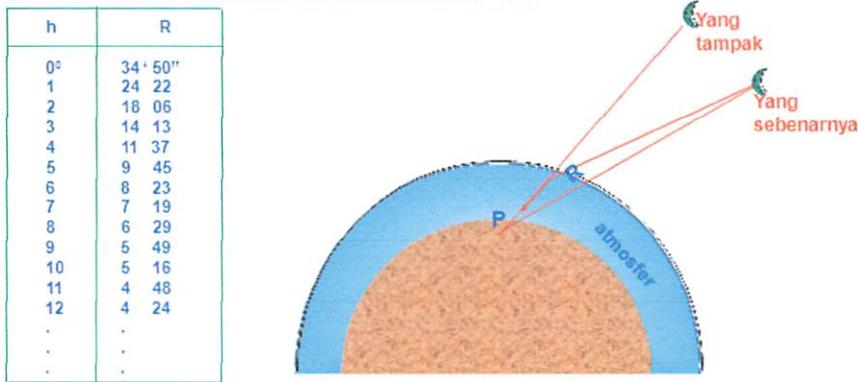
- Lintang pengamat  $\varphi$ , diperoleh dari peta topografi atau dari pengamatan astronomis dan pengamatan dengan GPS.
- Deklinasi matahari dan deklinasi bulan  $\delta$ , diperoleh dari data Ephemeris. Karena besarnya  $\delta$  fungsi dari waktu, maka saat pengukuran harus dicatat (jam, menit, detik, tanggal, bulan dan tahun).
- Sudut waktu  $t_0$ , diperoleh dari lingkaran waktu membuat sudut dengan lingkaran meridian.

## 2.16 Koreksi-Koreksi Posisi Hilal Akibat Efek Terrestrial

### 2.16.1 Refraksi

Pembiasan cahaya benda langit terjadi di dalam atmosfer bumi, menyebabkan posisi benda langit yang terlihat di permukaan bumi berbeda dengan yang sebenarnya. Refraksi membuat ketinggian posisi benda langit bertambah besar. Refraksi (R) menyatakan selisih antara ketinggian benda

langit menurut penglihatan dengan ketinggian sebenarnya. R berubah harganya menurut ketinggian benda langit. Hasil pendekatan teoritis dan eksperimen memberikan nilai R sbb.:



Gambar 2.24. Refraksi Titik Pengamatan di Bumi Terhadap Hilal (Sriyatin, 2006)



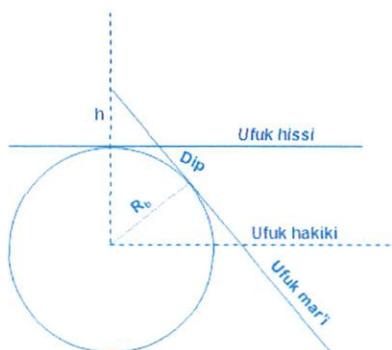
2.16.2 Kerendahan Ufuk (Dip)

Dip atau kerendahan ufuk terjadi karena ketinggian tempat pengamatan mempengaruhi ufuk (*horizon*). *Horizon* yang teramati pada ketinggian mata sama dengan ketinggian permukaan laut disebut *horizon benar (true horizon)* atau *ufuk hissi*. *Ufuk* ini sejajar dengan *ufuk hakiki* yang melalui bumi. *Horizon* yang teramati oleh mata pada ketinggian tertentu di atas permukaan laut, disebut *horizon semu* atau *ufuk mar'i*. Rumus pendekatan untuk menghitung sudut dip (D),

$$D = \text{arc Cos} ( R_b / ( R_b + h ) ) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$D \approx 1,76 \sqrt{h}$$

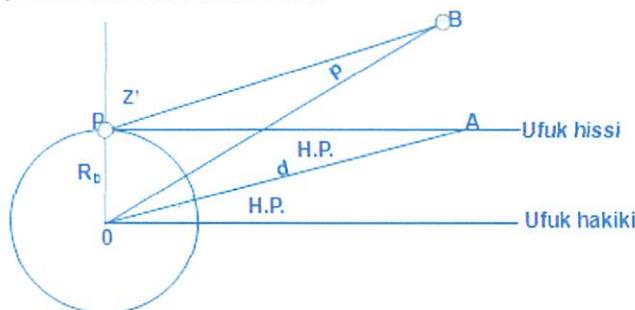
h (meter)	D ' "
50	12 27
100	17 36
150	21 33
200	24 53
250	27 50
300	30 29
350	32 56
400	35 12
450	37 20



Gambar 2.25. Kerendahan *Ufuk* Terhadap Ketinggian Tempat Pengamatan Mempengaruhi *Ufuk (Horizon)*. (Sriyatin, 2006)

### 2.16.3 Sudut Horizontal Paralaks

Pada setiap perhitungan dengan menggunakan bola langit kita menganggap bahwa pengamat berada di pusat bumi, sebagai pusat koordinat. Oleh karena itu ketinggian benda langit berpatokan kepada *horizon* hakiki. Ini akan berbeda jika dilihat dari ufuk hissi.



Gambar 2.26. Sudut *Horizontal* Paralaks Pengamat pada Bola Langit (Sriyatin, 2006)

$$\sin \text{H.P.} = R_b / d \dots\dots\dots(2.18)$$

Sudut H.P. disebut *sudut paralaks horizontal*. Sudut H.P. untuk suatu benda langit tergantung kepada jaraknya dari bumi. Untuk bulan harganya 54' sampai 61', tidak bisa diabaikan. Untuk matahari sekitar 8'', bisa diabaikan.

Bagi benda yang berada di atas ufuk hissi (B), selisih ketinggiannya adalah  $p$ , yang disebut *sudut paralaks*.

$$p'' = H.P. \sin z' \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

$p''$  = Paralaks dalam satuan detik busur

H.P. = Paralaks horizontal dalam satuan detik busur

$z'$  = jarak zenith benda langit

Jadi paralaks tergantung kepada jarak zenith atau ketinggian posisi benda. Untuk hilal (anak bulan), sudut  $z'$  mendekati  $90^0$ , sehingga sudut paralaknya dapat mendekati sekali harga H.P. nya. H.P. bulan tercantum di dalam daftar Almanak Nautika, yang berubah-ubah karena jarak bulan dari bumi berubah-ubah. Paralaks menyebabkan ketinggian yang dihitung dari ufuk hissi ( di permukaan bumi ) harus lebih kecil dari yang dihitung pada ufuk hakiki.(Sriyatin, 2006)

### 2.17 Starry Night Pro Plus 6.0

Starry Night Pro Plus 6.0 merupakan aplikasi program untuk keperluan kegiatan di bidang astronomi yang dikembangkan oleh perusahaan Canada bernama Imaginova Corp yang berkerjasama dengan NASA (National Aeronautics and Space Administration) dalam pengembangannya. *Software* ini memiliki keunggulan diantaranya :

1. Memiliki tingkatketelitian yang tinggi hingga ribuan tahun yang lalu sampai ribuan tahun yang akan datang sesuai karena menggunakan Teori Formulasi

- Chapront ELP-2000/82 yang hanya menghasilkan kesalahan 10 arcsecon untuk *logitude* dan 4 *arcsecond* untuk latitude ( 1 arssecon = 1/3600 °).
2. Dapat menampilkan posisi bulan/hilal secara realistik dari semua lokasi dan ketinggian di permukaan bumi.
  3. Menampilkan data Ephemeris bulan/hilal secara sangat lengkap.
  4. Mudah dioperasikan. Program ini mampu menghitung mundur secara presisi posisi benda langit 100.000 tahun SM sampai masa yang akan datang tahun 100.000 Masehi. Keunggulan lain program ini adalah pada visualisasi tampilannya yang sangat realistis hampir-hampir mendekati kondisi sesungguhnya. Data posisi hanya tinggal klik menggunakan *mouse* tanpa perlu banyak berpikir *Software* *Starry night Pro Plus 6.0* juga untuk melihat visibilitas posisi hilal.



Gambar 2.27. Program Starry Night Pro Plus (Rukyatul Hilal Indonesia, 2010)

### **2.17.1 Alogaritma Menentukan Posisi Matahari**

Untuk mengetahui posisi matahari pada tanggal dan waktu tertentu dan diamati di tempat tertentu (Bujur, Lintang). Waktu ini bisa dapat dinyatakan dalam *Local Time* (LT), atau *Universal Time* (UT). Jika dinyatakan dalam *Local Time* (waktu setempat), maka konversikan dulu ke *Universal Time* dengan cara mengurangkannya dengan zona waktu.

- Hitung nilai Julian Day (JD) untuk waktu LT tersebut.
- Hitunglah nilai  $\Delta T$ .
- Hitung *Julian Day Ephemeris* (JDE) untuk waktu TD (*Dynamical Time*) = JD +  $\Delta T$ .
- Hitung nilai T yang diperoleh dari JDE tersebut. Rumusnya adalah  $T = (JDE - 2451545)/36525$ . Disini 2451545 bersesuaian dengan JDE untuk tanggal 1 Januari 2000 pukul 12 TD. Sementara itu 36525 adalah banyaknya hari dalam 1 abad (100 tahun).
- Hitung nilai bujur rata-rata matahari =  $L_0 = 280,46645 + 36000,76983 * T$ .
- Hitung anomali rata-rata matahari =  $M_0 = 357,5291 + 35999,0503 * T$ .
- Hitung nilai koreksi =  $C = (1,9146 - 0,0048 * T) * \sin(M_0) + (0,0200 - 0,0001 * T) * \sin(2 * M_0) + 0,0003 * \sin(3 * M_0)$ .
- Hitung eksentrisitas orbit bumi e (tidak bersatuan) =  $0,0167086 - 0,0000420 * T$ .
- Hitung bujur ekliptika sesungguhnya =  $L = L_0 + C$ .
- Hitung anomali sesungguhnya =  $M = M_0 + C$ .
- Hitung *Omega* =  $125,04452 - 1934,13626 * T$ .
- Hitung kemiringan orbit rata-rata =  $\epsilon_0 = 23,43929111 - 0,01300417 * T$ .

- Hitung  $\Delta_{\text{Epsilon}} = 0.002555556 \cdot \cos(\Omega) + 0.00015833 \cdot \cos(2 \cdot L_0)$ .
- Hitung kemiringan orbit = Epsilon = Epsilon<sub>0</sub> +  $\Delta_{\text{Epsilon}}$ .
- Hitung waktu *Greenwich Sidereal Time* (GST) untuk waktu UT di atas.
- Hitung waktu *Local Sidereal Time* (LST) untuk waktu UT tersebut.
- Sebagai catatan, satuan untuk  $L_0$ ,  $M_0$ ,  $C$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $\Omega$ ,  $\text{Epsilon}$ ,  $\Delta_{\text{Epsilon}}$  dan  $\text{Epsilon}$  adalah derajat. Untuk  $L_0$ ,  $M_0$ ,  $L$ ,  $M$  dan  $\Omega$ , jika nilainya lebih dari 360 derajat atau negatif, maka kurangkan atau tambahkan dengan kelipatan 360 derajat, hingga akhirnya sudutnya terletak antara 0 dan 360 derajat. Selanjutnya, sejumlah posisi matahari di berbagai sistem koordinat dapat dihitung sebagai berikut.

### 1. Koordinat Ekliptika Geosentrik (Lambda, Beta, Jarak)

- Bujur ekliptika nampak = Lambda = Bujur Ekliptika sesungguhnya ( $L$ ) –  $0,00569 - 0,00478 \cdot \sin(\Omega)$ . Nilai Lambda antara 0 dan 360 derajat.
- Lintang ekliptika ( $\text{Beta}$ ) menurut metode ini selalu dianggap nol derajat.
- Jarak Matahari–Bumi =  $R = 1,000001018 \cdot (1 - e^2) / (1 + e \cdot \cos(M))$ . Satuan  $R$  adalah *astronomical unit* (AU). 1 AU = 149598000 km.

### 2. Koordinat Ekuator Geosentrik (Alpha, Delta)

- Dengan menganggap  $\text{Beta}$  untuk matahari = 0, maka rumus transformasi koordinat dari koordinat ekliptika ke ekuator menjadi lebih sederhana.
- $\tan(\text{Alpha}) = [\cos(\text{Epsilon}) \cdot \sin(\text{Lambda})] / [\cos(\text{Lambda})]$ .
- Right Ascension = Alpha =  $\text{ATAN}(\tan(\text{Alpha}))$ .
- Disini, satuan  $\text{Alpha}$  adalah derajat. Selanjutnya karena biasanya  $\text{Alpha}$  dinyatakan dalam satuan jam, maka  $\text{Alpha}$  bersatuan derajat tersebut harus

dibagi 15. *Alpha* terletak antara pukul 00:00:00 dan pukul 23:59:59. Jika *Alpha* diluar rentang tersebut, tambahkan atau kurangkan dengan kelipatan dari 24 jam. Sementara itu rumus untuk deklinasi adalah

- $\text{SIN}(\text{Delta}) = \text{SIN}(\text{Epsilon}) * \text{SIN}(\text{Lambda})$ .
- $\text{Deklinasi} = \text{Delta} = \text{ASIN}(\text{SIN}(\text{Delta}))$ .
- Nilai deklinasi matahari berada dalam rentang sekitar  $-23,5$  hingga  $23,5$  derajat.

### **3. Koordinat Horizon (Azimuth, Altitude)**

- $\text{Hour Angle} = \text{HA} = \text{LST} - \text{Alpha}$ .
- $\text{TAN}(\text{Azimuth}_s) = [\text{SIN}(\text{HA})] / [\text{COS}(\text{HA}) * \text{SIN}(\text{Lintang}) - \text{TAN}(\text{Delta}) * \text{COS}(\text{Lintang})]$ .
- $\text{Azimuth}_s = \text{ATAN}(\text{TAN}(\text{Azimuth}_s))$ .
- $\text{Azimuth} = \text{Azimuth}_s + 180$  dengan satuan derajat.
- $\text{SIN}(\text{Altitude}) = \text{SIN}(\text{Lintang}) * \text{SIN}(\text{Delta}) + \text{COS}(\text{Lintang}) * \text{COS}(\text{Delta}) * \text{COS}(\text{HA})$ .
- $\text{Altitude} = \text{ASIN}(\text{SIN}(\text{Altitude}))$ .
- *Azimuth<sub>s</sub>* diukur dari titik Selatan, sedangkan *Azimuth* berpatokan dari titik Utara. Arah *Azimuth* sesuai dengan arah jarum jam. *Azimuth* 0, 90, 180 dan 270 derajat masing-masing menunjuk arah Utara, Timur, Selatan dan Barat. Adapun *Altitude* berada dalam rentang  $-90$  hingga  $90$  derajat.

### **2.17.2 Alogaritma Menentukan Posisi Bulan**

Berikut ini metode cara menentukan posisi bulan dengan algoritma Meeus. Perlu diketahui, metode ini mengambil kerangka acuan geosentrik (pusat bumi). Artinya, posisi bulan yang diwakili oleh titik pusat bulan diukur dari titik pusat bumi. Misalnya menghitung posisi bulan (bujur ekliptika, lintang ekliptika dan jarak bumi– bulan) pada waktu tertentu.

- Jika waktu tersebut masih dalam waktu lokal (misalnya WIB), maka harus dikonversi ke waktu dalam UT (atau GMT).
  - Selanjutnya waktu dalam UT ini dikonversi menjadi Julian Day (JD).
  - Agar menjadi JDE (Julian Day Ephemeris) dimana waktu dinyatakan dalam TD, maka JD harus ditambah dengan  $\Delta T$ .
  - Selanjutnya JDE diubah menjadi T yang dirumuskan  $T = (JDE - 2451545) / 36525$ . Besaran T tidak lain adalah banyaknya abad (century) dihitung sejak tanggal 1 Januari 2000 pukul 12 siang TD.
  - Dari besaran T inilah, akan dihitung banyak besaran yang lain. Pertama, dihitung lima buah sudut ( $L'$ ,  $D$ ,  $M$ ,  $M'$  dan  $F$ ) bersatuan derajat yang rumusnya terdapat pada lampiran di bawah. Kelima sudut tersebut bergantung pada nilai T.
- Selanjutnya dihitung tiga jenis sudut argumen  $A_1$ ,  $A_2$  dan  $A_3$ . Tidak lupa dihitung pula faktor  $E$  yang ada hubungannya dengan eksentrisitas orbit bumi mengitari matahari.

#### **1. Koreksi bujur ekliptika**

Selanjutnya, koreksi bujur ekliptika dapat dihitung berdasarkan penjumlahan dari suku–suku  $A \cdot \sin(K_1 \cdot D + K_2 \cdot M + K_3 \cdot M' + K_4 \cdot F)$ . Banyak suku sinus ini

untuk menghitung koreksi bujur ekliptika adalah 59 suku. Setiap suku memiliki koefisien-koefisien A, K1, K2, K3 dan K4 masing-masing. Sebagai contoh, untuk nilai koefisien A terbesar yaitu 6288774, angka-angka K1, K2, K3 dan K4 berturut-turut adalah 0, 0,1, 0. Jadi suku tersebut nilainya adalah  $6288774 \cdot \sin(M)$ . Sebagai catatan, angka 6288774 menunjukkan koefisien sebesar 6,288774 derajat karena nantinya jumlah seluruh koreksi bujur ekliptika dibagi dengan satu juta. Berikutnya, koefisien A terbesar berikutnya adalah 1274027 (1,274027 derajat) dengan  $K1 = 2$ ,  $K2 = 0$ ,  $K3 = -1$  dan  $K4 = 0$  sehingga suku berikutnya menjadi  $1274027 \cdot \sin(2 \cdot D - M)$ . Akhirnya suku ke 59 adalah  $294 \cdot \sin(2 \cdot D + 3 \cdot M)$ . Disini, koefisien 294 menunjukkan 0,000294 derajat atau sama dengan 1,06 detik busur. Ini menunjukkan bahwa ketelitian yang ingin diperoleh dengan algoritma Meeus cukup tinggi, karena suku terkecil adalah berorde satu detik busur. Selanjutnya 59 suku tersebut dijumlahkan dan hasilnya adalah koreksi bujur ekliptika. Disini ada sedikit catatan tambahan untuk suku-suku pada koreksi bujur ekliptika. Jika nilai K2 tidak sama dengan nol, maka nilai suku tersebut harus dikalikan dengan faktor eksentrisitas orbit bumi E. Jika K2 sama dengan 1 atau -1, maka dikalikan dengan E. Jika K2 sama dengan 2 atau -2, maka dikalikan dengan E\*E. Misalnya, suku kelima memiliki nilai  $A = -185116$  dan  $K2 = 1$  ( $K1 = K3 = K4 = 0$ ). Jadi suku kelima tersebut bentuknya  $-185116 \cdot E \cdot \sin(M)$ . Di atas telah disebutkan koreksi bujur ekliptika sebanyak 59 suku. Karena total sebesar 62 suku, maka ada tiga suku tambahan yang bersumber dari sudut A1 dan A2. Jika seluruh suku sudah dihitung dan dijumlahkan, maka koreksi bujur ekliptika (bersatuan derajat) = Total suku / 1000000.

## **2. Koreksi lintang ekliptika**

Berikutnya koreksi lintang ekliptika bulan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada koreksi bujur ekliptika, yaitu penjumlahan dari suku-suku  $A \cdot \sin(K_1 \cdot D + K_2 \cdot M + K_3 \cdot M' + K_4 \cdot F)$ . Bentuk suku sinus ini berjumlah sebanyak 60 suku. Suku dengan A terbesar adalah 5128122 dan  $K_4 = 1$  ( $K_1 = K_2 = K_3 = 0$ ). Jadi suku ini berbentuk  $106 \cdot 5128122 \cdot \sin(F)$ . Koefisien 5128122 menunjukkan koreksi suku lintang sebesar 5,128122 derajat (dibagi dengan satu juta), dimana angka sebesar 5 derajat tersebut adalah sudut kemiringan bidang orbit bulan mengitari bumi terhadap bidang ekliptika. Adapun koefisien terkecil adalah 107 yang setara dengan 0,000107 derajat atau 0,4 detik busur. Sama halnya seperti pada koreksi bujur ekliptika, jika pada suku koreksi lintang ekliptika bulan angka  $K_2$  tidak nol maka suku tersebut perlu dikalikan dengan faktor eksentrisitas orbit  $E$ . Karena total suku koreksi lintang ekliptika bulan adalah 65 suku, maka terdapat lima buah suku tambahan lainnya untuk menghitung koreksi lintang ekliptika yang bersumber dari sudut  $L'$ ,  $A_1$  dan  $A_3$ . Jika seluruh suku sudah dihitung dan dijumlahkan, maka koreksi lintang ekliptika (bersatuan derajat) = Total suku / 1000000.

## **3. Koreksi jarak bumi-bulan**

Terakhir, koreksi jarak bumi-bulan dapat dihitung dengan penjumlahan suku-suku cosinus yang berbentuk  $A \cdot \cos(K_1 \cdot D + K_2 \cdot M + K_3 \cdot M' + K_4 \cdot F)$ . Bentuk suku cosinus ini sebanyak 46 suku. Koefisien A terbesar adalah -20905355 dimana koefisien  $K_1 = K_2 = K_4 = 0$  dan  $K_3 = 1$ , sehingga suku tersebut berbentuk  $-20905355 \cdot \cos(M')$ . Angka -20905355 ini bersatuan meter atau jika dibulatkan

hampir sebesar  $-21000$  km. Perlu diketahui, jarak rata-rata bumi-bulan adalah  $385000$  km. Jika koefisien  $-21000$  km ini dominan, maka jarak minimum bumi-bulan adalah sekitar  $385000 - 21000 = 364000$  km, sedangkan jarak maksimum bumi-bulan adalah sekitar  $385000 + 21000 = 406000$  km.

Rentang jarak minimum dan maksimum tersebut tidak tepat benar, karena perhitungan di atas baru memperhitungkan satu suku saja walaupun suku yang terbesar, padahal kenyataannya pada algoritma Meeus ini terdapat 46 suku koreksi. Sebenarnya, jarak minimum bumi-bulan adalah sekitar  $356000$  km, sedangkan jarak maksimum bumi-bulan adalah sekitar  $406000$  km. Disini sekurangnya dapat kita pahami bahwa jarak bumi-bulan cukup besar bervariasi. Akibatnya, saat jaraknya minimum maka bulan tampak besar, sedangkan saat jaraknya maksimum bulan tampak lebih kecil. Jika dibandingkan dengan jarak bumi-matahari yang tidak banyak bervariasi, hal inilah yang menyebabkan mengapa pada peristiwa gerhana matahari, kadang bentuknya total dan kadang bentuknya cincin. Secara rata-rata sudut jari-jari bulan hampir sama dengan sudut jari-jari matahari. Namun gerhana cincin akan terjadi ketika bulan jauh dari bumi, sedangkan gerhana total terjadi saat bulan lebih dekat. Koefisien suku koreksi jarak bumi-bulan yang terkecil adalah 1117 yang setara dengan jarak 1 km. Jika seluruh suku sudah dihitung, maka koreksi jarak bumi-bulan (bersatuan km) = Total suku / 1000.



## **BAB III**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **3.1 Persiapan Penelitian**

Sebelum melakukan sebuah penelitian diperlukan suatu persiapan yang matang guna kelancaran selama proses penelitian sampai penyajian hasil. Agar diperoleh hasil yang optimal maka ada beberapa hal yang harus dipersiapkan terlebih dahulu, yaitu :

##### **3.1.1 Metode Pengumpulan Data**

Metode ini dilakukan dengan cara mengambil data yang diperlukan pada penelitian Pengamatan Bintang untuk Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer. Data-data dalam hal ini yang diperoleh meliputi sumber data primer dan data sekunder.

##### **3.1.1.1 Data Primer**

Pengumpulan data dimulai dari sumber primer. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan/observasi pada objek penelitian, untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Adapun sumber data primer yang dibutuhkan dalam penulisan penelitian ini sebagai berikut:

1. Data observasi atau pengamatan bintang yakni: azimuth matahari dan azimuth bulan atau hilal.
2. Ketinggian hilal.
3. Jam ketika hilal terlihat.
4. Keadaan cuaca pada *horizon* dan sekitar langit posisi hilal akan muncul.

### **3.1.1.2 Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang terkait dan media penunjang dari literatur-literatur sebagai data pendukung /data pelengkap terhadap data primer. Adapun sumber data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Ephemeris Hisab Rukyat tahun 2012 Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah berupa buku dan aplikasi *software* Winhisab version 2.0, yaitu: data deklinasi Matahari tanggal 19 Juni 2012 adalah dan bulan, Asensio Rekta Matahari dan bulan, Semi Diamater Matahari dan bulan, *Equation of Time*, *Ecliptic Longitude* dan *Latitude* (Matahari dan Bulan), *Horizontal Parallax*. (Data Astronomi Matahari dan Bulan tanggal 19 Juni dan 19 Juli 2012 Masehi terdapat pada lampiran)
2. Data letak koordinat geografis lokasi pengamatan/observasi penentuan posisi hilal yang diperoleh dari Kementerian Agama Provinsi Kalimantan Selatan dan Kabupaten Malang.

3. Kalender tahun Hijriyah “Taqwim Standar Indonesia Tahun 2012 Masehi/ 1433-1434 Hijriyah”.

### **3.1.2 Alat Penelitian**

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses penelitian Pengamatan Bintang untuk Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer, baik itu perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) antara lain :

#### **1. Perangkat Keras (*Hardware*)**

Perangkat keras atau *hardware* yang digunakan dalam penelitian Pengamatan Bintang untuk Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer adalah sebagai berikut:

- a. Total Station tipe Topcon GTS 235 N + *Tripod*+ Prisma



Gambar 3.1. Total Station Topcon GTS 235 N dan *tripod*

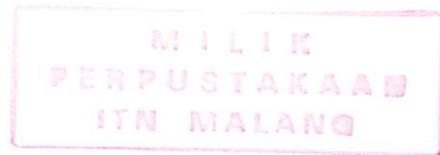
- b. *Notebook ASUS F80Q* dengan spesifikasi:
  - *Processor Intel® Core2 Duo CPU T64500*
  - *RAM 2 GB*

- *Harddisk 250 GB*
- *VGA 315 MB*
- *LCD 15.0"*
- *Keyboard*
- c. *Mouse*
- d. *Jam tangan digital*
- e. *Kalkulator*
- f. *Kamera digital*

## **2. Perangkat Lunak (*Software*)**

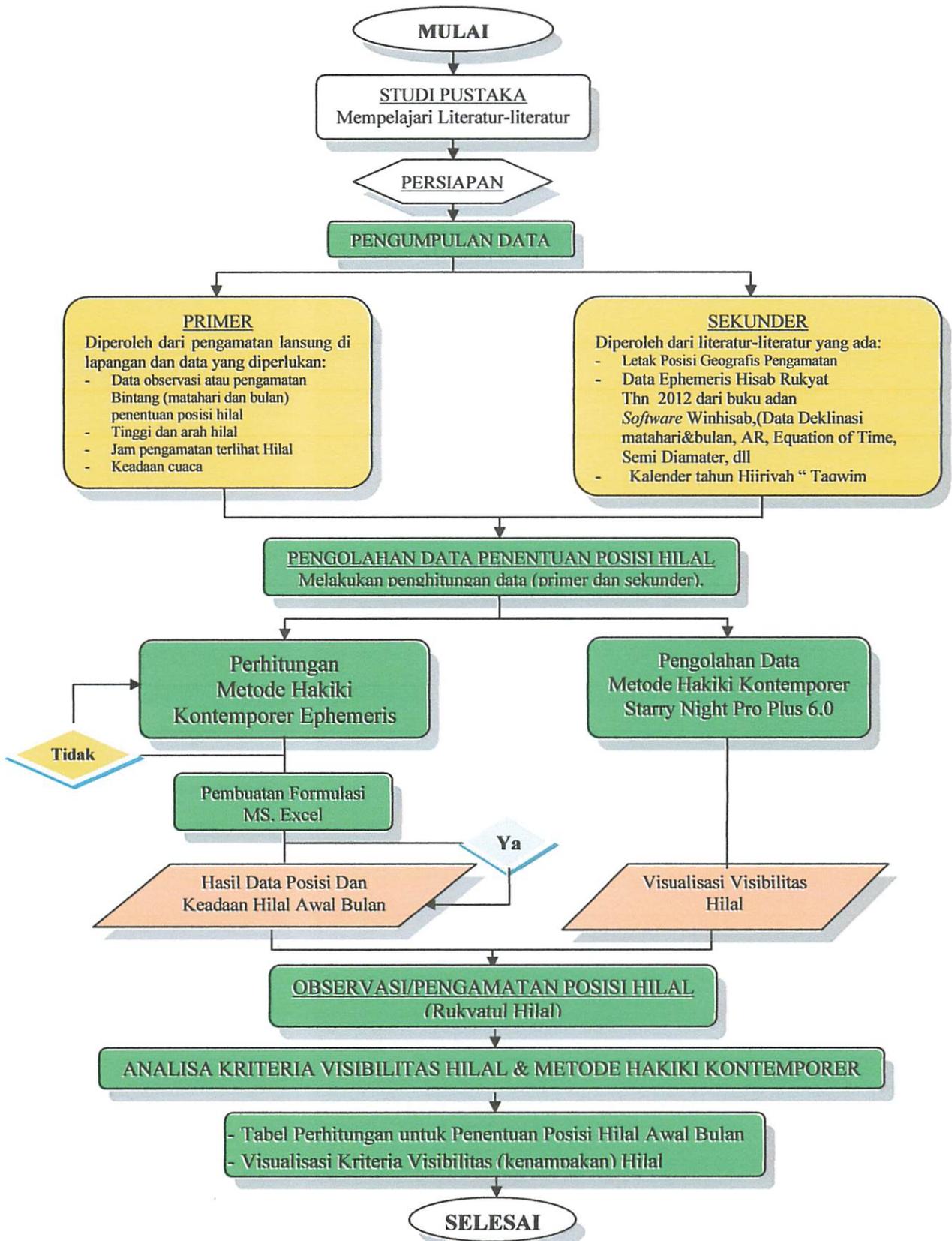
Perangkat lunak atau *software* yang diperlukan guna membantu dalam penelitian Pengamatan Bintang untuk Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer, yaitu :

- a. *Sistem Operasi Windows XP Profesional*
- b. *Microsoft Office Word 2007*
- c. *Microsoft Office Excell 2007*
- d. *Win Hisab 2.0*
- e. *Stary Night Pro Plus 6.0*



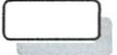
## **3.2 Diagram Alir Penelitian**

Dalam proses penelitian haruslah dibuat suatu kerangka pekerjaan yang sistematis agar mudah dipahami dan mempermudah dalam penelitian. Adapun langkah atau alur penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

Tabel 3. Keterangan Diagram Alir Penelitian

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminator	Menunjukkan awal dan akhir dari suatu alur penyusunan.
	Process	Menunjukkan proses seperti perhitungan aritmatik, penulisan suatu formula atau dapat berisi pemberian nilai terhadap variabel.
	Read / Write	Menunjukkan sumber data yang akan diproses atau dapat juga menunjukkan data yang akan dicetak/ditulis.
	Decision	Menunjukkan proses suatu evaluasi atau pemeriksaan terhadap nilai data dengan operator relasi.
	Arrow	Menunjukkan arah dari suatu proses dapat ke atas, bawah, kanan dan kiri.

❖ Keterangan Bagan Diagram Alir (*FlowChart*) :

1. Pengambil bahan-bahan/materi dari berbagai macam referensi literatur yang ada, baik dari buku-buku maupun artikel-artikel di internet yang berhubungan dengan masalah yang berkaitan dengan topik yang di bahas dalam penelitian ini.
2. Persiapan alat, bahan dan perijinan sebelum melakukan penelitian dan pengumpulan data guna untuk kelancaran dalam proses penelitian.
3. Pengambilan data sebagai dasar perhitungan yang diperlukan pada penelitian ini. Data-data dalam hal ini yang diperoleh meliputi data primer dan data sekunder.

A. Data Primer

Pengumpulan data dimulai dari sumber primer. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan/observasi pada objek penelitian, untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Adapun sumber data primer yang dibutuhkan dalam penulisan penelitian ini sebagai berikut:

1. Data observasi atau pengamatan bintang yakni: azimuth matahari dan azimuth bulan atau hilal.
2. Ketinggian hilal.
3. Jam pengamatan ketika hilal terlihat.
4. Keadaan cuaca pada *horizon* dan sekitar langit posisi hilal akan muncul.

**B. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang terkait dan media penunjang dari literatur-literatur sebagai data pendukung /data pelengkap terhadap data primer. Adapun sumber data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Ephemeris Hisab Rukyat tahun 2012 Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah berupa buku dan aplikasi *software* Winhisab version 2.0, yaitu: data deklinasi matahari dan bulan, Asensio Rekta, Semi Diameter, *Equation of Time*, *Ecliptic Longitude* dan *Latitude* (Matahari dan Bulan), *Horizontal Parallax*. (Data Astronomi Matahari dan Bulan tanggal 19 Juni dan 19 Juli 2012 Masehi terdapat pada lampiran)
2. Data letak koordinat geografis lokasi pengamatan/observasi penentuan posisi hilal yang diperoleh dari Kementerian Agama Provinsi Kalimantan dan Kabupaten Malang.
3. Kalender tahun Hijriyah “Taqwim Standar Indonesia Tahun 2012 Masehi/ 1433-1434 Hijriyah”.

Data-data primer maupun sekunder telah terkumpul dan diperiksa kelengkapannya, setelah itu dilakukan proses pengolahan data tersebut untuk mendapat posisi dan keadaan hilal awal bulan Qamariyah dalam kalender Islam Hijriyah dengan menggunakan metode perhitungan Hakiki Kontemporer Ephemeris dan dibantu juga oleh program Starry Night Pro Plus 6.0.

2. Proses perhitungan untuk penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris terlebih dulu dilakukan secara manual menggunakan kalkulator. Jika dalam proses ini masih terdapat kesalahan dalam perhitungannya, maka kembali pada proses ke awal perhitungan metode ini dan apabila hasil perhitungan posisi hilal benar, maka proses penelitian dilanjutkan ke proses selanjutnya, yakni pembuatan formulasi perhitungan untuk penentuan posisi hilal.
3. Proses pembuatan formula-formula dan tabel perhitungan untuk penentuan posisi hilal dalam penelitian ini menggunakan *software Microsoft Excel 2007*. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dan membantu dalam proses perhitungan untuk penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban dan Ramadhan 1433 H, jika diperlukan data posisi hilal untuk awal-awal bulan Qamariyah yang lainnya dalam kalender Hijriyah.
4. Dalam proses pengolahan data dalam penelitian ini terdapat proses penentuan posisi hilal dengan menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0. Program ini akan membantu dalam penelitian ini untuk menentukan posisi hilal dan menampilkan visualisasi visibilitas hilal yang akan dijadikan

sebagai masukan dalam mengatasi masalah perbedaan awal bulan Qamariyah khususnya pada saat hari raya Idul Fitri.

5. Selanjutnya dilakukan pengamatan/observasi bintang (Matahari dan bulan/hilal) dan hasil pengamatan/observasi bintang untuk penentuan posisi hilal awal bulan Qamariyah langsung di lokasi. Pengamatan posisi hilal untuk awal bulan Sya'ban 1433 Hijriyah yakni, tanggal 29 Rajab 1433 H atau 19 Juni 2012 Masehi dilaksanakan pada lokasi markas TNI AU Radar 221 Ngliyep Kabupaten Malang dan untuk awal bulan Ramadhan 1433 Hijriyah yakni, tanggal 29 Sya'ban 1433 H atau 19 Juli 2012 M dilaksanakan pada lokasi Bank Kalimantan Selatan Kota Banjarmasin.
6. Dilakukan hasil kesimpulan dari pengamatan tersebut dan dilakukan analisa dengan visualisasi visibilitas hilal program Starry Night Pro Plus 6.0 terhadap kriteria visibilitas hilal di Indonesia untuk dapat menarik kesimpulan dari rumusan masalah. Dengan proses analisa pada penelitian ini diharapkan Metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan penggunaan program Starry Night Pro Plus 6.0 bisa menjadikan salah satu metode untuk perhitungan (hisab) dan observasi (rukyat) hilal awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah. Hal ini guna memberikan diskripsi kepada ormas-ormas yang mempunyai pendapatnya masing-masing, sehingga dapat menyatukan masalah perbedaan penanggalan awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah.

7. Penelitian ini pada akhirnya menghasilkan tabel perhitungan untuk penentuan posisi hilal dan visualisasi kriteria visibilitas hilal awal bulan dalam kalender Hijriyah.

### **3.3. Metode Pengolahan Data**

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer adalah metode menggunakan Ephemeris dan program Starry Night Pro Plus 6.0. Metode Ephemeris bertujuan untuk melakukan proses perhitungan penentuan posisi hilal dari data sekunder dengan menggunakan dasar-dasar teoritis. Pengolahan data menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal dari data sekunder.

#### **3.3.1. Menghitung Posisi Hilal Menggunakan Metode Ephemeris**

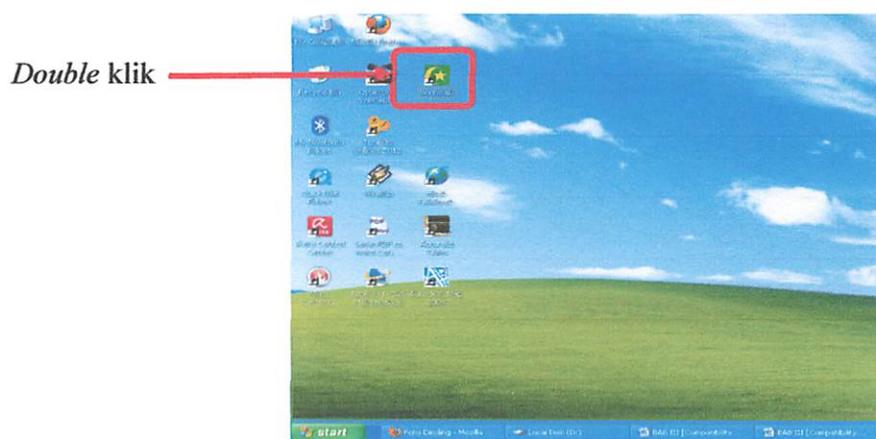
Metode Ephemeris merupakan metode yang melakukan perhitungan dengan menggunakan data matahari dan data bulan yang disajikan setiap jam. Data ini dapat diketahui dari buku yang diterbitkan setiap tahun oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI yang sejak tahun 2005 ditangani oleh Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah. Buku ini memuat data astronomi Matahari dan Bulan pada setiap jam pada setiap tahun. Data astronomi ini dapat pula dilihat dan dicetak melalui *software* program Winhisab versi 2.0 Ephemeris hisab rukyat ini menyediakan beberapa data mengenai Matahari dan Bulan yang dapat digunakan untuk

kegiatan *hisab* maupun *rukyat*. Baik untuk menentukan arah kiblat, waktu-waktu shalat, awal bulan Qamariyah dan gerhana.

### 3.3.1.1 Data Ephemeris pada Program Winhisab 2.0

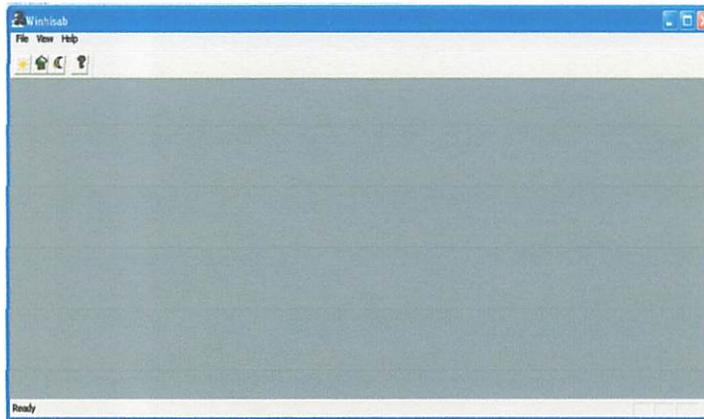
Data astronomi yang diperlukan untuk proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris, yakni data mengenai Matahari dan Bulan dapat dilihat dan dicetak oleh *software* program Winhisab *Version* 2.0 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Buka *software* Winhisab 2.0 dengan cara *double* klik *icon software* Winhisab 2.0 pada *desktop*.



Gambar 3.3. Membuka program Winhisab *Version* 2.0.

2. Pada *window* Laptop akan muncul program Winhisab *Version* 2.0 dengan tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.4. Tampilan window program Winhisab Version 2.0

3. Untuk melihat data astronomi Ephemeris, yaitu: data deklinasi Matahari dan Bulan, Asensio Rekta Matahari dan Bulan, Semi Diameter Matahari dan Bulan, *Equation of Time*, *Ecliptic Longitude* dan *Latitude* (Matahari dan Bulan), *Horizontal Parallax* dengan langkah  $\longrightarrow$  Klik icon , kemudian akan muncul tampilan data astronomi Ephemeris pada jendela program Winhisab sebagai berikut:

Jarak	E. Agnis	E. Agnis	Agnis	E. Agnis	E. Agnis	E. Agnis	E. Agnis	E. Agnis
0	09° 24' 21"	-0.21°	100° 24' 50"	23° 20' 20"	1.0164478	15° 43' 52"	23° 20' 11"	-3 m 51 s
1	09° 30' 44"	-0.21°	100° 27' 22"	23° 20' 17"	1.0164484	15° 43' 52"	23° 20' 11"	-3 m 51 s
2	09° 36' 07"	-0.20°	100° 29' 50"	23° 20' 07"	1.0164490	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 52 s
3	09° 41' 30"	-0.20°	100° 32' 12"	23° 20' 56"	1.0164495	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 52 s
4	09° 47' 52"	-0.20°	100° 34' 38"	23° 20' 44"	1.0164501	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 53 s
5	09° 54' 14"	-0.20°	100° 37' 05"	23° 20' 32"	1.0164506	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 53 s
6	09° 59' 36"	-0.20°	100° 40' 28"	23° 20' 22"	1.0164512	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 54 s
7	10° 05' 58"	-0.20°	100° 43' 52"	23° 20' 11"	1.0164517	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 54 s
8	10° 12' 20"	-0.21°	100° 47' 10"	23° 20' 00"	1.0164522	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 55 s
9	10° 18' 42"	-0.20°	100° 50' 32"	23° 19' 53"	1.0164528	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 55 s
10	10° 25' 04"	-0.20°	100° 53' 50"	23° 19' 43"	1.0164533	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 56 s
11	10° 31' 26"	-0.20°	100° 57' 05"	23° 19' 35"	1.0164538	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 56 s
12	10° 37' 48"	-0.20°	100° 59' 28"	23° 19' 21"	1.0164543	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 57 s
13	10° 44' 10"	-0.20°	100° 59' 50"	23° 19' 10"	1.0164548	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 57 s
14	10° 50' 32"	-0.20°	101° 00' 50"	23° 19' 00"	1.0164553	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 58 s
15	10° 56' 54"	-0.21°	101° 01' 34"	23° 18' 49"	1.0164558	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 58 s
16	11° 03' 16"	-0.21°	101° 02' 00"	23° 18' 38"	1.0164562	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 59 s
17	11° 09' 38"	-0.21°	101° 02' 44"	23° 18' 27"	1.0164567	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 59 s
18	11° 16' 00"	-0.21°	101° 03' 16"	23° 18' 16"	1.0164572	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-3 m 60 s
19	11° 22' 22"	-0.21°	101° 03' 54"	23° 18' 05"	1.0164577	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-4 m 00 s
20	11° 28' 44"	-0.20°	101° 04' 28"	23° 17' 54"	1.0164581	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-4 m 01 s
21	11° 35' 06"	-0.20°	101° 04' 58"	23° 17' 42"	1.0164586	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-4 m 01 s
22	11° 41' 28"	-0.19°	101° 05' 24"	23° 17' 31"	1.0164590	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-4 m 01 s
23	11° 47' 50"	-0.19°	101° 05' 46"	23° 17' 20"	1.0164594	15° 43' 51"	23° 20' 11"	-4 m 02 s
24	11° 54' 12"	-0.18°	101° 06' 04"	23° 17' 09"	1.0164599	15° 43' 50"	23° 20' 11"	-4 m 02 s

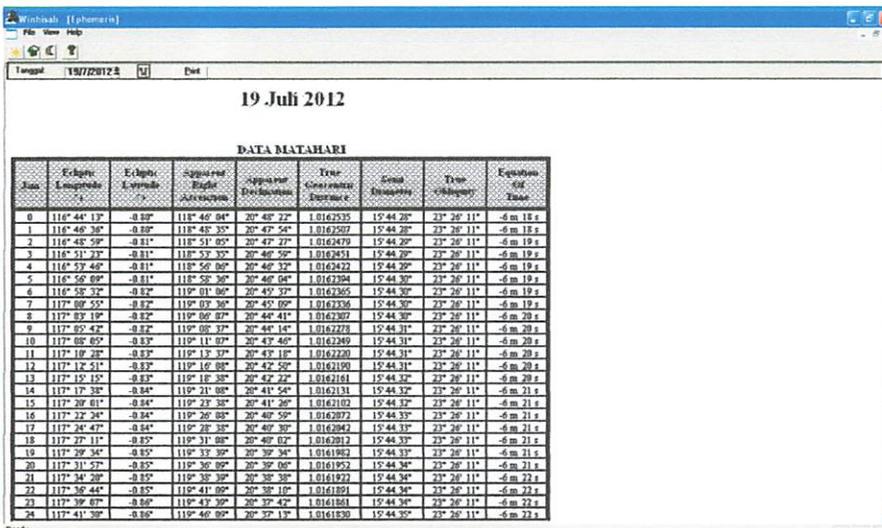
Gambar 3.5. Tampilan data astronomi Ephemeris pada program Winhisab

4. Mengubah tanggal dan tahun data astronomi Ephemeris yang diperlukan untuk penentuan posisi hilal awal bulan Ramadhan pada tanggal 19 Juli 2012 dengan langkah  $\rightarrow$  Tanggal: 1/7/2012 kemudian pilih tanggal, bulan dan tahun selanjutnya akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.6. Tampilan pilihan tanggal, bulan dan tahun data astronomi Ephemeris

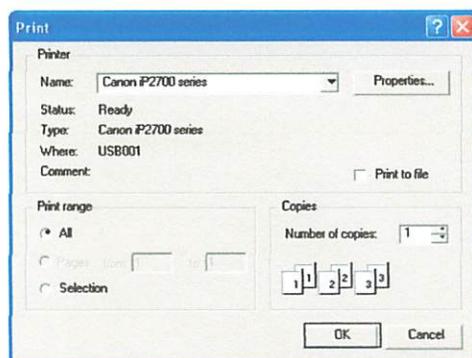
Kemudian  $\rightarrow$  klik icon update , untuk menampilkan data astronomi Ephemeris yang telah dipilih.



Gambar 3.7. Tampilan data astronomi Ephemeris tanggal 19 Juli 2012

Lakukan untuk data Ephemeris tanggal 19 Juni 2012 dengan langkah yang sama

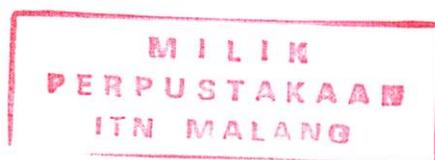
5. Data astronomi Ephemeris dicetak dengan langkah → klik icon *print*  Kemudian pilih *Name* untuk jenis printer yang dipergunakan lalu klik OK.



Gambar 3.8. Tampilan *window Print* untuk mencetak data astronomi Ephemeris.

### 3.3.1.2 Proses Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban

Metode perhitungan Ephemeris menggunakan data astronomi guna mengetahui kondisi Bulan dan Matahari, baik yang berkenaan dengan saat *Ijtima'* (konjungsi) dengan Matahari, ketinggiannya, azimuthnya maupun saat terbenamnya Matahari pada tanggal 29 Rajab 1433 H. Proses perhitungan metode Ephemeris adalah dengan langkah-langkah sebagai berikut:



1. Menentukan awal bulan Qamariyah dan tahun Hijriyah yang akan dihitung, yakni tanggal 29 Rajab 1433 H
2. Menentukan lokasi untuk penentuan posisi hilal. Data yang diperlukan adalah data Lintang tempat, Bujur tempat dan Tinggi tempat dari permukaan air laut. Lokasi penelitian landasan *helipad* markas TNI AU Ngliyep Kabupaten Malang dengan koordinat geografis adalah 8° 21' 14,1" Lintang Selatan dan 112° 25' 51,2" Bujur Timur, tinggi tempat adalah 247 meter di atas permukaan air laut.
3. Menghitung *Ijtima'*

Yang dimaksud dengan menghitung *Ijtima'* disini adalah perhitungan tentang tanggal, bulan dan tahun serta pukul berapa (GMT) *Ijtima'* dimaksud terjadi. Dengan demikian, maka dalam menghisab *Ijtima'* ada 2 (dua) tahapan, yaitu:

a. Memprakirakan Tanggal, Bulan dan Tahun *Ijtima'*

Sebelum melakukan perhitungan *Ijtima'* awal bulan Sya'ban, hal yang perlu dilakukan adalah menentukan prakiraan tentang jatuhnya akhir bulan Sya'ban sebelumnya dalam kalender Masehi dengan cara mengkonversi kalender Hijriyah ke kalender Masehi. Hal ini cukup dilakukan dengan hisab *urfi*, yakni dengan menggunakan rumus-rumus perbandingan tarikh atau konversi penanggalan Hijriyah ke penggalan Masehi, konversi penggalan awal bulan Sya'ban 1433 H berikut ini:

Tanggal 29 Rajab 1433 H = 1432 thn + 6 Bln + 29 hari

$1431 \div 30$	$= 47 \text{ Daur} + 22 \text{ Thn} + 6 \text{ bln} + 29 \text{ hari}$	
47 daur	$= 47 \times 10631$	$= 499657 \text{ hari}$
22 tahun	$= (22 \times 354)$	$= 7788 \text{ hari}$
6 bulan	$= (30 \times 4) + (29 \times 3)$	$= 117 \text{ hari}$
29 hari		$= 29 \text{ hari} \quad +$
Jumlah hari		<hr/> $= 507659 \text{ hari}$
Selisih tetap tahun Masehi dengan tahun Hijriyah		$= 227016 \text{ hari}$
Gregorius		$= 13 \text{ hari}$
Jumlah hari		<hr/> $= 734688 \text{ hari}$

Bilangan ini dijadikan tanggal, bulan dan tahun masehi :

$734688 \div 1461$	$= 502 \text{ Siklus, lebih } 1266 \text{ hari}$
$502 \times 4$	$= 2008 \text{ Tahun lebih } 1266 \text{ hari}$
$1266 \div 365$	$= 3 \text{ Tahun lebih } 171 \text{ hari}$
171 hari	$= 5 \text{ Bulan lebih } 19 \text{ hari}$

Untuk mengetahui hari:

$507659 \div 7 = 72522 \text{ lebih } 5$	$= \text{Selasa (dihitung mulai Jum'at)}$
$507659 \div 5 = 101531 \text{ lebih } 4$	$= \text{Wage (dihitung mulai Legi)}$

Berarti waktu yang dilewati  $2008 + 3 \text{ tahun} + 5 \text{ bulan} + 19 \text{ hari}$

Dengan demikian *Ijtima'* 29 Rajab 1433 H jatuh pada hari Selasa Wage tanggal 19 Juni 2012 Masehi.

**b. Menentukan waktu saat *Ijtima'***

Langkah ini dianggap cukup penting mengingat untuk mengetahui waktu kemungkinan akan terjadi bulan baru maka yang harus

dilakukan adalah dengan mencari waktu saat terjadi *Ijtima'* awal bulan Sya'ban 1433 H. Mencari saat *Ijtima'* pada data Ephemeris dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data astronomi Ephemeris pada tanggal masehi penentuan posisi hilal atau sehari sebelumnya, yakni terdapat FIB (*Fraction Illumination Bulan*) terkecil adalah 0,00034.
2. Melacak FIB. terkecil pada tanggal, bulan, tahun serta jam waktu *Greenwich Mean Time* (GMT) yang ditentukan pada data Ephemeris pada tanggal 19 Juni 2012 M adalah jam 15 GMT.
3. Melacak ELM (*Ecliptic Longitude Matahari*) dan ALB (*Apparent Longitude Bulan*) sesuai dengan jam FIB terkecil adalah :

ELM Jam 15	88°	43'	18"
ALB Jam 15	88°	41'	39"

4. Menghitung Kecepatan/Sabaq Matahari (KM), yaitu menghitung selisih antara data ELM pada jam FIB terkecil dan pada jam berikutnya.

$$KM = ELM \text{ Jam } 15 \text{ GMT} - ELM \text{ Jam } 16 \text{ GMT}$$

$$ELM \text{ Jam } 15 = 88^{\circ} 43' 18''$$

$$ELM \text{ Jam } 16 = \underline{88^{\circ} 45' 41''} -$$

$$00^{\circ} 2' 23''$$

5. Menghitung Kecepatan/Sabaq Bulan (KB), yaitu menghitung selisih antara data ALB pada jam FIB terkecil dan pada jam berikutnya

$$. KB = ALB \text{ Jam } 15 \text{ GMT} - ALB \text{ Jam } 16 \text{ GMT}$$

$$ALB \text{ Jam } 15 = 88^{\circ} 41' 39''$$

$$ALB \text{ Jam } 16 = \underline{89^{\circ} 11' 58''} - \\ 0^{\circ} 30' 19''$$

Catatan: Bila FIB terkecil terjadi pada jam 24 Greenwich *Mean Time* (GMT) maka satu jam berikutnya adalah jam 01 GMT pada tanggal berikutnya.

6. Menghitung jarak Matahari dan Bulan (SB) dengan rumus sebagai berikut :

$$SB = ELM - ALB \quad (\text{data ELM dan ALB pada jam FIB terkecil} \\ \text{Jam } 15 \text{ GMT})$$

$$SB = 88^{\circ} 43' 18'' - 88^{\circ} 41' 39''$$

$$= 0^{\circ} 1' 39''$$

7. Menghitung Selisih Kecepatan matahari dan bulan/*Sabaq bulan Mu'addal* (SK) dengan rumus sebagai berikut:

$$SK = KB - KM$$

$$\begin{aligned} SK &= 0^{\circ} 30' 19'' - 00^{\circ} 2' 23'' \\ &= 0^{\circ} 27' 56'' \end{aligned}$$

8. Menghitung titik *Ijtima'* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Titik } Ijtima' = SB : SK$$

$$\begin{aligned} \text{Titik } Ijtima' &= 0^{\circ} 1' 39'' : 0^{\circ} 27' 56'' \\ &= 0^{\circ} 3' 32,65'' \end{aligned}$$

9. Menghitung waktu saat *Ijtima'* (menurut GMT), dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{JAM FIB} + (SB : SK) + \text{Zona Waktu Indonesia (WIB} = 7, \text{ WITA} = 8, \text{ WIT} = 9)$$

Keterangan :

FIB : *Fraction Illumination* Bulan

ELM : *Ecliptic Longitude* Matahari

ALB : *Apparent Longitude* Bulan

SM : Kecepatan/Sabak Matahari

SB : Kecepatan/Sabak Bulan

Apabila dikehendaki WIB tambahkan 7 jam

Apabila dikehendaki WITA tambahkan 8 jam

Apabila dikehendaki WIT tambahkan 9 jam

$$\begin{aligned}\text{Waktu saat } Ijtima' &= 15^j 00^m 00^d + 0^\circ 3' 32,65'' + 07^j 00^m 00^d \\ &= 22^j 03^m 32,65^d \text{ WIB}\end{aligned}$$

4. Memperkirakan saat matahari terbenam menurut GMT pada tanggal terjadinya *Ijtima'* untuk tempat yang telah ditentukan. Perkiraan ini dapat dilacak melalui perhitungan dari data astronomi Ephemeris menurut waktu GMT. Data yang dipergunakan untuk memperkirakan saat terbenam matahari pada tanggal 19 Juni 2012 M, yakni:

- i) Data Deklinasi Matahari ( $\delta^\circ$ ) pada kolom *Apparent Declination Matahari* adalah  $23^\circ 25' 48''$
- ii) Data Semi Diameter Matahari ( $SD_0$ ) pada kolom Semi Diameter Matahari adalah  $0^\circ 15' 44.34''$ .
- iii) Data *Equation of Time* ( $e$ ) pada kolom *Equation of Time* adalah  $-0^\circ 01' 28''$

Catatan : Bila *Ijtima'* menurut waktu daerah sudah berganti tanggal, maka gunakan data Ephemeris Matahari dan Bulan pada tanggal berikutnya.

5. Menghitung Tinggi Matahari ( $h_0$ ), dengan rumus sebagai berikut;

$$h_0 = - (SD_0 + 0^\circ 34' 30'' + Dip)$$

$$\begin{aligned} \text{Dip} &= 1,76 \sqrt{\text{Tinggi tempat} : 60} \\ &= 1,76 [\sqrt{(247 : 60)}] \\ &= 0^\circ 27' 37,75'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_o &= -(0^\circ 15' 44.34'' + 0^\circ 34' 30'' + 0^\circ 27' 37,75'') \\ &= -1^\circ 17' 52,09'' \end{aligned}$$

6. Menghitung Sudut Waktu Matahari ( $t_o$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$\cos t_o = -\tan \varphi \tan \delta + \sin h_o : \cos \varphi : \cos \delta$$

$$\begin{aligned} \cos t_o &= -\tan -8^\circ 21' 14,1'' \tan 23^\circ 25' 48'' + \sin -1^\circ 17' \\ &\quad 52,09'' : \cos -8^\circ 21' 14,1'' : \cos 23^\circ 25' 48'' \\ t_o &= 87^\circ 46' 59,13'' \end{aligned}$$

7. Menghitung waktu matahari terbenam (**Ghurub**) menurut GMT dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ghurub} = 12 - e + (t_o : 15) - (\lambda : 15)$$

Apabila dikehendaki WIB tambahkan 7 jam

Apabila dikehendaki WITA tambahkan 8 jam

Apabila dikehendaki WIT tambahkan 9 jam

$$\begin{aligned} \text{Ghurub} &= 12 - (-0^\circ 01' 28'') + (87^\circ 46' 59,13'' : 15) - \\ &\quad (112^\circ 25' 51,2'' : 15) + 07^j 00^m 00^d \\ &= 17^j 22^m 49,91^d \text{ WIB atau } 10^j 22^m 49,91^d \text{ GMT} \end{aligned}$$

8. Menghitung Deklinasi Matahari ( $\delta^\circ$ ) pada data Ephemeris kolom *Apparent Declination Matahari* pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich ( $10^j 22^m 53,61^d$ ) dengan cara interpolasi, dengan rumus sebagai berikut:

$$A - (A - B) \times k$$

Keterangan:

A = Nilai pada baris pertama, yaitu pada jam GMT I

B = Nilai pada baris kedua, yaitu pada jam GMT II

k = Kelebihan dari interval waktu baris pertama, yaitu menit dan detik.

Deklinasi Matahari jam 10	= 23° 25' 41''	23° 25' 41''
Deklinasi Matahari jam 11	= 23° 25' 42'' -	
	00° 00' 01,00''	
	<u>00° 22' 53,61''</u> x	↓
	00° 00' 0,38''	00° 00' 0,38'' -
Deklinasi Matahari jam 10 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 53,61 <sup>d</sup>		23° 25' 41,38''





$$\begin{array}{r}
 \underline{00^{\circ} 22' 53,61''} \times \\
 00^{\circ} 00' 40,45'' \quad \underline{00^{\circ} 00' 40,45''-} \\
 \text{Deklinasi Bulan jam } 10^j 22^m 53,61^d \qquad \qquad \qquad 21^{\circ} 28' 36,66''
 \end{array}$$

14. Menghitung Semi Diameter Bulan ( $SD^{\odot}$ ) pada data Ephemeris kolom Semi Diameter Bulan pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{r}
 \text{Semi Diameter Bulan jam } 10 = 00^{\circ} 14' 53,1'' \qquad 00^{\circ} 14' 53,1'' \\
 \text{Semi Diameter Bulan jam } 11 = \underline{00^{\circ} 14' 53,31''-} \\
 \qquad \qquad \qquad -00^{\circ} 00' 0,21'' \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{00^{\circ} 22' 53,61''} \times \\
 \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 00' 0,08'' \quad \underline{00^{\circ} 00' 0,08''-} \\
 \text{Semi Diameter Bulan jam } 10^j 22^m 53,61^d \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 14' 53,18''
 \end{array}$$

15. Menghitung *Horizontal Parallaks* ( $HP^{\odot}$ ) pada data Ephemeris kolom *Horizontal Parallaks* pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{r}
 \text{Horizontal Parallaks jam } 10 = 00^{\circ} 54' 37'' \quad 00^{\circ} 14' 53,1'' \\
 \text{Horizontal Parallaks jam } 11 = \underline{00^{\circ} 54' 38''-} \\
 \qquad \qquad \qquad -00^{\circ} 00' 0,21'' \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{00^{\circ} 22' 53,61''} \times \\
 \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 00' 0,08'' \quad \underline{00^{\circ} 00' 0,08''-} \\
 \text{Horizontal Parallaks } 10^j 22^m 53,61^d \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 14' 53,18''
 \end{array}$$

16. Menghitung Sudut Waktu Bulan ( $t^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$t^{\circ} = AR_0 - AR^{\circ} + t_0$$

$$\begin{aligned} t^{\circ} &= 88^{\circ} 24' 17,36'' - 21^{\circ} 28' 36,66'' + 87^{\circ} 46' 59,13'' \\ &= 90^{\circ} 05' 38,70'' \end{aligned}$$

17. Menghitung tinggi hilal hakiki ( $h^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$\sin h^{\circ} = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos t$$

$$\begin{aligned} \sin h^{\circ} &= \sin 8^{\circ} 21' 14,1'' \times \sin 21^{\circ} 28' 36,66'' + \cos 8^{\circ} 21' \\ &\quad 14,1'' \times \cos 90^{\circ} 05' 38,70'' \\ h^{\circ} &= - 3^{\circ} 08' 9,39'' \end{aligned}$$

18. Menghitung Parallaks Bulan ( $P^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$P^{\circ} = \cos h^{\circ} HP^{\circ}$$

$$\begin{aligned} P^{\circ} &= \cos - 3^{\circ} 08' 9,39'' \times 00^{\circ} 14' 53,18'' \\ &= 00^{\circ} 54' 32,47'' \end{aligned}$$

19. Menghitung Tinggi Hilal ( $h^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$h^{\circ} = h^{\circ} - P^{\circ} + SD^{\circ}$$

$$h^{\circ} = -03^{\circ} 08' 9,39'' - 00^{\circ} 54' 32,47'' + 00^{\circ} 14' 53,18''$$

$$= -03^{\circ} 47' 48,69''$$

20. Menghitung Refraksi (Refr) dengan ketentuan sebagai berikut:

i) Jika  $h^{\circ} < 0^{\circ} 34' 30''$ , maka

$$\text{Refraksi} = 0^{\circ} 34' 30''$$

ii) Jika  $h^{\circ} >$  atau  $= 0^{\circ} 34' 30''$ , maka

$$\text{Refraksi} = 0,01695 : \tan (h^{\circ} + 10,3 : (h^{\circ} + 5,1255))$$

Karena  $h^{\circ} < 0^{\circ} 34' 30''$ , yaitu  $-03^{\circ} 47' 48,69''$  pada tanggal 19 Juni 2012 H, maka Refraksi =  $0^{\circ} 34' 30''$

21. Menghitung Tinggi Hilal Mar'i ( $h^{\circ}$ ) (Hilal terkoreksi dengan keadaan di bumi), dengan rumus sebagai berikut:

$$h^{\circ} = h^{\circ} + \text{Refr} + \text{Dip}$$

Bila hasilnya positif (+), maka hilal berada di atas ufuk mar'i

Bila hasilnya negatif (-), maka hilal berada di bawah ufuk mar'i.

$$h^{\circ} = -03^{\circ} 47' 48,69'' + 0^{\circ} 34' 30'' + 0^{\circ} 27' 37,75''$$

$$= -2^{\circ} 45' 40,94''$$

Hasilnya negatif (-), maka hilal awal bulan Sya'ban 1433H berada di bawah ufuk/horizone mar'i

22. Menghitung Nisful Fudlah Bulan ( $NF^{\delta}$ ) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sin } NF^{\delta} = (\sin \varphi \sin \delta^{\delta}) : (\cos \varphi \cos \delta^{\delta})$$

$$\text{Sin } NF^{\delta} = (\sin -8^{\circ} 21' 14,1'' \times \sin 21^{\circ} 28' 36,66'' ) : (\cos 8^{\circ} 21' 14,1'' \times \cos 21^{\circ} 28' 36,66'')$$

$$NF^{\delta} = -03^{\circ} 18' 43,68''$$

23. Menghitung Parallaks Nisful Fudlah (PNF), dengan rumus sebagai berikut:

$$PNF = \cos NF \quad HP$$

$$\begin{aligned} PNF &= \cos -03^{\circ} 18' 43,68'' \times 00^{\circ} 14' 53,18'' \\ &= 00^{\circ} 54' 31,91'' \end{aligned}$$

24. Menghitung Setengah Busur Siang Bulan Hakiki (SBSH), dengan rumus sebagai berikut:

$$SBSH = 90 + NF^{\delta}$$

$$SBSH = 90 + 00^{\circ} 54' 31,91''$$

$$= 86^{\circ} 41' 16,32''$$

25. Menghitung Setengah Busur Siang Bulan ( $SBS^{\circ}$ ), dengan ketentuan rumus sebagai berikut:

Jika  $SBSH >$  atau  $= 90^{\circ}$ , maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SBS^{\circ} = 90^{\circ} + NF^{\circ} - PNF + (SD^{\circ} + 0,575 + Dip)$$

Jika  $SBSH < 90^{\circ}$ , maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SBS^{\circ} = 90^{\circ} + NF^{\circ} + PNF - (SD^{\circ} + 0,575 + Dip)$$

Karena  $SBSH$  pada tanggal 19 Juni 2012 M adalah  $86^{\circ} 41' 16,32''$  berarti  $< 90^{\circ}$ , maka:

$$\begin{aligned} SBS^{\circ} &= 90^{\circ} + - 03^{\circ} 18' 43,68'' + 00^{\circ} 54' 31,91'' - (00^{\circ} 14' 53,18'' + \\ &\quad 0,575 + 0^{\circ} 27' 37,75'') \\ &= 86^{\circ} 18' 47,30'' \end{aligned}$$



26. Menghitung Lama Hilal ( $Lm$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$Lm^{\circ} = (SBS^{\circ} - t^{\circ}) : 15$$

$$Lm^{\circ} = (86^{\circ} 18' 47,30'' - 90^{\circ} 05' 38,70'') : 15$$

= - 00° 15' 7,43" , tanda negatif menunjukan hilal tidak terlihat pada lokasi pengamatan (dibawah horizon)

27. Menghitung waktu Terbenam Hilal ( $T_{rb}^{\zeta}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$T_{rb}^{\zeta} = Ghurub + Lm$$

Karena hilal dibawah horizon berarti tidak ada kemunculan hilal pada tempat pengamatan, jadi waktu terbenam hilal tidak dihitung.

28. Menghitung Azimuth Matahari ( $A_0$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan A_0 = -\sin \varphi : \tan t_0 + \cos \varphi \tan \delta_0 : \sin t_0$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka Matahari dari di selatan titik barat

$$\tan A_0 = -\sin - 8^{\circ} 21' 14,1'' : \tan 87^{\circ} 46' 58,04'' + \cos - 8^{\circ} 21'$$

$$14,1'' \tan 23^{\circ} 25' 41,38'' : \sin 87^{\circ} 46' 58,04''$$

$$A_0 = 23^{\circ} 29' 35,30''$$

Hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

29. Menghitung Azimuth Hilal ( $A$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan A = -\sin \varphi : \tan t + \cos \varphi \tan \delta : \sin t$$

Bila hasil positif (+), maka hilal dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan titik barat

$$\begin{aligned} \tan A &= -\sin - 8^{\circ} 21' 14,1'' : \tan 90^{\circ} 05' 38,70'' + \cos - 8^{\circ} \\ &\quad 21' 14,1'' \tan 21^{\circ} 28' 36,66'' : \sin 90^{\circ} 05' 38,70'' \\ A &= 21^{\circ} 15' 27,31'' \end{aligned}$$

Hasil positif (+), maka hilal dari di utara titik barat

30. Menghitung Posisi Hilal (PH), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PH = A - A_0$$

Bila hasil positif (+), maka hilal dari di utara Matahari

Bila hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan Matahari

$$PH = 21^{\circ} 15' 27,31'' - 23^{\circ} 29' 35,30''$$

$$= - 02^{\circ} 14' 07,99''$$

Hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan Matahari

31. Menghitung Arah Terbenam Hilal ( $AT^{\circ}$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan AT^{\circ} = -\sin \varphi : \tan SBS^{\circ} + \cos \varphi \tan \delta^{\circ} : \sin SBS^{\circ}$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka Matahari dari di selatan titik barat

$$\begin{aligned} \tan AT^{\circ} &= -\sin - 8^{\circ} 21' 14,1'' : \tan 86^{\circ} 18' 47,30'' + \cos - 8^{\circ} 21' \\ &\quad 14,1'' \tan 21^{\circ} 28' 36,66'' : \sin 86^{\circ} 18' 47,30'' \\ AT^{\circ} &= 21^{\circ} 39' 53.19'' \end{aligned}$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

32. Menghitung Luas Cahaya Hilal ( $FI^{\circ}$ ) dengan melihat kolom *Fraction Illumination Bulan* pada data astronomi Ephemeris saat terbenam matahari (waktu GMT) dengan cara interpolasi.

$$\text{Fraction Illumination Bulan jam 10} = 0,00070 \quad 0,00070$$

$$\text{Fraction Illumination Bulan jam 11} = \underline{0.00056 -}$$

$$0.00014$$

$$\underline{00^{\circ} 22' 53,61''} \times$$



00° 00' 0,019"      0,00005341817 -

Fraction Illumination Bulan    jam 10<sup>j</sup> 22<sup>m</sup> 53,61      0.0006467257

33. Menghitung Lebar Nurul Hilal (NH) dengan satuan ukuran *Ushbu'* atau jari, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NH = (\sqrt{[PH^2 : h'^2]}) : 15$$

$$NH = (\sqrt{[(-02^\circ 14' 07,99'')^2 : (-02^\circ 45' 40,94'')^2]}) : 15$$
$$= 0.2368578563 \text{ jari}$$

34. Menghitung Kemiringan Hilal (MRG), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan MRG = [PH : h']$$

Jika  $MRG < \text{atau} = 15^\circ$ , maka posisi hilal terentang

Jika  $MRG > 15^\circ$  dan PH positif (+), maka posisi hilal miring ke utara

Jika  $MRG > 15^\circ$  dan PH negatif (-), maka posisi hilal miring ke selatan

$$\tan MRG = -02^\circ 14' 07,99'' : -02^\circ 45' 40,94''$$
$$= 38^\circ 59' 34,67''$$

Hasil  $MRG > 15^\circ$  dan PH negatif (-), maka posisi hilal miring ke selatan

### **3.3.1.3 Proses Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan**

Metode perhitungan Ephemeris menggunakan data astronomi guna mengetahui kondisi Bulan dan Matahari, baik yang berkenaan dengan saat *Ijtima'* (konjungsi) dengan Matahari, ketinggiannya, azimuthnya maupun saat terbenamnya Matahari pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H. Proses perhitungan metode Ephemeris adalah dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan awal bulan Qamariyah dan tahun Hijriyah yang akan dihitung, yakni tanggal 29 Sya'ban 1433 H
2. Menentukan lokasi untuk penentuan posisi hilal. Data yang diperlukan adalah data Lintang tempat, Bujur tempat dan Tinggi tempat dari permukaan air laut. Lokasi penelitian lantai teratas Bank Kalimantan Selatan dengan koordinat geografis adalah  $3^{\circ} 19' 32,2''$  Lintang Selatan dan  $114^{\circ} 35' 24,3''$  Bujur Timur, ketinggian tempat 52 meter di atas permukaan laut.
3. Menghitung *Ijtima'*

Yang dimaksud dengan menghitung *Ijtima'* disini adalah perhitungan tentang tanggal, bulan dan tahun serta pukul berapa (GMT) *Ijtima'* dimaksud terjadi. Dengan demikian, maka dalam menghisab *Ijtima'* ada 2 (dua) tahapan, yaitu:

a. Memprakirakan Tanggal, Bulan dan Tahun *Ijtima'*

Sebelum melakukan perhitungan *Ijtima'* awal bulan Ramadhan, hal yang perlu dilakukan adalah menentukan prakiraan tentang

jatuhnya akhir bulan Ramadhan sebelumnya dalam kalender Masehi dengan cara mengkonversi kalender Hijriyah ke kalender Masehi. Hal ini cukup dilakukan dengan hisab *urfi*, yakni dengan menggunakan rumus-rumus perbandingan tarikh atau konversi penanggalan Hijriyah ke penggalan Masehi, konversi penggalan awal bulan Ramadhan 1433 H berikut ini:

Tanggal 29 Sya'ban 1433 H = 1432 thn + 7 Bln + 29 hari

1431 ÷ 30	= 47 Daur + 22 Thn + 7 bln + 29 hari	
47 daur	= 47 x 10631	= 499657 hari
22 tahun	= (22 x 354)	= 7796 hari
7 bulan	= (30 x 4) + (29 x 3)	= 207 hari
29 hari		= 29 hari +
Jumlah hari		<hr/> <b>= 507689 hari</b>
Selisih tetap tahun Masehi dengan tahun Hijriyah		= 227016 hari
Gregorius		= 13 hari
Jumlah hari		<hr/> <b>= 734718 hari</b>

Bilangan ini dijadikan tanggal, bulan dan tahun masehi :

734718 ÷ 1461	= 502 Siklus, lebih 1296 hari
502 x 4	= 2008 Tahun lebih 1296 hari
1296 ÷ 365	= 3 Tahun lebih 201 hari
201 hari	= 6 Bulan lebih 19 hari

Untuk mengetahui hari:

$$507689 \div 7 = 72527 \text{ lebih } 0 = \text{Kamis (dihitung mulai Jum'at)}$$

$507689 \div 5 = 101537$  lebih 4 = Wage (dihitung mulai Legi)

Berarti waktu yang dilewati 2008 + 3 tahun + 6 bulan + 19 hari

Dengan demikian *Ijtima'* 29 Sya'ban 1433 H jatuh pada hari Kamis

Wage tanggal 19 Juli 2012 Masehi.

b. Menentukan waktu saat *Ijtima'*

Langkah ini dianggap cukup penting mengingat untuk mengetahui waktu kemungkinan akan terjadi bulan baru maka yang harus dilakukan adalah dengan mencari waktu saat terjadi *Ijtima'* awal bulan Ramadhan 1433 H. Mencari saat *Ijtima'* pada data Ephemeris dengan langkah-langkah sebagai berikut:

10. Menyiapkan data astronomi Ephemeris pada tanggal masehi penentuan posisi hilal atau sehari sebelumnya, yakni terdapat FIB (*Fraction Illumination Bulan*) terkecil adalah 0,00127.
11. Melacak FIB. terkecil pada tanggal, bulan, tahun serta jam waktu *Greenwich Mean Time* (GMT) yang ditentukan pada data Ephemeris pada tanggal 19 Juni 2012 M adalah jam 4 GMT.
12. Melacak ELM (*Ecliptic Longitude Matahari*) dan ALB (*Apparent Longitude Bulan*) sesuai dengan jam FIB terkecil adalah :

ELM Jam 4	116°	53'	46"
ALB Jam 4	116°	41'	19"

13. Menghitung Kecepatan/Sabaq Matahari (KM), yaitu menghitung selisih antara data ELM pada jam FIB terkecil dan pada jam berikutnya.

$$\text{KM} = \text{ELM Jam 4 GMT} - \text{ELM Jam 5 GMT}$$

$$\text{ELM Jam 4} = 116^{\circ} 53' 46''$$

$$\begin{aligned} \text{ELM Jam 4} &= \underline{116^{\circ} 56' 09''} - \\ &00^{\circ} 2' 23'' \end{aligned}$$

14. Menghitung Kecepatan/Sabaq Bulan (KB), yaitu menghitung selisih antara data ALB pada jam FIB terkecil dan pada jam berikutnya

$$\text{KB} = \text{ALB Jam 04 GMT} - \text{ALB Jam 05 GMT}$$

$$\text{ALB Jam 4} = 116^{\circ} 41' 19''$$

$$\begin{aligned} \text{ALB Jam 5} &= \underline{117^{\circ} 13' 06''} - \\ &0^{\circ} 31' 47'' \end{aligned}$$

Catatan: Bila FIB terkecil terjadi pada jam 24 Greenwich Mean Time (GMT) maka satu jam berikutnya adalah jam 01 GMT pada tanggal berikutnya.

15. Menghitung jarak Matahari dan Bulan (SB) dengan rumus sebagai berikut :

$SB = ELM - ALB$  (data ELM dan ALB pada jam FIB terkecil  
Jam 04 GMT)

$$\begin{aligned} SB &= 116^{\circ} 53' 46'' - 116^{\circ} 41' 19'' \\ &= 00^{\circ} 12' 27'' \end{aligned}$$

16. Menghitung Selisih Kecepatan matahari dan bulan/*Sabaq bulan*  
*Mu'addal* (SK) dengan rumus sebagai berikut:

$$SK = KB - KM$$

$$\begin{aligned} SK &= 00^{\circ} 31' 47'' - 00^{\circ} 2' 23'' \\ &= 00^{\circ} 29' 24'' \end{aligned}$$

17. Menghitung titik *Ijtima'* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Titik } Ijtima' = SB : SK$$

$$\begin{aligned} \text{Titik } Ijtima' &= 00^{\circ} 12' 27'' : 00^{\circ} 29' 24'' \\ &= 0^{\circ} 25' 24,49'' \end{aligned}$$

18. Menghitung waktu saat *Ijtima'* (menurut GMT), dengan rumus  
sebagai berikut:

$$\text{JAM FIB} + (SB : SK) + \text{Zona Waktu Indonesia (WIB = 7, WITA = 8, WIT = 9)}$$

Keterangan :

FIB : *Fraction Illumination* Bulan

ELM : *Ecliptic Longitude* Matahari

ALB : *Apparent Longitude* Bulan

SM : Kecepatan/Sabak Matahari

SB : Kecepatan/Sabak Bulan

Apabila dikehendaki WIB tambahkan 7 jam

Apabila dikehendaki WITA tambahkan 8 jam

Apabila dikehendaki WIT tambahkan 9 jam



$$\begin{aligned}\text{Waktu saat } Ijtima' &= 04^j 00^m 00^d + 0^\circ 25' 24,49'' + 08^j 00^m 00^d \\ &= 12^j 25^m 24,49^d \text{ WITA (Banjarmasin Berada pada} \\ &\text{waktu Indonesia bagian tengah)}\end{aligned}$$

4. Memperkirakan saat matahari terbenam menurut GMT pada tanggal terjadinya *Ijtima'* untuk tempat yang telah ditentukan. Perkiraan ini dapat dilacak melalui perhitungan dari data astronomi Ephemeris menurut waktu GMT. Data yang dipergunakan untuk memperkirakan saat terbenam matahari pada tanggal 19 Juni 2012 M, yakni:

- i) Data Deklinasi Matahari ( $\delta^\circ$ ) pada kolom *Apparent Declination* Matahari adalah  $20^\circ 43' 18''$

ii) Data Semi Diameter Matahari ( $SD_0$ ) pada kolom Semi Diameter Matahari adalah  $0^\circ 15' 44.29''$ .

iii) Data *Equation of Time* ( $e$ ) pada kolom *Equation of Time* adalah  $-0^\circ 06' 20''$

Catatan : Bila *Ijtima'* menurut waktu daerah sudah berganti tanggal, maka gunakan data Ephemeris Matahari dan Bulan pada tanggal berikutnya.

5. Menghitung Tinggi Matahari ( $h_0$ ), dengan rumus sebagai berikut;

$$h_0 = -(SD_0 + 0^\circ 34' 30'' + \text{Dip})$$

$$\text{Dip} = 1,76 \sqrt{\text{Tinggi tempat} : 60}$$

$$= 1,76 [\sqrt{(52 : 60)}]$$

$$= 0^\circ 12' 40,63''$$

$$h_0 = -(0^\circ 15' 44.29'' + 0^\circ 34' 30'' + 0^\circ 12' 40,63'')$$

$$= -1^\circ 2' 54,92''$$

6. Menghitung Sudut Waktu Matahari ( $t_0$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$\cos t_0 = -\tan \varphi \tan \delta + \sin h_0 : \cos \varphi : \cos \delta$$

$$\cos t_0 = -\tan 3^\circ 19' 32,2'' \times \tan 20^\circ 43' 18'' + \sin -1^\circ 2' 54,92'' :$$

$$\cos 3^\circ 19' 32,2'' : \cos 20^\circ 43' 18''$$

$$t_0 = 89^\circ 51' 36,95''$$

7. Menghitung waktu matahari terbenam (**Ghurub**) menurut GMT

dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ghurub} = 12 - e + (t_0 : 15) - (\lambda : 15)$$

Apabila dikehendaki WIB tambahkan 7 jam

Apabila dikehendaki WITA tambahkan 8 jam

Apabila dikehendaki WIT tambahkan 9 jam

$$\begin{aligned} \text{Ghurub} &= 12 - (-0^\circ 06' 20'') + (89^\circ 51' 36,95'' : 15) - \\ &\quad (114^\circ 55' 24,3'' : 15) + 08^j 00^m 00^d \\ &= 18^j 27^m 23,84^d \text{ WITA atau } 10^j 27^m 23,84^d \text{ GMT} \end{aligned}$$

8. Menghitung Deklinasi Matahari ( $\delta^\circ$ ) pada data Ephemeris kolom

*Apparent Declination Matahari* pada saat matahari terbenam

menurut waktu Greenwich ( $10^j 27^m 23,84^d$ ) dengan cara

interpolasi, dengan rumus sebagai berikut:

$$A - (A - B) \times k$$

Keterangan:

A = Nilai pada baris pertama, yaitu pada jam GMT I

B = Nilai pada baris kedua, yaitu pada jam GMT II

k = Kelebihan dari interval waktu baris pertama, yaitu menit dan detik.

Deklinasi Matahari jam 10	= 20° 43' 46"	20° 43' 46"
Deklinasi Matahari jam 11	= <u>20° 43' 18"</u> -	↓
	00° 00' 28,00"	
	<u>00° 27' 23,84"</u> x	
	00° 00' 12,79"	<u>00° 00' 12,79"</u> -
Deklinasi Matahari jam 10 <sup>j</sup> 27 <sup>m</sup> 23,84 <sup>d</sup>		20° 43' 33,21"

9. Menghitung Semi Diameter Matahari (SD<sub>o</sub>) pada data Ephemeris kolom Semi Diameter Matahari pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

Semi Diameter Matahari jam 10	= 00° 15' 44,31"	00° 15' 44,31"
Semi Diameter Matahari jam 11	= <u>00° 15' 44,31"</u> -	↓
	00° 00' 00"	
	<u>00° 27' 23,84"</u> x	
	00° 00' 00"	<u>00° 00' 00"</u> -
Semi Diameter jam 10 <sup>j</sup> 27 <sup>m</sup> 23,84 <sup>d</sup>		00° 15' 44,31"

10. Menghitung *Equation of Time* (e) pada data Ephemeris kolom *Equation of Time* pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Equation of Time jam 10} & = -00^{\circ} 06' 20'' & -00^{\circ} 06' 20'' \\
 \text{Equation of Time jam 11} & = \underline{-00^{\circ} 06' 20''} & \\
 & -00^{\circ} 00' 00'' & \\
 & \underline{00^{\circ} 27' 23,84''} \times & \downarrow \\
 & -00^{\circ} 00' 00'' & -\underline{00^{\circ} 00' 0,38''} - \\
 \text{Equation of Time jam } 10^j 27^m 23,84^d & & -00^{\circ} 01' 25''
 \end{array}$$

11. Menghitung Asensio Rekta Matahari ( $AR_0$ ) pada data Ephemeris kolom *Apperant Right Asension Matahari* pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Asensio Rekta Matahari jam 10} & = 119^{\circ} 11' 07'' & 119^{\circ} 11' 07'' \\
 \text{Asensio Rekta Matahari jam 11} & = \underline{119^{\circ} 13' 37''} & \\
 & -00^{\circ} 02' 30'' & \\
 & \underline{00^{\circ} 27' 23,84''} \times & \downarrow \\
 & -00^{\circ} 01' 8,49'' & -\underline{00^{\circ} 01' 08,49''} - \\
 \text{Asensio Rekta Matahari jam } 10^j 27^m 23,84^d & & 119^{\circ} 12' 15,56''
 \end{array}$$

12. Menghitung Asensio Rekta Bulan ( $AR^{\text{K}}$ ) pada data Ephemeris kolom *Apperant Right Asension Bulan* pada saat matahari terbenam menurut waktu GMT dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Asensio Rekta Bulan jam 10} & = 121^{\circ} 07' 11'' & 121^{\circ} 07' 11'' \\
 \text{Asensio Rekta Bulan jam 11} & = \underline{121^{\circ} 39' 15''} & \\
 & -00^{\circ} 32' 04'' & \\
 & & \downarrow
 \end{array}$$



15. Menghitung *Horizontal Parallaks* ( $HP^{\odot}$ ) pada data Ephemeris kolom *Horizontal Parallaks* pada saat matahari terbenam menurut waktu Greenwich dengan cara interpolasi.

$$\begin{array}{r}
 \text{Horizontal Parallaks jam 10} = 00^{\circ} 56' 01'' \quad 00^{\circ} 56' 01'' \\
 \text{Horizontal Parallaks jam 11} = \underline{00^{\circ} 56' 02''} \\
 \qquad \qquad \qquad -00^{\circ} 00' 01'' \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{00^{\circ} 27' 23,84''} \times \quad \downarrow \\
 \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 00' 0,46'' \quad \underline{00^{\circ} 00' 0,46''} \\
 \text{Horizontal Parallaks } 10^{\text{j}} 27^{\text{m}} 23,84^{\text{d}} \qquad \qquad \qquad 00^{\circ} 56' 1,46''
 \end{array}$$

16. Menghitung Sudut Waktu Bulan ( $t^{\odot}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$t^{\odot} = AR_0 - AR^{\odot} + t_0$$

$$\begin{aligned}
 t^{\odot} &= 119^{\circ} 12' 15,56'' - 15^{\circ} 58' 21,48'' + 89^{\circ} 51' 36,95'' \\
 &= 87^{\circ} 42' 12,64''
 \end{aligned}$$

17. Menghitung tinggi hilal hakiki ( $h^{\odot}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$\sin h^{\odot} = \sin \varphi \sin \delta^{\odot} + \cos \varphi \cos t^{\odot}$$

$$\begin{aligned}
 \sin h &= \sin - 3^{\circ} 19' 32,2'' \times \sin 15^{\circ} 58' 21,48'' + \cos - 3^{\circ} 19' \\
 &\qquad \qquad \qquad 32,2'' \times \cos 87^{\circ} 42' 12,64''
 \end{aligned}$$

$$h = 1^{\circ} 17' 20,43''$$

18. Menghitung Parallaks Bulan ( $P$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \cos h \cdot HP$$

$$\begin{aligned} P &= \cos 1^{\circ} 17' 20,43'' \times 00^{\circ} 56' 1,46'' \\ &= 00^{\circ} 56' 00,61'' \end{aligned}$$

19. Menghitung Tinggi Hilal ( $h^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$h^{\circ} = h - P + SD$$

$$\begin{aligned} h^{\circ} &= 1^{\circ} 17' 20,43'' - 00^{\circ} 56' 00,61'' + 00^{\circ} 15' 15,91'' \\ &= 00^{\circ} 36' 35,73'' \end{aligned}$$

20. Menghitung Refraksi (Refr) dengan ketentuan sebagai berikut:

i) Jika  $h^{\circ} < 0^{\circ} 34' 30''$ , maka

$$\text{Refraksi} = 0^{\circ} 34' 30''$$

ii) Jika  $h^{\circ} >$  atau  $= 0^{\circ} 34' 30''$ , maka

$$\text{Refraksi} = 0,01695 : \tan (h^{\circ} + 10,3 : (h^{\circ} + 5,1255))$$

Karena  $h^{\circ} < 0^{\circ} 34' 30''$ , yaitu  $00^{\circ} 36' 35,73''$  pada tanggal 19 Juli 2012 H, maka:

$$\begin{aligned} \text{Refraksi} &= 0,01695 : \tan (00^{\circ} 36' 35,73'' + 10,3 : (00^{\circ} 36' 35,73'' + 5,1255)) \\ &= 00^{\circ} 24' 12,39'' \end{aligned}$$

21. Menghitung Tinggi Hilal Mar'i ( $h^{\ominus}$ ) (Hilal terkoreksi dengan keadaan di bumi), dengan rumus sebagai berikut:

$$h^{\ominus} = h^{\circ} + \text{Refr} + \text{Dip}$$

Bila hasilnya positif (+), maka hilal berada di atas ufuk mar'i

Bila hasilnya negatif (-), maka hilal berada di bawah ufuk mar'i.

$$\begin{aligned} h^{\ominus} &= 00^{\circ} 36' 35,73'' + 00^{\circ} 24' 12,39'' + 0^{\circ} 12' 40,63'' \\ &= 1^{\circ} 13' 28,75'' \end{aligned}$$

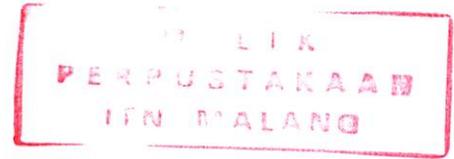
Hasilnya positif (+), maka hilal awal bulan Ramadhan 1433 H berada di atas *ufuk/horizone mar'i*

22. Menghitung Nisful Fudlah Bulan ( $NF^{\ominus}$ ) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sin } NF^{\ominus} = (\sin \varphi \sin \delta^{\ominus}) : (\cos \varphi \cos \delta^{\ominus})$$

$$\begin{aligned} \text{Sin } NF^{\ominus} &= (\sin - 3^{\circ} 19' 32,2'' \times \sin 15^{\circ} 58' 21,48'') : (\cos - 3^{\circ} 19' \\ & \quad 32,2'' \times \cos 15^{\circ} 58' 21,48'') \end{aligned}$$

$$NF^{\circ} = - 00^{\circ} 57' 10,80''$$



23. Menghitung Parallaks *Nisful Fudlah* (PNF), dengan rumus sebagai berikut:

$$PNF = \cos NF^{\circ} \cdot HP^{\circ}$$

$$\begin{aligned} PNF &= \cos - 00^{\circ} 57' 10,80'' \times 00^{\circ} 56' 1,46'' \\ &= 00^{\circ} 56' 00,99'' \end{aligned}$$

24. Menghitung Setengah Busur Siang Bulan Hakiki (SBSH), dengan rumus sebagai berikut:

$$SBSH = 90 + NF^{\circ}$$

$$\begin{aligned} SBSH &= 90 + - 00^{\circ} 57' 10,80'' \\ &= 89^{\circ} 02' 49,20'' \end{aligned}$$

25. Menghitung Setengah Busur Siang Bulan ( $SBS^{\circ}$ ), dengan ketentuan rumus sebagai berikut:

Jika SBSH > atau =  $90^{\circ}$ , maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SBS^{\circ} = 90^{\circ} + NF^{\circ} - PNF + (SD^{\circ} + 0,575 + Dip)$$

Jika SBSH < 90°, maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SBS^{\circ} = 90^{\circ} + NF^{\circ} + PNF - (SD^{\circ} + 0,575 + Dip)$$

Karena SBSH pada tanggal 19 Juli 2012 M adalah 89° 02' 49,20" berarti < 90°, maka:

$$\begin{aligned} SBS^{\circ} &= 90^{\circ} + (-00^{\circ} 57' 10,80'') + 00^{\circ} 54' 31,91'' - (00^{\circ} 15' 15,91'' \\ &\quad + 0,575 + 0^{\circ} 12' 40,63'') \\ &= 88^{\circ} 56' 23,66'' \end{aligned}$$

26. Menghitung Lama Hilal ( $Lm^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$Lm^{\circ} = (SBS^{\circ} - t^{\circ}) : 15$$

$$\begin{aligned} Lm^{\circ} &= (88^{\circ} 56' 23,66'' - 87^{\circ} 42' 12,64'') : 15 \\ &= 00^j 04^m 56,74^d \end{aligned}$$

27. Menghitung waktu Terbenam Hilal ( $Terb^{\circ}$ ), dengan rumus sebagai berikut:

$$Terb^{\circ} = Ghurub + Lm^{\circ}$$

$$\begin{aligned} Terb^{\circ} &= 18^j 27^m 23,84^d + 00^j 04^m 56,74^d \\ &= 18^j 32^m 22,28^d \end{aligned}$$

28. Menghitung Azimuth Matahari ( $A_0$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan A_0 = -\sin \varphi : \tan t_0 + \cos \varphi \tan \delta_0 : \sin t_0$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka Matahari dari di selatan titik barat

$$\begin{aligned} \tan A_0 &= -\sin -3^\circ 19' 32,2'' : \tan 89^\circ 51' 36,95'' + \cos -3^\circ 19' \\ &\quad 32,2'' \times \tan 20^\circ 43' 33,21'' : \sin 89^\circ 51' 36,95'' \\ A_0 &= 20^\circ 42' 3,41'' \end{aligned}$$

Hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

29. Menghitung Azimuth Hilal ( $A$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan A = -\sin \varphi : \tan t + \cos \varphi \tan \delta : \sin t$$

Bila hasil positif (+), maka hilal dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan titik barat

$$\begin{aligned} \tan A &= -\sin -3^\circ 19' 32,2'' : \tan 87^\circ 42' 12,64'' + \cos -3^\circ 19' \\ &\quad 32,2'' \times \tan 15^\circ 58' 21,48'' : \sin 87^\circ 42' 12,64'' \end{aligned}$$

$$A_{\odot} = 16^{\circ} 04' 56,67''$$

Hasil positif (+), maka hilal dari di utara titik barat

30. Menghitung Posisi Hilal (PH), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PH = A_{\odot} - A_0$$

Bila hasil positif (+), maka hilal dari di utara Matahari

Bila hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan Matahari

$$\begin{aligned} PH &= 16^{\circ} 04' 56,67'' - 20^{\circ} 42' 3,41'' \\ &= - 04^{\circ} 37' 06,74'' \end{aligned}$$

Hasil negatif (-), maka hilal dari di selatan Matahari

31. Menghitung Arah Terbenam Hilal ( $AT_{\odot}$ ), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan AT_{\odot} = -\sin \varphi : \tan SBS_{\odot} + \cos \varphi \tan \delta : \sin SBS_{\odot}$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

Bila hasil negatif (-), maka Matahari dari di selatan titik barat

$$\begin{aligned} \tan AT &= -\sin - 3^{\circ} 19' 32,2'' : \tan 88^{\circ} 56' 23,66'' + - 3^{\circ} 19' \\ &\quad 32,2'' \times \tan 15^{\circ} 58' 21,48'' : \sin 88^{\circ} 56' 23,66'' \\ AT &= 16^{\circ} 00' 23.54'' \end{aligned}$$

Bila hasil positif (+), maka Matahari dari di utara titik barat

32. Menghitung Luas Cahaya Hilal ( $FI$ ) dengan melihat kolom *Fraction Illumination Bulan* pada data astronomi Ephemeris saat terbenam matahari (waktu GMT) dengan cara interpolasi.

<i>Fraction Illumination Bulan</i> jam 10 = 0,00194	0,00194
<i>Fraction Illumination Bulan</i> jam 11 = <u>0.00281</u> -	
-0.00024	↓
<u>00° 27' 23,84''</u> x	
-00° 00' 0,039''	<u>0,0001095893</u> -
<i>Fraction Illumination Bulan</i> jam 10 <sup>j</sup> 27 <sup>m</sup> 23,84 <sup>d</sup>	0.0020497032

33. Menghitung Lebar Nurul Hilal (NH) dengan satuan ukuran *Ushbu'* atau jari, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NH = (\sqrt{[PH^2 : h^{\prime 2}]}) : 15$$

$$\begin{aligned} NH &= (\sqrt{[(- 04^{\circ} 37' 06,74'')^2 : (1^{\circ} 13' 28,75'')^2]}) : 15 \\ &= 0.3185430821 \text{ jari} \end{aligned}$$

34. Menghitung Kemiringan Hilal (MRG), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tan MRG} = [ \text{PH} : h ' ]$$

Jika  $\text{MRG} < \text{atau} = 15^\circ$ , maka posisi hilal terlentang

Jika  $\text{MRG} > 15^\circ$  dan PH positif (+), maka posisi hilal miring ke utara

Jika  $\text{MRG} > 15^\circ$  dan PH negatif (-), maka posisi hilal miring ke selatan

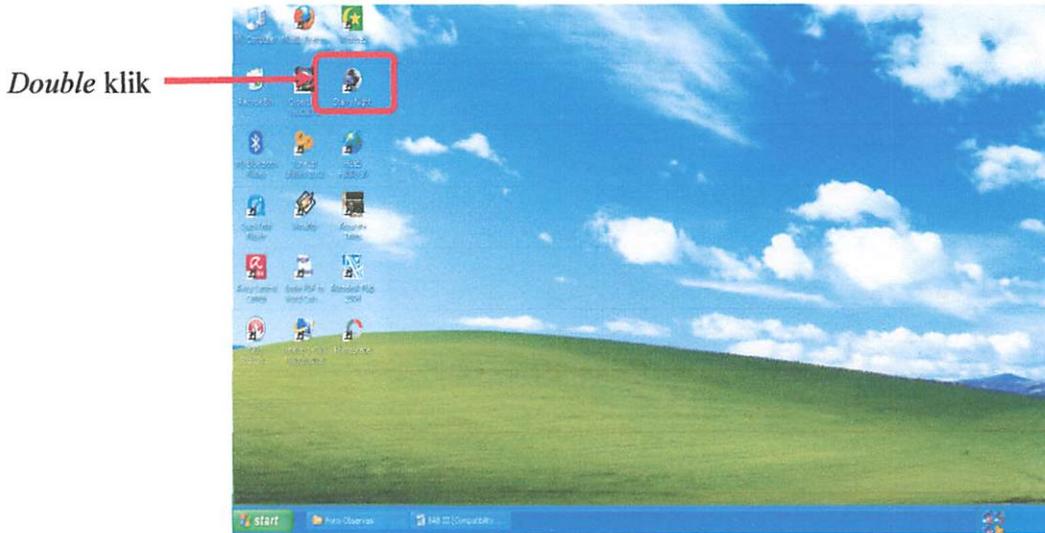
$$\begin{aligned} \text{Tan MRG} &= - 04^\circ 37' 06,74'' : 1^\circ 13' 28,75'' \\ &= 75^\circ 08' 57,14'' \end{aligned}$$

Hasil  $\text{MRG} > 15^\circ$  dan PH negatif (-), maka posisi hilal miring ke selatan

### 3.3.2. Pengolahan Visualisasi Visibilitas Hilal

Pengolahan data dengan menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal dari data sekunder. Program ini menampilkan posisi kenampakan hilal dan matahari pada waktu Matahari terbenam saat munculnya Hilal beserta sajian data posisi arah azimuth (Matahari dan Hilal) dan ketinggian hilal mengikuti perputaran jam. Adapun menampilkan visualisasi visibilitas hilal langkah-langkah menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 adalah sebagai berikut:

1. Buka *software* Starry Night Pro Plus 6.0 dengan cara *double* klik *icon software* Starry Night Pro Plus 6.0 pada *desktop*.



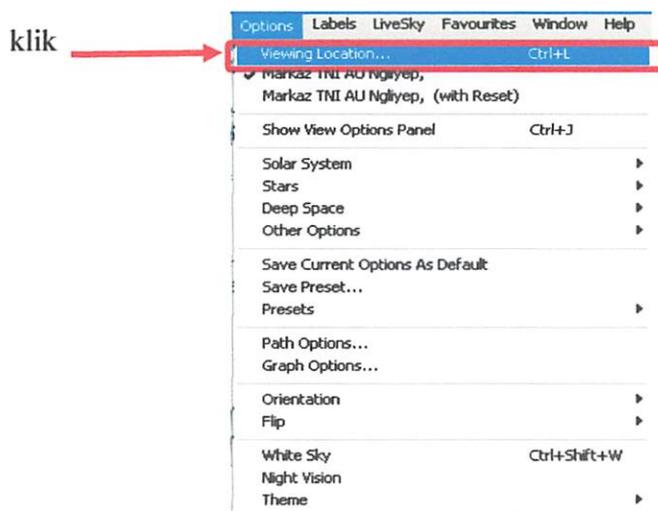
Gambar 3.9. Membuka program Starry Night Pro Plus 6.0.

2. Pada *window* Laptop akan muncul program Starry Night Pro Plus 6.0 dengan tampilan sebagai berikut:



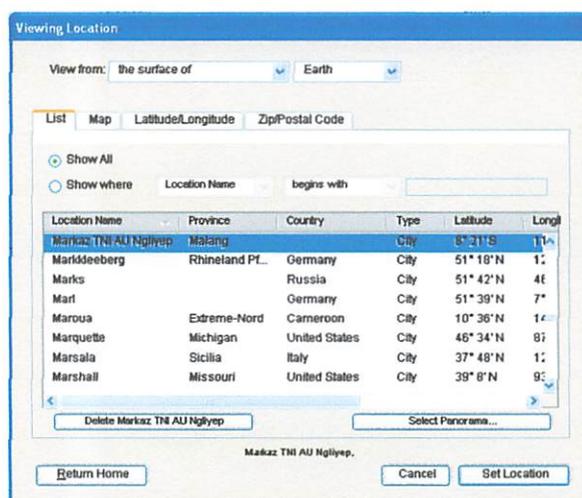
Gambar 3. 10. Tampilan *window* program Starry Night Pro Plus 6.0.

- Tahapan selanjutnya memasukan koordinat geografis lokasi untuk penentuan posisi hilal pada program *Starry Night Pro Plus 6.0* dengan cara klik *Options* pada *Menubar* pilih menu *View Location* atau dengan menekan *Control+L*, kemudian akan muncul tampilan sebagai berikut:



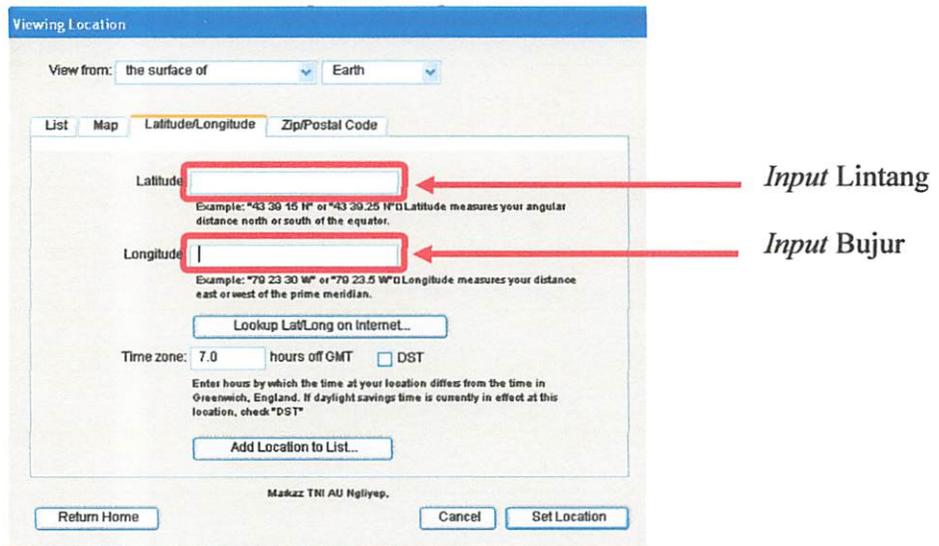
Gambar 3.11. Tampilan memilih menu *View Location*.

- Setelah mengklik menu *View Location* untuk memasukan koordinat geografis lokasi, maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



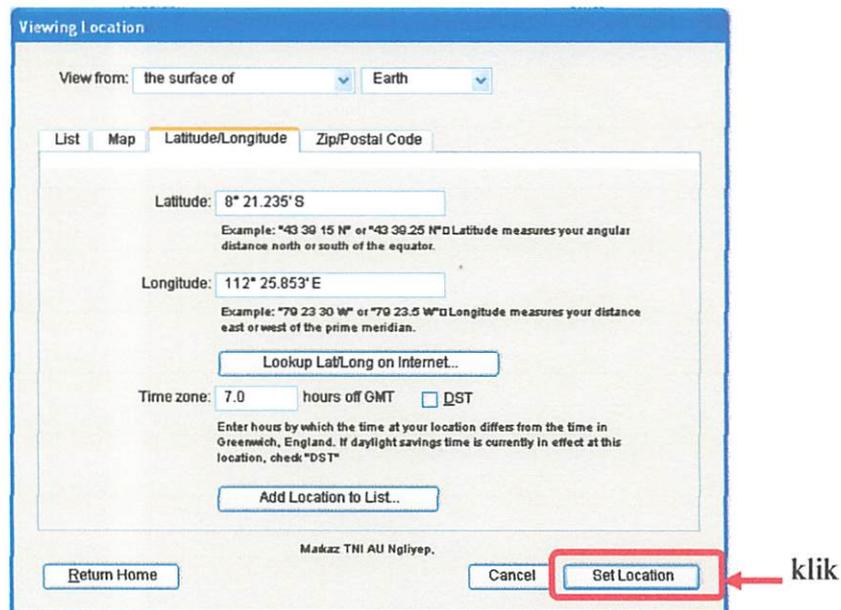
Gambar 3.12. Tampilan window *View Location* memasukan koordinat geografis.

5. Kemudian pilih dan klik *Latitude/Longitude* untuk memasukkan nilai koordinat geografis lintang dan bujur lokasi akan muncul tampilan sebagai berikut:



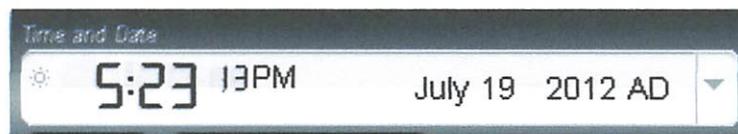
Gambar 3.13. Memasukkan koordinat geografis lokasi.

6. Selanjutnya pilih dan klik *Set Location* program akan menuju koordinat geografis lokasi yang telah ditentukan untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal, maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.14. Tampilan mengklik *Set Location* untuk visualisasi hilal.

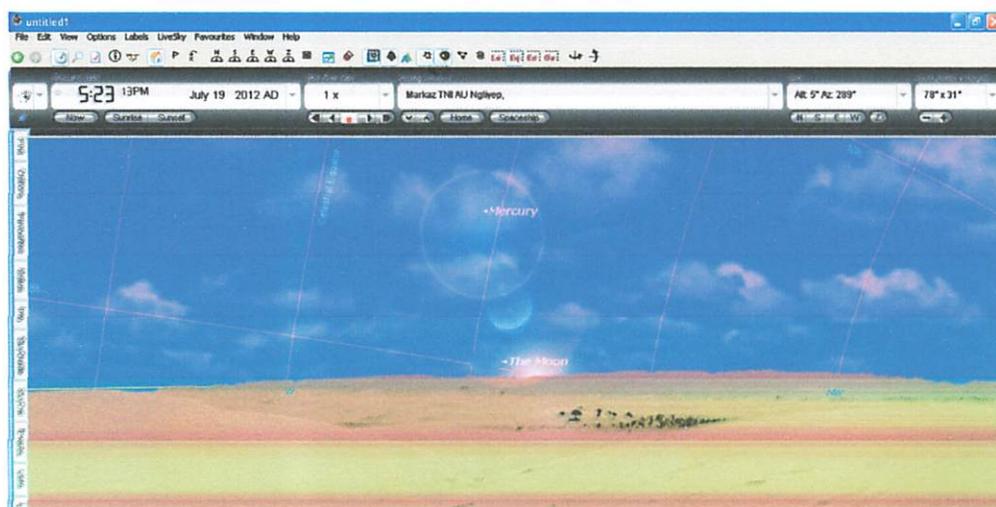
7. Menampilkan visualisasi visibilitas hilal pada waktu terjadi kenampakan hilal awal bulan Qamariyah dari data perhitungan metode Ephemeris. Data tanggal, bulan, tahun dan waktu tersebut dimasukan pada program Starry Night Pro Plus 6.0 dengan cara klik *Time and Date* pada *menubar* kemudian klik tanggal, bulan, tahun dan waktu sesuai data waktu hilal diubah menggunakan tombol-tombol angka pada *keyboard* dan menekan tombol kursor ke atas dan ke bawah, dengan tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.15. Tampilan *Set Time and Date* untuk visualisasi hilal.

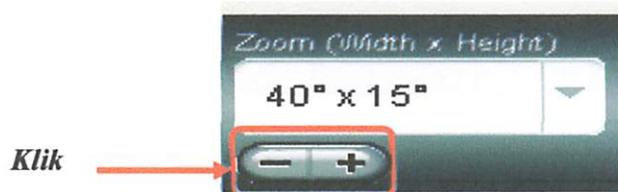
8. Setelah mengatur tanggal, bulan, tahun dan waktu tersebut terjadi kenampakan hilal awal bulan Qamariyah dari data perhitungan metode

Ephemeris, maka akan muncul tampilan visualisasi visibilitas hilal pada *window* program Starry Night Pro Plus 6.0.sebagai berikut:



Gambar 3.16. Tampilan visualisasi visibilitas hilal.

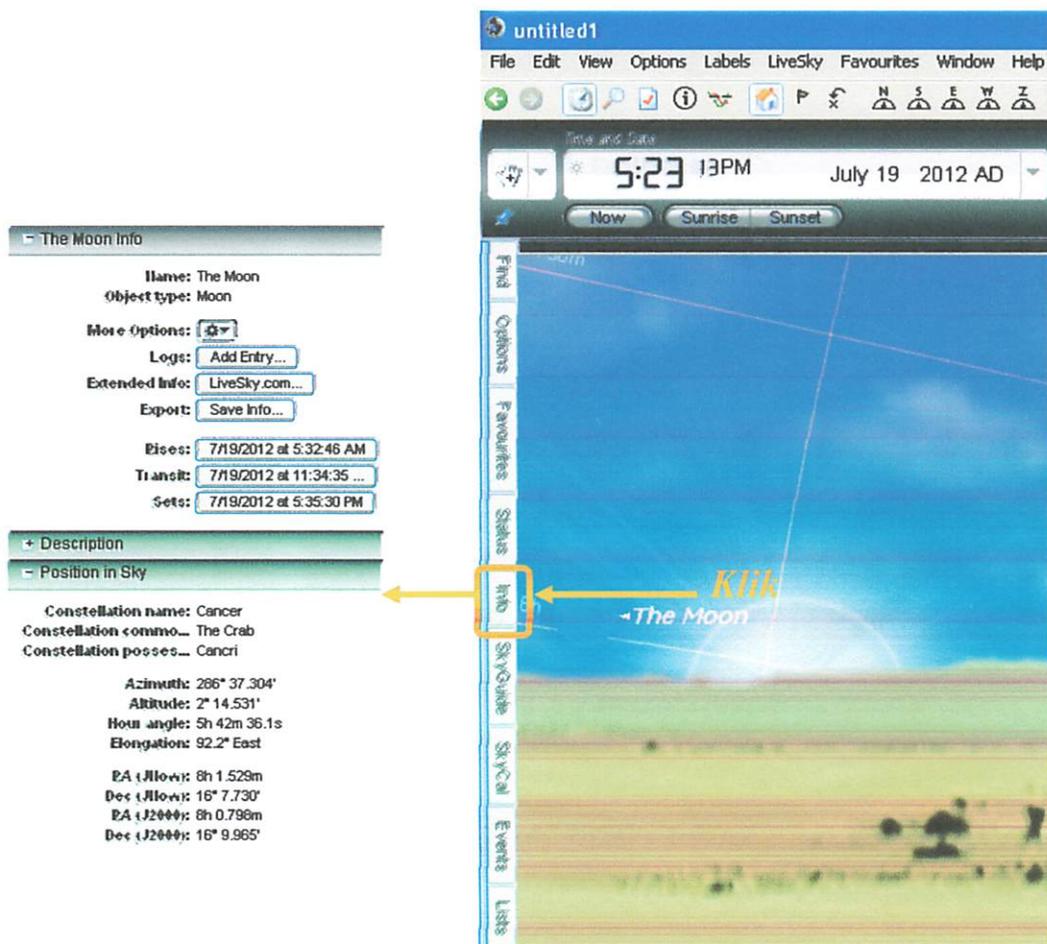
9. Untuk memperjelas visualisasi visibilitas bentuk hilal yang masih tidak terlihat akibat cahaya matahari yang kuat pada program Starry Night Pro Plus 6.0 dapat menggunakan *Scroll* pada *Mouse* atau dengan klik *Zoom Out/Zoom In* seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.17. Tampilan *Zoom Out* dan *Zoom In* .

10. Pada *layer window* visualisasi menyajikan data posisi azimuth matahari dan hilal serta ketinggian hilal. Jika belum tampil data tersebut, maka untuk

menampilkannya dengan cara klik menu *Info* terletak di samping kiri *layer* visualisasi hilal dengan tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.18. Tampilan penyajian data azimuth dan ketinggian (Matahari dan Hilal).

### **3.4. Metode Observasi Penentuan Posisi Hilal**

Metode observasi merupakan penentuan posisi hilal dengan melakukan pengukuran/pengamatan matahari untuk mendapatkan arah azimuth astronomis (Matahari dan Bulan/hilal), ketinggian hilal, arah terbenam Matahari dan hilal, waktu terlihat hilal dan kondisi cuaca saat pengamatan hilal pada lokasi penelitian di lapangan. Pengukuran/pengamatan Matahari menggunakan cara tadah dan tanpa adanya titik target/acuan untuk mendapatkan data arah azimuth matahari dengan menggunakan alat Total Station. Observasi/pengamatan hilal dilakukan pada tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M untuk penentuan awal bulan Sya'ban 1433 H, karena hasil perhitungan metode Ephemeris pada 29 Rajab ketinggian hilal  $-2^{\circ} 45' 40,94''$  dengan demikian dilakukan observasi tanggal 20 dan 21 Juni untuk memastikan kenampakan hilal. Dan observasi hilal Tanggal 19 Juli 2012 M untuk penentuan awal bulan Ramadhan 1433 H. Adapun tahapan yang dilakukan dalam observasi penentuan posisi hilal adalah sebagai berikut:

#### **3.4.1. Pengaturan Alat**

Melakukan pengukuran/pengamatan Matahari untuk menentukan arah azimuth Matahari dan data posisi hilal, terlebih dahulu dilakukan pengaturan alat Total Station Topcon GTS 235 N. Adapun cara pengaturan alat tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan alat Total Station yang akan digunakan dalam pengukuran /pengamatan Matahari untuk menentukan arah azimuth matahari dan posisi hilal.

- b. Dirikan *tripod* setinggi dada dan didirikan dengan stabil, tidak mudah berubah. Kondisikan *tripod base plate* (bidang datar tempat Total Station) sedatar mungkin, sehingga tidak miring ke kanan, kiri maupun ke depan.
- c. Letakan Total Station ditengah-tengah *tripod*.
- d. Sentering alat Total Station di atas titik observasi yang telah ditentukan dengan cara melihat sentering optik sambil mengangkat 2 dari 3 kaki *tripod* sampai optik masuk tepat di tengah-tengah lingkaran sentering optik.
- e. Mengatur sumbu I vertikal

Untuk membuat sumbu I vertikal, Total Station dilengkapi dengan nivo kotak. Nivo kotak yang terdapat dibagian samping Total Station berguna untuk menentukan garis mendekati vertikal. Mengatur kedudukan gelembung nivo kotak dengan menggerakkan (naik/turun) perpanjangan kaki *tripod*.

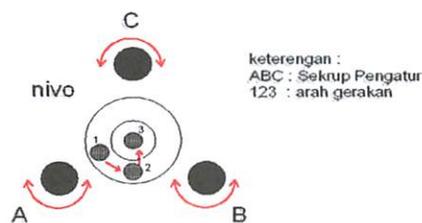
- f. Mengatur sumbu II mendatar

Untuk membuat sumbu II mendatar Total Station dilengkapi dengan nivo tabung. Nivo tabung yang terdapat dibagian tengah Total Station. Jika sumbu kesatu sudah benar-benar tegak, maka dapat dikatakan sumbu kedua ini tegak lurus sumbu kesatu.

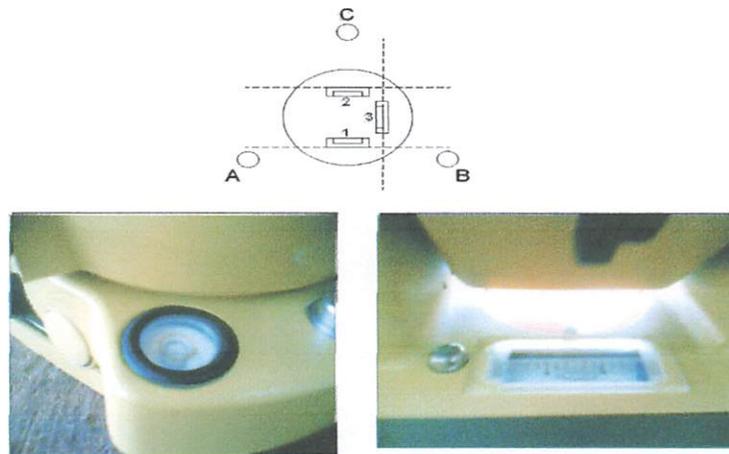
Cara pengaturannya adalah :

- a. Dari kedudukan 1 menjadi kedudukan 2 adalah dengan menggerakkan sekrup A dan B secara bersamaan dengan gerakan arah putaran yang berlawanan.

- b. Dari kedudukan 2 untuk menjadi kedudukan 3 cukup di atur dengan menggunakan sekrup c saja. Setelah gelembung nivo kotak berada di tengah-tengah, selanjutnya nivo tabung/*alhidade* diatur dengan cara :
- Kedudukan 1 adalah nivo sejajar AB dengan cara sekrup A dan B bersama-sama dengan gerak putaran berlawanan.
  - Kedudukan 2 adalah nivo disejajarkan AB, tetapi letaknya diputar  $180^\circ$  diseimbangkan dengan cara setengah penyimpangan gelembung dihilangkan dengan menggerakkan sekrup A dan B saja.
  - Cek nivo pada kedudukan 1. Jika nivo tetap di tengah maka alat dalam keadaan baik, tetapi jika nivo bergeser berarti ada kesalahan. Beri koreksi pada nivo
  - Pada kedudukan 3, nivo tegak lurus sekrup A dan B.
  - Penyimpangan ditiadakan dengan menggerakkan sekrup c saja. Setelah semua tahapan di atas dilaksanakan, maka diadakan cheking dengan memutar kesegala arah. Bila masih ada kesalahan, harus diulang dari awal.



Gambar 3.19. Kedudukan nivo dan arah putar sekrup Total Station



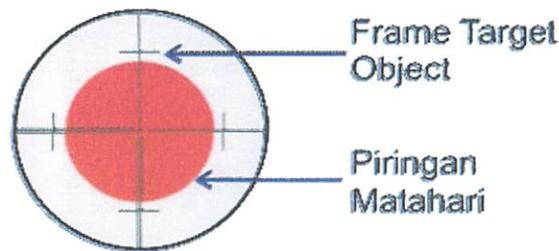
Gambar 3.20. Sentring nivo tabung dan nivo kotak Total Station

### 3.4.2. Menentukan Azimuth Matahari

Penelitian ini menggunakan acuan/pengamatan Matahari, karena tidak terganggu oleh kondisi tempat, walaupun lokasinya di sekitar gedung perkantoran yang banyak logam dan medan listriknya seperti dengan menggunakan utara kompas.

Ketika melakukan penelitian untuk memudahkan dalam membidik Matahari sebaiknya pengukuran dilakukan di pagi hari sebelum jam  $\pm 9$  atau sore hari diatas jam  $\pm 15$  agar pengamatan/pembidikan Matahari dengan Total Station tidak mengalami kesulitan. Jika matahari terlalu tinggi, di samping kesulitan dalam pembidikan matahari, teropong vertikal Total Station juga akan terhalang oleh bagian atas Total Station itu sendiri. Dalam penelitian ini, penentuan posisi arah azimuth matahari di lapangan dilakukan pada pagi hari. Sebelum melakukan pembidikan Matahari untuk menentukan posisi arah azimuth matahari di lapangan, pastikan nivo Total Station benar-benar timbang/*center*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Pembidikan Matahari dengan cara tadah menggunakan kertas yang di dekatkan pada lensa okuler teropong.
- b. Buka kunci *horizontal (horizontal clamp cnop)* maupun vertikal (*vertical clamp cnop*), arahkan Total Station ke posisi Matahari berada, jika sudah mendekati objek, kunci knop horisontal dan vertikal. Atur vertikal maupun horisontal Total Station dengan menggunakan knop pengatur *horizontal (horizontal tangent screw)* maupun vertikal (*vertical tangent screw*) sehingga piringan Matahari benar-benar di tengah-tengah *frame target object*, jika Matahari terlihat kabur, maka atur *focus adjustman* sampai matahari terlihat dengan jelas. Pada saat piringan matahari benar-benar di tengah-tengah *frame target object* maka catat waktunya.

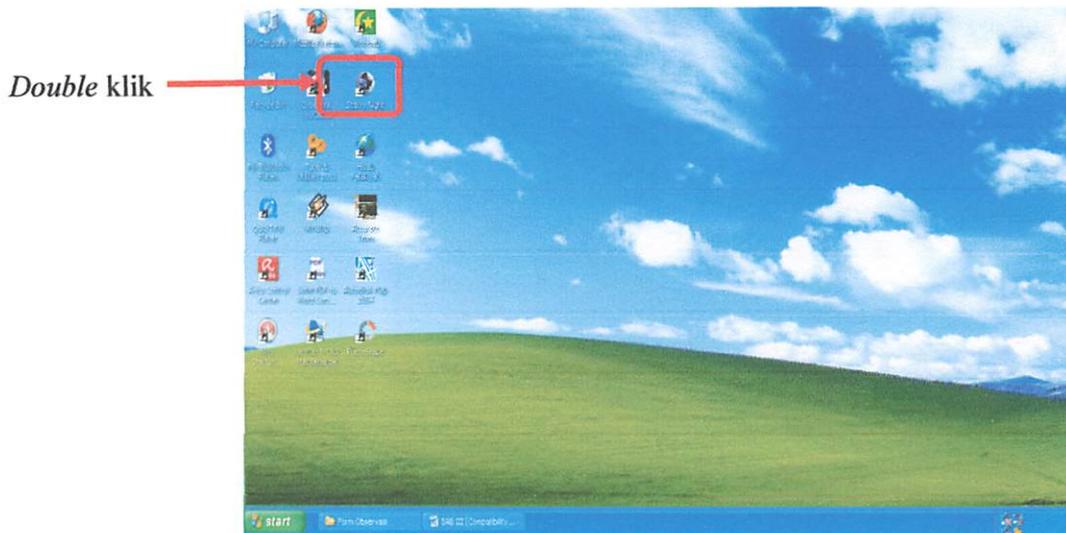


Gambar 3.21. *Frame target object*

- c. Setelah piringan Matahari benar-benar di tengah-tengah *frame target* knop pengatur yang berguna untuk *set 0°* sudut *horizontal*, data waktu pada saat pembidikan dicatat dari jam digital yang waktunya telah disesuaikan dengan waktu standar Indonesia (WIT, WITA, WIB) pada jam RRI setempat. Kemudian dilakukan pengolahan perhitungan azimuth matahari pada saat

tersebut. Dengan menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0, untuk menghitung azimuth Matahari dengan langkah sebagai berikut:

1. Buka *software* Starry Night Pro Plus 6.0 dengan cara *double* klik *icon software* Starry Night Pro Plus 6.0 pada *desktop*.



Gambar 3.22. Membuka program Starry Night Pro Plus 6.0.

2. Pada *window* Laptop akan muncul program Starry Night Pro Plus 6.0 dengan tampilan sebagai berikut:



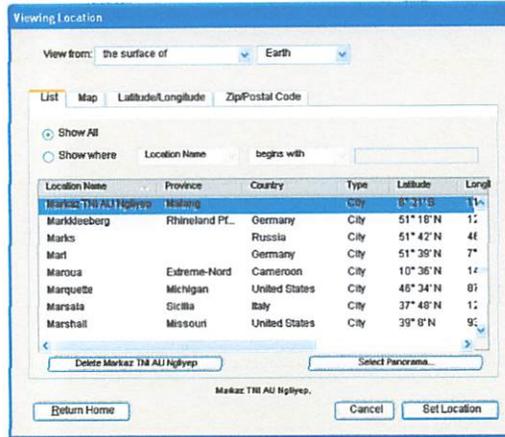
Gambar 3. 23. Tampilan *window* program Starry Night Pro Plus 6.0.

3. Tahapan selanjutnya memasukan koordinat geografis lokasi untuk penentuan posisi hilal pada program Starry Night Pro Plus 6.0 dengan cara klik *Options* pada *Menubar* pilih menu *View Location* atau dengan menekan *Control+L*, kemudian akan muncul tampilan sebagai berikut:



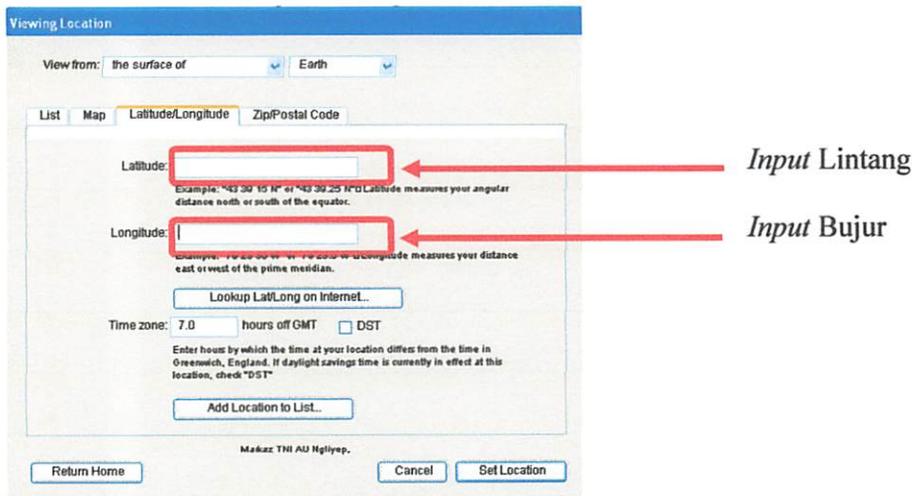
Gambar 3.24. Tampilan memilih menu *View Location*.

4. Setelah mengklik menu *View Location* untuk memasukan koordinat geografis lokasi, maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



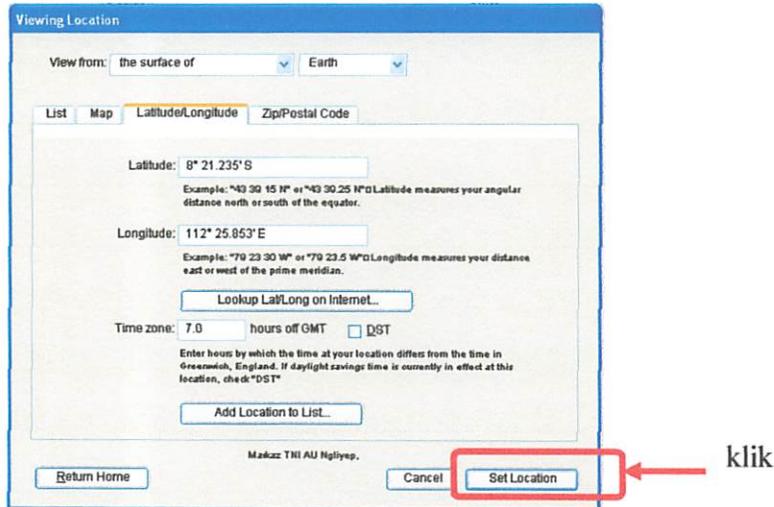
Gambar 3.25. Tampilan window *View Location* memasukan koordinat geografis.

5. Kemudian pilih dan klik *Latitude/Longitude* untuk memasukan nilai koordinat geografis lintang dan bujur lokasi akan muncul tampilan sebagai berikut:



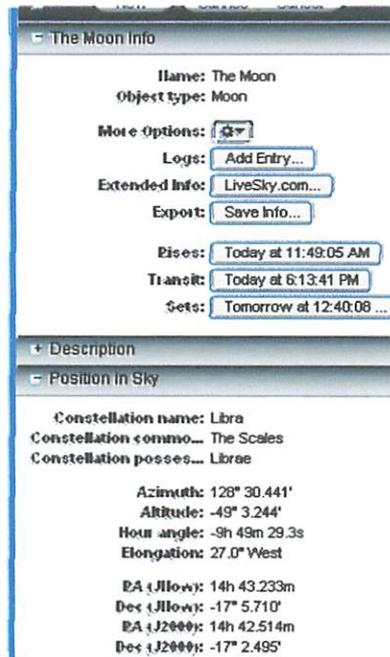
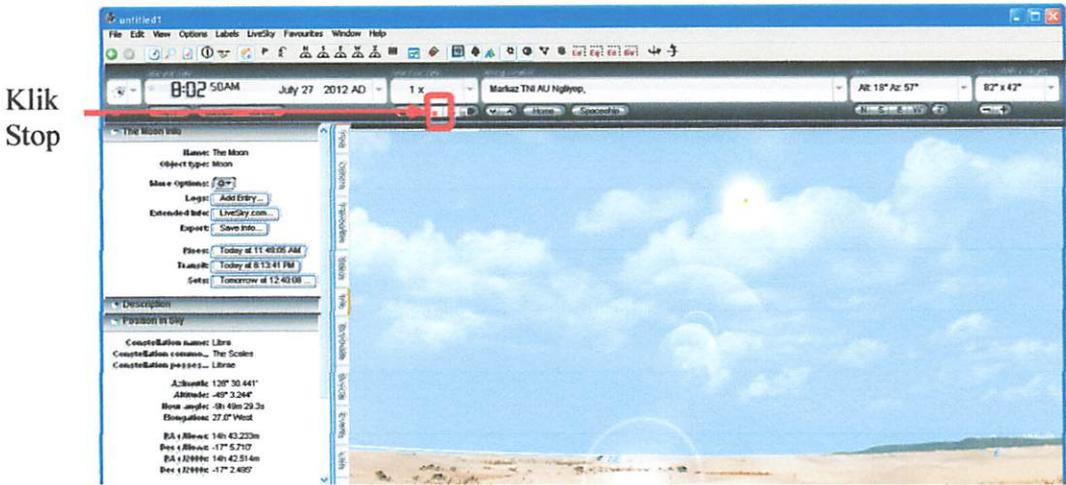
Gambar 3.26. Memasukan koordinat geografis lokasi.

6. Selanjutnya pilih dan klik *Set Location* program akan menuju koordinat geografis lokasi yang telah ditentukan untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal, maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 3.27. Tampilan mengklik *Set Location* untuk visualisasi hilal.

- klik *icon Stop* pada *menubar Times and Date* lalu catat jam pengamatan. Untuk mendapatkan data azimuth matahari pada jam pembidikan Matahari dan set  $0^\circ$  sudut *horizontal*. Data azimuth matahari dapat dilihat pada *menubar Info*.



Gambar 3.28. Tampilan perhitungan azimuth matahari

- Untuk menentukan azimuth matahari pada tanggal 19 Juni dan 19 Juli 2012 M, ikuti langkah diatas.
- Data Azimuth Matahari pada tanggal 19 Juni 2012 M adalah jam pembedikan 09.19.39 WIB, arah azimuth 315° 13' 27"

- Data Azimuth Matahari pada tanggal 21 Juni 2012 M adalah jam pembidikan 08.57.38 WIB, arah azimuth  $297^{\circ} 33' 11,2''$
  
- d. Setelah didapat nilai azimuth matahari dari program tersebut, pada saat tersebut kemudian kurangkan dengan  $360^{\circ}$  (telah ditentukan oleh syaratnya), misal azimuth matahari pada 19 Juli 2012 pukul 08:57:38 adalah  $62^{\circ} 26' 48,78''$  maka  $= 360^{\circ} - 68^{\circ} 34' 01'' = 297^{\circ} 33' 11,2''$ . Lalu arahkan Total Station ke posisi  $297^{\circ} 33' 11,2''$  setelah benar-benar tepat, tancapkan patok/penanda arah azimuth matahari kemudian putar knop pengatur untuk set  $0^{\circ}$  sudut *horizontal*.
  
- e. Jika prosedur di atas dilakukan dengan benar maka posisi azimuth matahari, kemudian selanjutnya digunakan untuk menentukan posisi hilal di lapangan.

#### **3.4.3. Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam**

Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam untuk mendapatkan gambaran umum mengenai keadaan cuaca pada saat observasi untuk penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban dan awal bulan Ramadhan 1433 H, dengan langkah sebagai berikut:



1. Periksa langit dan *horizone* barat di sekitar perkiraan terbenamnya Matahari dan perkiraan terlihatnya hilal.
  
2. Menyatakan keadaan cuaca itu menurut tingkatannya. Untuk pengamatan ini dipakai tingkatan cuaca sebagai berikut:

- Cuaca tingkat 1, apabila keadaan pada *horizon* itu bersih sama sekali dari awan, birunya langit dapat terlihat jernih sampai ke *horizon* .
- Cuaca tingkat 2, apabila keadaan pada *horizon* itu terdapat awan tipis yang tidak merata, dan langit di atas *horizon* terlihat keputih-putihan atau kemerah-merahan.
- Cuaca tingkat 3, apabila keadaan pada *horizon* terdapat awan tipis yang merata di sepanjang *horizon* barat, atau terdapat awan yang tebal sehingga warna langit di *horizon* barat bukan biru lagi.

#### **3.4.3.1. Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam Awal Bulan Sya'ban**

Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam untuk mendapatkan gambaran umum mengenai keadaan cuaca pada saat observasi untuk penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban 1433 H pada tanggal 20 an 21 Juni 2012 M sebagai berikut:

1. Keadaan langit dan *horizone* awan tebal merata .
2. Cuaca tingkat 3, apabila keadaan pada *horizon* terdapat awan tipis yang merata di sepanjang *horizon* barat, atau terdapat awan yang tebal sehingga warna langit di *horizon* barat bukan biru lagi.

Sehingga kenampakan hilal untuk penentuan awal bulan Sya'ban 1433 H tidak terlihat.

### **3.4.3.2. Menyatakan Cuaca Sebelum Matahari Terbenam Awal Bulan Ramadhan**

Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam untuk mendapatkan gambaran umum mengenai keadaan cuaca pada saat observasi untuk penentuan posisi hilal awal bulan Ramadhan 1433 H pada tanggal 19 Juli 2012 sebagai berikut:

3. Keadaan *horizone* awan tebal merata .
4. Cuaca tingkat 3, apabila keadaan pada *horizon* terdapat awan tipis yang merata di sepanjang *horizon* barat, atau terdapat awan yang tebal sehingga warna langit di *horizon* barat bukan biru lagi.

Sehingga kenampakan hilal untuk penentuan awal bulan Ramadhan 1433 H tidak terlihat.

### **3.4.4. Menentukan dan Memperkirakan Posisi Hilal**

Jika sudah mendapatkan posisi arah azimuth matahari yang benar-benar tepat, maka dapat dilanjutkan untuk menentukan posisi hilal di lapangan dari hasil perhitungan metode Ephemeris pada tanggal 19 Juni dan 19 Juli 2012 M. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Buka kunci knop *horizontal (horizontal clamp cnop)* lalu arahkan dari patok/penanda (azimuth astronomis) yang telah diatur set  $0^\circ$  sudut *horizontal* pada tombol alat Total Station. Dengan tangan arahkan ke posisi nilai azimuth hilal pada tanggal 19 Juli 2012 yang sudah dilakukan perhitungan sebelumnya, misalnya  $343^\circ 55' 3,33''$  dari patok (azimuth

matahari) alat di putar searah jarum jam. Eratkan kembali kunci *horizontal* jika sudah mendekati nilai azimuth hilal dari sudut *horizontal* pada alat Total Station, lalu putar pelan-pelan menggunakan *knop horizontal (horizontal tangent screw)*/visir penggerak halus sampai nilai horizontal Total Station benar-benar tepat dengan nilai azimuth hilal yang dilihat pada *display*. Dan untuk azimuth hilal tanggal 19 Juni 2012 M, lakukan seperti langkah tadi.

2. Buka kunci knop vertikal (*vertical clamp knob*), lalu arahkan teropong Total Station ke arah garis *horizon* sebagai bidang referensi  $0^{\circ}$  ketinggian hilal, kemudian arahkan teropong vertikal sesuai dengan nilai ketinggian hilal yang telah didapat dari perhitungan metode Ephemeris.
3. Lihatlah bidang *horizon* dan ketinggian hilal melalui lup teropong Total Station. Atur *focus adjustman* jika objek terlihat buram atau tidak *fokus*, sehingga objek *horizon* dan hilal di langit terlihat dengan jelas bersama garis benang silang *frame target object*. Lihat nilai ketinggian hilal pada *display* jika mendekati lalu kunci knop vertikal dan putar pelan-pelan menggunakan *knop* visir vertikal penggerak halus sampai nilai vertikal benar-benar tepat dengan nilai ketinggian hilal yang dilihat pada *display*.
4. Apabila posisi alat Total Station sudah siap mengarah ke posisi hilal yang akan muncul, tunggulah sampai waktu menunjukkan memulai pengamatan munculnya hilal menggunakan teropong. Atur *focus adjustman* jika objek hilal terlihat buram atau tidak *fokus*.

5. Apabila waktu mendekati akan munculnya hilal, pengamatan atau observasi yang dilakukan mulai terbenam matahari dengan menggerakkan knop *horizontal* dan vertikal untuk mencari keberadaan hilal.
6. Dan untuk menentukan azimuth hilal tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M, lakukan seperti langkah tadi.

#### **3.4.5. Proses pada Waktu Melihat Hilal**

Ketika melakukan observasi dilapangan, hilal terlihat pada waktu Matahari terbenam yang telah dihitung dengan metode Ephemeris dan sesuai keadaan matahari di lapangan. Adapun hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mencatat waktu terbenamnya Matahari, dengan memperhatikan Matahari mulai dari saat Matahari belum terbenam sampai tepat pada saat bagian piringan atas Matahari terbenam kemudian catat waktunya.
2. Perhatikan pada posisi perkiraan letak hilal. Pada posisi itu hilal mulai diamati.
3. Mencatat waktu melihat hilal dengan teliti.
4. Mencatat azimuth matahari terbenam, azimuth hilal dan ketinggian hilal (sambil teropong megikuti dan mencatat arah terbenam Matahari dan hilal).
5. Mencatat keadaan cuaca di langit disekitar hilal pada saat itu menurut tingkatannya sesuai dengan ketentuan yaitu:

- Tidak ada awan, langit biru sampai *horizon*.
  - Awan tipis tidak merata.
  - Awan tipis merata dan atau awan tebal.
6. Hasil pelaksanaan observasi penentuan posisi hilal, baik berhasil melihat hilal atau pun tidak, hendaknya sesegera mungkin dilaporkan kepada Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama untuk disimpan sebagai data observasi dan dapat diolah kembali untuk mempelajari sifat-sifat Bulan.

Pengamatan/observasi pada tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M untuk penentuan awal bulan Sya'ban 1433 H dan pada tanggal 19 Juli 2012 M untuk penentuan awal bulan Ramadhan 1433 H, hilal tidak nampak. Sehingga proses yang dilakukan adalah melaporkan kepada Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama tentang hasil pengamatan tersebut, untuk di rapatkan pada sidang *Isbat* untuk menetapkan awal bulan Sya'ban dan Ramadhan 1433 H.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Perhitungan Posisi Hilal**

Hasil perhitungan penentuan posisi hilal dengan metode perhitungan Hakiki Kontemporer Ephemeris menggunakan data astronomi guna mengetahui kondisi Bulan dan Matahari, baik yang berkenaan dengan saat *Ijtima'* (konjungsi) dengan Matahari, ketinggiannya, azimuth nya maupun saat terbenamnya Matahari dan lain-lain pada hari ke 29 setiap bulan Qamariyah. Proses perhitungan metode Ephemeris dilakukan untuk menentukan posisi hilal pada awal bulan Sya'ban dan awal bulan Ramadhan 1433 Hijriyah.

##### **4.1.1. Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban**

Proses perhitungan posisi hilal untuk menentukan awal bulan Sya'ban 1433 Hijriyah menggunakan metode Ephemeris. Untuk menentukan awal bulan Sya'ban proses perhitungan posisi hilal ditentukan pada tanggal 29 Rajab 1433 Hijriyah guna mengetahui esok hari sudah masuk atau belum awal bulan Sya'ban. Lokasi penentuan posisi hilal pada tanggal 29 Rajab 1433 H untuk menetapkan awal bulan Sya'ban di markas TNI AU Ngeliyep Kabupaten Malang landasan *helipad*.

Hasil perhitungan tanggal, bulan dan tahun serta waktu pukul berapa (GMT) *Ijtima'* dimaksud terjadi untuk awal bulan Sya'ban 1433 H, dilakukan

perhitungan konversi penanggalan Hijriyah ke penggalan Masehi. Hal tersebut guna memperoleh data astronomi pada metode Ephemeris, karena data astronomi Ephemeris menggunakan penanggalan Masehi dan waktu Greenwich Mean Time (GMT).

Proses perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Ephemeris selain untuk menentukan tanggal, bulan, tahun dan waktu terjadi *Ijtima'* pada tanggal 29 Rajab 1433 H, hasil perhitungan ini juga menghasilkan data tentang waktu terbenam Matahari, azimuth matahari (pada jam Matahari terbenam), azimuth hilal, ketinggian hilal yang terdiri dari tinggi hilal *upper limb*, tinggi hilal *lower limb* dan tinggi hilal titik pusat, azimuth hilal, beda azimuth Matahari dengan Hilal, lama hilal, keadaan hilal, arah terbenam hilal, iluminasi hilal, nurul hilal/pencahayaan hilal dan umur hilal pada tanggal 29 Rajab 1433 H atau 19 Juni 2012 M untuk menetapkan awal bulan Sya'ban 1433 H.

Adapun hasil perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris pada tanggal 29 Rajab 1433 H ditampilkan pada tabel sebagai berikut: (hasil table data perhitungan yang lengkap terdapat di lampiran)

**Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah**

Data Penentuan Posisi Hilal Untuk Awal Bulan Sya'ban 1433 H						
Ijtima menjelang awal bulan		Sya'ban			1433	H
Terjadi pada hari	Selasa	Wage	19	Juni	2012	
	Jam	menit	detik	Waktu Wilayah (Zone)		
Waktu	15	3	32.65	GMT		
	22	3	32.65	WIB		
Lokasi	TNI AU NGLIYEP			MALANG		
	°	'	"	° desimal		
Lintang	Selatan	-8	-21	-14.1	-8.353916666667	
Bujur	Timur	112	25	51.2	112.430888888889	
Tinggi	247	meter dari permukaan laut				
Tanggal Hijriyah	29	Rajab		1433	H	
Tanggal Masehi	Selasa	Wage	19	Juni	2012	
	Jam / °	m / '	d / "	°	Keterangan	
Matahari terbenam	17	22	49.91	WIB		
Azimuth Matahari	23	29	35.30	23.49	di Utara Titik Barat	
Tinggi hilal (Upper Limb)	-2	-45	-40.94	-2.76	di bawah Ufuk Mar'i	
Tinggi hilal (Lower Limb)	-3	-15	-27.30	-3.26	di bawah ufuk Mar'i	
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)	-3	0	-34.12	-3.01	di bawah ufuk Mar'i	
Azimuth hilal	21	15	27.31	21.26	di Utara Titik Barat	
Posisi hilal ( beda Azimuth)	2	14	7.99	2.24	di Selatan Matahari	
Keadaan hilal	Hilal Miring Selatan					
Arah terbenam hilal	21	39	53.19	21.66	di Utara Titik Barat	
Illuminasi hilal	0.00064673		Bagian			
	0.06		%			
Nurul hilal	0.2369		Jari			

#### **4.1.2. Perhitungan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan**

Proses perhitungan posisi hilal untuk menentukan awal bulan Ramadhan 1433 Hijriyah menggunakan metode Ephemeris. Untuk menentukan awal bulan Ramadhan proses perhitungan posisi hilal ditentukan pada tanggal 29 Sya'ban 1433 Hijriyah guna mengetahui esok hari sudah masuk atau belum awal bulan Ramadhan. Lokasi penentuan posisi hilal pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H untuk menetapkan awal bulan Ramadhan di lantai teratas Bank Kalimantan Selatan Kota Banjarmasin.

Hasil perhitungan tanggal, bulan dan tahun serta waktu pukul berapa (GMT) *Ijtima'* dimaksud terjadi untuk awal bulan Ramadhan 1433 H, dilakukan perhitungan konversi penanggalan Hijriyah ke penanggalan Masehi. Hal tersebut guna memperoleh data astronomi pada metode Ephemeris, karena data astronomi Ephemeris menggunakan penanggalan Masehi dan waktu Greenwich Mean Time (GMT).

Proses perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Ephemeris selain untuk menentukan tanggal, bulan, tahun dan waktu terjadi *Ijtima'* pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H, hasil perhitungan ini juga menghasilkan data tentang waktu terbenam Matahari, azimuth matahari (pada jam Matahari terbenam), azimuth hilal, ketinggian hilal yang terdiri dari tinggi hilal *upper limb*, tinggi hilal *lower limb* dan tinggi hilal titik pusat, azimuth hilal, beda azimuth Matahari dengan Hilal, lama hilal, keadaan hilal, arah terbenam hilal, iluminasi hilal, nurul hilal/pencahayaan hilal dan umur hilal

pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H atau 19 Juli 2012 M untuk menetapkan awal bulan Ramadhan 1433 H.

Adapun hasil perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H ditampilkan pada tabel sebagai berikut: (hasil table data perhitungan yang lengkap terdapat di lampiran)

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris Penentuan Posisi Hilal

Awal Bulan Ramadhan 1433 Hijriyah

Data Penentuan Posisi Hilal Untuk Awal Bulan Sya'ban 1433 H						
Ijtima menjelang awal bulan		<i>Ramadhan</i>		1433	H	
Terjadi pada hari		Kamis	Wage	19	Juli	2012
		Jam	menit	detik	Waktu Wilayah (Zone)	
Waktu		4	25	24.49	GMT	
		12	25	24.49	WITA	
Lokasi		BANK KAL-SEL			Banjarmasin	
		°	'	"	° desimal	
Lintang	Selatan	3	19	32.2	-3.325611111111	
Bujur	Timur	114	35	24.3	114.590083333333	
Tinggi		52	<i>meter dari permukaan laut</i>			
Tanggal Hijriyah		29	<i>Sya'ban</i>		1433	H
Tanggal Masehi		<i>Kamis</i>	<i>Wage</i>	19	<i>Juli</i>	2012
		<i>Jam / °</i>	<i>m / '</i>	<i>d / "</i>	°	Keterangan
Matahari terbenam		18	27	25.55	WITA	
Azimuth Matahari		20	42	3.41	20.70	di Utara Titik Barat
Tinggi hilal (Upper Limb)		1	13	28.75	1.22	di atas Ufuk Mar'i
Tinggi hilal (Lower Limb)		0	52	0.66	0.87	di atas ufuk Mar'i
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)		1	4	19.77	1.07	di atas ufuk Mar'i

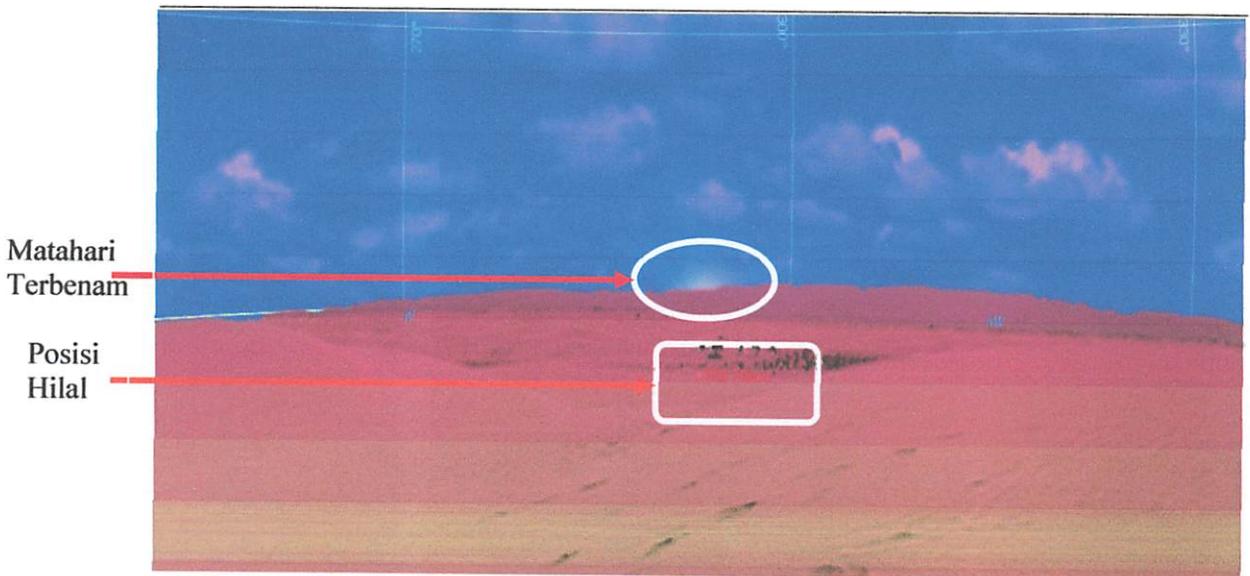
Azimuth hilal	16	4	56.67	16.08	di Utara Titik Barat
Posisi hilal ( beda Azimuth)	4	37	6.74	4.62	di Selatan Matahari
Keadaan hilal			<i>Hilal Miring Selatan</i>		
Lama hilal	0	4	56.74		
Hilal terbenam	18	32	22.28		0
Azimuth terbenam hilal	16	0	23.54	16.01	di Utara Titik Barat
Illuminasi hilal	0.00204970				Bagian
	0.20				%
Nurul hilal	0.3185				Jari
Umur hilal	hari	jam	menit	detik	jam desimal
	0	29	2	1	29.0336

#### **4.2. Hasil Visualisasi Visibilitas Hilal**

Pengolahan data dengan menggunakan program *Starry Night Pro Plus 6.0* untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal dari data sekunder. Dengan adanya visualisasi visibilitas hilal membantu dalam menganalisa tentang visibilitas/kenampakan hilal pada awal bulan Qamariyah, sehingga dapat dijadikan sebagai visualisasi prediksi kemungkinan hilal dapat terlihat atau tidaknya. Hasil visualisasi dapat dijadikan sebagai pemersatu perbedaan dalam pengambilan kesimpulan penetapan awal bulan Qamariyah. Penelitian ini menampilkan visualisasi visibilitas hilal pada waktu Matahari terbenam untuk menetapkan awal bulan Sya'ban dan awal bulan Ramadhan 1433 Hijriyah.

#### **4.2.1. Visualisasi Visibilitas Hilal Awal Bulan Sya'ban**

Hasil pengolahan data dengan menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal pada tanggal 29 Rajab 1433 H atau tanggal 19 Juni 2012 M. Hasil visualisasi hilal tersebut dapat dijadikan sebagai penetapan awal bulan Sya'ban 1433 H. Hasil visualisasi hilal pada tanggal 19 Juni 2012 M yang ditampilkan oleh program Starry Night Pro Plus 6.0 sebagai berikut:

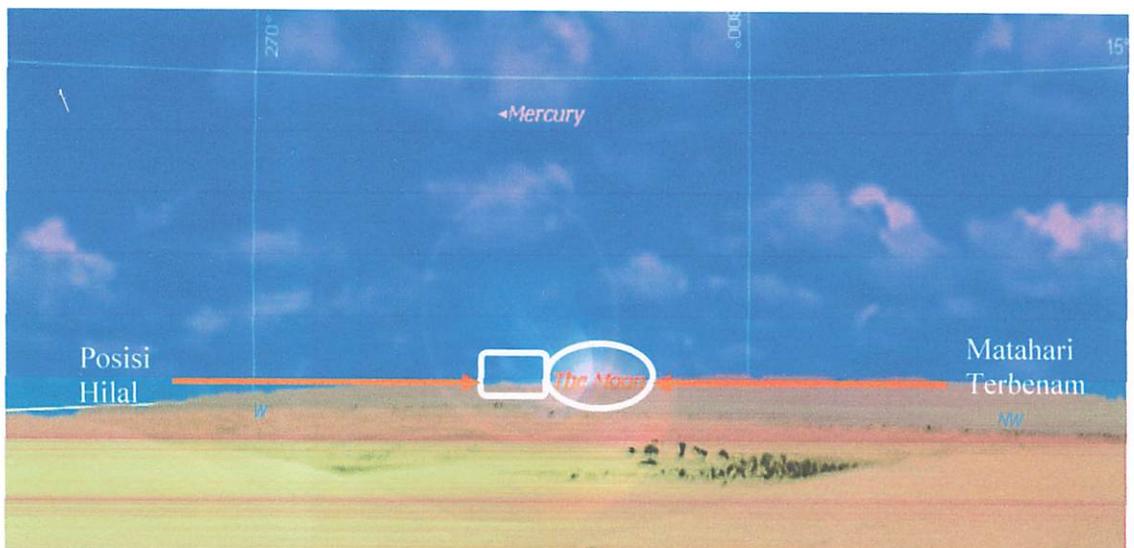


Gambar 4.1. Visualisasi visibilitas hilal tanggal 29 Rajab 1433 H

#### **4.2.2. Visualisasi Visibilitas Hilal Awal Bulan Ramadhan**

Hasil pengolahan data dengan menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk menampilkan visualisasi visibilitas hilal pada tanggal 27 Sya'ban 1433 H atau tanggal 19 Juli 2012 M. Hasil visualisasi hilal tersebut dapat dijadikan sebagai penetapan awal bulan Ramadhan 1433 H. Hasil

visualisasi hilal pada tanggal 19 Juli 2012 M yang ditampilkan oleh program Starry Night Pro Plus 6.0 sebagai berikut:



Gambar 4.2. Visualisasi vibilitas hilal tanggal 29 Sya'ban 1433 H

#### **4.3. Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal untuk Awal Bulan Qamariyah**

Hasil pengolahan data sekunder untuk proses perhitungan penentuan posisi hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris. Hasil perhitungan metode tersebut dijadikan sebagai data untuk pedoman atau acuan yang akan dibawa pada saat observasi atau pengamatan posisi hilal yang sering disebut dalam bidang ilmu Falak, yakni Rukyat. Penelitian ini dilakukan observasi penentuan posisi hilal untuk penetapan awal bulan Sya'ban dan awal bulan Ramadhan 1433 H yang dilaksanakan di masing-masing lokasi berbeda.

##### **4.3.1. Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Sya'ban**

Hasil observasi atau pengamatan posisi hilal dari hasil data perhitungan metode Ephemeris untuk penetapan awal bulan Sya'ban yang dilakukan pada tanggal 29 Rajab 1433 H atau 19 Juni 2012 M dan berlokasi titik pengamatan di markas TNI AU radar 221 landasan *helipad* Ngliyep Kabupaten Malang. Observasi ini untuk ketinggian bereferensi pada *horizon line/ufuk*, yaitu mengarah pada pantai selatan atau Samudera Hindia. Hasil data perhitungan metode Ephemeris untuk penetapan awal bulan Sya'ban menghasilkan nilai azimuth hilal  $21^{\circ} 15' 27.31''$  dari arah utara mengarah ke barat.

Untuk ketinggian hilal *mar'i*, yaitu  $-2^{\circ} 45' 40,94''$  (*upper limb/tepi atas piringan*), tanda negatif ini mengartikan bahwa posisi hilal pada tanggal 19 Juni 2012 M posisi keberadaan hilal di bawah *horizon line*. Dengan hasil nilai ketinggian hilal berada di bawah *horizon*, maka kemunculan hilal awal bulan

tidak dapat dilakukan observasi/pengamatan penentuan posisi hilal pada tanggal 19 Juni 2012 M. Untuk memastikan penetapan awal bulan Sya'ban 1433 H, maka dilakukan observasi penentuan posisi hilal pada tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M di lapangan/lokasi yang telah ditentukan.

Hasil observasi atau pengamatan posisi hilal pada tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M untuk memastikan keberadaan hilal sudah berada di atas *horizon* sebagai penetapan awal bulan Sya'ban 1433 H, pada saat dilakukan observasi keadaan cuaca di sekitar *horizon* dan arah langit perkiraan munculnya hilal pada kondisi cuaca tingkat tiga. Maksud kondisi cuaca tingkat tiga adalah awan tipis dan tebal merata, sehingga proses observasi penentuan posisi hilal tidak dapat terlihat akibat faktor keadaan cuaca di laut pantai selatan. Keadaan cuaca observasi atau pengamatan posisi hilal tanggal 20 dan 21 Juni 2012 M ditunjukkan pada gambar berikut ini:



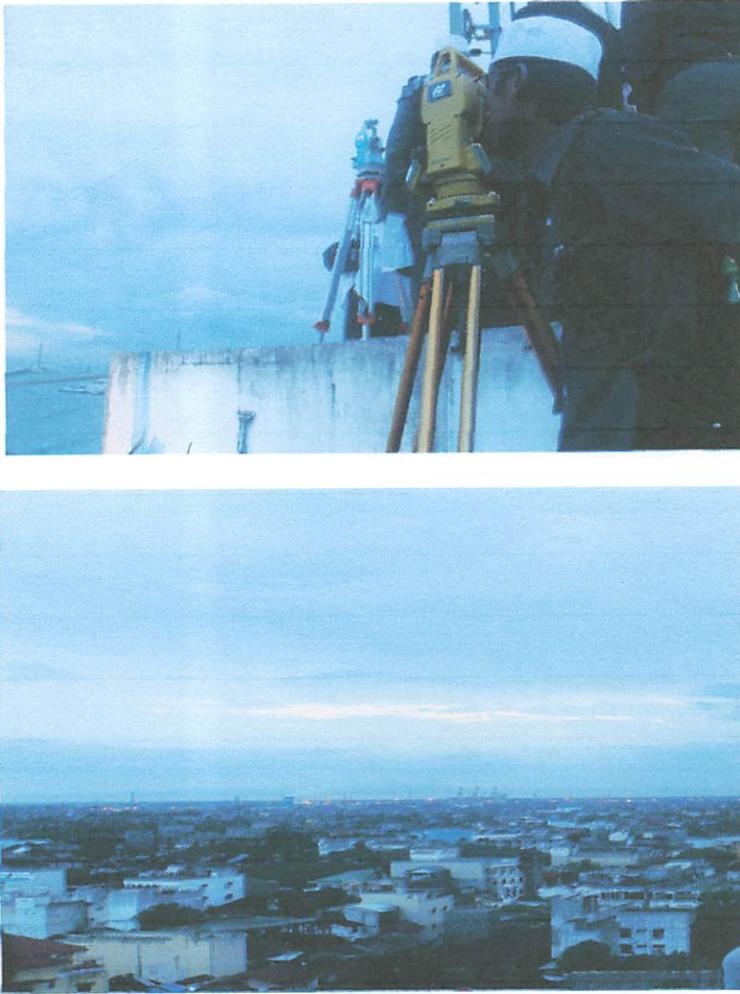
Gambar 4.3. Observasi penentuan posisi hilal awal bulan Sya'ban 1433 H

#### **4.3.2. Hasil Observasi Penentuan Posisi Hilal Awal Bulan Ramadhan**

Hasil observasi atau pengamatan posisi hilal dari hasil data perhitungan metode Ephemeris untuk penetapan awal bulan Ramadhan yang dilakukan pada tanggal 29 Sya'ban 1433 H atau 19 Juli 2012 M dan berlokasi titik pengamatan di lanantai teratas gedung Bank Kalimantan Selatan Kota Banjarmasin. Observasi ini untuk ketinggian bereferensi pada *horizon line/ufuk*, yaitu mengarah pada arah barat gedung. Hasil data perhitungan metode Ephemeris untuk penetapan awal bulan Ramadhan menghasilkan nilai azimuth hilal  $16^{\circ} 4' 56,67''$  dari arah utara mengarah ke barat.

Untuk ketinggian hilal *mar'i*, yaitu  $1^{\circ} 13' 28.75''$  (*upper limb/tepi* atas piringan), ini mengartikan bahwa posisi hilal pada tanggal 19 Juni 2012 M posisi keberadaan hilal di atas *horizon line*. Dengan hasil nilai ketinggian hilal berada di atas *horizon*, maka dilakukan observasi/pengamatan penentuan posisi hilal pada tanggal 19 Juli 2012 M, untuk memastikan penetapan awal bulan Sya'ban 1433 H di lapangan/lokasi yang telah ditentukan.

Hasil observasi atau pengamatan posisi hilal pada tanggal 19 Juli 2012 M untuk memastikan penetapan awal bulan Sya'ban 1433 H, pada saat dilakukan observasi keadaan cuaca di sekitar *horizon* dan arah langit perkiraan munculnya hilal pada kondisi cuaca tingkat tiga. Maksud kondisi cuaca tingkat tiga adalah awan tipis dan tebal merata, sehingga proses observasi penentuan posisi hilal tidak dapat terlihat akibat faktor keadaan cuaca. Keadaan cuaca observasi atau pengamatan posisi hilal tanggal 19 Juli 2012 M ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 4.4. Observasi penentuan posisi hilal awal bulan Ramadhan 1433 H

#### 4.4. Analisa Kriteria Visibilitas Hilal dari Metode Hakiki Kontemporer

Perkembangan pemahaman ilmu Astronomi kini telah memasuki semua lapisan masyarakat, termasuk juga ormas-ormnas Islam yang memanfaatkannya untuk penentuan awal bulan Qamariyah, khususnya terkiat dengan penentuan awal bulan Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha. Momentum ini sangat baik untuk digunakan dalam upaya mencari solusi perbedaan penetapan awal bulan tersebut. Perdebatan hukum agama (dalil *syar'i*) antar-ormas atau kelompok

masyarakat Islam yang selama ini perpedoman pada observasi/pengamatan (*rukyyat*) dan perhitungan (*hisab*) cenderung tidak terselesaikan karena masing-masing menganggap hukum yang diyakininya yang paling shahih dan kuat. Perdebatan semacam itu sudah saatnya diakhiri dan cukup dijadikan keberagaman pemikiran hukum. Pemahaman astronomi yang semakin luas perlu terus dibangun untuk mencari titik temu antarormas tanpa mempermasalahkan perbedaan rujukan hukum agama.

Perkembangan ilmu Astronomi menciptakan metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan penggunaan program Starry Night Pro Plus 6.0 bisa menjadikan salah satu metode untuk perhitungan dan observasi hilal awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah. Hal ini guna memberikan diskripsi dan solusi kepada ormas-ormas yang mempunyai pendapatnya masing-masing, sehingga dapat menyatukan masalah perbedaan penanggalan awal bulan Qamariyah dalam kalender Hijriyah.

Kriteria visibilitas hilal merupakan kajian astronomi yang terus berkembang, bukan sekadar untuk keperluan penentuan awal bulan Qamariyah (lunar calendar) bagi ummat Islam, tetapi juga merupakan tantangan saintifik para pengamat hilal. Tiga aspek penting yang berpengaruh, yaitu:

1. Kondisi fisik hilal akibat *illumination* (pencahayaan) pada Bulan.
2. Kondisi cahaya latar depan akibat hamburan cahaya matahari oleh atmosfer di *horizon*.
3. Kondisi cuaca/awan pada *horizon* saat observasi penentuan posisi hilal.

Kondisi *illumination* Bulan sebagai prasyarat terlihatnya hilal pertama kali diperoleh Danjon yang berdasarkan data pengamatan menyatakan bahwa pada jarak Bulan-Matahari kurang dari  $7^\circ$  hilal tak mungkin terlihat. Batas  $7^\circ$  tersebut dikenal sebagai limit *Danjon*. Dengan model tersebut *Schaefer* menunjukkan bahwa limit *Danjon* disebabkan karena batas sensitivitas mata manusia yang tidak bisa melihat cahaya hilal yang sangat tipis.

Hasil pengamatan *Danjon* memunculkan pendapat bahwa kecerlangan total sabit hilal akan semakin berkurang dengan makin dekatnya bulan ke matahari. Pada jarak  $5^\circ$  kecerlangan di pusat sabit hanya 10,5 magnitudo, sedangkan di ujung tanduk sabit pada posisi  $50^\circ$  kecerlangannya hanya 12 magnitudo. Pada batas sensitivitas mata manusia, sekitar magnitudo, hilal terdekat dengan Matahari berjarak sekitar  $7,5^\circ$ . Pada jarak tersebut hanya titik. bagian tengah sabit yang terlihat. Untuk jarak yang lebih jauh dari Matahari busur sabit yang terlihat lebih besar, misalnya pada jarak  $10^\circ$  busur sabit sampai sekitar  $50^\circ$  dari pusat sabit ke ujung tanduk sabit (*cusps*).

Kriteria visibilitas hilal menggunakan metode Hakiki Kontemporer, yakni: perhitungan metode Ephemeris dan visualisasi menggunakan program *Starry Night Pro Plus 6.0* dapat dijadikan sebagai Solusi Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia serta Penyatuan Kalendar Islam. Hal ini didasarkan pada alasan bahwa kriteria metode tersebut berbasis pada beda tinggi Bulan-Matahari dan beda azimut Bulan-Matahari.

Penentuan kriteria visibilitas hilal di Indonesia pada uraian sebelumnya posisi hilal dapat diketahui melalui satuan di bawah detik. Dengan demikian

kesalahan melihat hilal dapat dihindari sedemikian rupa, memudahkan untuk memfokuskan pengamatan setelah diketahui ketinggian hilal secara pasti. Penampakan hilal muda pertama kali yang dapat diamati mempunyai ketinggian hilal berkisar antara  $2^{\circ}$  –  $13^{\circ}$ , dengan lama waktu yang dibutuhkan hanya beberapa menit setelah matahari terbenam. Supaya arah observasi tepat dan cermat menggunakan sebuah alat fokus hilal seperti Total Station. Oleh karena itu metode Hakiki Kontemporer dapat dijadikan pedoman untuk menentukan *Imkanurrukyat* berdasarkan ketinggian hilal (*attitude*).

Permasalahan kriteria visibilitas yang banyak dianut oleh beberapa ormas Islam sehingga berdampak pada penentuan awal bulan Qamariyah. Nahdlatul Ulama (NU) dengan kriteria tinggi Hilal minimal  $2^{\circ}$  di atas *hertzon* dan Muhammadiyah menggunakan kriteria *wujudul hilal* dengan prinsip *wilayatul hukmi* yaitu kriteria tinggi hilal di atas *horizon*  $0^{\circ}$  sudah memasuki bulan Qamariyah baru.

Hal tersebut menunjukkan bahwa persoalan perbedaan awal Ramadhan dan hari raya kadang muncul dan berpotensi menimbulkan masalah sosial. Maka hal utama yang harus diupayakan adalah menetapkan kriteria tunggal yang dapat digunakan oleh semua ormas Islam dan pemerintah (yang secara teknis dilakukan oleh Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama).

Pemerintah Republik Indonesia melalui pertemuan Menteri-menteri Agama, Brunei, Indonesia, Malaysia dan Singapura (MABIMS) telah menetapkan kriteria *Imkanurrukyat* yang dipakai secara resmi untuk penentuan awal bulan Qamariyah dan menyatakan bahwa hilal dianggap terlihat dan keesokannya

ditetapkan sebagai awal bulan Qamariyah baru apabila memenuhi salah satu syarat-syarat sebagai berikut:

1. Ketika Matahari terbenam, ketinggian hilal di atas *horizon/ufuk* tidak kurang dari  $2^{\circ}$ .
2. Jarak lengkung Bulan-Matahari (sudut elongasi) tidak kurang dari  $3^{\circ}$ .
3. Ketika Bulan terbenam, umur bulan tidak kurang dari 8 jam setelah terjadinya konjungsi/*Ijtima'*.

#### 4.4.1. Hasil Analisa Kriteria Visibilitas Hilal Penetapan Awal Bulan Sya'ban

Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Rajab 1433 Hijriyah atau 19 Juni 2012 Masehi menghasilkan data berupa: ketinggian hilal (*Upper Limb*, *Lower Limb* dan *titik pusat hilal*), beda azimuth Matahari-Hilal, seperti ditunjukkan tabel data sebagai berikut:

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris (ketinggian hilal, beda azimuth Matahari-Hilal) tanggal 19 Juni 2012 Masehi

Hasil Data Ephemeris	°	'	"	Keterangan
Azimuth Matahari	23	29	35.30	di Utara Titik Barat
Tinggi hilal ( <i>Upper Limb</i> )	-2	-45	-40.94	di bawah Ufuk Mar'i
Tinggi hilal ( <i>Lower Limb</i> )	-3	-15	-27.30	di bawah ufuk Mar'i
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)	-3	-0	-34.12	di bawah ufuk Mar'i
Azimuth hilal	21	15	27.31	di Utara Titik Barat
Posisi hilal ( beda Azimuth)	2	14	7.99	di Selatan Matahari

Tabel data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris di atas tadi dapat dianalisa bahwa situasi hilal menjelang awal bulan Sya'ban 1433 H, *Ijtima'* terjadi hari Selasa Wage. 19 Juni 2012 M, pukul 22.03.32,65 WIB, artinya, *Ijtima'* terjadi setelah Matahari terbenam. Pada saat Matahari terbenam di lokasi pada pukul 17.22.49,91 WIB, posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah  $2^{\circ} 45' 40,94''$  yang artinya posisi hilal di bawah *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal  $2^{\circ} 14' 7,99''$  di selatan Matahari. Dan hasil visualisasi hilal menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 menggambarkan posisi hilal berada di bawah *horizon*.

Dari data hasil perhitungan dan visualisasi tersebut, posisi hilal tidak dapat dilakukan observasi/pengamatan (*rukyyat*) berarti belum memenuhi kriteria visibilitas *Imkamurrukyat* (MABIMS). Dengan demikian, menurut hukum islam jumlah bulan digenapkan mejadi 30 hari atau disebut *Istiqmal* dan kriteria visibilitas *Imkamurrukyat*, maka tanggal "*1 Sya'ban 1433 Hiriyah bertepatan pada hari Kamis, tanggal 21 Juni 2012 Masehi*".

#### **4.4.2. Hasil Analisa Kriteria Visibilitas Hilal Penetapan Awal Ramadhan**

Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Sya'ban 1433 Hijriyah atau 19 Juli 2012 Masehi menghasil data berupa: ketinggian hilal (*Upper Limb, Lower Limb dan titik pusat hilal*), beda azimuth Matahari-Hilal, seperti ditunjukkan tabel data sebagai berikut:

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris (ketinggian hilal, beda azimuth Matahari-Hilal) tanggal 19 Juli 2012 Masehi

Hasil Data Ephemeris	°	'	"	Keterangan
Azimuth Matahari	20	42	3.41	di Utara Titik Barat
Tinggi hilal (Upper Limb)	1	13	28.75	di atas Ufuk Mar'i
Tinggi hilal (Lower Limb)	0	52	0.66	di atas ufuk Mar'i
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)	1	4	19.77	di atas ufuk Mar'i
Azimuth hilal	16	4	56.67	di Utara Titik Barat
Posisi hilal ( beda Azimuth)	-4	-37	-6.74	di Selatan Matahari

Tabel data Hasil Perhitungan Metode Ephemeris di atas tadi dapat dianalisa bahwa situasi hilal menjelang awal bulan Ramadhan 1433 H, *Ijtima'* terjadi hari Kamis Wage. 19 Juli 2012 M, pukul 12.25.24,49 WITA, artinya, *Ijtima'* terjadi sebelum Matahari terbenam. Pada saat Matahari terbenam di lokasi pada pukul 18.27.25,55 WITA, posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah 1° 13' 28,75" yang artinya posisi hilal di atas *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal 4° 37' 6,74" di selatan Matahari.

Hasil visualisasi hilal menggunakan program Starry Night Pro Plus 6.0 menggambarkan posisi hilal berada di atas *horizon*, tetapi kenampakan hilal sulit terlihat akibat *Illumination* Bulan yang kecil dan hamburan cahaya matahari di atmosfer. Pada saat dilakukan observasi penentuan posisi hilal pada tanggal 19 Juli 2012 M keadaan cuaca berada pada tingkat tiga, yakni awan tipis dan tebal di sekitar *horizon* dan langit. Dari data hasil perhitungan, visualisasi dan observasi hilal tersebut, posisi hilal sulis dapat terlihat pada lokasi Bank Kal-Sel, berarti belum memenuhi kriteria visibilitas *Imkanurrukyat*

(MABIMS). Dengan demikian, menurut hukum islam jumlah bulan digenapkan mejadi 30 hari atau disebut *Istiqmal* dan kriteria visibilitas *Imkanurrukyat*, maka tanggal “1 Ramadhan 1433 Hiriyah bertepatan pada hari Sabtu, tanggal 21 Juli 2012 Masehi”.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi penelitian dengan judul ” Pengamatan Bintang Untuk Menentukan Posisi Hilal Bulan Dalam Kalender Hijriyah Menggunakan Metode Hakiki Kontemporer, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Rajab 1433 Hijriyah atau 19 Juni 2012 Masehi, yaitu: *Ijtima'* terjadi hari Selasa Wage. 19 Juni 2012 M, pukul 22.03.32,65 WIB, artinya, *Ijtima'* terjadi setelah Matahari terbenam. Dan posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah  $-2^{\circ} 45' 40,94''$  yang artinya posisi hilal di bawah *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal  $2^{\circ} 14' 7,99''$  di selatan Matahari. Dengan demikian, menurut kriteria visibilitas *Imkanurrukyat* (MABIMS), maka tanggal “1 Sya’ban 1433 Hiriyah bertepatan pada hari Kamis, tanggal 21 Juni 2012 Masehi”.
2. Hasil proses perhitungan penentuan posisi hilal dengan menggunakan metode Ephemeris pada tanggal 29 Sya’ban 1433 Hijriyah atau 19 Juli 2012 Masehi, yaitu: *Ijtima'* terjadi hari Kamis Wage. 19 Juli 2012 M, pukul 12.25.24,49 WITA, artinya, *Ijtima'* terjadi sebelum Matahari terbenam. Dan posisi ketinggian hilal *upper limb* adalah  $1^{\circ} 13' 28,75''$  yang artinya posisi hilal di atas *horizon*. Sedangkan beda azimuth Matahari-Hilal  $4^{\circ} 37' 6,74''$  di selatan Matahari. Dengan demikian, menurut kriteria visibilitas *Imkanurrukyat*,

maka tanggal “1 Ramadhan 1433 Hiriyah bertepatan pada hari Sabtu, tanggal 21 Juli 2012 Masehi”.

3. Pengamatan/observasi penentuan posisi hilal sangat di pengaruhi oleh faktor kondisi cuaca, *Illumination* Bulan, ketinggian hilal, beda azimuth Matahari-Hilal untuk memungkin hilal dapat terlihat.
4. Metode Hakiki Kontemporer Ephemeris dan penggunaan program Starry Night Pro Plus 6.0 bisa menjadikan salah satu metode untuk perhitungan (hisab) dan observasi (rukyat) hilal awal bulan Qamariyah dalam kelender Hijriyah. Hal ini guna memberikan diskripsi kepada ormas-ormas yang mempunyai pendapatnya masing-masing, sehingga dapat menyatukan masalah perbedaan penanggalan awal bulan Qamariyah dalam kelender Hijriyah.
5. Metode perhitungan Ephemeris untuk penentuan posisi hilal dianggap layak untuk dijadikan sebagai solusi kriteria visibilitas hilal di Indonesia serta Penyatuan Kalendar Islam, data hasil perhitungan posisi hilal disajikan dalam bentuk derajat( $^{\circ}$ ), menit( $'$ ), detik( $''$ ) dan dalam bentuk desimal. Dengan demikian kesalahan melihat hilal dapat dihindari sedemikian rupa, memudahkan untuk memfokuskan pengamatan. Supaya arah ruykat tepat dan cermat yang diperlukan sebuah alat fokus hilal (Total Station).
6. Penggunaan program Starry Night Pro Plus 6.0 untuk memvisualisasi hilal, dapat mejadi salah satu instrumentasi penunjang untuk solusi dan tolak ukur atas kriteria visibilitas hilal yang baru yakni penyempurnaan kriteria yang selama ini ada. Dengan demikian, aspek perhitungan (hisab) maupun

pengamatan (rukyat) mempunyai pijakan yang kuat, bukan sekadar rujukan hukum agama (dalil *syar'i*) tetapi juga interpretasi berdasarkan ilmu *science* yang bisa diterima bersama.

#### 5.4 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan kepada berbagai pihak guna pengembangan dan penyempurnaan dari penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan metode Ephemeris untuk penentuan posisi hilal menggunakan program *Microsoft Excel* memiliki kelemahan dari segi tidak efisien waktu karena proses pekerjaan secara manual. Dengan demikian, untuk mengembangkan penelitian ini penulis memberikan saran perhitungan metode Ephemeris dapat dibuat dalam bentuk bahasa programan.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk proses pengamatan posisi hilal secara digitalisasi menggunakan kamera non metrik yakni DSLR dengan spesifikasi tertentu yang dikonektifitas dengan program *Starry Night Pro Plus*, yang dimaksudkan kamera akan menangkap hilal dilangit yang ditampilkan pada *window* program *Starry Night Pro Plus*.
3. Pemerintah melalui Kementerian Agama sudah seharusnya memiliki tanggung jawab terhadap permasalahan ini, dengan bekerja sama dan menunjuk langsung para ulama, lembaga/orginisasi Islam dan pakar Astronomi dalam upaya penentuan awal bulan Hijriyah agar tidak terjadi perselihan di tengah masyarakat menyangkut persoalan penentuan awal bulan Ramadhan, Syawal dan Dzulhijjah.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***DAFTAR PUSTAKA***

MALANG

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha Rinto, 2012. *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta, Lab Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM Yogyakarta.
- Arkanuddin Mutoha, 2007. *Modul Pelatihan Hisab Dan Rukyat Awal Bulan Hijriyah*, Rukyatul Hilal Indonesia.
- Azhari Susiknan, 2001. *Ilmu Falak: Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Lazuardi.
- Djambek Saadod' din, 1976. *Hisab Awal Bulan*, Jakarta, Tintamas.
- Febriyanti Keki, 2011. *Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris Dan Almanak Nautika)*, Malang Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Imaginova Corp, 2006. *Starry Night User's Guide For Macintosh And Windows, Canada*.
- Kementerian Agama RI, 2012. *Ephemeris Hisab Rukyat 2010*, Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syari'ah.
- Kementerian Agama RI, 2010. *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syari'ah.
- Khazin Muhyiddin, 2005. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Maspoetra Nabhan, 2008. *Menentukan Koordinat Geografis (Letak Suatu Tempat Di Bumi)*, Jakarta, Pusdilal Tenaga Teknis Keagamaan.
- Meeus Jean, 1991. *Astronomical Algorithms*, United States of America.

Mobarak, 2010. *Program & Software Aplikasi Ilmu Falak (Saf)*. Banjarmasin, Balai Diklat Keagamaan.

Nasrullah Zaid, 2011. Penentuan Bulan Ramadhan, Syawal Maupun Dzulhijjah.

<http://zaidnasrullah.wordpress.com/2011/05/31/penentuan-awal-ramadhan-dan-syawal-maupun-dzulhijjah/>. 10 Maret 2012.

Nurwendaya Cecep, 2011. *Kaidah Falakiah*, Jakarta, Planetarium & Observatorium dan Anggota BHR Kementerian Agama RI.

Rachim Abdur, 1983. *Perhitungan Awal Bulan*, Yogyakarta: Liberty.

Sriyatin, 2006. *Kaidah Falakiah Sistem Ephemeris Hisab Rukyat*, Jogjakarta. Rukyatul Hilal Indonesia.

Sriyatin, 2006. *Koordinat Geografis ( Permukaan Bumi)*, Jogjakarta, Rukyatul Hilal Indonesia.

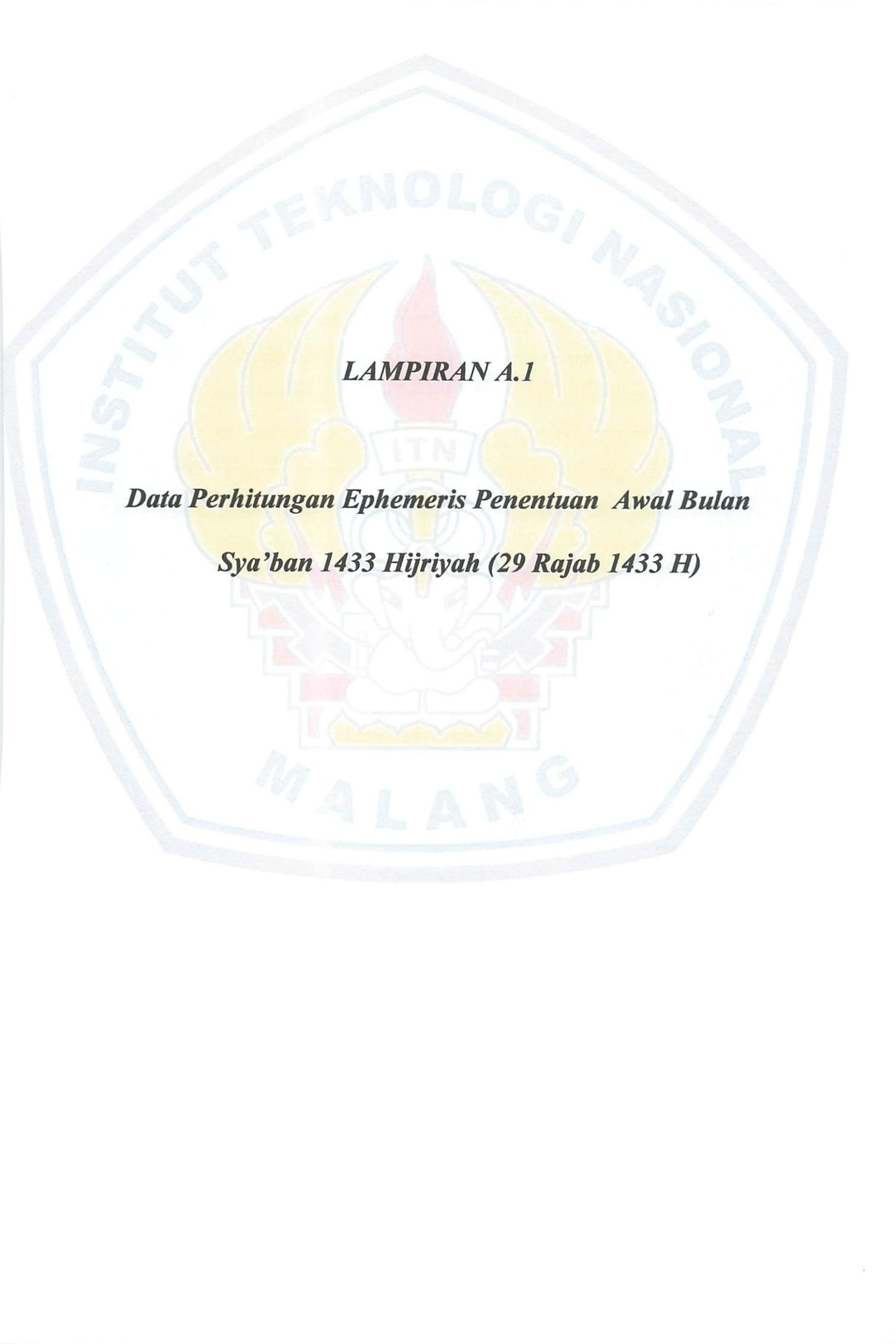
Sriyatin, 2009. *Menghitung Awal Bulan Sistem Ephemeris Hisab-Rukyat*, Jogjakarta, Rukyatul Hilal Indonesia.

<http://rukyaatulhilal.org/artikel/sriyatin-menghitung-awal-bulan-sistem-ephemeris-hisab-rukyaat.html>. 12 Maret 2012.

W.M. Smart, 1977. *Textbook on Spherical Astronomy*, Australia, University of Cambrige.

Yusuf KS, 2007. *Penentuan Hilal Dengan Ru'yah dan Hisab*,

<http://myks.wordpress.com/2007/10/03/penentuan-Hilal-dengan-ruyah-danhisab/>. 5 Maret 2012.

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape above a white and red shield, with the letters 'ITN' in the center. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is arched across the top, and 'MALANG' is at the bottom.

***LAMPIRAN A.1***

***Data Perhitungan Ephemeris Penentuan Awal Bulan***

***Sya'ban 1433 Hijriyah (29 Rajab 1433 H)***

METODE EPHEMERIS: MENENTUKAN POSISI HILAL MARI' TGL 29 BULAN HIJRIYAH							
POSISI HILAL : UPPER LIMB, LOWER LIMB DAN TITIK PUSAT BULAN.							
KOREKSI SEMI DIAMETER: UPPERLIMB (TEPI ATAS BULAN) DITAMBAHKAN,							
LOWER LIMB (TEPI BAWAH BULAN) DIKURANGKAN DAN TITIK PUSAT BULAN = 0							
Selisih kalender Masehi - Hijriyah = 277.016 hari.						INPUT	
Sisa pembagian hari ( dibagi 7 ) dimulai dari hari Jum'at						PILIHAN	
Sisa pembagian hari Pasaran (dibagi 5) dimulai dari Legi						HASIL	
<b>A HISAB URFI</b>							
<b>KONVERSI TANGGAL</b>							
AWAL BULAN :	8	Sya'ban				1433	H
TANGGAL :	29	Rajab				1433	H
		7					
PILIHAN TAHUN MASEHI : KABISAT ATAU BASITHAH						KABISAT	
HASIL	Selasa	Wage	19	Juni	2012	M <sup>9)</sup>	
Waktu yang telah dilalui		TAHUN	BULAN	HARI			
		1432	6	29			
TAHUN	1432	=	DAUR	+ TAHUN <sup>1)</sup>			
1 DAUR = 30 TAHUN			47	22			
47	daur	=	47	x	10631	=	499657 hari
22	tahun	=	22	x	354	=	7788 hari
Kabisat dalam		22	tahun			=	8 hari <sup>2)</sup>
6	bulan					=	177 hari
29	hari					=	29 hari
Jumlah hari sejak 1 Muharram 01 H. s/d							
29	Rajab	1433	H			=	507659 hari
Selisih tetap tahun Masehi dengan tahun Hijriyah						=	227016 hari
Perubahan oleh Paus Gregorius ke-XIII						=	13 hari <sup>3)</sup>
Jumlah hari sejak 1 Januari 01 M. s/d							
29	Rajab	1433	H			=	734688 hari

<b>Dijadikan tanggal, bulan dan tahun masehi</b>								
734688	:	1461	=	502	siklus	lebih	1266	hari <sup>4)</sup>
502	siklus	502	x	4	=	2008	1266	
						tahun	hari	
1266	:	365	=	3	tahun	lebih	171	hari <sup>5)</sup>
<b>Jika Tahun Masehi Kabisat <sup>6)</sup></b>					<b>Lebih bulan</b>		<b>Lebih hari</b>	
171	hari 5)	dari 1 Januari			5		19	
<b>Jumlah</b>	<b>2011</b>	<b>tahun</b>	<b>5</b>	<b>bulan</b>	<b>19</b>	<b>hari</b>		
29	Rajab	1433	H					
<b>Jatuh pada tanggal</b>		19	Juni	2012	M			
		6						
<b>Jika Tahun Masehi Basithah <sup>6)</sup></b>					<b>Lebih bulan</b>		<b>Lebih hari</b>	
171	hari 5)	dari 1 Januari			5		20	
<b>Jumlah</b>	<b>2011</b>	<b>tahun</b>	<b>5</b>	<b>bulan</b>	<b>20</b>	<b>hari</b>		
29	Rajab	1433	H					
<b>Jatuh pada tanggal</b>		20	Juni	2012	M			
		6						

Menghitung Hari				sisanya	Hari		
Hari	507659	:	7	5	Selasa	dimulai Jum'at <sup>7)</sup>	
Menghitung Pasaran				sisanya	Hari		
Pasaran	507659	:	5	4	Wage	dimulai Legi <sup>8)</sup>	
KABISAT	Selasa	Wage	19	Juni	2012	M	
BASITHAH	Selasa	Wage	20	Juni	2012	M	
Pilihan	HARI	PASARAN	TANGGAL	BULAN	TAHUN		
KABISAT	Selasa	Wage	19	Juni	2012	M	
No.	Hjriyah	No.	Masehi			No.	HARI
0	Dzulhijjah -1 Th H.	0	Desember -1 Th			0	Kamis
1	Muharram	1	Januari			1	Jum'at
2	Shafar	2	Februari			2	Sabtu
3	Rabiul Awal	3	Maret			3	Ahad
4	Rabiul Akhir	4	April			4	Senin
5	Jumadil Awal	5	Mei			5	Selasa
6	Jumadil Akhir	6	Juni			6	Rabu
7	Rajab	7	Juli				
8	Sya'ban	8	Agustus				
9	Ramadhan	9	September				
10	Syawal	10	Oktober				
11	Dzulqadah	11	November				
12	Dzulhijjah	12	Desember				

SIKLUS 30 TAHUNAN HISAB URFI		No.	Pasaran	HIJRIYAH			
TH	Koreksi Kabisat Urfi	0	Kliwon	Lbh bulan	Jumlah Hari		
0	0	1	Legi	0	0		
1	0	2	Pahing	1	30		
2	1	3	Pon	2	59		
3	1	4	Wage	3	89		
4	1			4	118		
5	2			5	148		
6	2			6	177		
7	3			7	207		
8	3			8	236		
9	3			9	266		
10	4			10	295		
11	4			11	325		
12	4			12	354/355		
13	5						
14	5						
15	6						
KABISAT MASEHI			BASITHAH MASEHI				
NO	BULAN	Jmh Hari		BULAN	Jmh Hari	NO	
16	6	0	DESEMBER	0	0	DESEMBE	0
17	6	1	JANUARI	31	1	JANUARI	31
18	7	2	FEBRUARI	60	2	FEBRUAR	59
19	7	3	MARET	91	3	MARET	90
20	7	4	APRIL	121	4	APRIL	120
21	8	5	MEI	152	5	MEI	151
22	8	6	JUNI	182	6	JUNI	181
23	8	7	JULI	213	7	JULI	212
24	9	8	AGUSTUS	244	8	AGUSTUS	243
25	9	9	SEPTEMBER	274	9	SEPTEMB	273
26	10	10	OKTOBER	305	10	OKTOBER	304
27	10	11	NOVEMBER	335	11	NOVEMBE	334
28	10	12	DESEMBER	366	12	DESEMBE	365
29	11						
30	11						

#### KETERANGAN

- Satu daur/siklus kalender Hijriyah = 30 tahun (10630 hari), terdiri dari 11 tahun Kabisat (panjang = 355 hari) dan 19 tahun Basithah (pendek = 354 hari).
- Sebelas tahun Kabisat dalam kalender Hijriyah adalah tahun ke- 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, dan 29.  
Contoh: Jika dalam 18 tahun kabisatnya adalah tahun ke- 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18 (7 tahun).
- Pada tahun 1582, Paus Gregorius ke- XIII, atas saran ahli falaknya merubah tanggal 5 Oktober menjadi 15 Oktober (maju 10 hari), selain itu tahun 1700, 1800 dan 1900, yang semula termasuk tahun panjang, dirubah menjadi tahun pendek (maju 3 hari lagi) sehingga jumlahnya menjadi 13 hari.
- Satu siklus kalender Matahari = 4 tahun (1451 hari), terdiri dari satu tahun panjang (366 hari) dan 3 tahun pendek (365 hari).
- Satu tahun Masehi 365 hari.
- Contoh: tahun 2008 kabisat, jadi bulan Februariya 29 hari.
- Menghitung hari dimulai dari sisa angka 1 = Jum'at, 2 = Sabtu, 3 = Ahad, 4 = Senin, 5 = Selasa, 6 = Rabu, 7 atau 0 = Kamis.
- Menghitung Pasaran dimulai dari sisa angka 1 = Legi, 2 = Pahing, 3 = Pon, 4 = Wage, 5 atau 0 = Kliwon.
- Jika diperoleh tanggal: 0 Januari = 31 Desember tahun Masehinya -1, 0 Februari = 31 Januari, 0 Maret = 29 Februari jika tahun Kabisat atau 28 Februari Jika tahun Basithah, 0 April = 31 Maret, 0 Mei = 30 April, 0 Juni = 31 Mei, 0 Juli = 30 Juni, 0 Agustus = 31 Juli, 0 September = 31 Agustus, 0 Oktober = 30 September, 0 November = 31 Oktober, 0 Desember = 30 November. Atau pada akhir bulan sebelumnya.

B	LOKASI / MARKAZ :		TNI AU NGLIYEP			MALANG	
	DAERAH ZONE WAKTU		WIB	WITA	WIT		
	Pilihan Zone Waktu		WIB				
			o	'	"	des o	
	Lintang	Selatan	-8	-21	-14.1	-8.35391666667	
	Bujur	Timur	112	25	51.2	112.430888888889	
	Tinggi		247	meter dari permukaan laut			
C	<b>MENYIAPKAN DATA ASTRONOMIS</b>						
	Fraksi Illuminasi Bulan Terkecil						
	Tanggal	Selasa	Wage	19	Juni	2012	M
	Jam FIB (GMT)	15					
	FIB	0.00034					
	<b>BUJUR EKLIPTIKA (ASTRONOMIS) MATAHARI DAN BULAN</b>						
	Ecliptic Longitude Matahari (ELM) dalam Jam (GMT)						
	Apparent Longitude Bulan (ALB) dalam Jam (GMT)						
	Selisih Bujur (MB) Matahari dan Bulan (ELM - ALB)= Jarak Matahari dan Bulan						
	PADA JAM GMT			o	'	"	o desimal
ELM	Jam	15	88	43	18	88.72166667	
ALB	Jam	15	88	41	39	88.69416667	
SB = (ELM - ALB)			0	1	39	0.0275	
KECEPATAN MATAHARI PERJAM			o	'	"	o desimal	
ELM	Jam	15	88	43	18	88.72166667	
ELM	Jam	16	88	45	41	88.76138889	
Kecepatan Matahari (KM)			0	2	23	0.03972222	
KECEPATAN BULAN PERJAM			o	'	"	o desimal	
ALB	Jam	15	88	41	39	88.69416667	
ALB	Jam	16	89	11	58	89.19944444	
Kecepatan Bulan (KB)			0	30	19	0.50527778	
<b>SELISIH KECEPATAN (SK) MATAHARI DAN BULAN (KB - KM)</b>							
			o	'	"	o desimal	
SK = (KB - KM)			0	27	56	0.46555556	

<b>SAAT IJTIMA' = JAM FIB + (MB/SK) + ZONE WAKTU (WIB = 7, WITA = 8, WIT = 9)</b>							
	Zone	Jam	Menit	Detik	Jam desimal		
Pilihan saat Ijtima'	WIB	22	3	32.65	22.05906921		
	WITA	23	3	32.65	23.05906921		
	WIT	24	3	32.65	24.05906921		
	GMT	15	3	32.65	15.05906921		
<b>Saat ijtima' di Zone</b>	<b>WIB</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>32.65</b>	<b>22.05906921</b>		
<b>PERKIRAAN MATAHARI TERBENAM</b>							
<b>DATA</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>29</b>	<b>Rajab</b>		<b>1433</b>	<b>H</b>	
<b>Hari / Tanggal</b>	<b>Selasa</b>	<b>Wage</b>	<b>19</b>	<b>Juni</b>		<b>2012</b>	<b>M</b>
<b>Lokasi / Markaz</b>	<b>TNI AU NGLIYEP</b>			<b>MALANG</b>			
		<b>o / j</b>	<b>' / m</b>	<b>" / d</b>	<b>o/j desimal</b>		
<b>Lintang Tempat ( φ )</b>		<b>-8</b>	<b>-21</b>	<b>-14.1</b>	<b>-8.353916667</b>		
<b>Bujur Tempat ( λ )</b>		<b>112</b>	<b>25</b>	<b>51.2</b>	<b>112.4308889</b>		
<b>Bujur Standar ( ω )</b>	<b>WIB</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105</b>		
Pilihan daerah Zone	WIB	105					
	WITA	120					
	WIT	135					
<b>Tinggi tempat</b>		<b>247</b>	<b>meter</b>				
<b>Dekl.Matahari ( δ)Jam GMT</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>23.43</b>		
	WIB						
	WIB	15					
	WITA	16					
	WIT	17					
<b>Eq. of Time (e) Jam GMT</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-28</b>	<b>-0.024444444</b>		
	WIB						
	WIB	15					
	WITA	16					
	WIT	17					

D

1

<b>Dip = V tinggi tempat x 0,0293</b>					
Dip		0	27	37.75	0.46048565
<b><math>h = - ( 0^{\circ} 15' 44.34'' + 34' 30'' + \text{Dip} )</math></b>					
h		-1	-17	-52.09	-1.297802
<b><math>\text{Cos } t = - ( \tan \phi \cdot \tan \delta ) + ( \sin h : \cos \phi : \cos \delta )</math></b>					
tan $\phi$		-0.146845406			
tan $\delta$		0.433360433			
Sin h		-0.022648987			
Cos $\phi$		0.989389508			
Cos $\delta$		0.917546554			
Cos t		0.038687976			
<b>Sudut Waktu Matahari</b>					
		o	'	"	o desimal
t = Arc Cos t		87	46	58.04	87.78278893
Waktu zawal / Merpass ( M ) = 12 - e		12	1	28	12.02444444
<b>Matahari Terbenam = 12 - e + ( t : 15 ) - ( <math>\lambda</math> / 15 )</b>					
Perkiraan Matahari Terbenam		10	22	52.46	10.38123778
<b>Pada Jam GMT</b>					
2 DATA EPHEMERIS PADA JAM		10	22	52	10.38123778
<b>A DEKLINASI MATAHARI ( <math>\delta_o</math> ) PADA JAM GMT</b>					
Deklinasi Matahari	Jam	o	'	"	o desimal
Deklinasi Matahari	10	23	25	41	23.42805556
Deklinasi Matahari	11	23	25	42	23.42833333
Dekl. Matahari	10.38123778	23	25	41.38	23.428161
<b>B SEMI DIAMETER MATAHARI ( Sdo ) PADA JAM GMT</b>					
	Jam	o	'	"	o desimal
SDo	10	0	15	44.35	0.262319444
SDo	11	0	15	44.35	0.262319444
SDo	10.38123778	0	15	44.35	0.262319
<b>C EQUATION OF TIME ( e ) PADA JAM GMT</b>					
e	Jam	o	'	"	o desimal
e	10	0	-1	-25	-0.023611111
e	11	0	-1	-26	-0.023888889
e	10.38123778	0	-1	-25	-0.023717



D	$ho = - ( SDo + 34' 30'' + Dip )$		o	'	''	o desimal	
	ho		-1	-17	-52.10	-1.297805	
E	$Cos to = - (tan \phi \cdot tan \delta o) + (sin ho : cos \phi : cos \delta o)$						
	tan $\phi$	-0.146845406					
	tan $\delta o$	0.433322318					
	Sin ho	-0.022649035					
	Cos $\phi$	0.989389508					
	Cos $\delta o$	0.917559313					
	Cos to =	0.038682672					
	Sudut Waktu Matahari		o	'	''	o desimal	
	to = Arc Cos to		87	46	59.13	87.78309302	
F	<b>GHURUB SEBENARNYA</b>						
	$GHURUB = 12 - e + (to :15) - (\lambda :15)$		o	'	''	o desimal	
	Ghurub	GMT	10	22	49.91	10.38053062	
		WIB	17	22	49.91	17.38053062	
		WIB	17	22	49.91	17.380531	
		WITA	18	22	49.91	18.380531	
		WIT	19	22	49.91	19.380531	
G	Assensio Rekta Matahari		Jam	o	'	''	o desimal
	ARo		10	88	23	18	88.38833333
	ARo		11	88	25	54	88.43166667
	ARo		10.380531	88	24	17.36	88.404823
H	Assensio Rekta Bulan		Jam	o	'	''	o desimal
	AR bulan		10	85	53	15	85.8875
	AR bulan		11	86	25	47	86.42972222
	AR bulan		10.380531	86	5	37.80	86.093832
I	Deklinasi Bulan		Jam	o	'	''	o desimal
	Deklinasi Bulan		10	21	29	17	21.48805556
	Deklinasi Bulan		11	21	27	31	21.45861111
	Deklinasi Bulan		10.380531	21	28	36.66	21.476851

<b>J</b>	<b>SEMI DIAMETER BULAN ( SD bln )</b>				
	Jam	o	'	"	<b>o desimal</b>
SD bln	10	0	14	53.1	0.248083333
SD bln	11	0	14	53.31	0.248141667
SD bln	10.380531	0	14	53.18	0.248106
<b>K</b>	<b>HORIZONTAL PARALLAKS BULAN ( HP bln )</b>				
	Jam	o	'	"	<b>o desimal</b>
HP bln	10	0	54	37	0.910277778
HP bln	11	0	54	38	0.910555556
HP bln	10.380531	0	54	37.38	0.910383
<b>L</b>	<b>SUDUT WAKTU BULAN ( t bln )</b>				
t bln = ARo - AR bln + to		o	'	"	<b>o desimal</b>
t bln		90	5	38.70	90.094084
<b>M</b>	<b>TINGGI HILAL HAKIKI</b>				
<b>Sin h bln = Sin φ . Sin δ bln + Cos φ . Cos δ bln . Cos t bln</b>					
Sin φ	-0.145287304				
Sin δbln	0.366125284				
Cos φ	0.989389508				
Cosδbln	0.930565568				
Cos t bln	-0.001642072				
Sin h bln	<b>-0.054705198</b>				
Tinggi hilal hakiki		o	'	"	<b>o desimal</b>
h bln = Arc Sin hbln		-3	-8	-9.39	<b>-3.135942421</b>
<b>N</b>	<b>PARALLAKS BULAN</b>				
P bln = Cos h bln . HP bln.		o	'	"	<b>o desimal</b>
P bln = Cos h bln . HP bln.		0	54	32.47	<b>0.909020227</b>
<b>O</b>	<b>h° = h bln - P bln + SD bln</b>				
h° (tinggi Hilal)		o	'	"	<b>o desimal</b>
h° (tinggi Hilal)		-3	-47	-48.69	<b>-3.796857116</b>

<b>P REFRAKSI, JIKA <math>h^{\circ} &lt; - 0^{\circ} 34' 30''</math> MAKA REFRAKSI = <math>0^{\circ} 34' 30''</math></b>						
<b>JIKA <math>h^{\circ} &gt;</math> atau = <math>- 0^{\circ} 34' 30''</math> MAKA REFR. = <math>0,01695 : \tan (h^{\circ}+10,3:(h^{\circ}+5,1255))</math></b>						
			o	'	"	o desimal
Refr	PILIHAN	A	0	34	30.00	0.575
$h^{\circ} < - 0^{\circ} 34' 30''$		A	0	34	30.00	0.575
$h^{\circ} > = - 0^{\circ} 34' 30''$		B	0	14	42.49	0.24513746
<b>Q TINGGI BULAN MAR'I</b>						
$h \text{ bln}' = h^{\circ} + \text{Refr} + \text{Dip}$			o	'	"	o desimal
$h \text{ bln}'$			-2	-45	-40.94	-2.761371470
PILIHAN $h \text{ bln}'$ (tinggi Mar'i)	NEGATIF		di bawah Ufuk Mar'i			
	POSITIF		di atas Ufuk Mar'i			
	NEGATIF		di bawah Ufuk Mar'i			
<b>R NISFUL FUDLAH BULAN (NF bln)</b>						
$\sin \text{NF bln} = ( \sin \phi \sin \delta \text{ bln} ) : ( \cos \phi \cos \delta \text{ bln} )$						
Sin $\phi$	-0.145287304					
Sin $\delta \text{ bln}$	0.366125284					
Cos $\phi$	0.989389508					
Cos $\delta \text{ bln}$	0.930565568					
Cos $t \text{ bln}$	0.998838845					
SinNFbln	-0.057775419					
			o	'	"	o desimal
NF Bln			-3	-18	-43.68	-3.312132
<b>S PARALLAKS NISFUL FUDLAH BULAN</b>						
$\text{PNF} = \text{Con NF bln} \cdot \text{HP bln}$			o	'	"	o desimal
PNF			0	54	31.91	0.908862781
<b>T SETENGAH BUSUR SIANG BULAN HAKIKI (SBSH)</b>						
$\text{SBSH} = 90 + \text{NF bln}$			o	'	"	o desimal
SBSH			86	41	16.32	86.687868

<b>U</b>	<b>SETENGAH BUSUR SIANG BULAN (SBS Bulan)</b>						
	Jika SBSH >= 90 maka SBS Bln = 90 +NF Bln -PNF + (SD Bln + 0.575 + Dip)						
	Jika SBSH < 90 maka SBS Bln = 90 +NF Bln + PNF - (SD Bln + 0.575 + Dip)						
	SBS Bulan	PILIHAN	B	86	18	47.30	86.31313952
	SBSH >= 90	A	87	3	45.35		87.06259631
	SBSH < 90	B	86	18	47.30		86.31313952
<b>V</b>	<b>LAMA HILAL` (Lm bln)</b>						
	Lm bln = (SBS bln - t bln)	j	m	d	j desimal		
	Lm bln	0	-15	-7.43	-0.252062956		
<b>W</b>	<b>WAKTU TERBENAM HILAL</b>						
	Terb bln = Ghurub + Lm bln	j	m	d	j desimal	Zone	
	Terb bln	17	7	42.48	17.128	WIB	
<b>X</b>	<b>MENGHITUNG ARAH MATAHARI</b>						
	$\tan Ao = -\sin \phi / \tan to + \cos \phi . \tan \delta o / \sin to$						
	Sin $\phi$	-0.145287304					
	tan to	25.83201942					
	Cos $\phi$	0.989389508					
	tan $\delta o$	0.433322318					
	Sin to	0.999251545					
	tan Ao	0.434669987					
		o	'	"	o desimal		
	Ao = Arc tan Ao	23	29	35.30	23.49313859		
	PILIHAN TANDA Ao	POSITIF	di Utara Titik Barat				
		POSITIF	di Utara Titik Barat				
		NEGATIF	di Selatan Titik Barat				

**Y MENGHITUNG ARAH HILAL**

$$\tan A \text{ bln} = -\sin \phi / \tan t \text{ bln} + \cos \phi \cdot \tan \delta \text{ bln} / \sin t \text{ bln}$$

Sin $\phi$	-0.145287304
tan t bln	-608.9857741
Cos $\phi$	0.989389508
tan $\delta$ bln	0.393443834
Sin t bln	0.999998652
tan A bln	0.389031153

	o	'	"	o desimal
A bln = Arc tan A bln	21	15	27.31	21.25758552
PILIHAN TANDA A bln	POSITIF		di Utara Titik Barat	
	POSITIF		di Utara Titik Barat	
	NEGATIF		di Selatan Titik Barat	

**Z MENGHITUNG POSISI HILAL**

$$PH = A \text{ bln} - A_o$$

PH	-2	-14	-7.99	-2.235553068
----	----	-----	-------	--------------

*Jika PH positif hilal di utara matahari, jika negatif di selatan matahari.*

PILIHAN TANDA PH	NEGATIF	di Selatan Matahari
	POSITIF	di Utara Matahari
	NEGATIF	di Selatan Matahari

**AA MENGHITUNG ARAH TERBENAM HILAL**

$$\tan AT \text{ bln} = -\sin \phi / \tan SBS \text{ Bln} + \cos \phi \cdot \tan \delta \text{ bln} / \sin SBS \text{ Bln}$$

Sin $\phi$	-0.145287304
tanSBSbln	15.51907848
Cos $\phi$	0.989389508
tan $\delta$ bln	0.393443834
SinSBSbln	0.997930391
tan AT bln	0.399438358

	o	'	"	o desimal
AT bln	21	46	25.19	21.77366298
PILIHAN TANDA AT bln	POSITIF		di Utara Titik Barat	
	POSITIF		di Utara Titik Barat	
	NEGATIF		di Selatan Titik Barat	

<b>AB</b>	<b>LUAS CAHAYA BULAN (FRAKSI ILLUMINASI BULAN / FIB)</b>					
	FL bln Jam(GMT)	10	0.00070		Bagian	
	FL bln Jam(GMT)	11	0.00056			
	FL bln Jam(GMT)	10.380531	0.0006467257			
<b>AC</b>	<b>LEBAR NURUL HILAL (NH) DENGAN SATUAN UKUR USHBU' (JARI)</b>					
	NH = ( $\sqrt{PH \times PH + h' \text{ bln} \times h' \text{ bln}}$ ) / 15					
	NH	0.2368578563	jari			
<b>AD</b>	<b>KEMIRINGAN HILAL (MRG)</b>					
	Tan MRG =   PH / h bln		o	'	"	o desimal
	MRG		38	59	34.67	38.9930
			MRG	PH bln	NEGATIF	
		A	MRG > 15	POSITIF	Hilal Miring Utara	
		B	MRG > 15	NEGATIF	Hilal Miring Selatan	
		C	MRG <= 15		Hilal Telentang	
	PILIHAN	B	Hilal Miring Selatan			
	<i>MRG &lt;= 15 maka hilal telentang</i>					
	<i>MRG &gt; 15 dan PH bln positif maka hilal miring utara</i>					
<i>MRG &gt; 15 dan PH bln negatif maka hilal miring selatan.</i>						
<b>AE</b>	<b>UMUR HILAL = WAKTU GHURUB - IJTIMA'</b>					
		hari	jam	menit	detik	des jam
	Umur hilal	0	19	19	17.26	19.3215

3

**KESIMPULAN :**

Ijtima menjelang awal bulan		<i>Sya'ban</i>		1433	<i>H</i>	
Terjadi pada hari	<i>Selasa</i>	<i>Wage</i>	19	<i>Juni</i>		2012
Waktu	Jam	menit	detik	Zone		
	15	3	32.65	GMT		
	22	3	32.65	WIB		
Lokasi	TNI AU NGLIYEP			MALANG		
	<i>Jam / o</i>	<i>m / '</i>	<i>d / "</i>	<i>o</i>	Keterangan	
Matahari terbenam	17	22	49.91		WIB	
Arah Matahari	23	29	35.30	23.49	di Utara Titik Barat	
Tinggi hilal (Upper Limb)	-2	-45	-40.94	-2.76	di bawah Ufuk Mar'i	
Arah hilal	21	15	27.31	21.26	di Utara Titik Barat	
Posisi hilal ( beda Azimuth)	-2	-14	-7.99	-2.24	di Selatan Matahari	
Keadaan hilal	<i>Hilal Miring Selatan</i>					
Lama hilal	0	-15	-7.43			
Hilal terbenam	17	7	42.48	WIB		
Arah terbenam hilal	21	46	25.19	21.77	di Utara Titik Barat	
Illuminasi hilal	0.00064673			Bagian		
	0.06			%		
Nurul hilal	0.2369			Jari		
Umur hilal	hari	jam	menit	detik		
	0	19	19	17		

**KESIMPULAN :**

Ijtima menjelang awal bulan		<i>Sya'ban</i>			<b>1433</b>	<b>H</b>
Terjadi pada hari		Selasa	Wage	19	Juni	2012
		Jam	menit	detik	Waktu Wilayah (Zone)	
Waktu		15	3	32.65	GMT	
		22	3	32.65	WIB	
Lokasi		TNI AU NGLIYEP			MALANG	
		°	'	"	° desimal	
Lintang	Selatan	-8	-21	-14.1	-8.353916666667	
Bujur	Timur	112	25	51.2	112.430888888889	
Tinggi		247	meter dari permukaan laut			
Tanggal Hijriyah		29	<i>Rajab</i>		1433	H
Tanggal Masehi		Selasa	Wage	19	Juni	2012
		Jam / °	m / '	d / "	°	Keterangan
Matahari terbenam		17	22	49.91	WIB	
Arah Matahari		23	29	35.30	23.49	di Utara Titik Barat
Tinggi hilal (Upper Limb)		-2	-45	-40.94	-2.76	di bawah ufuk Mar'i
Tinggi hilal (Lower Limb)		-3	-15	-27.30	-3.26	di bawah ufuk Mar'i
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)		-3	0	-34.12	-3.01	di bawah ufuk Mar'i
Arah hilal		21	15	27.31	21.26	di Utara Titik Barat
Posisi hilal ( beda Azimuth)		-2	-14	-7.99	-2.24	di Selatan Matahari
Keadaan hilal		<i>Hilal Miring Selatan</i>				
Lama hilal		0	-15	-7.43		
Arah terbenam hilal		21	46	25.19	21.77	di Utara Titik Barat
Illuminasi hilal		0.00064673			Bagian	
		0.06			%	
Nurul hilal		0.2369			Jari	
Umur hilal		hari	jam	menit	detik	jam desimal
		0	19	19	17	19.3215

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape above a white shield containing the letters 'ITN'. The emblem is flanked by two yellow wings. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is written in a semi-circle above the emblem, and 'MALANG' is written below it.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***LAMPIRAN B.1***

***Data Perhitungan Ephemeris Penentuan Awal Bulan***

***Ramadhan 1433 Hijriyah (29 Sya'ban 1433 H)***

MALANG

METODE EPHEMERIS: MENENTUKAN POSISI HILAL MARI TGL 29 BULAN HIJRIYAH						
POSISI HILAL : UPPER LIMB, LOWER LIMB DAN TITIK PUSAT BULAN.						
KOREKSI SEMI DIAMETER: UPPER LIMB (TEPI ATAS BULAN) DITAMBAHKAN,						
LOWER LIMB (TEPI BAWAH BULAN) DIKURANGKAN DAN TITIK PUSAT BULAN = 0						
Selisih kalender Masehi - Hijriyah = 277.016 hari.					INPUT	
Sisa pembagian hari ( dibagi 7 ) dimulai dari hari Jum'at					PILIHAN	
Sisa pembagian hari Pasaran (dibagi 5) dimulai dari Legi					HASIL	
<b>A HISAB URFI</b>						
<b>KONVERSI TANGGAL</b>						
AWAL BULAN :	9	Ramadhan			1433	H
TANGGAL :	29	Sya'ban			1433	H
		8				
PILIHAN TAHUN MASEHI : KABISAT ATAU BASITHAH					KABISAT	
<b>HASIL</b>						
	Kamis	Wage	19	Juli	2012	M <sup>9)</sup>
<b>Waktu yang telah dilalui</b>						
	TAHUN	BULAN	HARI			
	1432	7	29			
<b>TAHUN 1432 = DAUR + TAHUN<sup>1)</sup></b>						
1 DAUR = 30 TAHUN		47	22			
47	daur	=	47	x	10631	= 499657 hari
22	tahun	=	22	x	354	= 7788 hari
Kabisat dalam	22	tahun			=	8 hari <sup>2)</sup>
7	bulan				=	207 hari
29	hari				=	29 hari
<b>Jumlah hari sejak 1 Muharram 01 H. s/d</b>						
29	Sya'ban	1433	H		=	507689 hari
<b>Selisih tetap tahun Masehi dengan tahun Hijriyah</b>					=	227016 hari
<b>Perubahan oleh Paus Gregorius ke-XIII</b>					=	13 hari <sup>3)</sup>
<b>Jumlah hari sejak 1 Januari 01 M. s/d</b>						
29	Sya'ban	1433	H		=	734718 hari

Dijadikan tanggal, bulan dan tahun masehi								
734718	:	1461	=	502	siklus	lebih	1296	hari <sup>4)</sup>
502	siklus	502	x	4	=	2008	1296	
						tahun	hari	
1296	:	365	=	3	tahun	lebih	201	hari <sup>5)</sup>
Jika Tahun Masehi Kabisat <sup>6)</sup>					Lebih bulan		Lebih hari	
201	hari 5)	dari 1 Januari			6		19	
Jumlah	2011	tahun	6	bulan	19	hari		
29	Sya'ban	1433	H					
Jatuh pada tanggal		19	Juli	2012	M			
		7						
Jika Tahun Masehi Basithah <sup>6)</sup>					Lebih bulan		Lebih hari	
201	hari 5)	dari 1 Januari			6		20	
Jumlah	2011	tahun	6	bulan	20	hari		
29	Sya'ban	1433	H					
Jatuh pada tanggal		20	Juli	2012	M			
		7						

<b>Menghitung Hari</b>				<b>sisanya</b>	<b>Hari</b>		
Hari	507689	:	7	0	Kamis	<i>dimulai Jum'at<sup>7)</sup></i>	
<b>Menghitung Pasaran</b>				<b>sisanya</b>	<b>Hari</b>		
Pasaran	507689	:	5	4	Wage	<i>dimulai Legi<sup>8)</sup></i>	
<b>KABISAT</b>	<b>Kamis</b>	<b>Wage</b>	<b>19</b>	<b>Juli</b>	<b>2012</b>	<b>M</b>	
<b>BASITHAH</b>	<b>Kamis</b>	<b>Wage</b>	<b>20</b>	<b>Juli</b>	<b>2012</b>	<b>M</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>HARI</b>	<b>PASARAN</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>BULAN</b>	<b>TAHUN</b>		
<b>KABISAT</b>	<b>Kamis</b>	<b>Wage</b>	<b>19</b>	<b>Juli</b>	<b>2012</b>	<b>M</b>	
<b>No.</b>	<b>Hjriyah</b>	<b>No.</b>	<b>Masehi</b>		<b>No.</b>	<b>HARI</b>	
0	Dzulhijjah -1 Th H.	0	Desember -1 Th		0	Kamis	
1	Muharram	1	Januari		1	Jum'at	
2	Shafar	2	Februari		2	Sabtu	
3	Rabiul Awal	3	Maret		3	Ahad	
4	Rabiul Akhir	4	April		4	Senin	
5	Jumadil Awal	5	Mei		5	Selasa	
6	Jumadil Akhir	6	Juni		6	Rabu	
7	Rajab	7	Juli				
8	Sya'ban	8	Agustus				
9	Ramadhan	9	September				
10	Syawal	10	Oktober				
11	Dzulqa'dah	11	November				
12	Dzulhijjah	12	Desember				

SIKLUS 30 TAHUNAN HISAB URFI		No.	Pasaran	HIJRIYAH				
TH	Koreksi Kabisat Urfi	0	Kliwon	Lbh bulan	Jumlah Hari			
0	0	1	Legi	0	0			
1	0	2	Pahing	1	30			
2	1	3	Pon	2	59			
3	1	4	Wage	3	89			
4	1			4	118			
5	2			5	148			
6	2			6	177			
7	3			7	207			
8	3			8	236			
9	3			9	266			
10	4			10	295			
11	4			11	325			
12	4			12	354/355			
13	5							
14	5							
15	6	KABISAT MASEHI		BASITHAH MASEHI				
		NO	BULAN	Jmh Hari		BULAN	Jmh Hari	NO
16	6	0	DESEMBER	0	0	DESEMBER	0	0
17	6	1	JANUARI	31	1	JANUARI	31	1
18	7	2	FEBRUARI	60	2	FEBRUAR	59	2
19	7	3	MARET	91	3	MARET	90	3
20	7	4	APRIL	121	4	APRIL	120	4
21	8	5	MEI	152	5	MEI	151	5
22	8	6	JUNI	182	6	JUNI	181	6
23	8	7	JULI	213	7	JULI	212	7
24	9	8	AGUSTUS	244	8	AGUSTUS	243	8
25	9	9	SEPTEMBER	274	9	SEPTEMBER	273	9
26	10	10	OKTOBER	305	10	OKTOBER	304	10
27	10	11	NOVEMBER	335	11	NOVEMBER	334	11
28	10	12	DESEMBER	366	12	DESEMBER	365	12
29	11							
30	11							

#### KETERANGAN

- Satu daur/siklus kalender Hijriyah = 30 tahun (10630 hari), terdiri dari 11 tahun Kabisat (panjang = 355 hari) dan 19 tahun Basithah (pendek = 354 hari).
- Sebelas tahun Kabisat dalam kalender Hijriyah adalah tahun ke- 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, dan 29.  
Contoh: Jika dalam 18 tahun kabisatnya adalah tahun ke- 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18 (7 tahun).
- Pada tahun 1582, Paus Gregorius ke- XIII, atas saran ahli falaknya merubah tanggal 5 Oktober menjadi 15 Oktober (maju 10 hari), selain itu tahun 1700, 1800 dan 1900, yang semula termasuk tahun panjang, dirubah menjadi tahun pendek (maju 3 hari lagi) sehingga jumlahnya menjadi 13 hari.
- Satu siklus kalender Matahari = 4 tahun (1451 hari), terdiri dari satu tahun panjang (366 hari) dan 3 tahun pendek (365 hari).
- Satu tahun Masehi 365 hari.
- Contoh: tahun 2008 kabisat, jadi bulan Februariya 29 hari.
- Menghitung hari dimulai dari sisa angka 1 = Jum'at, 2 = Sabtu, 3 = Ahad, 4 = Senin, 5 = Selasa, 6 = Rabu, 7 atau 0 = Kamis.
- Menghitung Pasaran dimulai dari sisa angka 1 = Legi, 2 = Pahing, 3 = Pon, 4 = Wage, 5 atau 0 = Kliwon.
- Jika diperoleh tanggal: 0 Januari = 31 Desember tahun Masehinya -1,  
0 Februari = 31 Januari, 0 Maret = 29 Februari jika tahun Kabisat atau 28 Februari Jika tahun Basithah, 0 April = 31 Maret, 0 Mei = 30 April, 0 Juni = 31 Mei, 0 Juli = 30 Juni,  
0 Agustus = 31 Juli, 0 September = 31 Agustus, 0 Oktober = 30 September,  
0 November = 31 Oktober, 0 Desember = 30 November. Atau pada akhir bulan sebelumnya.

B	LOKASI / MARKAZ :		BANK KAL-SEL			Banjarmasin	
	DAERAH ZONE WAKTU		WIB	WITA	WIT		
	Pilihan Zone Waktu			WITA			
			o	'	"	des o	
	Lintang	Selatan	-3	-19	-33	-3.325833333333	
	Bujur	Timur	114	35	24.5	114.590138888889	
	Tinggi		53	meter dari permukaan laut			
C	<b>MENYIAPKAN DATA ASTRONOMIS</b>						
	Fraksi Illuminasi Bulan Terkecil						
	Tanggal	Kamis	Wage	19	Juli	2012	M
	Jam FIB (GMT)	4					
	FIB	0.00127					
	<b>BUJUR EKLIPTIKA (ASTRONOMIS) MATAHARI DAN BULAN</b>						
	Ecliptic Longitude Matahari (ELM) dalam Jam (GMT)						
	Apparent Longitude Bulan (ALB) dalam Jam (GMT)						
	Selisih Bujur (SB) Matahari dan Bulan (ELM - ALB)						
	<b>PADA JAM GMT</b>			o	'	"	o desimal
	ELM	Jam	4	116	53	46	116.8961111
	ALB	Jam	4	116	41	19	116.6886111
	SB = (ELM - ALB)			0	12	27	0.2075
	<b>KECEPATAN MATAHARI PERJAM</b>			o	'	"	o desimal
	ELM	Jam	4	116	53	46	116.8961111
	ELM	Jam	5	116	56	9	116.9358333
	Kecepatan Matahari (KM)			0	2	23	0.039722222
	<b>KECEPATAN BULAN PERJAM</b>			o	'	"	o desimal
	ALB	Jam	4	116	41	19	116.6886111
	ALB	Jam	5	117	13	6	117.2183333
	Kecepatan Bulan (KB)			0	31	47	0.529722222
	<b>SELISIH KECEPATAN (SK) MATAHARI DAN BULAN (KB - KM)</b>						
				o	'	"	o desimal
	SK = (KB - KM)			0	29	24	0.49



SAAT IJTIMA' = JAM FIB + (SB/SK) + ZONE WAKTU (WIB = 7, WITA = 8, WIT = 9)					
	Zone	Jam	Menit	Detik	Jam desimal
Pilihan saat Ijtima'	WIB	11	25	24.49	11.42346939
	WITA	12	25	24.49	12.42346939
	WIT	13	25	24.49	13.42346939
	GMT	4	25	24.49	4.423469388
Saat ijtima' di Zone	WITA	12	25	24.49	12.42346939
Alternatif + 1 hari	WITA	-11	-34	-35.51	-11.57653061
Kamis	Wage	19		Juli	2012

D PERKIRAAN MATAHARI TERBENAM

1	DATA	TANGGAL	29	Sya'ban	1433	H	
	Hari / Tanggal	Kamis	Wage	19	Juli	2012	M
	Lokasi / Markaz	BANK KAL-SEL			Banjarmasin		
		o / j	' / m	" / d	o/j desimal		
	Lintang Tempat ( $\phi$ )	-3	-19	-33	-3.325833333		
	Bujur Tempat ( $\lambda$ )	114	35	24.5	114.5901389		
	Bujur Standar ( $\omega$ )	WITA	120	0	0	120	
	Pilihan daerah Zone	WIB	105				
		WITA	120				
		WIT	135				
	Tinggi tempat	53			meter		
	Dekl.Matahari ( $\delta$ )Jam GMT	4	20	46	32	20.77555556	
		WITA					
		WIB	3				
		WITA	4				
		WIT	5				
	Eq. of Time (e) Jam GMT	4	0	-6	-19	-0.105277778	
		WITA					
		WIB	3				
		WITA	4				
		WIT	5				

<b>Dip = V tinggi tempat x 0,0293</b>					
Dip	0	12	47.91	0.21330722	
<b>h = - ( 0° 15' 44.29" + 34' 30" + Dip )</b>					
h	-1	-3	-2.20	-1.050610	
<b>Cos t = - (tan φ . tan δ) + (sin h : cos φ :cos δ)</b>					
tan φ	-0.058112025				
tan δ	0.379376246				
Sin h	-0.018335576				
Cos φ	0.998315761				
Cos δ	0.934977093				
Cos t	0.002402515				
<b>Sudut Waktu Matahari</b>					
	o	'	"	o desimal	
t = Arc Cos t	89	51	44.45	89.86234592	
Waktu awal / Merpass ( M ) = 12 - e	12	6	19	12.10527778	
<b>Matahari Terbenam = 12 - e + ( t : 15 ) - ( λ / 15 )</b>					
Perkiraan Matahari Terbenam	10	27	24.33	10.45675825	
<b>Pada Jam GMT</b>					
2 DATA EPHEMERIS PADA JAM	10	27	24	10.45675825	
<b>A DEKLINASI MATAHARI ( δo ) PADA JAM GMT</b>					
Deklinasi Matahari	Jam	o	'	"	o desimal
Deklinasi Matahari	10	20	43	46	20.72944444
Deklinasi Matahari	11	20	43	18	20.72166667
Dekl. Matahari	10.45675825	20	43	33.21	20.725892
<b>B SEMI DIAMETER MATAHARI ( Sdo ) PADA JAM GMT</b>					
	Jam	o	'	"	o desimal
SDo	10	0	15	44.31	0.262308333
SDo	11	0	15	44.31	0.262308333
SDo	10.45675825	0	15	44.31	0.262308
<b>C EQUATION OF TIME ( e ) PADA JAM GMT</b>					
e	Jam	o	'	"	o desimal
e	10	0	-6	-20	-0.105555556
e	11	0	-6	-20	-0.105555556
e	10.45675825	0	-6	-20	-0.105556

D	$ho = - ( SDo + 34' 30'' + Dip )$		o	'	''	o desimal	
	ho		-1	-3	-2.22	-1.050616	
E	$Cos to = - (tan \phi . tan \delta o) + (sin ho : cos \phi :cos \delta o)$						
	tan $\phi$	-0.058112025					
	tan $\delta o$	0.378385023					
	Sin ho	-0.018335673					
	Cos $\phi$	0.998315761					
	Cos $\delta o$	0.935284201					
	Cos to =	0.002351259					
Sudut Waktu Matahari		o	'	''	o desimal		
to = Arc Cos to		89	51	55.02	89.86528266		
F	<b>GHURUB SEBENARNYA</b>						
	$GHURUB = 12 - e + (to :15) - (\lambda :15)$		o	'	''	o desimal	
	Ghurub	GMT	10	27	26.03	10.45723181	
		WITA	18	27	26.03	17.45723181	
		WIB	17	27	26.03	17.457232	
		WITA	18	27	26.03	18.457232	
		WIT	19	27	26.03	19.457232	
<b>Assensio Rekta Matahari</b>		Jam	o	'	''	o desimal	
ARo		10	119	11	7	119.1852778	
ARo		11	119	13	37	119.2269444	
ARo		10.457232	119	12	15.58	119.204329	
H	<b>Assensio Rekta Bulan</b>		Jam	o	'	''	o desimal
	AR bulan		10	121	7	11	121.1197222
	AR bulan		11	121	39	15	121.6541667
	AR bulan		10.457232	121	21	50.71	121.364087
I	<b>Deklinasi Bulan</b>		Jam	o	'	''	o desimal
	Deklinasi Bulan		10	16	2	5	16.03472222
	Deklinasi Bulan		11	15	53	56	15.89888889
	Deklinasi Bulan		10.457232	15	58	21.41	15.972615

<b>J</b>	<b>SEMI DIAMETER BULAN ( SD bln )</b>				
	Jam	o	'	"	<b>o desimal</b>
SD bln	10	0	15	15.75	0.254375
SD bln	11	0	15	16.09	0.254469444
SD bln	10.457232	0	15	15.91	0.254418
<b>K</b>	<b>HORIZONTAL PARALLAKS BULAN ( HP bln )</b>				
	Jam	o	'	"	<b>o desimal</b>
HP bln	10	0	56	1	0.933611111
HP bln	11	0	56	2	0.933888889
HP bln	10.457232	0	56	1.46	0.933738
<b>L</b>	<b>SUDUT WAKTU BULAN ( t bln )</b>				
	$t \text{ bln} = AR_o - AR \text{ bln} + t_o$	o	'	"	<b>o desimal</b>
t bln		87	42	19.89	87.705525
<b>M</b>	<b>TINGGI HILAL HAKIKI</b>				
	$\text{Sin } h \text{ bln} = \text{Sin } \phi . \text{Sin } \delta \text{ bln} + \text{Cos } \phi . \text{Cos } \delta \text{ bln} . \text{Cos } t \text{ bln}$				
Sin $\phi$	-0.05801415				
Sin $\delta \text{ bln}$	0.27517788				
Cos $\phi$	0.998315761				
Cos $\delta \text{ bln}$	0.96139333				
Cos t bln	0.040035449				
Sin h bln	0.022460776				
Tinggi hilal hakiki		o	'	"	<b>o desimal</b>
h bln = Arc Sin hbln		1	17	13.26	1.287015922
<b>N</b>	<b>PARALLAKS BULAN</b>				
	$P \text{ bln} = \text{Cos } h \text{ bln} . \text{HP bln}.$	o	'	"	<b>o desimal</b>
P bln = Cos h bln . HP bln.		0	56	0.61	0.933502561
<b>O</b>	$h^\circ = h \text{ bln} - P \text{ bln} + SD \text{ bln}$				
h° (tinggi Hilal)		0	36	28.55	0.607931544

<b>P REFRAKSI, JIKA <math>h^{\circ} &lt; - 0^{\circ} 34' 30''</math> MAKA REFRAKSI = <math>0^{\circ} 34' 30''</math></b>						
<b>JIKA <math>h^{\circ} &gt;</math> atau <math>= - 0^{\circ} 34' 30''</math> MAKA REFR. = <math>0,01695 : \tan (h^{\circ}+10,3:(h^{\circ}+5,1255))</math></b>						
			o	'	"	o desimal
Refr	PILIHAN	B	0	24	13.22	0.403671727
$h^{\circ} < - 0^{\circ} 34' 30''$		A	0	34	30.00	0.575
$h^{\circ} > = - 0^{\circ} 34' 30''$		B	0	24	13.22	0.40367173
<b>Q TINGGI BULAN MAR'I</b>						
$h \text{ bln}' = h^{\circ} + \text{Refr} + \text{Dip}$			o	'	"	o desimal
$h \text{ bln}'$			1	13	29.68	1.224910490
PILIHAN $h \text{ bln}'$ (tinggi Mar'i)	POSITIF		di atas Ufuk Mar'i			
	POSITIF		di atas Ufuk Mar'i			
	NEGATIF		di bawah Ufuk Mar'i			
<b>R NISFUL FUDLAH BULAN (NF bln)</b>						
$\sin \text{NF bln} = (\sin \phi \sin \delta \text{ bln}) : (\cos \phi \cos \delta \text{ bln})$						
Sin $\phi$	-0.05801415					
Sin $\delta \text{ bln}$	0.27517788					
Cos $\phi$	0.998315761					
Cos $\delta \text{ bln}$	0.96139333					
Cos $t \text{ bln}$	0.999771484					
SinNFbln	-0.0166333					
			o	'	"	o desimal
NF Bln			0	-57	-11.02	-0.953062
<b>S PARALLAKS NISFUL FUDLAH BULAN</b>						
$\text{PNF} = \text{Con NF bln} \cdot \text{HP bln}$			o	'	"	o desimal
PNF			0	56	0.99	0.933608944
<b>T SETENGAH BUSUR SIANG BULAN HAKIKI (SBSH)</b>						
$\text{SBSH} = 90 + \text{NF bln}$			o	'	"	o desimal
SBSH			89	2	48.98	89.046938

<b>U SETENGAH BUSUR SIANG BULAN (SBS Bulan)</b>						
Jika SBSH >= 90 maka SBS Bln = 90 +NF Bln -PNF + (SD Bln + 0.575 + Dip)						
Jika SBSH < 90 maka SBS Bln = 90 +NF Bln + PNF - (SD Bln + 0.575 + Dip)						
SBS Bulan	PILIHAN	B	88	56	16.16	88.9378217
SBSH >= 90	A	89	9	21.80		89.15605462
SBSH < 90	B	88	56	16.16		88.93782170
<b>V LAMA HILAL` (Lm bln)</b>						
Lm bln = (SBS bln - t bln)	j	m	d	j desimal		
Lm bln	0	4	55.75	0.082153144		
<b>W WAKTU TERBENAM HILAL</b>						
Terb bln = Ghurub + Lm bln	j	m	d	j desimal	Zone	
Terb bln	17	32	21.79	17.54	0	
<b>X MENGHITUNG ARAH MATAHARI</b>						
$\tan Ao = -\sin \phi / \tan to + \cos \phi . \tan \delta o / \sin to$						
Sin $\phi$	-0.05801415					
tan to	425.3028761					
Cos $\phi$	0.998315761					
tan $\delta o$	0.378385023					
Sin to	0.999997236					
tan Ao	0.377885183					
	o	'	"	o desimal		
Ao = Arc tan Ao	20	42	3.01	20.70083583		
PILIHAN TANDA Ao	POSITIF		di Utara Titik Barat			
	POSITIF		di Utara Titik Barat			
	NEGATIF		di Selatan Titik Barat			

Y MENGHITUNG ARAH HILAL				
$\tan A \text{ bln} = -\sin \phi / \tan t \text{ bln} + \cos \phi \cdot \tan \delta \text{ bln} / \sin t \text{ bln}$				
Sin $\phi$	-0.05801415			
tan t bln	24.95783846			
Cos $\phi$	0.998315761			
tan $\delta$ bln	0.286228197			
Sin t bln	0.99919826			
tan A bln	0.288299885			
	o	'	"	o desimal
A bln = Arc tan A bln	16	4	56.16	16.08226539
PILIHAN TANDA A bln	POSITIF	di Utara Titik Barat		
	POSITIF	di Utara Titik Barat		
	NEGATIF	di Selatan Titik Barat		
Z MENGHITUNG POSISI HILAL				
$PH = A \text{ bln} - A_o$				
PH	-4	-37	-6.85	-4.618570438
<i>Jika PH positif hilal di utara matahari, jika negatif di selatan matahari.</i>				
PILIHAN TANDA PH	NEGATIF	di Selatan Matahari		
	POSITIF	di Utara Matahari		
	NEGATIF	di Selatan Matahari		
AA MENGHITUNG ARAH TERBENAM HILAL				
$\tan AT \text{ bln} = -\sin \phi / \tan SBS \text{ Bln} + \cos \phi \cdot \tan \delta \text{ bln} / \sin SBS \text{ Bln}$				
Sin $\phi$	-0.05801415			
tanSBSbln	53.93559206			
Cos $\phi$	0.998315761			
tan $\delta$ bln	0.286228197			
SinSBSbln	0.999828167			
tan AT bln	0.286870849			
	o	'	"	o desimal
AT bln	16	0	23.91	16.00664212
PILIHAN TANDA AT bln	POSITIF	di Utara Titik Barat		
	POSITIF	di Utara Titik Barat		
	NEGATIF	di Selatan Titik Barat		



AB	<b>LUAS CAHAYA BULAN (FRAKSI ILLUMINASI BULAN / FIB)</b>					
	FL bln Jam(GMT)	10	0.00194		Bagian	
	FL bln Jam(GMT)	11	0.00218			
	FL bln Jam(GMT)	10.457232	0.0020497356			
AC	<b>LEBAR NURUL HILAL (NH) DENGAN SATUAN UKUR USHBU' (JARI)</b>					
	NH = ( V  PHxPH + h' bln x h' bln  ) / 15					
	NH	0.3185494805	jari			
AD	<b>KEMIRINGAN HILAL (MRG)</b>					
	Tan MRG =   PH / h bln		o	'	"	o desimal
	MRG		75	8	46.70	75.1463
	MRG		PH bln		NEGATIF	
	A	MRG > 15	POSITIF		Hilal Miring Utara	
	B	MRG > 15	NEGATIF		Hilal Miring Selatan	
	C	MRG <= 15			Hilal Telentang	
	PILIHAN	B	Hilal Miring Selatan			
	<i>MRG &lt;= 15 maka hilal telentang</i>					
	<i>MRG &gt; 15 dan PH bln positif maka hilal miring utara</i>					
<i>MRG &gt; 15 dan PH bln negatif maka hilal miring selatan.</i>						
AE	<b>UMUR HILAL = WAKTU GHURUB - IJTIMA'</b>					
		hari	jam	menit	detik	des jam
	Umur hilal	0	29	2	1.54	29.0338

3

**KESIMPULAN :**

<b>Ijtima menjelang awal bulan</b>						<b>Ramadhan</b>		<b>1433</b>	<b>H</b>	
<b>Terjadi pada hari</b>		<b>Kamis</b>	<b>Wage</b>	<b>19</b>	<b>Juli</b>		<b>2012</b>			
<b>Waktu</b>		<b>Jam</b>	<b>menit</b>	<b>detik</b>	<b>Zone</b>					
		<b>4</b>	<b>25</b>	<b>24.49</b>	<b>GMT</b>					
		<b>12</b>	<b>25</b>	<b>24.49</b>	<b>0.00</b>					
<b>Lokasi</b>		<b>BANK KAL-SEL</b>				<b>Banjarmasin</b>				
		<b>Jam / o</b>	<b>m / '</b>	<b>d / "</b>	<b>o</b>	<b>Keterangan</b>				
<b>Matahari terbenam</b>		<b>18</b>	<b>27</b>	<b>26.03</b>		<b>WITA</b>				
<b>Arah Matahari</b>		<b>20</b>	<b>42</b>	<b>3.01</b>	<b>20.70</b>	<b>di Utara Titik Barat</b>				
<b>Tinggi hilal (Upper Limb)</b>		<b>1</b>	<b>13</b>	<b>29.68</b>	<b>1.22</b>	<b>di atas Ufuk Mar'i</b>				
<b>Arah hilal</b>		<b>16</b>	<b>4</b>	<b>56.16</b>	<b>16.08</b>	<b>di Utara Titik Barat</b>				
<b>Posisi hilal ( beda Azimuth)</b>		<b>-4</b>	<b>-37</b>	<b>-6.85</b>	<b>-4.62</b>	<b>di Selatan Matahari</b>				
<b>Keadaan hilal</b>		<b>Hilal Miring Selatan</b>								
<b>Lama hilal</b>		<b>0</b>	<b>4</b>	<b>55.75</b>						
<b>Hilal terbenam</b>		<b>17</b>	<b>32</b>	<b>21.79</b>	<b>0</b>					
<b>Arah terbenam hilal</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>23.91</b>	<b>16.01</b>	<b>di Utara Titik Barat</b>				
<b>Illuminasi hilal</b>		<b>0.00204974</b>			<b>Bagian</b>					
		<b>0.20</b>			<b>%</b>					
<b>Nurul hilal</b>		<b>0.3185</b>			<b>Jari</b>					
<b>Umur hilal</b>		<b>hari</b>	<b>jam</b>	<b>menit</b>	<b>detik</b>					
		<b>0</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					

<b>KESIMPULAN :</b>					
Ijtima menjelang awal bulan		<i>Ramadhan</i>		<b>1433</b>	<b>H</b>
Terjadi pada hari		Kamis	Wage	19	Juli 2012
		Jam	menit	detik	Waktu Wilayah (Zone)
Waktu		4	25	24.49	GMT
		12	25	24.49	WITA
Pilihan Lain		Kamis	Wage	19	Juli 2012
		Jam	menit	detik	Waktu Wilayah (Zone)
		-11	-34	-35.51	WITA
Lokasi		BANK KAL-SEL			Banjarmasin
		°	'	"	° desimal
Lintang	Selatan	-3	-19	-33.0	-3.32583333333
Bujur	Timur	114	35	24.5	114.590138888889
Tinggi		53	meter dari permukaan laut		
Tanggal Hijriyah		29	<i>Sya'ban</i>		1433 H
Tanggal Masehi		Kamis	Wage	19	Juli 2012
		Jam / °	m / '	d / "	° Keterangan
Matahari terbenam		18	27	26.03	WITA
Arah Matahari		20	42	3.01	20.70 di Utara Titik Barat
Tinggi hilal (Upper Limb)		1	13	29.68	1.22 di atas ufuk Mar'i
Tinggi hilal (Lower Limb)		0	52	2.24	0.87 di atas ufuk Mar'i
Tinggi hilal (T.Pusat bulan)		1	4	21.17	1.07 di atas ufuk Mar'i
Arah hilal		16	4	56.16	16.08 di Utara Titik Barat
Posisi hilal ( beda Azimuth)		-4	-37	-6.85	-4.62 di Selatan Matahari
Keadaan hilal		<i>Hilal Miring Selatan</i>			
Lama hilal		0	4	55.75	
Hilal terbenam		17	32	21.79	0
Arah terbenam hilal		16	0	23.91	16.01 di Utara Titik Barat
Illuminasi hilal		0.00204974		Bagian	
		0.20		%	
Nurul hilal		0.3185		Jari	
		hari	jam	menit	detik jam desimal
Umur hilal		0	29	2	2 29.0338

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape, a white figure holding a torch, and the letters 'ITN' on a banner. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is arched across the top, and 'MALANG' is at the bottom.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***LAMPIRAN C.1***

***Visualisasi Visibilitas Hilal Penentuan Awal Bulan***

***Sya'ban 1433 Hijriyah***

MALANG



The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a red flame on top, yellow wings, and a white base with the letters 'ITN'. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is written in a semi-circle above the emblem, and 'MALANG' is written below it.

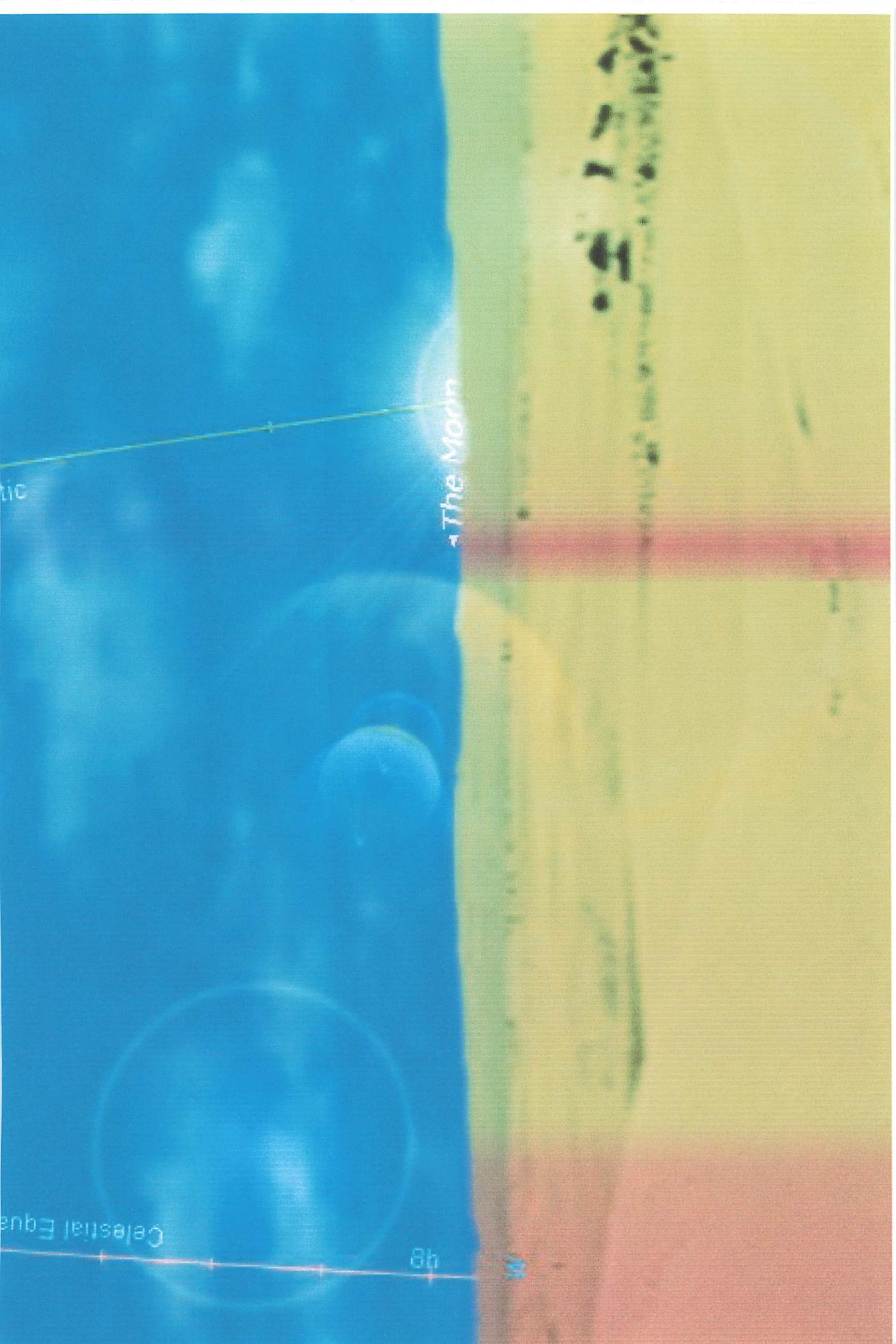
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***LAMPIRAN C.2***

***Visualisasi Visibilitas Hilal Penentuan Awal Bulan***

***Ramadhan 1433 Hijriyah***

MALANG



The Moon

IC

Celestial Equator

48

M

5

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape, a white shield with the letters 'ITN', and a crown-like base. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is written in a semi-circle above the emblem, and 'MALANG' is written below it.

***LAMPIRAN D.1***

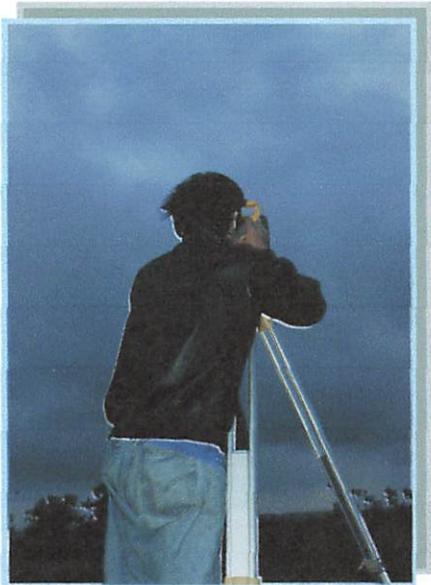
***Dokumentasi Penelitian Penentuan Posisi Hilal Awal***

***Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah Tanggal 20 dan 21***

***Juni 2012 Masehi***

**DOKUMENTASI PENELITIAN PENENTUAN POSISI HILAL**

**AWAL BULAN SYA'BAN 1433 H TANGGAL 20 DAN 21 JUNI 2012 M**



The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape, a white shield with the letters 'ITN', and a white crown-like base. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is written in a semi-circle at the top, and 'MALANG' is written at the bottom.

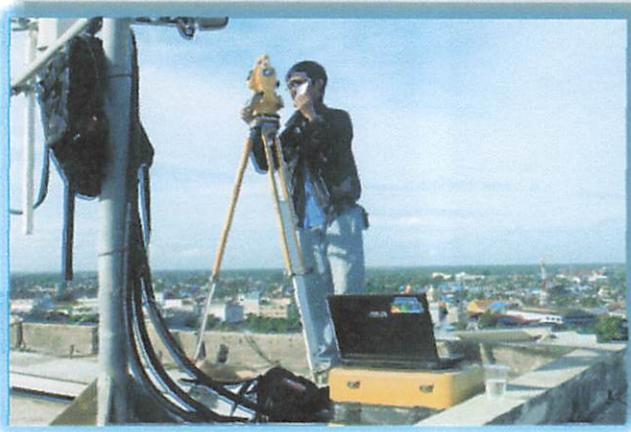
***LAMPIRAN D.2***

***Dokumentasi Penelitian Penentuan Posisi Hilal Awal***

***Bulan Sya'ban 1433 Hijriyah Tanggal 19 Juli 2012***

***Masehi***

**DOKUMENTASI PENELITIAN PENENTUAN POSISI HILAL  
AWAL BULAN RAMADHAN 1433 H TANGGAL 19 JULI 2012 M**



The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a red flame on top, yellow wings, and a white base with red and yellow accents. The text "INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL" is written in a semi-circle above the emblem, and "MALANG" is written below it.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***LAMPIRAN E.1***

***Data Ephemeris Matahari dan Bulan tanggal 19 Juni***

***2012 Masehi***

# 19 Juni 2012

## DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	88° 07' 29"	-0.47"	87° 57' 18"	23° 25' 23"	1.0161460	15' 44.38"	23° 26' 11"	-1 m 20 s
1	88° 09' 53"	-0.48"	87° 59' 54"	23° 25' 25"	1.0161491	15' 44.38"	23° 26' 11"	-1 m 21 s
2	88° 12' 16"	-0.48"	88° 02' 30"	23° 25' 27"	1.0161523	15' 44.38"	23° 26' 11"	-1 m 21 s
3	88° 14' 39"	-0.49"	88° 05' 06"	23° 25' 28"	1.0161554	15' 44.37"	23° 26' 11"	-1 m 22 s
4	88° 17' 02"	-0.49"	88° 07' 42"	23° 25' 30"	1.0161585	15' 44.37"	23° 26' 11"	-1 m 22 s
5	88° 19' 25"	-0.50"	88° 10' 18"	23° 25' 32"	1.0161616	15' 44.37"	23° 26' 11"	-1 m 23 s
6	88° 21' 49"	-0.50"	88° 12' 54"	23° 25' 34"	1.0161646	15' 44.36"	23° 26' 11"	-1 m 23 s
7	88° 24' 12"	-0.51"	88° 15' 30"	23° 25' 36"	1.0161677	15' 44.36"	23° 26' 11"	-1 m 24 s
8	88° 26' 35"	-0.51"	88° 18' 06"	23° 25' 37"	1.0161708	15' 44.36"	23° 26' 11"	-1 m 24 s
9	88° 28' 58"	-0.52"	88° 20' 42"	23° 25' 39"	1.0161738	15' 44.36"	23° 26' 11"	-1 m 25 s
10	88° 31' 22"	-0.52"	88° 23' 18"	23° 25' 41"	1.0161768	15' 44.35"	23° 26' 11"	-1 m 25 s
11	88° 33' 45"	-0.53"	88° 25' 54"	23° 25' 42"	1.0161799	15' 44.35"	23° 26' 11"	-1 m 26 s
12	88° 36' 08"	-0.53"	88° 28' 31"	23° 25' 44"	1.0161829	15' 44.35"	23° 26' 11"	-1 m 27 s
13	88° 38' 31"	-0.54"	88° 31' 07"	23° 25' 45"	1.0161859	15' 44.34"	23° 26' 11"	-1 m 27 s
14	88° 40' 54"	-0.54"	88° 33' 43"	23° 25' 47"	1.0161889	15' 44.34"	23° 26' 11"	-1 m 28 s
15	88° 43' 18"	-0.55"	88° 36' 19"	23° 25' 48"	1.0161919	15' 44.34"	23° 26' 11"	-1 m 28 s
16	88° 45' 41"	-0.55"	88° 38' 55"	23° 25' 49"	1.0161949	15' 44.34"	23° 26' 11"	-1 m 29 s
17	88° 48' 04"	-0.56"	88° 41' 31"	23° 25' 51"	1.0161978	15' 44.33"	23° 26' 11"	-1 m 29 s
18	88° 50' 27"	-0.56"	88° 44' 07"	23° 25' 52"	1.0162008	15' 44.33"	23° 26' 11"	-1 m 30 s
19	88° 52' 51"	-0.57"	88° 46' 43"	23° 25' 53"	1.0162037	15' 44.33"	23° 26' 11"	-1 m 30 s
20	88° 55' 14"	-0.57"	88° 49' 19"	23° 25' 54"	1.0162067	15' 44.33"	23° 26' 11"	-1 m 31 s
21	88° 57' 37"	-0.58"	88° 51' 55"	23° 25' 56"	1.0162096	15' 44.32"	23° 26' 11"	-1 m 31 s
22	89° 00' 00"	-0.58"	88° 54' 31"	23° 25' 57"	1.0162125	15' 44.32"	23° 26' 11"	-1 m 32 s
23	89° 02' 23"	-0.59"	88° 57' 07"	23° 25' 58"	1.0162154	15' 44.32"	23° 26' 11"	-1 m 32 s
24	89° 04' 47"	-0.59"	88° 59' 44"	23° 25' 59"	1.0162183	15' 44.31"	23° 26' 11"	-1 m 33 s

\*) for mean equinox of date

## DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	81° 08' 49"	-1° 27' 25"	80° 28' 10"	21° 41' 14"	0° 54' 30"	14' 51.03"	74° 28' 53"	0.00389
1	81° 38' 54"	-1° 30' 04"	81° 00' 39"	21° 40' 31"	0° 54' 31"	14' 51.23"	73° 30' 43"	0.00343
2	82° 08' 59"	-1° 32' 42"	81° 33' 08"	21° 39' 41"	0° 54' 31"	14' 51.43"	72° 22' 36"	0.00299
3	82° 39' 06"	-1° 35' 20"	82° 05' 37"	21° 38' 45"	0° 54' 32"	14' 51.63"	71° 2' 22"	0.00259
4	83° 09' 13"	-1° 37' 58"	82° 38' 07"	21° 37' 43"	0° 54' 33"	14' 51.83"	69° 27' 14"	0.00222
5	83° 39' 22"	-1° 40' 36"	83° 30' 38"	21° 36' 35"	0° 54' 34"	14' 52.04"	67° 33' 32"	0.00189
6	84° 09' 31"	-1° 43' 13"	83° 43' 09"	21° 35' 20"	0° 54' 34"	14' 52.25"	65° 16' 25"	0.00158
7	84° 39' 41"	-1° 45' 50"	84° 15' 40"	21° 33' 59"	0° 54' 35"	14' 52.46"	62° 29' 29"	0.00131
8	85° 09' 53"	-1° 48' 26"	84° 48' 12"	21° 32' 31"	0° 54' 36"	14' 52.67"	59° 4' 04"	0.00108
9	85° 40' 05"	-1° 51' 02"	85° 20' 43"	21° 30' 57"	0° 54' 37"	14' 52.88"	54° 48' 49"	0.00087
10	86° 10' 18"	-1° 53' 37"	85° 53' 15"	21° 29' 17"	0° 54' 37"	14' 53.10"	49° 28' 58"	0.00070
11	86° 40' 33"	-1° 56' 12"	86° 25' 47"	21° 27' 31"	0° 54' 38"	14' 53.31"	42° 46' 55"	0.00056
12	87° 10' 48"	-1° 58' 46"	86° 58' 20"	21° 25' 38"	0° 54' 39"	14' 53.53"	34° 25' 14"	0.00046
13	87° 41' 04"	-2° 01' 20"	87° 30' 52"	21° 23' 39"	0° 54' 40"	14' 53.75"	24° 15' 17"	0.00038
14	88° 11' 21"	-2° 03' 54"	88° 03' 25"	21° 21' 33"	0° 54' 41"	14' 53.98"	12° 31' 57"	0.00035
15	88° 41' 39"	-2° 06' 27"	88° 35' 57"	21° 19' 21"	0° 54' 41"	14' 54.20"	0° 3' 60"	0.00034
16	89° 11' 58"	-2° 08' 59"	89° 08' 30"	21° 17' 03"	0° 54' 42"	14' 54.43"	348° 1' 17"	0.00037
17	89° 42' 19"	-2° 11' 31"	89° 41' 02"	21° 14' 39"	0° 54' 43"	14' 54.66"	337° 21' 21"	0.00043
18	90° 12' 40"	-2° 14' 02"	90° 13' 34"	21° 12' 08"	0° 54' 44"	14' 54.89"	328° 28' 28"	0.00052
19	90° 43' 02"	-2° 16' 33"	90° 46' 07"	21° 09' 31"	0° 54' 45"	14' 55.12"	321° 19' 07"	0.00065
20	91° 13' 26"	-2° 19' 03"	91° 18' 39"	21° 06' 48"	0° 54' 46"	14' 55.35"	315° 37' 14"	0.00081
21	91° 43' 50"	-2° 21' 33"	91° 51' 11"	21° 03' 58"	0° 54' 47"	14' 55.59"	311° 4' 46"	0.00101
22	92° 14' 15"	-2° 24' 02"	92° 23' 42"	21° 01' 02"	0° 54' 47"	14' 55.83"	307° 26' 02"	0.00124
23	92° 44' 42"	-2° 26' 30"	92° 56' 14"	20° 57' 60"	0° 54' 48"	14' 56.06"	304° 28' 41"	0.00150
24	93° 15' 09"	-2° 28' 58"	93° 28' 45"	20° 54' 51"	0° 54' 49"	14' 56.31"	302° 3' 22"	0.00180

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light blue watermark in the background. It features a central emblem with a yellow and red flame-like shape, a white elephant, and a shield with the letters 'ITN'. The text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' is arched across the top, and 'MALANG' is at the bottom.

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

***LAMPIRAN E.2***

***Data Ephemeris Matahari dan Bulan tanggal 19 Juli 2012***

***Masehi***

# 19 Juli 2012

## DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	116° 44' 13"	-0.80"	118° 46' 04"	20° 48' 22"	1.0162535	15' 44.28"	23° 26' 11"	-6 m 18 s
1	116° 46' 36"	-0.80"	118° 48' 35"	20° 47' 54"	1.0162507	15' 44.28"	23° 26' 11"	-6 m 18 s
2	116° 48' 59"	-0.81"	118° 51' 05"	20° 47' 27"	1.0162479	15' 44.29"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
3	116° 51' 23"	-0.81"	118° 53' 35"	20° 46' 59"	1.0162451	15' 44.29"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
4	116° 53' 46"	-0.81"	118° 56' 06"	20° 46' 32"	1.0162422	15' 44.29"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
5	116° 56' 09"	-0.81"	118° 58' 36"	20° 46' 04"	1.0162394	15' 44.30"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
6	116° 58' 32"	-0.82"	119° 01' 06"	20° 45' 37"	1.0162365	15' 44.30"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
7	117° 00' 55"	-0.82"	119° 03' 36"	20° 45' 09"	1.0162336	15' 44.30"	23° 26' 11"	-6 m 19 s
8	117° 03' 19"	-0.82"	119° 06' 07"	20° 44' 41"	1.0162307	15' 44.30"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
9	117° 05' 42"	-0.82"	119° 08' 37"	20° 44' 14"	1.0162278	15' 44.31"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
10	117° 08' 05"	-0.83"	119° 11' 07"	20° 43' 46"	1.0162249	15' 44.31"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
11	117° 10' 28"	-0.83"	119° 13' 37"	20° 43' 18"	1.0162220	15' 44.31"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
12	117° 12' 51"	-0.83"	119° 16' 08"	20° 42' 50"	1.0162190	15' 44.31"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
13	117° 15' 15"	-0.83"	119° 18' 38"	20° 42' 22"	1.0162161	15' 44.32"	23° 26' 11"	-6 m 20 s
14	117° 17' 38"	-0.84"	119° 21' 08"	20° 41' 54"	1.0162131	15' 44.32"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
15	117° 20' 01"	-0.84"	119° 23' 38"	20° 41' 26"	1.0162102	15' 44.32"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
16	117° 22' 24"	-0.84"	119° 26' 08"	20° 40' 59"	1.0162072	15' 44.33"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
17	117° 24' 47"	-0.84"	119° 28' 38"	20° 40' 30"	1.0162042	15' 44.33"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
18	117° 27' 11"	-0.85"	119° 31' 08"	20° 40' 02"	1.0162012	15' 44.33"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
19	117° 29' 34"	-0.85"	119° 33' 39"	20° 39' 34"	1.0161982	15' 44.33"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
20	117° 31' 57"	-0.85"	119° 36' 09"	20° 39' 06"	1.0161952	15' 44.34"	23° 26' 11"	-6 m 21 s
21	117° 34' 20"	-0.85"	119° 38' 39"	20° 38' 38"	1.0161922	15' 44.34"	23° 26' 11"	-6 m 22 s
22	117° 36' 44"	-0.85"	119° 41' 09"	20° 38' 10"	1.0161891	15' 44.34"	23° 26' 11"	-6 m 22 s
23	117° 39' 07"	-0.86"	119° 43' 39"	20° 37' 42"	1.0161861	15' 44.34"	23° 26' 11"	-6 m 22 s
24	117° 41' 30"	-0.86"	119° 46' 09"	20° 37' 13"	1.0161830	15' 44.35"	23° 26' 11"	-6 m 22 s

\*) for mean equinox of date

## DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	114° 34' 27"	-3° 57' 08"	115° 45' 29"	17° 18' 51"	0° 55' 48"	15' 12.35"	38° 39' 03"	0.00155
1	115° 06' 08"	-3° 58' 54"	116° 17' 44"	17° 11' 34"	0° 55' 49"	15' 12.68"	32° 57' 17"	0.00143
2	115° 37' 50"	-4° 00' 39"	116° 49' 59"	17° 04' 12"	0° 55' 51"	15' 13.02"	26° 48' 02"	0.00134
3	116° 09' 33"	-4° 02' 24"	117° 22' 12"	16° 56' 45"	0° 55' 52"	15' 13.36"	20° 18' 04"	0.00129
4	116° 41' 19"	-4° 04' 07"	117° 54' 24"	16° 49' 12"	0° 55' 53"	15' 13.70"	13° 37' 06"	0.00127
5	117° 13' 06"	-4° 05' 48"	118° 26' 34"	16° 41' 34"	0° 55' 54"	15' 14.04"	6° 56' 32"	0.00129
6	117° 44' 54"	-4° 07' 29"	118° 58' 44"	16° 33' 50"	0° 55' 56"	15' 14.38"	0° 27' 43"	0.00135
7	118° 16' 44"	-4° 09' 08"	119° 30' 53"	16° 26' 02"	0° 55' 57"	15' 14.72"	354° 20' 06"	0.00144
8	118° 48' 35"	-4° 10' 47"	120° 02' 60"	16° 18' 08"	0° 55' 58"	15' 15.06"	348° 40' 16"	0.00157
9	119° 20' 28"	-4° 12' 23"	120° 35' 06"	16° 10' 09"	0° 55' 59"	15' 15.41"	343° 31' 33"	0.00174
10	119° 52' 23"	-4° 13' 59"	121° 07' 11"	16° 02' 05"	0° 56' 01"	15' 15.75"	338° 54' 42"	0.00194
11	120° 24' 19"	-4° 15' 33"	121° 39' 15"	15° 53' 56"	0° 56' 02"	15' 16.09"	334° 48' 29"	0.00218
12	120° 56' 17"	-4° 17' 07"	122° 11' 18"	15° 45' 41"	0° 56' 03"	15' 16.44"	331° 10' 37"	0.00246
13	121° 28' 16"	-4° 18' 38"	122° 43' 19"	15° 37' 22"	0° 56' 04"	15' 16.78"	327° 58' 17"	0.00277
14	122° 00' 17"	-4° 20' 09"	123° 15' 19"	15° 28' 58"	0° 56' 06"	15' 17.12"	325° 8' 32"	0.00313
15	122° 32' 19"	-4° 21' 38"	123° 47' 18"	15° 20' 28"	0° 56' 07"	15' 17.47"	322° 38' 34"	0.00351
16	123° 04' 23"	-4° 23' 06"	124° 19' 16"	15° 11' 54"	0° 56' 08"	15' 17.81"	320° 25' 49"	0.00394
17	123° 36' 29"	-4° 24' 33"	124° 51' 13"	15° 03' 15"	0° 56' 09"	15' 18.16"	318° 28' 01"	0.00441
18	124° 08' 36"	-4° 25' 58"	125° 23' 09"	14° 54' 31"	0° 56' 11"	15' 18.50"	316° 43' 11"	0.00491
19	124° 40' 44"	-4° 27' 22"	125° 55' 03"	14° 45' 42"	0° 56' 12"	15' 18.85"	315° 9' 37"	0.00545
20	125° 12' 54"	-4° 28' 45"	126° 26' 56"	14° 36' 49"	0° 56' 13"	15' 19.20"	313° 45' 49"	0.00602
21	125° 45' 06"	-4° 30' 06"	126° 58' 48"	14° 27' 51"	0° 56' 14"	15' 19.54"	312° 30' 35"	0.00664
22	126° 17' 19"	-4° 31' 26"	127° 30' 39"	14° 18' 48"	0° 56' 16"	15' 19.89"	311° 22' 48"	0.00729
23	126° 49' 34"	-4° 32' 44"	128° 02' 28"	14° 09' 41"	0° 56' 17"	15' 20.24"	310° 21' 35"	0.00798
24	127° 21' 50"	-4° 34' 01"	128° 34' 17"	14° 00' 29"	0° 56' 18"	15' 20.58"	309° 26' 08"	0.00870

The logo of Institut Teknologi Nasional Malang is a large, light-colored watermark in the background. It features a central emblem with a flame on top, a shield with 'ITN' inside, and a figure below. The emblem is surrounded by a circular border containing the text 'INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL' at the top and 'MALANG' at the bottom.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

***LAMPIRAN F***

***Lembar Revisi Seminar Hasil Skripsi***

MALANG



Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2  
Malang

**LEMBAR REVISI  
SEMINAR HASIL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN**

NAMA : FERRY  
NIM :  
HARI, TGL :

NO	MATERI REVISI
01.	<p>Buat hanc akhir da ketompyula Loran. Gg hanc akhir penelitian da perki tanyan</p> <p>Acc sdah di revisi</p> <p><i>[Signature]</i></p>

**DOSEN PENGUJI**

*[Signature]*

(.....)



Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2  
Malang

**LEMBAR REVISI  
SEMINAR HASIL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN**

NAMA : Gerry Mallandi Ahtya  
NIM : 10.27.916  
HARI, TGL : Kamis / 09 - 08. 2012

NO	MATERI REVISI
①	perbaiki kesimpulan sesuai dengan hasil penelitian  Acc sudah direvisi  

**DOSEN PENGUJI**

  
SILVSTER.S