

**ANALISIS METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM
KITAB *AL-NATIJAH AL-MAHSHUNAH FI KAYFIYATI
HISAB HILAL AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH* KARYA**

ALI MUSTOFA

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat Guna
Memperoleh
Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1) dalam Ilmu Syariah dan
Hukum



NUR AINI

1402046080

**JURUSAN ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2018

Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I

Jl. Candi Permata II/180

Semarang

Moh Arifin S.Ag., M.Hum.

Perum Griya Lestari B 3/12

Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdri. Nur Aini

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

Nama : Nur Aini

NIM : 1402046080

Judul : **Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah al-Mahsunah Karya Ali Mustofa***

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I.
NIP. 19540805 198003 1 004

Semarang, 17 Juli 2018
Pembimbing II



Moh. Arifin, S.Ag., M.Hum.
NIP. 19711012 199703 1 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Nur Aini
N I M : 1402046080
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul : Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab *Al-Natijah Al-Mahsuunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* Karya Ali Mustofa

Telah dimunaqasyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus, pada tanggal:

25 Juli 2018

Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan Studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2017/2018 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.

Semarang, 25 Juli 2018

Dewan Penguji,
Ketua Sidang / Penguji

Dr. H. Mohamad Solek, M. A.
NIP. 196603181993031004

Sekretaris Sidang / Penguji

Dr. H. Slamet Hambali, M.Si.
NIP. 195408051980031004

Penguji I

Dr. Rupi' Amri, M. Ag.
NIP. 197307021998031002

Penguji II



Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M. Ag.
NIP. 196907091997031001

Pembimbing I

Dr. H. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 195408051980031004

Pembimbing II

Moh. Arifin, S. Ag., M.Hum.
NIP. 197110121997031002

MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ
لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ
الآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ¹

“Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”. (Q.S. Yunus:5)

¹ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Bandung: Syamil Quran, 2011, hal. 208.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua penulis, Bapak H. Yasin dan almh. Ibuk Haryanti yang senantiasa tanpa lelah mendukung serta mendoakan setiap langkah hidup penulis. Kakak-kakakku yang dengan sabar mendukung baik moral maupun materiil penelitian penulis. Serta seluruh keluarga besar Bani Musa yang selalu memberi dorongan agar penulis dapat meraih impian dan cita-cita. Semoga Allah senantiasa melimpahkan keridhoan dan berkahNya kepada mereka semua.

Tidak lupa, teruntuk kiai-kiai serta guru-guru penulis yang telah mendidik penulis dari masa kanak-kanak hingga saat ini, khususnya para asatidz MTs Negeri Karangawen dan Pondok Pesantren Al-hadi Girikusuma, KH. Munhamir Malik selaku pimpinan pondok dan seluruh asatidz Yayasan Pondok Pesantren Al-Hadi Girikusuma yang selalu penulis harapkan barokah dari beliau semua. Semoga segala ilmu yang telah

beliau sampaikan menjadi amal jariyah yang tidak akan putus pahalanya. Sehingga menjadi ilmu yang bermanfaat bagi penulis.

Kepada sahabat-sahabatku, Muhammad Aniq yang tidak kenal lelah menjadi motivator dan teman seperjuangan yang selalu menemani setiap langkah hidup penulis. Saudara-saudaraku, keluarga anak falak angkatan empat belas (kanf4s), terimakasih atas kebersamaan selama ini. Kalian yang telah menemani penulis selama ini, mengukir banyak cerita, saling berbagi baik duka maupun cita bersama.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bawa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan, dan tidak berisi satupun hasil pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 20 Juli 2018

Penulis,



Nur Aini

NIM: 1402046080

PEDOMAN TRANSLITERASI²

A. Konsonan

ء = ‘	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ‘	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Vokal

◌َ = a

² Tim Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: BASSCOM Multimedia Grafika, 2012, hal. 61-62.

◌ِ = i

◌ُ = u

C. Diftong

اي = ay

او = aw

D. Syaddah (◌ّ)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطب *al-thibb*.

E. Kata Sandang

Kata sandang (... ال) ditulis dengan *al-...* misalnya الصناعة = *al-shina'ah*. *Al-* ditulis dengan huruf kecil kecuali apabila terletak pada permulaan kalimat.

F. Ta' Marbutah

Setiap ta' marbutah ditulis dengan "h" misalnya المعيشة الطبيعية = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* karya Ali Mustofa. Penulis tertarik untuk mengkajinya karena hisab gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* dapat menghasilkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil NASA. Metode yang digunakan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* adalah metode dengan menggunakan data *Awamil* untuk mempermudah proses perhitungan. Hal lain yang membuat penulis tertarik untuk mengkaji metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* adalah proses perhitungan dan penggunaan *Awamil Khususuf* yang hampir sama dengan proses perhitungan dan *Awamil Khususuf* dalam kitab *ad-Durul Aniq*.

Untuk membahas latar belakang di atas, penulis merumuskan dua pokok rumusan masalah. 1.) Bagaimana metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* karya Ali Mustofa? 2.) Bagaimana akurasi hasil hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah*?

Metode penelitian ini berdasarkan analisisnya termasuk *kualitatif*. Jenis penelitiannya adalah *library research* (penelitian kepustakaan) yang bersifat deskriptif komparatif. Sumber data primer pada penelitian ini adalah kajian pustaka kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* dan hasil wawancara yang dilakukan penulis dengan Ali Mustofa sebagai pengarang kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah*. Sedangkan sumber sekunder pada penelitian ini adalah kitab *At-Taisir* karya Ali Mustofa, kitab *ad-Durul Aniq* karya KH Ahmad Ghozali,

hasil NASA, *ephemeris* Hisab Rukyat Kemenag RI, buku-buku falak, penelitian-penelitian dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan obyek penelitian. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis isi (*content analysis*), yang kemudian dikaji melalui studi komparatif untuk mengetahui akurasinya.

Hasil penelitian ini menunjukkan pertama, bahwa metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* karya Ali Mustofa tergolong hisab kontemporer karena menggunakan rumus matematika modern dan data *Awamil Khusuf* dalam proses perhitungannya. Kedua, akurasi hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* karya Ali Mustofa jika dibandingkan dengan hasil NASA menunjukkan selisih antara 0 detik sampai 1 menit 10 detik. Hasil hisab gerhana Bulan *al-Natijah al-Mahshunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah* dinilai cukup akurat.

Key words : Ali Mustofa, Gerhana Bulan, kitab *al-Natijah al-Mahsunah Fi Kayfiyati Hisab Hilal As-Syuhur Al-Qamariyah*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qmaraiyah* Karya Ali Mustofa” dengan baik.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapat syafaat beliau kelak di hari akhir.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bantuan dan dorongan moral dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I selaku pembimbing I dan Moh. Arifin, S.Ag., M.Hum. selaku pembimbing II atas

bimbingan dan arahan yang diberikan selama penulisan skripsi ini.

2. Kedua orang tua penulis (Bapak H. Yasin dan almh. Ibu Haryanti) dan keluarga penulis atas banyaknya dukungan, do'a serta kasih sayang yang tidak dapat penulis sebutkan.
3. Kakak-kakak penulis (Shofiana Roshida, Kiky Rizky Aprilia dan Leily Badriya) yang senantiasa memberi dukungan terhebatnya selama penulis menempuh pendidikan.
4. Kementerian Agama RI, Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren atas beasiswa yang diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.
5. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta jajarannya yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan proses penelitian dan memfasilitasi selama menempuh perkuliahan.

6. Ketua Program Studi Ilmu Falak beserta jajarannya atas dukungan dan bimbingannya.
7. Seluruh dosen yang telah berkontribusi besar mengajar berbagai disiplin ilmu selama penulis menempuh proses perkuliahan di UIN Walisongo, khususnya dosen-dosen Ilmu Falak.
8. Keluarga besar Yayasan Pendidikan Islam Al-Hadi Girikusuma, khususnya kepada *masyayikh* dan jajaran *asatidz/asatidzah* yang senantiasa memberi nasihat serta dorongan kepada penulis.
9. Keluarga besar YPMI Al-Firdaus Semarang, khususnya K.H. Ali Munir selaku pengasuh yang senantiasa membimbing dan memberi nasihat terbaiknya.
10. Bapak Ali Mustofa selaku narasumber dalam penelitian skripsi ini atas segala ilmunya.

11. Bapak Muhammad Aniq, Atas dorongan serta motivasi terbesarnya yang senantiasa menemani dan mendokan penulis.
12. Sahabat-sahabat penulis yang tidak pernah lelah mendukung dan membantu penulis selama penyusunan skripsi.
13. Keluarga KANF4S (Agam, Zulia, Ipan, Rama, Iqbal, Lutpi, Nisak, Nilna, kak Aini, Nofran, Haris, Tiya, Icut, Ihsan, Hacon, Endah, Oban, Fitri, Jazuli, Resty, Mansyur, Hapis, Pu'ad, Auzi'ni, Ilham, Najib, Zizah, Ridwan, dan Nurpa). Terimakasih telah menjadi bagian dalam hidup penulis.
14. Keluarga besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang atas pengalaman yang penulis dapatkan.
15. Semua pihak yang telah membantu dan memberi motivasi kepada penulis selama proses penulisan skripsi yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Demikian skripsi yang dapat penulis susun. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, namun besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 20 Juli 2018

Penulis,

Nur Aini

1402046080

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN DEKLARASI	vii
PEDOMAN PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	x
HALAMAN KATA PENGANTAR	xii
HALAMAN DAFTAR ISI	xvii

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	15
C. Tujuan Penelitian	16

D. Manfaat Penelitian	16
E. Telaah Pustaka	17
F. Metode Penelitian	23
G. Sistematika Penulisan	29

BAB II : KAJIAN UMUM GERHANA BULAN

A. Tinjauan Syar'i Gerhana Bulan	33
1. Pengertian Gerhana Bulan	33
2. Dalil Hukum tentang Peristiwa Gerhana Bulan	38
B. Macam-macam Gerhana Bulan	46
C. Objek Kajian Gerhana Bulan	50
D. Gambaran Umum Perhitungan Gerhana Bulan	56

**BAB III : METODE HISAB GERHANA BULAN
DALAM KITAB *AL-NATIJAH AL-
MAHSHUNAH FI KAYFIYATI HISAB
HILAL AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH*
KARYA ALI MUSTOFA**

- A. Biografi Ali Mustofa 75
- B. Gambaran Umum Kitab *al-Natijah al-
Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-
Syuhur al-Qamariyah* 80
- C. Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah
al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-
Syuhur al-Qamariyah* 93
- D. Contoh Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab
*al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati
Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* 55

**BAB IV : ANALISIS METODE HISAB GERHANA
BULAN DALAM KITAB *AL-NATIJAH AL-
MAHSHUNAH FI KAYFIYATI HISAB HILAL
AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH* KARYA ALI
MUSTOFA**

- A. Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam
Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati
Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* Karya
Ali Mustofa 142
- B. Analisis Akurasi Metode Hisab Gerhana
Bulan Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi
Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-
Qamariyah* Karya Ali Mustofa 169

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	186
B. Saran-Saran	188
C. Penutup	190

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peristiwa gerhana merupakan salah satu fenomena alam dan tanda kebesaran Allah SWT. Gerhana dapat diartikan dengan suatu peristiwa tertutupnya arah pandang pengamat ke benda langit oleh benda langit lain yang posisinya lebih dekat dengan pengamat.¹

Kajian mengenai gerhana ini tidak luput dari perhatian ilmuwan-ilmuwan maupun ulama-ulama khususnya ilmuwan-ilmuwan dan ulama-ulama falak. Hal ini dikarenakan, gerhana merupakan kajian pokok ilmu falak yang menyangkut permasalahan ibadah yaitu ibadah salat gerhana. Banyak dari mereka mengkaji

¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012, hal. 106.

berbagai jenis hisab gerhana Matahari ataupun gerhana Bulan dan kemudian ditulis dalam sebuah kitab. Salah satunya ialah kitab yang berjudul *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa. Jika dibandingkan dengan kitab-kitab falak terdahulu seperti *Khulashoh al-Wafiyah*, kitab *Nur al-Anwar*, kitab *Fathu Rauf al-Manan*, kitab *Irsyad al-Murid*, kitab *Maslak Al-Qasid Ila 'Amal Ar-Rasid* dan kitab *ad-Durul Aniq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah yang juga membahas mengenai hisab gerhana Matahari dan Bulan, kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* termasuk kitab baru dengan perhitungan hisab kontemporer yang tentunya lebih akurat. Salah satu kajian kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

disamping hisab awal bulan Kamariyah ialah hisab gerhana Bulan dan Matahari.²

Kata Gerhana, dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah “*Eclipse*”³ dan dalam bahasa Arab dikenal dengan sebutan “*Kusuf*” atau “*Khusuf*”. Pada dasarnya istilah Kusuf dan Khusuf dapat dipergunakan untuk menyebut gerhana Matahari maupun Bulan. Hanya saja, kata “*Kusuf*” lebih dikenal untuk menyebut gerhana Matahari, sedangkan kata “*Khusuf*” untuk gerhana Bulan. Kusuf berarti “menutupi”, hal ini menggambarkan adanya fenomena alam bahwa Bulan menutupi Matahari (bila dilihat dari Bumi). Sedangkan

² Didapat dari wawancara dengan Ali Mustofa tanggal 14 Maret 2018.

³ Dalam padanan kata bahasa Inggris disebut “*eclipse*” dan dalam bahasa latin disebut “*ekleipsis*”. Istilah ini dipergunakan secara umum, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan. Namun dalam penyebutannya, didapat dua istilah *Eclipse of The Sun* untuk gerhana matahari dan *eclipse of the moon* untuk gerhana bulan dan juga digunakan istilah *Solar Eclipse* untuk gerhana matahari serta *lunar eclipse* untuk gerhana bulan. Lihat Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hal. 105.

Khusuf berarti “memasuki”, menggambarkan adanya fenomena alam bahwa Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga terjadi gerhana Bulan.⁴

Gerhana Matahari (*Kusuf asy-syams*) terjadi pada saat *ijtima*’, sedangkan gerhana Bulan (*Khusuf al-qamar*) terjadi pada waktu *istiqbal*. Menurut A. Katsir, *kusuf* (gerhana Matahari) terjadi karena bayangan kerucut Matahari dilintasi oleh Bulan. Apabila hanya sebagian yang terlintas maka terjadi gerhana sebagian dan apabila tertutup maka terjadilah gerhana total. Sebaliknya, *khusuf* (gerhana Bulan) yang cahayanya mendapat pantulan dari sinar Matahari dilintasi oleh Bumi sampai tertutup cahayanya sehingga terjadilah gerhana Bulan. Apabila tertutup sedikit maka terjadi gerhana sebagian dan apabila tertutup banyak maka terjadi gerhana total.

⁴ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hal. 187.

Sekilas terlihat sama kejadiannya, akan tetapi *kusuf* terjadi pada saat *ijtima'* tertentu, sedang *khusuf* terjadi pada saat *istiqbal* tertentu. Kejadiannya terjadi sekitar bulan Februari–Maret–April atau bulan Agustus–September–Oktober disaat *ijtima'* atau *istiqbal* jatuh pada bulan-bulan keenamnya yang beriringan tiga bulan. Oleh karenanya lebih mudah diketahui kemungkinannya dengan mempergunakan datanya.⁵

Gerhana Bulan hanya terjadi saat bulan purnama, yaitu saat posisi Bumi berada di antara Bulan dan Matahari. Pada saat itu, bayangan Bumi menutupi Bulan sehingga Bulan purnama menjadi gelap dan berwarna kemerah-merahan. Gerhana Bulan ini dapat berlangsung cukup lama, kadang-kadang mencapai

⁵ A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap & Praktis*, Jakarta: Amzah, 2012, hal. 203-204.

beberapa jam.⁶ Sebaliknya, gerhana Matahari hanya terjadi ketika Bulan mati atau awal Bulan.⁷

Menurut mitologi Jawa, gerhana digambarkan dengan mitos adanya Buto atau raksasa yang sedang memakan Bulan atau akan datangnya suatu bencana. Dalam ajaran Islam, peristiwa gerhana merupakan tanda kebesaran Allah SWT. Sebagai rasa syukur, umat Islam disunnahkan untuk melaksanakan salat gerhana saat berlangsungnya gerhana baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan sebagaimana yang telah disebutkan dalam hadist:

حدثنا محمود قال حدثنا سعيد ابن عامر عن شعبة عن يونس عن

الحسن عن ابي بكره رضي الله عنه قال انكسفت الشمس على

عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم فصلي ركعتين⁸

⁶ A. Kadir, *Formula Baru...*, hal.209.

⁷ Stephen E. Scheineider and Thomas T. Arny, *Pathways to Astronomy*, China: Mc Graw Hill Companies, 2007, hal. 69.

Artinya:

“Telah memberi kabar kepada kami, Mahmud berkata telah memberi kabar kepada kami Sa’id Ibnu ‘Amir dari Syu’bah dari Yunus dari Hasan dari Abi Bakrah r.a. berkata pada masa Rasulullah SAW Matahari terhalang (gerhana matahari) maka nabi salat dua rakaat”.

Usaha untuk mengetahui proses saat terjadinya gerhana dari awal (kontak pertama) sampai akhir (kontak terakhir) memerlukan pengamatan yang teliti karena waktu terjadinya sesaat dan jika digambarkan akan membentuk suatu garis singgung antara Matahari, Bumi dan Bulan. Wilayah yang dilewati pada peristiwa terjadinya gerhana pun berbeda-beda, tergantung dari posisi dan jarak antara Matahari, Bumi, dan Bulan saat

⁸ Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail Al-Bukhari, *Shahih Bukhari Juz Awal*, Indonesia: Maktabah Dahlan, tt, hal. 414

peristiwa tersebut. Para pecinta ilmu falak atau astronomi sering meneliti dan mengkaji peristiwa gerhana dalam rangka untuk mengetahui arti pentingnya peristiwa tersebut. Hal-hal yang sering dilakukan oleh para peneliti dalam peristiwa gerhana ialah *pertama*, mengetahui kapan peristiwa gerhana terjadi. *Kedua*, wilayah mana saja di bagian Bumi yang dilewati peristiwa gerhana.⁹

Cara yang digunakan untuk menghitung gerhana Bulan sendiri terdapat beberapa metode, yaitu: *pertama*, metode hisab *urfi*. Metode ini menggunakan sistem perhitungan tanggal berdasarkan peredaran rata-rata Bulan mengelilingi Bumi (dapat ditetapkan umur Bulan rata-rata). Hisab *urfi*, hanya digunakan untuk penanggalan *muamalah* secara internasional, bukan

⁹ Fardan Kholid Murtadho, *Posisi Matahari, Bumi, dan Bulan pada Saat Terjadi Gerhana dalam Perspektif Geometri*, , Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2011.

digunakan untuk pelaksanaan ibadah secara *syar'i*.
Kedua, metode hisab *hakiki*, ialah metode hisab yang berdasarkan pada peredaran Bulan dan Bumi sebenarnya sehingga umur tiap Bulan tidak beraturan atau konstan melainkan tergantung pada posisi *hilal* setiap awal Bulan.¹⁰ Sistem hisab *hakiki* dikelompokkan menjadi tiga,¹¹ yaitu:

1. Hisab *hakiki taqribi*, kelompok sistem ini menggunakan data Bulan dan Matahari berdasarkan pada data dan tabel hisab Ulugh Beikh dengan proses dan sistem perhitungan yang sederhana (tanpa menggunakan teori sistem ilmu segitiga bola).
2. Hisab *hakiki tahkiki*, kelompok sistem ini menggunakan tabel-tabel yang sudah dikoreksi dan

¹⁰ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. III, 2012, hal. 78.

¹¹ Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2007, hal. 7.

menggunakan perhitungan yang relatif lebih rumit dibandingkan hisab *hakiki taqribi* karena memakai teori segitiga bola.

3. Hisab *hakiki kontemporer*, kelompok sistem ini dalam teori dan aplikasinya telah menggunakan media komputerisasi dan peralatan canggih seperti: Kompas, Theodolit, GPS, dan sebagainya. Dalam perhitungan data hisab hisabnya menggunakan rumus yang sangat rumit. Disamping menggunakan rumus segitiga bola, semua data hisab diprogramkan melalui perangkat komputerisasi untuk memperkecil kesalahan dalam perhitungan serta akurasi hasil perhitungan sesuai dengan kenyataan di tempat observasi.

Metode-metode hisab diatas telah dikaji oleh para ahli falak dalam berbagai kitab. Diantara kitab tersebut, terdapat kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya

Ali Mustofa yang merupakan kitab baru dalam khazanah keilmuan falak di Indonesia. Kitab ini berisi tiga kajian yaitu: Hisab Awal Bulan Kamariyah, Hisab Gerhana Bulan dan Hisab Gerhana Matahari. Kajian hisab gerhana bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan data *Awamil Khusuf* dengan Kediri sebagai *epoch* nya.

Awamil khusuf dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* merupakan hasil dari pemikiran Ali Mustofa yang terinspirasi dari *Awamil khusuf* yang terdapat dalam kitab *ad-Durul Aniq* karya K.H. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah. Terdapat beberapa persamaan antara *Awamil Khusuf* kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan *Awamil Khusuf* kitab

ad-Durul Aniq. Persamaan tersebut terlihat pada beberapa data yang terdapat dalam *Awamil Khusuf* keduanya. Hal ini menyebabkan hasil hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan kitab *ad-Durul Aniq* hanya memiliki sedikit selisih. Berikut contoh hasil hisab gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, kitab *ad-Durul Aniq* dan hasil NASA sebagai pembandingnya (hasil NASA dapat dipertanggungjawabkan tingkat keakuratannya).

Hasil hisab gerhana Bulan total pada tanggal 31 Januari 2018 dengan standar waktu WIB (Waktu Indonesia Barat):

Tabel 1.1 Perbandingan hasil perhitungan gerhana Bulan antara kitab *al-Natijah al- Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan kitab *ad-Durul Aniq*.

Fase Gerhana	<i>ad-Durul Aniq</i>	<i>Al-Natijah al-Mahsunah</i>	NASA
Awal Penumbra	17:51:06	17:51:15	17:51:15
Awal umbra	18:48:21.9	18:48:27	18:48:27
Awal total	19:51:42.17	19:51:47	19:51:27
Puncak gerhana	20:29:46.73	20:29:50	20:31:00
Akhir puncak	21:07:51.28	21:07:51	21:07:51
Akhir umbra	22:11:11.35	22:11:12	22:11:11
Akhir penumbra	23:08:27.14	23:08:27	23:08:27

Tabel 1.1 di atas, menunjukkan bahwa selisih hasil hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah*, kitab *ad-Durul Aniq* dan hasil NASA tidak memiliki perbedaan yang terlalu signifikan. Selisih diantara hasil ketiganya hanya berkisar pada besaran menit dan detik saja yaitu sekitar 0 detik sampai 1 menit-an. Hasil hisab kitab *al-Natijah Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dinilai lebih mendekati dengan hasil NASA. Hal ini dibuktikan dengan hasil kontak saat fase awal penumbra, awal umbra, akhir total, dan akhir penumbra keduanya memiliki hasil yang sama. Maka, metode hisab gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dinilai cukup akurat oleh Ali Mustofa.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian lebih jauh mengenai metode hisab gerhana Bulan yang digunakan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa dan mengetahui keakurasian metode hisab tersebut. Oleh karenanya, penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai "ANALISIS METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB *AL-NATIJAH AL-MAHSHUNAH FI KAYFIYATI HISAB HILAL AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH* KARYA ALI MUSTOFA".

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana Metode Hisab Gerhana Bulan yang dikemukakan oleh Ali Mustofa dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* ?

2. Bagaimana keakurasian Metode Hisab Gerhana Bulan yang dikemukakan oleh Ali Mustofa dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui Metode Hisab Gerhana Bulan yang dikemukakan oleh Ali Mustofa dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* .
2. Untuk mengetahui keakurasian metode Hisab Gerhana Bulan yang dikemukakan oleh Ali Mustofa dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

D. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui sistematika perhitungan yang digunakan oleh Ali Mustofa dalam hisab gerhana Bulan kitab

al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah .

2. Menambah khazanah keilmuan umat Islam terutama masyarakat Indonesia tentang metode hisab gerhana Bulan.
3. Sebagai suatu karya ilmiah yang selanjutnya dapat menjadi bahan rujukan bagi ahli falak dan masyarakat lainnya dalam mengkaji hisab gerhana Bulan.

E. Telaah Pustaka

Seperti penelitian-penelitian lainnya, dalam penelitian ini juga mempertimbangkan telaah atau kajian pustaka. Penulis telah melakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pembahasan penelitian ini, yaitu tentang hisab gerhana bulan antara lain:

Skripsi Ahmad Ma'rif Maghfur, sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang tahun 2012 yang berjudul "Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Matahari dalam kitab *Fathu Rauf al-Manan*"¹². Dalam skripsi ini disebutkan bahwa peneliti melakukan pengkajian terhadap hisab gerhana Bulan dan Matahari dalam kitab *Fathu Rauf al-Manan*. Dari pengkajian tersebut, dijelaskan bahwa kitab *Fathu Rauf al-Manan* masih menggunakan metode klasik yakni metode hisab *hakiki bi al-taqrib*. Sehingga hasil perhitungannya jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA yang kebenaran dan keakurasiannya dapat dipertanggung jawabkan memiliki selisih perbedaan hasil yang jelas tidak sama dan tidak konsisten. Oleh karenanya, hasil perhitungan gerhana Bulan dan gerhana Matahari kitab

¹² Ahmad Ma'rif Maghfur, *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Matahari dalam kitab Fathu Rauf al-Manan*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

Fathu Rauf al-Manan tidak dapat dijadikan sebagai acuan utama dalam menentukan gerhana Bulan dan gerhana Matahari secara *hakiki*.

Skripsi Zaenudin Nurjaman sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang tahun 2012 yang berjudul "Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH Noor Ahmad SS dalam Kitab *Nur al-Anwar*"¹³. Berdasarkan penelitian ini, sistem hisab gerhana bulan dalam kitab *Nur al-Anwar* merupakan sistem hisab yang berpijak pada teori *heliosentris* dan termasuk kategori hisab *hakiki bi al-tahqiq*. Data astronomisnya bersumber dari data *Matla' al-Sa'id* dengan menggunakan *epoch* Jepara ($110^{\circ} 0' 40''$). Metode hisabnya menggunakan nilai batas *ekliptis* 120. Rumus-rumus triginometri yang ada dalam kitab tersebut

¹³ Skripsi Zaenudin Nurjaman, *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH Noor Ahmad SS dalam Kitab Nur al-Anwar*, Skripsi Fakultas Syariaah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

merupakan hasil modifikasi dan transformasi bentuk rumus dari rumus-rumus logaritma yang ada dalam kitab *al-Khulasah al-Wafiyah*. Tingkat akurasi hasil kitab ini untuk setiap fase gerhana memiliki nilai yang variatif. Nilai akurasinya berbanding lurus dengan tingkat kejelasan penampakan Bulan saat berlangsungnya gerhana.

Skripsi Sukarni, sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang tahun 2014 yang berjudul “Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab *Irsyad al-Murid*”.¹⁴ Penelitian ini menjelaskan bahwa kitab *Irsyad al-Murid* menggunakan metode hisab kontemporer dan merupakan kitab pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms* karangan *Jean Meeus*. Perbedaan antara kitab *Irsyad al-Murid* dengan

¹⁴ Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2014.

Astronomical Algorithms ialah kitab *Iryad al-Murid* menggunakan tahun *tam* dan menginput tahun hijriah dalam perhitungannya, sedangkan buku *Astronomical Algorithms* menggunakan tahun masehi dalam perhitungannya. Keakurasian kitab ini sudah cukup akurat, hanya berkisar antara 1-2 menit saja dengan hasil NASA.

Skripsi Hanik Maridah sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang tahun 2015 yang berjudul “ Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Maslak Al-Qasid Ila 'Amal Ar-Rasid* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah”.¹⁵ Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa kitab *Maslak al-Qasid* menggunakan hisab *hakiki tahkiki* semi kontemporer, hanya saja bentuk penyajian perhitungannya berbentuk klasik . Kitab ini

¹⁵ Hanik Maridah, *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Maslak Al-Qasid Ila 'Amal Ar-Rasid* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2015.

menyediakan jadwal delta T untuk tiap tahun dalam bentuk *taqribi*. Delta T yang diterapkan dalam dan dikemas dalam bentuk tabel-tabel yang sama dengan delta T NASA.

Skripsi Wahyu Fitria, sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang tahun 2015 yang berjudul “Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Khulashah al-Wafiyah dan Ephemeris*”¹⁶. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa metode hisab dalam kitab *Khulashah al-Wafiyah* jika dibandingkan dengan hisab kontemporer, hasilnya tetap dibawah hisab kontemporer, karena data yang dihasilkan oleh hisab kontemporer lebih valid dan lebih akurat, dan dalam pengambilan datanyapun sudah menggunakan tabel yang sudah di program dalam komputer.

¹⁶ Wahyu Fitria, Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Khulashah al-Wafiyah dan Ephemeris*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2011.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, penulis tidak menemukan kajian mengenai analisis terhadap metode hisab gerhana bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa. Beberapa penelitian membahas mengenai hisab gerhana. Akan tetapi tidak mengarah kepada hisab gerhana yang terdapat dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah*.

F. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah penelitian *kualitatif*, karena menggambarkan pemikiran tokoh (Ali Mustofa) mengenai metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*. Penulis melakukan pengujian apakah metode hisab yang digunakan dalam menentukan gerhana Bulan sesuai dengan fakta ilmiah perhitungan

astronomi modern dengan pendekatan perhitungan ilmiah/ *aritmatis*.

1. Jenis Penelitian¹⁷

Penelitian ini termasuk jenis penelitian *library research* (penelitian pustaka)¹⁸ yang bersifat deskriptif komparatif. Penulis akan melakukan pendekatan untuk mengetahui pemikiran Ali Mustofa terhadap metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*. Data dari penelitian ini bersumber dari buku-buku dan bukan dari penelitian langsung ke lapangan atau observasi.

¹⁷ Metode penelitian yang berlandaskan filsafat postpositivisme, digunakan untuk meneliti objek alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrument kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara gabungan, analisis data bersifat kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi. Lihat Sugiyono, *Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*, Bandung: Alfabeta, Cet 4, 2008, hal. 9.

¹⁸ Nana Syaodih, *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2009, hal. 52.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu :

a. Sumber Data Primer

Data primer didapat dari data langsung yang berasal dari sumber data yang telah dikumpulkan yang berhubungan dengan permasalahan ini. Data primer dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data yang diambil dari kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* mengenai hisab gerhana Bulan.
- 2) Wawancara antara penulis dengan narasumber terkait yaitu bapak Ali Mustofa

sebagai pengarang kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

3) Data astronomis NASA yang digunakan untuk data hisab gerhana Bulan.

b. Sumber Data Sekunder

Data sekunder¹⁹ merupakan data yang tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari objek penelitian. Data yang termasuk dalam data sekunder ini diantaranya buku-buku yang berkaitan tentang ilmu falak dan astronomi, buku-buku keislaman, buku-buku tafsir dan buku-buku lainnya yang dapat menunjang penelitian ini. Sumber-sumber tersebut penulis

¹⁹ Data sekunder merupakan data yang berasal dari orang kedua atau bukan data utama. Lihat Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet-5,2004, hal.36.

gunakan sebagai titik tolak dalam menganalisis konsep gerhana Bulan.

3. Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua langkah untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Pengumpulan data secara primer berupa studi pustaka, yakni mengkaji dan memahami hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* serta melakukan wawancara dengan Ali Mustofa sebagai penulis kitab tersebut.
- 2) Pengumpulan data sekunder berupa pengkajian kitab-kitab, buku-buku maupun sumber lain yang membahas mengenai hisab gerhana Bulan

4. Metode Analisis Data

Penulis menggunakan analisis isi untuk menganalisis data. Analisis data atau *Content Analysis* ialah sebuah metode yang memanfaatkan prosedur untuk menarik kesimpulan dari sebuah buku ataupun dokumen²⁰. Hal ini bertujuan untuk mendeskripsikan metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*. Setelah data terkumpul, penulis menggunakan metode analisis deskriptif.²¹

Proses analisis dimulai dengan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan perhitungan gerhana

²⁰ Djam'an Satori, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2009, hal. 157.

²¹ Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel maupun lebih tanpa membuat perbandingan dan menghubungkannya dengan variabel lain. Lihat Beni Kurniawan, *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa, 2012, hal. 20.

Bulan kemudian diolah dan menghasilkan data baru. Langkah pertama yang penulis lakukan ialah menggambarkan pemikiran Ali Mustofa tentang perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* . Kemudian, hasil perhitungan gerhana bulan dari kitab *al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dianalisis dengan hasil perhitungan gerhana Bulan kitab *ad-Durul Aniq* yang kemudian dibandingkan dengan hasil NASA untuk mengetahui keakurasian dari metode hisab gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* .

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan skripsi ini dibagi ke dalam 5 (lima) Bab. Dalam setiap Bab terdiri dari sub-

sub pembahasan. Sistematika penulisan ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini meliputi Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Telaah Pustaka, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II Kajian Umum Tentang Gerhana

Bab ini berisi pembahasan umum tentang teori-teori dasar yang berhubungan dengan judul penelitian, meliputi kajian umum tentang gerhana Bulan, dalil-dalil tentang gerhana, macam-macam gerhana bulan, dan gambaran umum perhitungan gerhana bulan.

BAB III Metode Hisab Gerhana Bulan dalam
Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi
Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-
Qamariyah* Karya Ali Mustofa

Bab ini berisi pemaparan data tentang
biografi Ali Mustofa, gambaran umum
kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi
Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-
Qamariyah* dan metode hisab gerhana
Bulan dalam kitab *al-Natijah al-
Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-
Syuhur al-Qamariyah* .

BAB IV Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan
dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi
Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-
Qamariyah* .

Bab ini membahas tentang analisis metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan analisis keakurasian metode hisab gerhana Bulan yang digunakan Ali Mustofa dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

BAB V

Penutup

Bab ini meliputi: Kesimpulan dan Saran-saran yang berkaitan dengan penelitian penulis tentang metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa dan Penutup.

BAB II

KAJIAN UMUM GERHANA BULAN

A. Tinjauan Syar'i Gerhana Bulan

1. Pengertian Gerhana Bulan

Gerhana dalam bahasa Arab disebut dengan *Kusuf* atau *Khusuf*. Kedua kata tersebut digunakan baik untuk gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Hanya saja, kata *Kusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana Matahari (*Kusuf al-syams*) dan *Khusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana Bulan (*Khusuf al-qamar*).²² Sedangkan gerhana dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah “*Eclipse*”.²³ Istilah ini digunakan secara umum, baik untuk penyebutan gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Namun, dalam penyebutannya, didapat dua istilah *Eclipse of The Sun* untuk gerhana Matahari, dan *Eclipse of The*

²² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hal. 105

²³ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 187.

Moon untuk gerhana Bulan. Dalam ilmu astronomi, fenomena gerhana diartikan sebagai tertutupnya arah pandang pengamat ke benda langit oleh benda langit lain yang letaknya lebih dekat dengan posisi pengamat.²⁴

Kusuf al-syamsi atau gerhana Matahari ialah ketika Bulan menutupi Matahari baik sebagian maupun seluruhnya. Maka terjadilah konjungsi atau *ijtima*²⁵ antara Matahari dan Bulan serta kerucut bayangan Bulan mengarah ke permukaan Bumi. Sedangkan *Khusuf al-qamar* atau gerhana Bulan ialah saat Bulan memasuki bayangan Bumi. Sehingga posisi Bumi

²⁴ Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah*, Jakarta: Erlangga, 2007, hal. 42.

²⁵ *Ijtima* ' yang artinya kumpul atau *iqdiran* yang mempunyai arti "bersama" yaitu posisi Matahari dan Bulan berada pada satu bujur astronomi. Dalam astronomi dikenal dengan istilah *Conjunction* (konjungsi). Para ahli astronomi murni menggunakan *ijtima* ' ini sebagai pergantian Bulan *qamariyah*, sehingga ia disebut pula dengan istilah *New Moon*. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana pustaka, 2005, hal. 32.

berada diantara Matahari dan Bulan atau apa yang disebut dengan *istiqbal*^{26, 27}.

Kata *Khusuf* menurut bahasa berarti menenggelamkan. Dikatakan خسف خسوفا, artinya menenggelamkan segala sesuatu yang ada di atasnya.²⁸

Kata ini diambil dari kalimat خسف القمر, artinya Bulan menghilang cahayanya. Sedangkan *Kusuf* menurut bahasa berarti menutupi. Dikatakan كسف كسوفا, artinya menutupi, menyembunyikan dan menjadikan gelap.²⁹

Makna *Kusuf* dan *Khusuf* menurut istilah adalah terhalanginya seluruh atau sebagian sinar Matahari atau Bulan dikarenakan suatu sebab alamiah.

²⁶ *Istiqbal* artinya “berhadapan” yaitu fenomena dimana Matahari dan Bulan dalam posisi berhadapan, sehingga diantara keduanya mempunyai selisih bujur astronomi sebesar 180°. Pada saat *istiqbal*, Bulan berada pada fase Bulan purnama. Dalam dunia astronomi dikenal dengan oposisi. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hal. 38.

²⁷ Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab...*, hal. 42.

²⁸ Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia*, Yogyakarta: Pustaka Progresif, Cet. Ke II, 1997, hal. 340.

²⁹ Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir...*, hal. 1209.

Yaitu Allah menakut-nakuti hambaNya dengannya. Atas dasar inilah, kata *Kusuf* dan *Khusuf* adalah sinonim, yaitu memiliki arti yang sama.³⁰

Prinsip dasar terjadinya gerhana Bulan ialah ketika Matahari, Bumi dan Bulan berada dalam satu garis lurus yakni saat Bulan purnama atau beroposisi³¹ dimana posisi Bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya dan Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180 derajat dari posisi Bulan.³² Akan tetapi, tidak setiap oposisi Bulan dengan Matahari akan mengakibatkan terjadinya gerhana Bulan dikarenakan kemiringan bidang orbit Bulan terhadap bidang ekliptika. Perpotongan bidang orbit Bulan dengan bidang ekliptika akan

³⁰ Hanik Maridah, *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Maslak al-Qasid Ila 'Amal ar-Rasid Karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah*, Skripsi Strata I Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2015. Hal. 20.

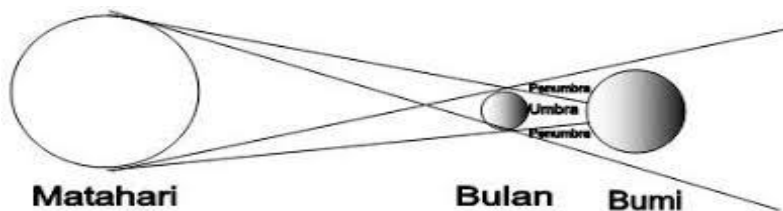
³¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hal. 107.

³² Muhyidin Khozin, *Ilmu Falak...*, hal. 187.

memunculkan dua buah titik potong yang disebut *node*³³.

Gerhana Bulan akan terjadi apabila Bulan berposisi pada *node* tersebut. Bulan membutuhkan waktu 29,53 hari³⁴ untuk bergerak dari satu titik oposisi ke titik oposisi lainnya.³⁵

Seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1.1 Gerhana Bulan

³³ *Node* atau titik simpul adalah titik perpotongan antara lintasan Bulan dengan ekliptika.

³⁴ Menurut Saiyid Razvi dalam Kalender Hijriyah yang disusun al-Biruni disebutkan bahwa periode Sinodis Bulan rata-rata adalah 29.5305555 hari, terjadi selisih 0.0000333 hari setiap Bulan. Selisih ini menurut Saiyid Razvi tidak begitu berarti karena selama 2500 tahun akan selisih satu hari antara Kalender Hijriyah yang disusun oleh Al-Biruni dan Kalender Hijriyah berdasarkan teori modern.

³⁵ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015, hal. 234.

Berbeda dengan gerhana Matahari, pada gerhana Bulan, waktu kontak dan saat terjadinya suatu fase gerhana tidak terpengaruh oleh lokasi pengamat berada. Semua pengamat yang berada di belahan Bumi yang mengalami gerhana akan mengamati waktu-waktu kontak (umbra dan penumbra) pada saat bersamaan. Gerhana Bulan dapat terjadi 2-3 kali dalam setahun dan dapat disaksikan oleh seluruh penduduk Bumi yang menghadap Bulan. Akan tetapi, dalam satu tahun kalender, ada kemungkinan tidak terjadi peristiwa gerhana Bulan sama sekali.³⁶

2. Dalil Hukum Tentang Peristiwa Gerhana Bulan

Berikut beberapa dalil al-Qur'an dan hadis yang terkait dengan proses terjadinya gerhana:

³⁶ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015, hal. 234.

1. Dalil Al-Qur'an

a. Surat Yasin ayat 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (38) وَالْقَمَرَ
 قَدَرْنَا مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (39) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي
 لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ
 (40)

Artinya: “Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikian ketetapan (Allah) Yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui. Dan telah Kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. Tidaklah mungkin bagi Matahari mengejar Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya”(Q.S. Yasin:38-40).³⁷

Kata *taqdir* (تقدير) pada ayat 38 diatas digunakan dalam arti menjadikan sesuatu memiliki kadar serta sistem tertentu dan teliti serta dapat berarti

³⁷ Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Jakarta: Penerbit Wali, 2010, hal. 222.

juga menetapkan kadar sesuatu baik yang berkaitan dengan materi maupun waktu. Allah swt menetapkan bagi Matahari beredar pada peredarannya dengan teliti dan pada saat yang sama Allah mengatur juga kadar waktu bagi peredarannya³⁸ dari peredarannya tersebut mengakibatkan terjadinya siang dan malam serta gelap maupun terang.³⁹

Ayat diatas juga menjelaskan tentang ditetapkannya sistem peredaran Bulan pada *manzilah-manzilah* atau posisi-posisi tertentu, sehingga Bulan terlihat kecil atau berbentuk sabit pada awal kemunculannya dan dari malam ke malam akan mengalami perbesaran hingga akhirnya kembali mengecil lagi (fase-fase Bulan). Disebutkan pula

³⁸ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah (Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an)*, Jakarta: Lentera Hati, 2015, Vol. 11, Cet. V, hal. 153.

³⁹ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah...*, hal. 151.

bahwa Bulan di gambarkan seperti tandan yang segar yang lama kelamaan akan membesar dan menua, kemudian mengering dan melengkung hingga mencapai manzilah yang terakhir. Bulan akan kembali menjadi tandan tua dan layu.⁴⁰

Allah SWT telah menjadikan Matahari dan Bulan pada garis edarnya masing-masing dengan sangat teliti dan konsisten. Sehingga masing-masing tidak akan keluar dari garis edarnya ataupun saling mendahului satu sama lain.⁴¹

b. Surat al-An'am ayat 96

قَالَ الْإِصْبَاحَ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَلِكَ

تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (96)

Artinya: “Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah

⁴⁰ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah...*, hal. 153.

⁴¹ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah...*, hal. 154.

pertolongan Allah yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui.” (Q.S. al-An’am:96).⁴²

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah menjadikan Matahari dan Bulan berdasarkan pada perhitungan yang teliti, keduanya saling bergantian sehingga terjadilah malam dan siang.⁴³ Ibu Abbas ra berkata: “maksud firman Allah SWT والشمس والقمر حسبانا adalah bahwasannya Allah SWT telah menjadikan perjalanan Matahari dan Bulan dengan perhitungan yang tidak bertambah maupun tidak berkurang (pasti).⁴⁴

Kata حسبانا sendiri merupakan kata yang diambil dari kata حساب atau *hisab*. Penambahan huruf alif dan nun pada kata tersebut memberi arti

⁴² Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur’an dan...*, hal. 71.

⁴³ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah...*, hal. 568.

⁴⁴ Syaikh Imam al-Qurthubi, *Tafsir al-Qurthubi*, Jakarta: Pustaka Azzam, 2008, hal. 113.

kesempurnaan. Sehingga kata *حسابنا* diartikan perhitungan yang sempurna dan teliti. Peredaran benda-benda langit yang konsisten dan teliti tidak akan mengakibatkan tabrakan antar planet-planet. Dengan peredaran yang konsisten tersebut dapat dihitung sehingga dapat diketahui kapan terjadinya gerhana.⁴⁵

2. Dalil al-Hadits

Hadist Riwayat Imam Bukhari:

حدثنا عبدالله بن محمد قال : حدثنا هاشم بن القاسم قال : حدثنا شيبان ابو معاوية عن زياد بن علاقة عن المغيرة بن شعبه قال : كسفت الشمس على عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم ، يوم مات ابراهيم فقال الناس كسفت الشمس لموت ابراهيم ، فقال رسول الله صلى الله عليه وسلم : انّ الشمس والقمر اياتان من ايات الله يخوف الله بهما

⁴⁵ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah...*, hal. 569.

عباده وانهما لاينكسفان لموت احد ولالحياته، فاذا رايتم فصلوا

وادعوا لله⁴⁶

Artinya: Abdullah bin Muhammad bercerita kepada kita: Hasyim bin al-Qasim bercerita kepada kita: Syaiban Abu Mu'awiyah bercerita kepada kita dari Ziad bin 'Illaqoh dari Mughiroh bin Syu'bah berkata: ketika Nabi Muhammad SAW masih hidup, gerhana Matahari terjadi pada hari yang bersamaan dengan wafatnya Ibrahim (putra Nabi SAW). Orang-orang pun berkata bahwa gerhana Matahari terjadi karena meninggalnya Ibrahim. Maka kemudian Rasulullah SAW bersabda, "Sesungguhnya gerhana Matahari dan Bulan terjadi bukan karena kematian atau kelahiran seseorang, maka ketika kalian melihat gerhana, shalatlah dan berdoalah kepada Allah". (H.R. Bukhari).

Nabi Muhammad SAW mengatakan bahwa sesungguhnya Matahari dan Bulan merupakan tanda-tanda kebesaran Allah . Terjadinya gerhana bukan di sebabkan oleh adanya kematian atau kelahiran seseorang

⁴⁶ Shahih Bukhari, *Sahih Bukhari*, Libanon: Beirut, Cet.I, Juz I, 1992, hal. 316.

atau dikaitkan dengan akan datangnya bencana dan sebagainya. Akan tetapi, gerhana merupakan ketetapan Allah dan semata-mata bagian dari sunnah Kauniah yang merupakan wujud dari ayat-ayat Allah di alam semesta.⁴⁷

Melalui gerhana, Allah telah menunjukkan kekuasaan atas alam semesta mengenai bagaimana Ia mengatur keteraturan peredaran dalam orbit masing-masing benda langit seperti Matahari dan Bulan yang meskipun terlihat sama bercahaya tapi hakikatnya berbeda sifat cahaya dan gerakannya (Yunus:5). Hal ini bertujuan agar umat Islam lebih bersyukur serta takut atas kekuasaan Allah dan segera berdzikir atau memohon ampun atas khilaf maupun dosa.⁴⁸

⁴⁷ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu...*, hal. 238

⁴⁸ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu...*, hal.239.

B. Macam-macam Gerhana Bulan

Gerhana Bulan terjadi saat posisi Matahari, Bulan dan Bumi berada dalam satu garis lurus dan sejajar. Posisi Bumi berada diantara Matahari dan Bulan. Terdapat tiga jenis gerhana Bulan yaitu gerhana Bulan total, gerhana Bulan sebagian dan gerhana Bulan penumbra.⁴⁹

1. Gerhana Bulan total

Gerhana Bulan total atau sempurna atau *kully* terjadi apabila posisi Bumi Bulan dan Matahari pada satu garis lurus. Seluruh piringan Bulan berada di dalam bayangan inti Bumi⁵⁰ atau berada di wilayah umbra⁵¹. Pada saat gerhana Bulan total, warna Bulan

⁴⁹ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu...*, hal. 233 .

⁵⁰ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 190.

⁵¹ Umbra adalah “bayangan inti”, yaitu bayang-bayang kerucut suatu benda langit. Bumi dan Bulan adalah benda langit yang menerima sinar dari Matahari, sehingga keduanya mempunyai bayang-bayang kerucut. Apabila bayangan kerucut bumi menyentuh piringan Bulan maka terjadi gerhana Bulan. jika bayangan kerucut Bulan menyentuh permukaan bumi

tidak sepenuhnya gelap total meski berada di pada umbra Bumi, karena cahaya masih bisa sampai ke permukaan Bumi oleh refraksi atmosfer⁵² Bumi.⁵³

Gerhana Bulan total dimulai ketika Bulan memasuki wilayah penumbra⁵⁴. Setelah itu, sedikit demi sedikit bagian Bulan memasuki wilayah umbra. Jangka waktu Bulan berada di wilayah umbra yaitu antara 50 sampai 102 menit. Setelah melalui wilayah umbra, Bulan akan kembali memasuki wilayah penumbra dan dapat memantulkan cahaya Matahari seperti semula.⁵⁵

maka terjadi gerhana Matahari. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hal. 87.

⁵² Atmosfir sering disebut dengan istilah *Jaw* yang artinya angkasa. Sedangkan dalam astronomi *Jaw* adalah lapisan gas yang menyelubungi sebuah benda langit, lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, hal. 40.

⁵³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hal. 108.

⁵⁴ Penumbra adalah bayangan semu benda langit. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hal. 64.

⁵⁵ Baharudin Zaenal, *Ilmu Falak*, Kuala Lumpur: Dawama Sdn. Bhd., 2002, Cet-1, hal. 89.

2. Gerhana Bulan parsial

Gerhana Bulan parsial atau *ba'dhi* terjadi apabila posisi Bumi-Bulan-Matahari tidak pada satu garis lurus, sehingga hanya sebagian piringan Bulan yang memasuki bayangan inti Bumi atau umbra Bumi.⁵⁶ Saat peristiwa gerhana Bulan sebagian, hanya sebagian Bulan yang berada di bagian umbra menjadi gelap. Terdapat dua kali kontak dalam gerhana Bulan *ba'dhi* yaitu: 1) Kontak pertama, apabila piringan Bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan Bumi, yang menandai awal gerhana. 2) Kontak kedua yaitu piringan Bulan telah keluar dari bayangan Bumi yang menandai akhir gerhana.⁵⁷

3. Gerhana Bulan penumbra

⁵⁶ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 191.

⁵⁷ Sayful Mujab, "Gerhana: Antara Mitos, Sains dan Islam", *Yudisia*, vol. 5, no. 1, Juni 2014, 84-101.

Pada Gerhana Bulan penumbra, Bulan hanya melewati bayangan penumbra Bumi dan tidak memasuki wilayah bayangan umbra Bumi. Sehingga seluruh bagian Bulan berada di wilayah penumbra Bumi dan Bulan masih dapat dilihat.⁵⁸ Gerhana Bulan penumbra dapat dilihat apabila magnitudo gerhana lebih dari 0,7.⁵⁹

Setiap jenis gerhana Bulan baik gerhana Bulan total maupun gerhana Bulan parsial akan melalui proses gerhana Bulan penumbra terlebih dahulu. Sehingga gerhana penumbra juga perlu diperhitungkan kontribusinya.⁶⁰

⁵⁸ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak* (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta), Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012, hal. 233.

⁵⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hal. 108.

⁶⁰ Robert H. Baker, *Astronomy A Textbook For University And College*, New York: D. Van Nostrand Company Inc, 1957, hal. 143.

B. Objek Kajian Gerhana Bulan

Peristiwa gerhana Bulan disebabkan oleh posisi Matahari, Bumi dan Bulan berada pada satu garis lurus. Untuk itu, proses gerhana Bulan tidak lepas dari tiga benda langit tersebut.

1. Bulan

Bulan adalah benda langit yang mengikuti atau mengelilingi Bumi (satelit Bumi). Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri, akan tetapi hanya memantulkan sinar Matahari jika dilihat dari Bumi⁶¹. Jarak Bulan dari Bumi ialah sekitar 384,446 Km. Keadaan permukaan Bulan ini dingin dan kering dengan temperatur terendahnya mencapai -177 derajat celcius dan suhu panasnya bisa mencapai 184 derajat celcius. Karena perbedaan

⁶¹ Abdul Karim, Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak (Teori dan Implementasi)*, Yogyakarta: Qudsi Media, hal. 36.

suhu udara yang ekstrim ini, Bulan tidak dapat dihuni oleh makhluk hidup.⁶²

Bulan mempunyai diameter 3,476 km, dengan keliling sebesar 3.500 km. Dalam sekali beredar mengelilingi Bumi, Bulan membutuhkan waktu yang disebut dengan periode sideris selama 27 hari 7 jam 43 menit 11 detik (periode orbit), dan variasi periodik dalam sistem Bumi-Bulan-Matahari bertanggung jawab atas terjadinya fase-fase Bulan yang berulang setiap 29 hari 12 jam 44 menit 3 detik (periode sinodis).⁶³

Dalam mengelilingi Bumi, Bulan melakukan gerak revolusi dan rotasi. Dalam satu periode revolusi Bulan hanya melakukan satu kali rotasi, yang menyebabkan permukaan Bulan yang terlihat

⁶² Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak...*, hal. 133

⁶³ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak...*, hal. 135.

dari Bumi hanya satu permukaan saja. Bersama Bumi, Bulan mengelilingi Matahari dari arah barat ke timur.

Bulan memiliki fase-fase dalam pencahayaan yang dimulai saat ijtimak yang tidak memancarkan cahaya sampai Bulan purnama, lebih jelasnya fase-fase Bulan tersebut antara lain:

- a) Konjungsi atau *ijtima'*, apabila kedudukan Bulan searah dengan Matahari. Pada kondisi tertentu konjungsi dapat menimbulkan terjadinya gerhana Matahari dan awal terjadinya pergantian Bulan dalam perhitungan kalender hijriyah.
- b) Oposisi yaitu kedudukan Bulan yang berlawanan arah dengan Matahari apabila dilihat dari Bumi. Pada posisi ini Bulan bercahaya penuh atau purnama. Pada kondisi tertentu menyebabkan terjadinya gerhana Bulan.

c) Kuarter yaitu kedudukan Bulan tegak lurus terhadap garis penghubung Bumi-Matahari. Pada fase ini Bulan hanya terlihat setengah yang terang jika dilihat dari Bumi⁶⁴.

2. Bumi

Bumi merupakan satu-satunya planet bagian tata surya yang dihuni oleh manusia. Jarak rata-rata Bumi ke Matahari sekitar 150 juta km. Densitas (massa jenis) Bumi sekitar 5,52 gram/cm³, yang mengakibatkan Bumi menjadi planet paling padat di tata surya. Bumi memiliki satu satelit alam yaitu Bulan.⁶⁵

Bumi memiliki bentuk mirip bola dengan diameter khatulistiwa 12756776 km, dan jarak dari

⁶⁴ Maskufa, *Ilmu Falak*, Jakarta: Gaung Persada Press, 2010, hal. 50-51.

⁶⁵ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013, hal. 4.

kutub ke kutub 12713824 km.⁶⁶ Bumi berotasi mengelilingi sumbu imaginernya (berotasi) dengan lama periode 23 jam 56 menit dari arah barat ke timur. Akibatnya, benda-benda langit tampak melakukan peredaran semu harian dari timur ke barat jika diamati dari Bumi. Rotasi Bumi juga mengakibatkan angin dibelokkan ke kanan di belahan Bumi utara (BBU) dan ke kiri di belahan Bumi selatan (BBS). Bumi juga melakukan revolusi yaitu gerak mengelilingi Matahari dengan periode 365, 2422 hari.⁶⁷ Selain gerak revolusi dan rotasi, Bumi juga mempunyai gerak presisi dan nutasi.⁶⁸

⁶⁶ Abdul Karim, Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak...*, hal. 36.

⁶⁷ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan...*, hal. 4

⁶⁸ Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolas Copernicus", *Al-Ahkam*, vol. 23, no. 2, Oktober 2013, 225-236.

3. Matahari

Matahari adalah benda langit yang berbentuk bola gas pijar yang menyala dan sangat panas. Temperatur suhu Matahari dapat mencapai 15 juta derajat celcius. Matahari merupakan bintang terdekat dengan Bumi yang mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 kilometer (93.026.724 mil).⁶⁹

Matahari dikenal sebagai pusat tata surya dimana delapan planet mengelilinginya dengan orbit dan periode masing-masing. Matahari dikategorika sebagai bintang kecil jenis G yang berumur 4,5 miliar tahun dengan massa $1,99 \times 10^{30}$ kg yang mempunyai periode rotasi disekitar ekuator 26 hari. Matahari mempunyai beberapa lapisan, yaitu:⁷⁰ Fotosfer, kromosfer, dan korona.

⁶⁹ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak...*, hal. 114.

⁷⁰ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak...* hal. 115-117.

D. Gambaran Umum Perhitungan Gerhana Bulan

Terdapat beberapa metode untuk menentukan terjadinya gerhana Bulan, salah satunya ialah penentuan gerhana Bulan dengan metode *Ephemeris*. Langkah-langkah yang dapat ditempuh dalam perhitungan penentuan gerhana Bulan berdasarkan metode *Ephemeris*, adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kemungkinan terjadinya gerhana Bulan berdasarkan tabel kemungkinan terjadinya gerhana, yaitu dengan cara:

Tabel 2.1 data A pada jadwal gerhana Bulan untuk menentukan tahun⁷¹

Tabel A

TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
00	331°	1400	084 50'	1700	338 ⁰ 50'

⁷¹ Muhyidin Khozin, *Ilmu Falak...*, hal. 286.

	05'12"		12"		12"
30	212° 29' 12"	1430	326° 14' 12"	1730	220° 14' 12"
60	093° 53' 12"	1460	207° 38' 12"	1770	101° 38' 12"
90	335° 17' 12"	1490	089° 02' 12"	1800	343° 02' 12"
1220	076° 26' 12"	1520	330° 26' 12"	1830	224° 26' 12"
1250	317 50' 12"	1550	211 50' 12"	1800	105 50' 12"
1280	199 14' 12"	1580	093 14' 12"	1890	347 14' 12"

Tabel 2.2 data B pada jadwal gerhana Bulan untuk menentukan satuan tahun.

Tabel B

TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
01	008° 02' 48"	11	088° 30' 48"	21	168° 58' 48"
02	016° 05' 36"	12	096° 33' 36"	22	177° 01' 36"
03	024° 08' 24"	13	104° 36' 24"	23	185° 04' 24"
04	032° 11' 22"	14	112° 39' 12"	24	193° 07' 12"
05	040° 14' 00"	15	120° 42' 00"	25	201° 10' 00"
06	048° 16' 48"	16	128° 44' 48"	25	209° 12' 48"
07	056° 19'	17	136° 47'	27	217° 15'

	36''		36''		36''
08	064° 22' 24''	18	144° 50' 24''	28	225° 18' 24''
09	072° 25' 12''	19	152° 53' 12''	29	233° 21' 12''
10	080° 28' 00''	20	160° 56' 00''	30	241° 24' 00''

Tabel 2.3 data C pada jadwal gerhana Bulan untuk menentukan Bulan.

Tabel C

NAMA BULAN	GERHANA MATAHARI	GERHANA BULAN
Muharram	030° 40' 15''	015° 20' 07''
Shafar	061° 20' 30''	046° 00' 22''

Rabi'ul Awal	092° 00' 45"	076° 40' 37"
Rabi'ul Akhir	122° 41' 00"	107° 20' 52"
Jumadil Ula	153° 21' 15"	138° 01' 07"
Jumadil Akhir	184° 01' 30"	168° 41' 22"
Rajab	214° 41' 45"	199° 21' 37"
Sya'ban	245° 22' 00"	230° 01' 52"
Ramadhan	276° 02' 15"	260° 42' 07"
Syawwal	306° 42' 30"	291° 22' 22"
Dzulqa'dah	337° 22' 45"	322° 02' 37"
Dzulhijjah	008° 03' 00"	352° 42' 52"

Untuk mengetahui kemungkinan terjadinya gerhana Bulan, langkah pertama ialah mengambil data dari tabel A menurut kelompok tahunnya, kemudian mengambil data dari tabel B menurut satuan tahunnya

dan data tabel C menurut Bulan kemungkinan akan terjadinya gerhana (gerhana Bulan). setelah itu, hasil dari ketiga data (data A, B, dan C) di jumlahkan. Gerhana Bulan mungkin akan terjadi apabila hasil dari penjumlahan tersebut berkisar:

- Antara 00° s/d 014°
- Antara 165° s/d 194°
- Antara 345° s/d 360°

2. Melakukan perhitungan konversi tanggal atau penanggalan hijriyah ke penanggalan masehi.

Gerhana Bulan selalu terjadi pada saat *istiqbal*/ saat Bulan purnama yaitu sekitar tanggal 15 Bulan qamariyah. Sehingga, harus menghitung tanggal 15 qamariyah yang ada kemungkinan terjadi gerhana Bulan tersebut bertepatan tanggal berapa menurut penanggalan masehi.

3. Menyiapkan data astronomis dengan melihat tanggal hasil konversi pada data *Ephemeris*⁷² *Hisab Rukyat* atau software *WinHisab*. Sehingga mengetahui jam saat Matahari dan Bulan berposisi.
4. Melacak FIB (*Fraction Illumination Bulan*) berdasarkan data jam (waktu Greenwich) yang telah didapatkan.

Periksa kemungkinan terjadi gerhana Bulan, yaitu dengan nilai dan harga mutlak lintang Bulan (pada kolom Apparent Lattitude Bulan) saat FIB terbesar. Setelah itu, menghitung Sabaq Matahari⁷³ (B1)⁷⁴ dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara data ELM⁷⁵ pada jam FIB terbesar dan pada satu jam berikutnya.

⁷² Data Ephemeris menggunakan waktu Greenwich, artinya bagi tempat-tempat yang berada di bujur Timur waktunya lebih dulu daripada waktu Greenwich.

⁷³ Sabaq Matahari ialah gerak Matahari tiap jam.

⁷⁴ Nilai B1 harus mutlak

⁷⁵ Ecliptic Longitude Matahari ialah bujur Matahari, nilai ELM dapat dilihat di kolom data Matahari pada buku Ephemeris hisab rukyat atau software Winhisab. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 219.

Kemudian menghitung nilai Sabaq Bulan (B2)⁷⁶ dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara data ALB (*Apparent Longitude Bulan*)⁷⁷ pada jam FIB terbesar dan satu jam berikutnya.⁷⁸

5. Menghitung jarak Matahari dan Bulan (MB) dengan rumus:

$$MB = ELM - (ALB - 180)$$

Rumus diatas berlaku apabila nilai ALB lebih kecil dari 180 derajat. Sedangkan untuk ALB yang bernilai lebih dari 180 derajat maka digunakan rumus:

$$MB = ELM - (ALB + 180)$$

⁷⁶ Sabaq Bulan merupakan pergerakan Bulan tiap jam. Nilai sabaq Bulan harus mutlaq.

⁷⁷ ALB adalah lintang Bulan, nilai ALB dapat dilihat di kolom data Bulan. Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak..., hal. 219.

⁷⁸ Bila FIB terbesar terjadi pada jam 24 maka satu jam berikutnya adalah jam 01 pada hari atau tanggal berikutnya.

6. Menghitung Sabaq Bulan Mu'addal (SB)⁷⁹ dengan rumus:

$$SB = B2 - B1$$

7. Mencari waktu istiqbal.

Sebelum mencari waktu Istiqbal, terlebih dahulu mencari nilai titik istiqbal dengan rumus:

$$\text{Titik Istiqbal} = MB / SB$$

Kemudian menghitung waktu istiqbal dengan menggunakan rumus:

$$\text{Istiqbal} = \text{Waktu FIB} + \text{Titik Istiqbal} - 00:01:49.29$$

⁷⁹ SB kepanjangan dari *sabaq Bulan Mu'addal* yakni gerak Bulan yang sebenarnya selama satu jam, sabaq Bulan dalam satu jam rata-rata 0 o 32' 56,4". Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu...*,hal.70.

8. Melacak data di Ephemeris untuk proses meng-*interpolasi* waktu istiqbal.

Data-data yang dibutuhkan diantaranya:

- a) Semidiameter Bulan (SD')⁸⁰ pada kolom semidiameter Bulan.
- b) Horizontal Parallaks Bulan (HP')⁸¹ pada kolom Horizontal Parallaks Bulan.
- c) Lintang Bulan (L') pada kolom Lintang Bulan.
- d) Semidiameter Matahari (SD_0)⁸² pada kolom Semidiameter Matahari.
- e) Jarak Bumi (JB) pada kolom True Geocentric Distance Matahari.

⁸⁰ Semidiameter Bulan adalah jari-jari Bulan atau jarak sudut antara titik pusat Bulan dengan piringan luar Bulan.

⁸¹ Horizontal Parallaks Bulan adalah parallaks dari Bulan yang sedang berada persis di garis ufuq. Sedangkan pengertian parallaks sendiri ialah sudut antara garis yang ditarik dari benda langit ke titik pusat bumi dan garis yang ditarik dari benda langit ke mata pengamat.

⁸² Semidiameter Matahari adalah jari-jari Matahari atau jarak sudut antara titik pusat Matahari dengan piringan luar Matahari.

9. Mencari nilai kriteria kemungkinan terjadinya gerhana

Bulan.

Tahapan pertama untuk mengetahui kriteria terjadi gerhana Bulan ialah dengan menghitung Horizontal Parallaks Matahari (HP0) dengan rumus:

$$\text{Sin HP0} = \sin 08.794'' / \text{JB}$$

Kemudian menghitung jarak Bulan dari titik simpul (H) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Sin H} = \sin L' / \sin 5$$

Tahapan berikutnya ialah menghitung lintang Bulan maksimum terkoreksi (U) dengan rumus:

$$\text{Tan U} = [\tan L' / \sin H]$$

Selanjutnya, menghitung lintang Bulan minimum terkoreksi dengan rumus:

$$\text{Sin Z} = [\sin U \times \sin H]$$

Kemudian menghitung koreksi kecepatan Bulan relatif terhadap Matahari (K) dengan rumus:

$$K = \cos L' \times SB / \cos U$$

Langkah selanjutnya ialah menghitung besarnya semidiameter bayangan inti Bumi (D) dengan rumus:

$$D = (HP' + HP0 - SD0) \times 1.02$$

Kemudian, menghitung jarak titik pusat bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan inti Bumi (X) dengan rumus:

$$X = D + SD'$$

Setelah itu, menghitung jarak titik pusat bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan mulai masuk pada bayangan inti Bumi (Y) dengan rumus:

$$Y = D - SD'$$

Langkah selanjutnya ialah menghitung jarak titik Bulan ketika piringan Bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi (C) dengan rumus:

$$\text{Cos } C = \text{cos } X / \text{cos } Z$$

Menghitung waktu yang diperlukan Bulan untuk bergerak dimulai ketika piringan Bulan bersentuhan dengan bayangan inti Bumi sampai ketika titik pusat Bulan segaris dengan bayangan inti Bumi (T1) dengan rumus⁸³:

10. Mencari waktu pertengahan gerhana (tgh).

$$T1 = C / K$$

⁸³ Bila Y lebih kecil dari Z maka akan terjadi gerhana Bulan sebagian. Oleh karena itu, E dan T2 dalam langkah selanjutnya tidak perlu dihitung. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 221.

Untuk mengetahui waktu pertengahan gerhana, langkah pertama yang harus ditempuh ialah menghitung nilai E ⁸⁴ dengan menggunakan rumus:

$$\cos E = \cos Y : \cos Z$$

Setelah diketahui nilai $T1$ pada perhitungan diatas, maka untuk mendapatkan nilai waktu pertengahan gerhana juga memerlukan nilai $T2$, tahap kedua mencari nilai $T2$ ⁸⁵ dengan rumus:

$$T2 = E : K$$

Langkah ketiga, karena kecepatan Bulan dalam bergerak membutuhkan waktu yang berbeda-beda, maka akan membutuhkan adanya koreksi terhadap kecepatan

⁸⁴ Jarak titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan masuk pada bayangan inti Bumi. Nilai E dan nilai $T2$ tidak perlu dihitung apabila terjadi gerhana Bulan sebagian. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 221.

⁸⁵ Waktu yang diperlukan oleh Bulan untuk berjalan mulai titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan masuk pada bayangan inti bumi. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak..*, hal. 221.

$$T_a = \cos H : \sin K$$

Bulan.⁸⁶ Koreksi pertama terhadap kecepatan Bulan (T_a) dengan rumus:

Koreksi kedua terhadap kecepatan Bulan (T_b) dengan menggunakan rumus:

$$T_b = \sin L' : \sin K$$

Langkah keempat ialah menghitung waktu gerhana (T_0) dengan menggunakan rumus:

$$T_0 = [\sin 0.05 \times T_a \times T_b]$$

Langkah berikutnya ialah menghitung waktu titik tengah gerhana (T_{gh}) dengan cara memperhatikan Lintang Bulan (L') dalam kolom *Apparent Latitude*

⁸⁶ Hanik Maridah, *Studi Analisis...*, hal. 51.

Bulan pada FIB terbesar dan pada satu jam berikutnya.

Jika harga mutlak Lintang Bulan semakin mengecil maka rumus yang digunakan ialah:

$$T_{gh} = \text{Istiqbal} + T_0 - \text{delta } T$$

Sedangkan jika mutlak Lintang Bulan semakin membesar maka menggunakan rumus:

$$T_{gh} = \text{Istiqbal} - T_0 - \text{delta } T$$

Perlu diketahui bahwa delta T merupakan koreksi waktu dari TT (*Terrestrial Time*)⁸⁷ menjadi GMT (*Greenwich Mean Time*)^{88 89}.

⁸⁷ Terrestrial Time adalah satandar waktu astronomi modern yang ditentukan oleh International Astronomical Union, terutama untuk pengukuran waktu waktu pengamatan astronomi yang dibuat dari permukaan bumi. Sebagai contoh almanak astronomi menggunakan Terrestrial Time (TT) untuk tabel data Matahari, Bulan dan planet. Lihat https://en.m.wikipedia.org/wiki/Terrestrial_Time pada tanggal 26 Juni 2018 pukul 15.30 WIB.

⁸⁸ Greenwich Mean Time atau waktu Greenwich adalah waktu Matahari di garis / titik meridian Greenwich, Inggris. Yang lazim disebut

11. Mencari nilai waktu awal dan berakhirnya gerhana Bulan.

Langkah pertama ialah menghitung waktu mulai gerhana, dengan rumus:

$$\text{Mulai gerhana} = T_{gh} - T_1$$

Langkah kedua, menghitung waktu mulai gerhana total, dengan rumus:

$$\text{Mulai total} = T_{gh} - T_2$$

sebagai bujur geografis 0 derajat. Berdasarkan patokan GMT ini bumi dibagi menjadi berbagai zona waktu. Lihat <https://www.jamtangan.com/guide/greenwich-mean-time-gmt/> diakses pada tanggal 26 Juni 2018 pukul 15.45 WIB.

⁸⁹ Nilai-nilai delta T untuk tahun interval 1900 sampai tahun 2010 ialah: delta T tahun 1900 = -00 j 00 m 02.7d, delta T tahun 1910 = +00j 00m 10.5d, delta T tahun 1920 = 00j 00m 21.2d, delta T tahun 1930 = 00j 00m 24.0d, delta T tahun 1940 = 00j 00m 24.3d, delta T tahun 1950 = 00j 00m 29.1d, delta T tahun 1960 = 00j 00m 33.1d, delta T tahun 1970 = 00j 00m 40.2d, delta T tahun 1980 = 00j 00m 50.5d, delta T tahun 1990 = 00j 00m 56.9d, delta T tahun 1993 = 00j 01m 00.0d, delta T tahun 2000 = 00j 01m 07.0d, delta T tahun 2010 = 00j 01m 20.0d, sedangkan untuk tahun-tahun yang jauh sesudah tahun 2000, menurut Jean Meeus harga delta T diperoleh dengan rumus: $t = (\text{tahun} - 2000) : 100$, kemudian hasilnya dimasukkan ke dalam rumus: $\text{delta T} = (102.3 + 123.5 \times t + 32.5 \times t^2) : 3600$. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 193.

Setelah mengetahui hasil waktu mulai gerhana total, perlu diketahui waktu selesai gerhana total dengan cara waktu tengah gerhana ditambah dengan T2.

Langkah ketiga, menghitung waktu selesai gerhana dengan rumus⁹⁰ sebagai berikut:

$$\text{Selesai gerhana} = T_{gh} + T_1$$

12. Menghitung lebar piringan Bulan yang masuk dalam bayangan inti Bulan pada gerhana Bulan sebagian (LG) dengan menggunakan rumus⁹¹:

$$LG = (D + SDc - Z) : (2 \times SDc) \times 100\%$$

⁹⁰ Apabila awal gerhana lebih besar daripada waktu Matahari terbit di suatu tempat, atau akhir gerhana lebih kecil daripada waktu terbenam Matahari di tempat tersebut maka gerhana Bulan tidak tampak dari tempat tersebut. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 223.

⁹¹ Apabila dikehendaki satuan ukurnya dengan ushu' (jari), maka hasil perhitungan lebar gerhana ini dikalikan 12. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak...*, hal. 223

13. Mengambil kesimpulan dari hasil perhitungan, yakni dengan mencantumkan jam, hari dan tanggal berapa terjadinya gerhana Bulan.

BAB III

METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB *AL-NATIJAH AL-MAHSHUNAH FI KAYFIYATI HISAB HILAL AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH KARYA ALI*

MUSTOFA

A. Biografi Ali Mustofa

Ali Mustofa merupakan salah satu tokoh falak dari Kediri, Jawa Timur. Ali Mustofa mempunyai nama lengkap Ali Mustofa bin Mustangir. Ia dilahirkan di desa Maesan kecamatan Ploso Kabupaten Kediri Jawa Timur pada tanggal 24 Maret 1983 M. Ali Mustofa merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir dari pasangan bapak Mustangir dan Ibu Malikah. Pada tahun 2008, Ali Mustofa menikah dengan seorang wanita yang berasal dari Mojokerto yang bernama Siti Maf'ulah. Dalam pernikahan tersebut, Ali Mustofa dan Siti Maf'ulah dikaruniai dua orang anak (1 putra dan 1

putri), yakni: Ahmad Nabil Al-kautsar yang berumur 7 tahun dan Makhsunatul Fuad yang baru berumur 3 Bulan.⁹²

Dalam menempuh pendidikan, Ali Mustofa memilih belajar di SD Negeri Maesan selesai pada tahun 1996 M, kemudian ia melanjutkan belajar ke Madrasah Tsanawiyah Sunan Kalijaga Mayan, Mojo, Kediri lulus pada tahun 1999 M. Setelah itu, ia melanjutkan ke MAK al-Hikmah Purwosari Kediri sekaligus menjadi santri di Pondok Pesantren al-Hikmah Purwosari Kediri. Setelah lulus Aliyah, ia melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Lirboyo Kediri dengan jurusan Pendidikan Agama Islam pada tahun 2003. Pada tahun yang sama, ia nyantri di Pondok Pesantren al-Falah Ploso Kediri.⁹³

⁹² Wawancara dengan Ali Mustofa pada Rabu, 14 Maret 2018 pukul 10.30 WIB.

⁹³ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Rabu, 14 Maret 2018 pukul 10.30 WIB.

Sejak tahun 2002, Ali Mustofa mulai menekuni dunia Ilmu Falak. Ia berguru Ilmu Falak dengan Ustadz Mahsus Izzi yang pada saat itu mengkaji kitab *Tibyan al-Miqat* dan *Sulam al-Nayirain*. Ia juga belajar kitab *Durus al-Falakiyah* dengan KH. Zainuddin Basyari. Kemudian ia juga pernah berguru dengan H. Shofiyuddin dan mengkaji kitab *Risalah al-Qamarun*, *Nur al-Anwar* dan *Ephemeris*. Selain itu, ia juga pernah belajar Ilmu Falak dengan bapak Sriyatin, Ma'muri Abd. Shomad, Cecep Nurwendiya, KH. Slamet Hambali, KH. Ahmad Izzuddin, Hendro Setyanto, Gus Shofiyullah, H. Ahmad Tholhah, Ustad Ismail Abay, Mbak Anisah Budiwati, Raden Muhammad Wasil, dan Ustadz Sahlan Rasidi. Setelah itu, ia belajar dan memahami Ilmu Falak secara otodidak mulai dari pemrograman dengan kalkulator dan microsoft Excel hisab awal Bulan, hisab

awal waktu shalat, arah kiblat, hisab gerhana Matahari dan hisab gerhana Bulan.⁹⁴

Pada tahun 2004, Ali Mustofa mulai mengajar di Yayasan al-Falah Ploso. Ia sekarang menjadi Khodim al-Ma'had di Pondok Pesantren al-Falah Ploso, Mojo, Kediri sebagai pengajar mata pelajaran Ilmu Falak. Dalam kegiatan pembelajaran Ilmu Falak yang diampunya, ia menggunakan sarana pembelajaran berupa alat peraga untuk menggambarkan bola langit secara nyata. Alat tersebut terbuat dari rangkaian bambu yang dirancang sesuai dengan tata letak bola langit. Dengan bantuan alat tersebut, santri diharapkan dapat dengan cepat memahami setiap inti garis bola langit.⁹⁵

⁹⁴ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Rabu, 14 Maret 2018 pukul 10.30 WIB

⁹⁵ Nazla Nurul Faiqoh, *Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Khulashah Al-Risalah Karya Ali Mustofa, Skripsi UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2017), hal. 45.

Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah merupakan salah satu kitab falak kontemporer karya Ali Mustofa yang menggunakan bahasa Indonesia sebagai pengantarnya. Selain kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, Ali Mustofa telah menyusun beberapa kitab Ilmu Falak dengan berbagai metode. Diantara kitab-kitab hasil pemikirannya ialah: *Tashil Wildan, Al Kausar aly Qoim, Al Kausar aly Jadid, Khulasoh Tibyan, Khulasoh Risalah, Bulughul Amal i, As-Sulam at-Taqrubi wa at-tahqiqi, Tsimarul Mustafid, At-Taisir, Istiqbal Nayyiroin, Al Kusuf al-Jawi*⁹⁶, *Sulamul Qodiriyah, Natijatul Murid, Bulugh ar-Rofiq, Al wasili Ali, Anwarul Hasibin, dan Natijatul Khusus*.⁹⁷

⁹⁶ Keterangan dari Ali Mustofa via grup WhatsApp pada Kamis, 15 Maret 2018 pukul 07:29 WIB.

⁹⁷ Nazla Nurul Faiqoh, *Hisab Awal...*, hal. 46

Selain menulis beberapa kitab Falak, beliau juga membuat berbagai formula-formula program Falak dengan kalkulator Casio 4500 maupun *Microsoft Excel*. Hal ini ia lakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses perhitungan Falak, efisiensi waktu dan juga untuk menghindari kesalahan perhitungan yang sering dijumpai pada perhitungan manual. Karya-karyanya sudah banyak dikenal baik oleh para santri Pondok Pesantren al-Falah Ploso maupun oleh para pegiat Ilmu Falak Jawa Timur.⁹⁸

B. Gambaran Umum Tentang Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* merupakan kitab karya

⁹⁸ Wawancara Dengan Ali Mustofa pada Rabu, 14 Maret 2018 pukul 11:00 WIB.

Ali Mustofa yang mulai disusun pada bulan Januari tahun 2018. Bermula saat ia mengerjakan perhitungan gerhana Bulan total pada 31 Januari 2018 dengan menggunakan metode perhitungan gerhana Bulan kitab *ad-Durul aniq*. Kemudian ia terfikir dan mulai tertarik untuk membuat metode perhitungan gerhana baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari yang lebih ringkas. Seperti yang telah diketahui, metode hisab gerhana Bulan dan Matahari memiliki perhitungan yang cukup panjang dan melelahkan bahkan dengan bantuan kalkulator, masih dinilai berat untuk sebagian orang. Oleh karenanya, Ali Mustofa tertantang untuk menciptakan metode hisab gerhana Bulan dan Matahari yang ringkas dan tepat.

Dalam proses penyusunan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, Ali Mustofa menggunakan rujukan data

acurate time yang kemudian dia kembangkan dengan pemikiran sendiri sehingga terciptalah tabel *Awamil* kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*. Dengan metode *Awamil* ini, kalkulasi perhitungan gerhana baik Bulan maupun gerhana Matahari menjadi lebih mudah dan lebih ringkas daripada perhitungan dengan menggunakan Algoritma yang panjang dan suku koreksi yang berbaris-baris semacam VSOP 87 dan ELP2000 atau Jean Meeus maupun metode perhitungan kitab-kitab klasik lainnya.⁹⁹ Ali Mustofa tidak menyebutkan rumus yang dia gunakan dalam pembuatan data *Awamil* tersebut. Selain itu, ciri khusus lainnya dari kitab ini adalah penggunaan tahun masehi sebagai acuan awal serta menggunakan acuan

⁹⁹ Ali Mustofa, *at-Taisir*, Kediri: 2018, hal. 71.

waktu WIB (Waktu Indonesia Barat) yaitu +7 GMT (*Global Meridian Time*) serta ber *Epoch* Kediri.¹⁰⁰

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* terdiri dari 79 halaman yang terbagi dalam tiga bagian atau risalah, yaitu Risalah Hisab Awal Bulan Kamariah, Risalah Hisab Gerhana Bulan, dan yang terakhir ialah Risalah Gerhana Matahari.¹⁰¹

1. *Risalah Ula* (Hisab Awal Bulan Qamariyah)

Bagian ini berisi langkah-langkah yang harus ditempuh dalam melakukan perhitungan awal Bulan Kamariyah dengan metode *Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* beserta contoh perhitungannya dengan melihat data *Awamil* yang

¹⁰⁰ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Rabu, 14 Maret 2018 pukul 10.30 WIB.

¹⁰¹ Ali Mustofa, *al-Natijah al-Mahsunah*, Kediri: 2018, hal. 1-79.

terletak di halaman akhir. Berikut merupakan *Awamil* yang terdapat pada *Risalah Ula*:

a. *Awamil Ijtima'*

Awamil ijtima' merupakan data yang dibutuhkan untuk kalkulasi penentuan jam ijtima' berdasarkan waktu Indonesia bagian Barat. Tabel *Awamil ijtima'* terdiri dari 3 macam berdasarkan kualifikasi tahun, yaitu:

- 1) Tabel A1 yaitu tabel *Awamil ijtima'* pada tahun 2018
- 2) Tabel A2 yaitu tabel *Awamil ijtima'* pada tahun 2019
- 3) Tabel A3 yaitu tabel *Awamil ijtima'* pada tahun 2020

Sebenarnya, tabel *Awamil ijtima'* pada kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* tidak hanya terbatas sampai tahun 2020 saja. Akan tetapi, mencapai tahun 2100. Untuk mengefisienkan waktu, maka tabel *Awamil Ijtima'* hanya menyantumkan data sampai tahun 2020.

Data *Awamil* dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* terdiri dari:

- a) Bulan Hijriyah
- b) Tanggal Masehi
- c) Jumlah hari
- d) *Time dinamic*
- e) Ecliptice Longitude Matahari
- f) Sabaq Matahari
- g) Apparent Longitude Mathari
- h) Sabaq Bulan

b. Awamil Hilal

Tabel *Awamil* hilal terdiri dari 2 bagian tabel yaitu tabel data Matahari dan tabel data Bulan. Untuk tabel data Matahari terdapat 5 bagian yang masing-masing berisi 10 tabel, yang memuat:

- Tabel B1 yaitu *Awamil* hilal data Matahari pada Januari 2018-Juni 2018
- Tabel B2 yaitu *Awamil* hilal data Matahari pada Bulan Juli 2018-Desember 2018
- Tabel B3 yaitu *Awamil* hilal data Matahari pada Bulan Januari 2019-Juni 2019
- Tabel B4 yaitu *Awamil* hilal data Matahari pada Bulan Juli 2019- Desember 2019
- Tabel B5 yaitu *Awamil* hilal data Matahari pada Bulan Januari 2019 – Juni 2019

Awamil hilal pada data Matahari berisi:

- 1) Tanggal Masehi
- 2) Jumlah hari
- 3) *Apparent Right* Matahari
- 4) Deklinasi Matahari (pertama dan kedua)
- 5) Semi diameter (pertama dan kedua)
- 6) *Equation of time*

Sedangkan untuk tabel *Awamil* data Bulan juga terdapat 5 bagian yaitu:

- Tabel C1 yaitu tabel *Awamil* data Bulan pada Januari 2018 – Juni 2018
- Tabel C2 yaitu tabel *Awamil* data Bulan pada Juli 2018 – Desember 2018
- Tabel C3 yaitu tabel *Awamil* data Bulan pada Januari 2019 – Juni 2019
- Tabel C4 yaitu tabel *Awamil* data Bulan pada Juli 2019 – Desember 2019
- Tabel C5 yaitu tabel *Awamil* data Bulan pada Januari 2020- Juni 2020

Awamil hilal data Bulan berisi:

- 1) Tanggal Masehi
- 2) Jumlah hari
- 3) Tanggal Masehi
- 4) *Apparent Right* Bulan (pertama dan kedua)

- 5) Deklinasi Matahari (pertama dan kedua)
- 6) Semi diameter (pertama dan kedua)
- 7) *Horizontal parallax* (pertama dan kedua)

2. *Risalah Tsaniyah* (Gerhana Bulan)

Pada bagian ini terdapat langkah-langkah perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Al-Natijah al-Mahsunah* beserta contoh perhitungannya dengan melihat data *Awamil Khusuf* yang diberi label D1 dan terletak di halaman 54 sampai halaman 51.

Tabel *Awamil Khusuf* atau tabel D1 terdiri dari 11 kolom yang berisi:

- Tanggal dan Bulan terjadinya gerhana Bulan terdiri dari tanggal 31 Januari 2018, 28 Juli 2018, 17 Juli 2019, 10 Januari 2020, 5 Juni 2020, dan 30 November 2020.

- Hari dan pasaran terjadinya gerhana Bulan
- Delta T dan TD
- Data yang diperlukan dalam proses penta'dilan (koreksi-koreksi) seperti a_0 dan a_1 , b_0 dan b_1 , L_{10} dan L_{11} , L_{20} dan L_{21} , L_{30} dan L_{31} , L_{40} dan L_{41} , L_{50} dan L_{51} , L_{60} dan L_{61} .

Dalam *Risalah Tsani*, juga terdapat tabel tambahan yang berisi data Bulan dan Matahari untuk mengetahui tinggi Bulan (tinggi hakiki dan tinggi Mar'i) serta mengetahui Azimut Bulan saat awal penumbra, awal umbra, awal total, puncak gerhana, akhir total, akhir umbra, dan akhir penumbra.

Untuk lebih jelasnya, tabel tersebut terdiri dari beberapa data antara lain:

- Asensio recta Bulan (Rac) dan Asensio recta Matahari (Ram)
- Deklinasi Bulan (Dm) dan deklinasi Matahari (ds)
- Semi diameter Bulan (Sdc) dan Semidiameter Matahari (Sds)¹⁰²
- Horizontal Prallax Bulan (Hpc) dan Horizontal Parallax Matahari (Hps)

3. *Risalah Tsalitsah* (Hisab Gerhana Matahari)

Tidak jauh berbeda dari proses hisab gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* yang berada di bagian Risalah Tsani, pada bagian *Risalah Tsalitsah* juga terdapat langkah-langkah praktis perhitungan gerhana Matahari beserta contoh perhitungannya

¹⁰² Semidiameter Matahari adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luar Matahari, dalam bahasa Indonesia diterjemahkan dengan istilah jari-jari. Lihat Ali Mustofa, *At-taisir*, Kediri: 2018 hal. 73.

dengan melihat tabel *Awamil Kusuf Li Khisabil Kusuf Al-Markazi 'Ala Thoriqoh " al-Natijah al-Mahshunah"*. Tabel ini berisi tanggal dan Bulan terjadinya gerhana Matahari, data X, data Y, data d, data M, data L1, data L2, dan tan f. Karena dalam tabel *Awamil Kusuf* acuan tanggal dan hari dalam bentuk kalender Masehi maka hari dan tanggal tersebut dikonversi untuk mengetahui pasaran jika diperlukan.

Terdapat lima langkah proses penta'dilan (*Ta'dil Wasat*) dalam perhitungan gerhana Matahari kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, ialah sebagai berikut: 1) *Ta'dil awal wasat Kusuf* yang terdiri dari dua puluh lima langkah koreksi, 2) *Ta'dil tsani wasat Kusuf*, 3) *Ta'dil Tsalis wasat Kusuf*, 4) *Ta'dil robi' wasat Kusuf*, 5) *Ta'dil khomis wasat Kusuf*. Langkah

penta'dilan tersebut berfungsi sebagai data pendukung untuk mengetahui jam wasat kusef atau puncak gerhana Matahari, puncak gerhana, Magnitudo dan Jenis gerhana.

Dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, Ali Mustofa menambahkan ketentuan jenis gerhana, yaitu:

- 1) Tidak terjadi gerhana apabila Magnitudo lebih kecil daripada Nol.
- 2) Gerhana sebagian apabila magnitudo lebih besar dari Nol dan nilai m lebih besar dari nilai mutlak Q' .
- 3) Gerhana total apabila magnitudo lebih besar dari Nol dan nilai m lebih kecil dari nilai mutlak Q' dan Q' negatif.

- 4) Gerhana cincin apabila magnitudo lebih besar dari nol dan nilai m lebih kecil dari nilai mutlak Q' dan Q'' positif.

Pada halaman akhir kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* terdapat tabel-tabel *Awamil* yaitu *Awamil Hilal*, *Awamil Khusuf* dan *Awamil Kusuf*. Kemudian, pada halaman 69 kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* disajikan lembar kerja perhitungan awal Bulan kamariyah yang bertujuan untuk mempermudah masyarakat umum dalam mempelajari kitab ini.

C. Hisab Gerhana Bulan Dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

Langkah-langkah perhitungan untuk menentukan waktu terjadinya gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* ialah sebagai berikut:¹⁰³

1. Proses hisab

Langkah pertama ialah menentukan tanggal, Bulan, tahun, markaz, Lintang tempat, Bujur tempat dan time zone. Kemudian lihat data *Awamil* khusuf pada tabel D1 dan cocokkan dengan tanggal, Bulan dan tahun terjadinya gerhana Bulan yang akan dicari. Tabel *Awamil* khusuf terdiri dari data tanggal, Bulan, tahun masehi, hari, pasaran (jawa), Delta T, TD, bilangan-bilangan bantu (a0, a1, b0, b1, L10, L11, L20, L21, L30, L31, L40, L41, L50, L51, L60, L61).

¹⁰³ Mustofa Ali, *al-Natijah al-Mahsunah...*, hal. 29-44.

Setelah mendapatkan data dari tabel *Awamil* khusuf D1, Langkah selanjutnya ialah, antara lain:

a. Menghitung titik istiqbal

$$T = -(a_0.a_1 + b_0.b_1) / (a_1.a_1 + b_1.b_1)$$

b. Proses penta'dilan

Proses ini berfungsi untuk mempermudah perhitungan dalam mencari waktu terjadinya gerhana Bulan. berikut ini merupakan proses penta'dilan dalam kitab *Al-Natijah al-Mahsunah*:

$$T = -(a_0 \times a_1 + b_0 \times b_1) / (a_1 \times a_1 + b_1 \times b_1)$$

$$L_1 = L_{10} + L_{11} \times T$$

$$L_2 = L_{20} + L_{21} \times T$$

$$L_3 = L_{30} + L_{31} \times T$$

$$L_4 = L_{40} + L_{41} \times T$$

$$L_5 = L_{50} + L_{51} \times T$$

$$L6 = L60 + L61 \times T$$

$$n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$e = (a0.b1 - b0.a1) / n$$

$$T0 = TD + T - (\text{Delta T} / 3600) + TZ$$

$$T1 = \sqrt{(L1^2 - E^2)} / n$$

$$T2 = \sqrt{(L2^2 - E^2)} / n$$

$$T3 = \sqrt{(L3^2 - E^2)} / n$$

$$T4 = \sqrt{(L4^2 - E^2)} / n$$

$$T5 = \sqrt{(T5^2 - E^2)} / n$$

$$T6 = \sqrt{(T6^2 - E^2)} / n$$

b. Mencari waktu kontak dan durasi terjadinya gerhana

Langkah selanjutnya ialah mencari waktu kontak dan durasi gerhana. Langkah ini menggunakan acuan jam lokal (GMT+7) dengan melakukan pengurangan dan

penumlahan beberapa ta'dil yang telah diketahui dalam langkah sebelumnya. Yaitu:

- Mencari waktu kontak awal penumbra:

$$\text{Awal penumbra} = T_0 - T_1$$

- Mencari waktu kontak awal umbra:

$$\text{Awal umbra} = T_0 - T_2$$

- Mencari waktu kontak awal total:

$$\text{Awal total} = T_0 - T_3$$

- Mencari waktu kontak puncak gerhana:

$$\text{Puncak gerhana} = T_0$$

- Mencari waktu kontak akhir total:

$$\text{Akhir total} = T_0 + T_4$$

- Mencari waktu kontak akhir umbra:

$$\text{Akhir umbra} = T_0 + T_5$$

- Mencari waktu kontak akhir penumbra:

$$\text{Akhir penumbra} = T_0 + T_6$$

- Mencari durasi Penumbra:

$$\text{Durasi penumbra} = \text{Akhir penumbra} - \text{awal penumbra}$$

- Mencari durasi umbra:

$$\text{Durasi umbra} = \text{Akhir umbra} - \text{awal umbra}$$

- Mencari durasi total :

$$\text{Durasi total} = \text{Akhir total} - \text{awal total}$$

- c. Mencari tinggi hakiki, tinggi mar'i dan azimuth Bulan

Dalam proses ini dibutuhkan data pendukung seperti data Bulan dan Matahari, Lintang tempat, dan bujur tempat yang disesuaikan dengan waktu dan tempat terjadinya gerhana Bulan. Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* terdapat tabel berisi data Bulan dan Matahari yang terletak di halaman 66.

Tabel tersebut berisi data dan *ta'dilnya* (M_0 dan M_1), deklinasi Bulan dan *ta'dilnya* (dm_0 dan dm_1), Horizontal parallaks Bulan dan *ta'dilnya* (Hp_0 dan Hp_1),

Asensio rekta matahari dan deklinasi Matahari (Ram dan Ds), Semidiameter Matahari dan Horizontal parallaks Matahari (sds dan Hps), Asensio rekta Bulan dan deklinasi Bulan (Rac dan dc), Semidiameter Bulan dan horizontal parallaks Bulan¹⁰⁴ (sdc dan hpc). Berikut salah satu contoh tabel data Bulan dan Matahari yang terdapat pada kitab *Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* saat puncak gerhana tanggal 27 Juli 2018:

Tabel 3.1 Data Matahari dan Bulan

M0	Dm0	Hp0	Ram	Sds	Rac	Sdc
M1	Dm1	Hp1	Ds	Hps	dc	Hpc
206.408	16.9396	1.0144	20.9399	0.2705	8.95547	0.2764
93	5	7	3	6	16.9396	1

¹⁰⁴ Horizontal Parallax adalah sudut antara garis yang ditarik dari benda langit (Bulan) ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari benda langit ke mata pengamat. Lihat Ali Mustofa, *at-Taisir...*, hal. 75.

14.3989	-	-	-	0.0024	5	1.0144
3	0.11878	0.0002	17.2907	8		7
		5	2			

Sebelum mencari nilai tinggi gerhana Bulan dan azimuth Bulan, terlebih dulu melewati beberapa proses perhitungan diantaranya:

- $M = M_0 + M_1 \times T + BT - 0.00417807 \times \text{delta } T$
- Asensio rekta Bulan = R_{ac}
- Deklinasi Bulan = $dm_0 + dm_1 \times T$
- Semidiameter Bulan = s_{dc}
- Horizontal parallaks Bulan = $Hp_0 + Hp_1 \times T$
- Asensio rekta Matahari = R_{am}
- Deklinasi Matahari = ds
- Semidiameter Matahari = s_{ds}

- Horizontal parallaks Matahari = H_p

Langkah selanjutnya ialah mencari Tinggi Bulan dan Azimuth Bulan pada setiap periode gerhana dengan melalui proses perhitungan berikut ini:

1) Tinggi dan Azimuth Bulan saat awal penumbra

Dalam mencari tinggi dan azimuth Bulan,

Data yang diperlukan ialah:

a) Sudut waktu (t) = $M - M_1 \times T_1$

b) Nilai deklinasi (d) = $d_m - d_{m1} \times T_1$

c) Horizontal parallaks (p) = $H_p - H_{p1} \times T_1$

d) Tinggi hakiki ($\sin h$) = $\sin LT \times \sin d + \cos LT \times \cos d \times \cos T$

e) Tinggi Mar' i (h') = $h - (p \times \cos h)$

f) Azimuth Bulan saat awal penumbra

$$\text{Nilai (x)} = \sin d \times \cos LT - \cos d.$$

$$\cos T \times \sin LT$$

$$\text{Nilai (y)} = -\cos d \times \sin T$$

$$\text{Nilai (z)} / \tan z = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian} \\ \text{kuadran}^{105}$$

2) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat awal umbra

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M - M1 \times \\ T2$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm - dm1 \\ \times T2$$

$$\text{c) Horizontal parallaks (p)} = Hp - Hp1 \\ \times T2$$

¹⁰⁵ Penyesuaian nilai z dengan ketentuan: 1) apabila x dan y plus maka $Az = z + 0$, 2) apabila x dan y minus maka $Az = z + 180$, 3) apabila x minus dan y plus maka $Az = z + 180$, 4) apabila x plus dan y minus maka $Az = z + 360$.

$$\text{d) Tinggi hakiki (Sin h)} = \text{Sin LT} \times \sin d + \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$\text{e) Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \text{Cos h})$$

f) Azimuth Bulan saat awal umbra

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \times \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos d} \times \text{Sin T}$$

$$\text{Nilai (z) / Tan z} = y / x$$

Azimuth Bulan = Penyesuaian kuadran

3) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat awal total

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M - M1 \times T3$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm - dm1 \times T3$$

$$\text{c) Horizontal parallaks (p)} = H_p - H_{p1} \\ \times T^3$$

$$\text{d) Tinggi hakiki (Sin h)} = \text{Sin LT} \times \\ \text{sin d} + \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$\text{e) Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \\ \text{Cos h})$$

f) Azimuth Bulan saat awal total

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \cdot \\ \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos d} \times \text{Sin T}$$

$$\text{Nilai (z) / Tan z} = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian}$$

kuadran

4) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat puncak gerhana

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm$$

$$c) \text{ Horizontal parallaks (p) } = Hp$$

$$d) \text{ Tinggi hakiki (Sin h) } = \text{Sin LT} \times \sin d + \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$e) \text{ Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \text{Cos h})$$

f) Azimuth Bulan saat puncak gerhana

$$\text{Nilai (x) } = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \times \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y) } = -\text{Cos d} \times \text{Sin T}$$

$$\text{Nilai (z) / Tan z} = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian}$$

kuadran

5) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir total

$$a) \text{ Sudut waktu (t) } = M - M1 \times T4$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm - dm1 \\ \times T4$$

$$\text{c) Horizontal parallaks (p)} = Hp - Hp1 \\ \times T4$$

$$\text{d) Tinggi hakiki (Sin h)} = \text{Sin LT} \times \\ \text{sin d} + \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$\text{e) Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \\ \text{Cos h})$$

f) Azimuth Bulan saat akhir total

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \cdot \\ \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos d} \times \text{Sin T}$$

$$\text{Nilai (z) / Tan z} = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian}$$

kuadran

6) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir umbra

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M - M_1 \times T_5$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm - dm_1 \times T_5$$

$$\text{c) Horizontal parallaks (p)} = Hp - Hp_1 \times T_5$$

$$\text{d) Tinggi hakiki (Sin h)} = \sin LT \times \sin d + \cos LT \times \cos d \times \cos T$$

$$\text{e) Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \cos h)$$

f) Azimuth Bulan saat akhir umbra

$$\text{Nilai (x)} = \sin d \times \cos LT - \cos d \times \cos T \times \sin LT$$

$$\text{Nilai (y)} = -\cos d \times \sin T$$

$$\text{Nilai (z) / Tan z} = y / x$$

Azimuth Bulan = Penyesuaian
kuadran

7) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir penumbra:

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M - M_1 \times T_6$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = d_m - d_{m1} \times T_6$$

$$\text{c) Horizontal parallaks (p)} = H_p - H_{p1} \times T_6$$

$$\text{d) Tinggi hakiki (Sin h)} = \text{Sin LT} \times \sin d + \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$\text{e) Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \text{Cos h})$$

$$\text{f) Azimuth Bulan saat akhir penumbra}$$

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \times \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos } d \times \text{Sin } T$$

$$\text{Nilai (z)} / \text{Tan } z = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian}$$

kuadran

2. Proses hisab Magnitude dan Radius

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah* juga menyertakan perhitungan mencari Magnitude dan radius Bulan pada saat terjadinya gerhana Bulan. proses ini bertujuan untuk mengetahui ukuran gerhana Bulan. Apabila lebih dari 1 maka terjadi gerhana total bila kurang dari 1 maka terjadi gerhana sebagian.¹⁰⁶ Langkah tersebut antara lain:

$$1) F = a_0 + a_1 \cdot T$$

$$2) G = b_0 + b_1 \cdot T$$

$$3) Sdb = sdc \times 3600$$

$$4) m = \sqrt{(F^2 + G^2)}$$

¹⁰⁶ Wawancara via whatapps dengan Ali Mustofa pada tanggal 8 Juni 2018.

$$5) \text{ Magnitude penumbra} = (L1 - m) / (2 \times \text{sdb})$$

$$6) \text{ Magnitude umbra} = (L2 - m) / (2 \times \text{sdb})$$

$$7) \text{ Radius penumbra} = (L1/3600) - (\text{sdc})$$

$$8) \text{ Radius umbra} = (L2/3600) - (\text{sdc})$$

D. Contoh Hisab Gerhana Bulan Dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

Berikut ini merupakan contoh perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* pada tanggal 31 Januari tahun 2018:

Data yang diperlukan ialah:

- Tahun masehi = 2018
- Tanggal gerhana = 31 Januari 2018
- Markaz = Masjid Agung Jawa Tengah,
Semarang.

- Lintang tempat = $6^{\circ} 59' 4,42''$
- Bujur tempat = $110^{\circ} 26' 47,71''$
- Time zone = 7

Awamil Khusuf tanggal 31 Januari 2018:

Tabel 3.2 *Awamil Khusuf*

Tanggal	Hari	Delta T	a0	b0	L10
Kode	Pasaran	TD	a1	b1	L11
31-Jan-18	Rabu	71	800.0984	1263.37821	5660.31255
43132	Legi	14	2066.65397	-379.7685	-1.19177

L20	L30	L40	L50	L60
L21	L31	L41	L51	L61
3715.94407	1726.47203	1725.67203	3715.24407	5662.2155
-0.69167	-0.34584	-0.34584	-0.69167	-1.19177

1. Proses Ta'dil

- a. $T = -(a_0 \times a_1 + b_0 \times b_1) / (a_1 \times a_1 + b_1 \times b_1)$
- $$= -(((800.09840 \times 2066.65397) + (-1263.37821 \times -379.76850)) / ((2066.65397 \times 2066.65397) + (-379.76850 \times -379.76850))) = -483166785$$
- b. $L_1 = L_{10} + L_{11} \times T$
- $$= 5660.31255 + (-1.19177) \times -483166785$$
- $$= 5661.288374$$
- c. $L_2 = L_{20} + L_{21} \times T$
- $$= 3715.94407 + (-0.69167) \times -483166785$$
- $$= 3716.278262$$
- d. $L_3 = L_{30} + L_{31} \times T$
- $$= 1726.47203 + (-0.34584) \times -483166785$$
- $$= 1726.639128$$
- e. $L_4 = L_{40} + L_{41} \times T$
- $$= 1725.67203 + (-0.34584) \times -483166785$$

$$= 1725.839128$$

$$\text{f. } L5 = L50 + L51 \times T$$

$$= 3715.24407 + (-0.69167) \times -483166785$$

$$= 3716.278262$$

$$\text{g. } L6 = L60 + L61 \times T$$

$$= 5662.21255 + (-1.19177) \times -483166785$$

$$= 5662.788374$$

$$\text{h. } n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$= \sqrt{((2066.65397 \times 2066.65397) + (-$$

$$379.76850 \times -379.76850))} = 2101.257247$$

$$\text{i. } E = (a0.b1 - b0.a1)/n$$

$$= ((800.09840 \times -379.76850) - (-$$

$$1263.37821 \times 2066.65397)) /$$

$$2101.257247 = 1097.968037$$

$$\text{j. } T0 = TD + T - (\text{Delta } T / 3600) + TZ$$

$$= 14 + (-483166785) - (71/3600) + 7 =$$

$$20.49711099$$

k. $T1 = \sqrt{(L1^2 - E^2)} / n$
 $= \sqrt{(5661.288374^2 - 1097.968037^2)} /$
 2101.257247
 $= 2.643082472$

l. $T2 = \sqrt{(L2^2 - E^2)} / n$
 $= \sqrt{(3716.278262^2 - 1097.968037^2)} /$
 2101.257247
 $= 1.689645045$

m. $T3 = \sqrt{(L3^2 - E^2)} / n$
 $= \sqrt{(1726.639128^2 - 1097.968037^2)} /$
 2101.257247
 $= 0.634178551$

n. $T4 = \sqrt{(L4^2 - E^2)} / n$
 $= \sqrt{(1725.839128^2 - 1097.968037^2)} /$
 2101.257247
 $= 0.633685161$

o. $T5 = \sqrt{(L5^2 - E^2)} / n$

$$= \sqrt{(3716.278262^2 - 1097.968037^2)} /$$

$$2101.257247$$

$$= 1.689645045$$

p. $T6 = \sqrt{(L5^2 - E^2)} / n$

$$= \sqrt{(5662.788374^2 - 1097.968037^2)} /$$

$$2101.257247$$

$$= 2.643810144$$

2. Mencari Waktu Kontak Gerhana Jam Lokal:

a. Awal penumbra (A) = $T0 - T1$

$$= 20.49711099 -$$

2.643082472

$$= 17.85402852 =$$

17:51:15 WIB

b. Awal Umbra (B) = $T0 - T2$

$$= 20.49711099 -$$

1.689645045

$$= 18.80746595 =$$

18:48:27 WIB

c. Awal total (C) = $T_0 - T_3$

$$= 20.49711099 -$$

$$0.634178551$$

$$= 19.86293244 = 19:51:47$$

WIB

d. Puncak gerhana (D) = T_0

$$= 20.49711099 = 20:29:50$$

WIB

e. Akhir total (E) = $T_0 + T_4$

$$= 20.49711099 +$$

$$0.633685161$$

$$= 21.13079615 = 21:07:51$$

WIB

f. Akhir umbra (F) = $T_0 + T_5$

$$= 20.49711099 +$$

$$1.689645045$$

$$= 22.18675604 = 22:11:12$$

WIB

g. Akhir penumbra(G)= T0 + T6

$$= 20.49711099 +$$

$$2.643810144$$

$$= 23.14092114 = 23:08:27$$

WIB

h. Durasi penumbra (Dp)= G – A

$$= 23.14092114 -$$

$$23.14092114$$

$$= 5.286892616 = 5:17:13$$

i. Durasi umbra(Du)= F – B

$$= 22.18675604 -$$

$$18.80746595$$

$$= 3.37929009 = 3:22:46$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. Durasi total(Dt)} &= E - C \\
 &= 21.13079615 - \\
 &\quad 19.86293244 \\
 &= 1.267863712 = 1:16:04
 \end{aligned}$$

3. Menghitung tinggi Bulan dan azimuth Bulan pada saat gerhana Bulan tanggal 31 Januari 2018

Data Bulan dan Matahari saat puncak gerhana tanggal 31 Januari 2018:

Tabel 3.3 Data Matahari dan Bulan

M0	dm0	Hp0	Ram	Sds	Rac	Sdc
M1	dm1	Hp1	Ds	Hps	dc	Hpc
206.4089	16.93965	1.01447	20.93993	0.27056	8.95547	0.27
14.39893	-0.11878	-0.00025	-17.29072	0.00248	16.93965	1.01

$$\begin{aligned}
 \text{a. } M &= M0 + M1 \times T + BT - \\
 &\quad 0.00417807 \times \text{delta } T
 \end{aligned}$$

$$= 206.4089 + 14.39893 \times (-483166785) + 110^\circ 59' 4.42'' - 0.00417807 \times 71 = 309^\circ 36' 6.44''$$

b. Asensio rekta Bulan = Rac

$$= 8.95547 = 8^\circ 57' 19.69''$$

c. Deklinasi Bulan = dm0 + dm1 x T

$$= 16.93965 + -0.11878 \times (-483166785) = 16.99704055 = 16^\circ 59' 49.35''$$

d. Semidiameter Bulan = sdc

$$= 0.27641 = 0^\circ 16' 35.08''$$

e. Horizontal parallaks Bulan = Hp0 + Hp1 x T

$$\begin{aligned}
 &= 1.01447+ \quad (- \\
 &0.00025) \quad \times \quad (- \\
 &483166785) \\
 &= 1.014590792 = \\
 &1^\circ 0' 52.53''
 \end{aligned}$$

f. Asensio rekta Matahari = R_m

$$\begin{aligned}
 &= 20.93993 = 20^\circ \\
 &56' 23.75''
 \end{aligned}$$

g. Deklinasi Matahari = δ_s

$$\begin{aligned}
 &= -17.29072 = -17^\circ \\
 &17' 26.59''
 \end{aligned}$$

h. Semidiameter Matahari = s_d

$$\begin{aligned}
 &= 0.27056 = 0^\circ 16' \\
 &14.02''
 \end{aligned}$$

i. Horizontal parallaks Matahari = H_p

$$\begin{aligned}
 &= 0.00248 = 0^\circ 0' \\
 &8.93''
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya ialah mencari Tinggi Bulan dan Azimuth Bulan pada setiap periode gerhana dengan melalui proses perhitungan berikut ini:

1) Tinggi dan Azimuth Bulan saat awal penumbra pukul 17:51:15 WIB.

$$\begin{aligned}
 \text{a. Sudut waktu (t)} &= M - M_1 \times T_1 \\
 &= 309.6017884 - 14.39893 \\
 &\quad \times 2.643082472 \\
 &= 271.5442289
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Nilai deklinasi(d)} &= dm - dm_1 \times T_1 \\
 &= 16.99704055 - (-0.11878) \\
 &\quad \times 2.643082472 \\
 &= 17.31098589
 \end{aligned}$$

$$\text{c. Horizontal parallaks(p)} = Hp - Hp_1 \times T_1$$

$$= 1.014590792 - (-0.00025)$$

$$\times 2.643082472$$

$$= 1.015251562$$

d. Tinggi hakiki ($\sin h$) = $\sin LT \times \sin d + \cos$
 $LT \times \cos d \times \cos t$

$$= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin$$

$$17.31098589 \times \cos 6^\circ 59'$$

$$4.42'' \times \cos 17.31098589 \times$$

$$\cos 271.5442289 = -$$

$$0.610016178 = -0.6^\circ$$

e. Tinggi Mar'i (h') = $h - (p \times \cos h)$

$$= -0.610016178 -$$

$$(1.015251562 \times \cos -$$

$$0.610016178) = -$$

$$1.6252102 = -1.62^\circ$$

f. Azimuth Bulan saat awal umbra

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (x)} &= \sin d \times \cos LT - \cos d \times \cos T \\
 &\quad \times \sin LT \\
 &= \sin 17.31098589 \times \cos 6^\circ 59' \\
 &\quad 4.42'' - \cos 17.31098589 \times \cos - \\
 &\quad 483166785 \times \sin 6^\circ 59' 4.42'' \\
 &= 0.29847831
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (y)} &= -\cos d \times \sin T \\
 &= -\cos 17.31098589 \times \sin \\
 &\quad 271.5442289 \\
 &= 0.954357034
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (z) / Tan z} &= y / x \\
 &= 0.954357034 / 0.29847831 = \\
 &\quad 72.63275458
 \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 72.6^\circ$$

2) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat awal umbra pukul 18:48:27 WIB.

$$\begin{aligned} \text{a. Sudut waktu (t)} &= M - M1 \times T2 \\ &= 309.6017884 - 14.39893 \\ &\quad \times 1.689645045 \\ &= 285.2727077 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Nilai deklinasi (d)} &= dm - dm1 \times T2 \\ &= 16.99704055 - (- \\ &\quad 0.11878) \times 1.689645045 \\ &= 17.19773659 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Horizontal parallaks (P)} &= Hp - Hp1 \times T2 \\ &= 1.014590792 - (- \\ &\quad 0.00025) \times 1.689645045 \\ &= 1.015013203 \end{aligned}$$

d. Tinggi hakiki ($\sin h = \sin LT \times \sin d + \cos$
 $LT \times \cos d \times \cos t$

$$= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin$$

$$17.19773659 + \cos 6^\circ 59'$$

$$4.42'' \times \cos 17.19773659 \times$$

$$\cos 285.2727077 =$$

$$12.34600821 = 12.3^\circ$$

e. Tinggi Mar'i (h') = $h - (p \times \cos h)$

$$= 12.34600821 -$$

$$(1.015013203 \times \cos$$

$$12.34600821) = 11.354468$$

$$= 12.3^\circ$$

f. Azimuth Bulan saat awal umbra

$$\text{Nilai } (x) = \sin d \times \cos LT - \cos d \times \cos t$$

$$\times \sin LT$$

$$\begin{aligned}
 &= \sin 17.19773659 \times \cos 6^\circ 59' \\
 &\quad 4.42'' - \cos 17.19773659 \times \cos \\
 &\quad 285.2727077 \times \sin 6^\circ 59' 4.42'' \\
 &= 0.324075585
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\cos d \times \sin t$$

$$\begin{aligned}
 &= -\cos 17.19773659 \times \sin \\
 &\quad 285.2727077 \\
 &= 0.921552067
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai (z)} / \tan z = y / x$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.921552067 / 0.324075585 \\
 &= 70.62512322
 \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 70.6^\circ$$

3) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat awal total pukul 19:51:47 WIB.

a. Sudut waktu (t) = $M - M_1 \times T_3$

$$= 309.6017884 - 14.39893$$

$$\times 0.634178551$$

$$= 300.4703$$

b. Nilai deklinasi (d) = $dm - dm1 \times T3$

$$= 16.99704055 - (-$$

$$0.11878) \times 0.634178551$$

$$= 17.07237$$

c. Horizontal parallaks (p) = $Hp - Hp1 \times T3$

$$= 1.014590792 - (-$$

$$0.00025) \times 0.634178551$$

$$= 1.014749$$

d. Tinggi hakiki (sin h) = $\text{SinLT} \times \text{sin} d +$

$$\text{CosLT} \times \text{Cos} d \times \text{Cos} t$$

$$\begin{aligned}
&= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin \\
&17.07237 + \cos 6^\circ 59' \\
&4.42'' \times \cos 17.07237 \times \cos \\
&300.4703 \\
&= 26.45209 = 26.4^\circ
\end{aligned}$$

e. Tinggi Mar'i (h') = $h - (p \times \text{Cos } h)$

$$\begin{aligned}
&= 26.45209 - (1.014749 \times \\
&\cos 26.45209) \\
&= 25.54358 = 25.54^\circ
\end{aligned}$$

f. Azimuth Bulan saat awal total

Nilai (x) = $\text{Sin } d \times \text{Cos } LT - \text{Cos } d \times \text{Cos } t$

$\times \text{Sin } LT$

$$\begin{aligned}
&= \sin 17.07237 \times \cos 6^\circ 59' 4.42'' - \\
&\cos 17.07237 \times \cos 300.4703 \times \\
&\sin 6^\circ 59' 4.42'' = 0.350347
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai (y)} &= -\text{Cos } d \times \text{Sin } t \\ &= -\cos 17.07237 \times \sin 300.4703= \\ &0.823913\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai (z) / Tan } z &= y / x \\ &= 0.823913 / 0.350347= 66.96368\end{aligned}$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 66.9^\circ$$

4) Mencari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat puncak gerhana pukul 20:29:50 WIB

- a. Sudut waktu (t) $M = 309.6017884$
- b. Nilai deklinasi (d) $dm = 16.99704055$
- c. Horizontal parallaks (p) = $H_p = 1.014590792$
- d. Tinggi hakiki (sin h) = $\text{SinLT} \times \text{sind} + \text{Cos}$
 $\text{LT} \times \text{Cos } d \times \text{Cost}$

$$\begin{aligned}&= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin \\ &16.99704055 + \cos 6^\circ 59' \\ &4.42'' \times \cos 16.99704055 \times\end{aligned}$$

$$\cos 309.6017884 =$$

$$34.71769 = 34.7^\circ$$

e. Tinggi Mar' i (h') = $h - (p \times \cos h)$

$$= 34.71769 - (1.014590792$$

$$\times \cos 34.71769) = 33.88^\circ$$

f. Azimuth Bulan saat puncak

$$\text{Nilai (x)} = \sin d \times \cos LT - \cos d \times \cos t$$

$$\times \sin LT$$

$$= \sin 16.99704055 \times \cos 6^\circ 59'$$

$$4.42'' - \cos 16.99704055 \times \cos$$

$$309.6018 \times \sin 6^\circ 59' 4.42'' =$$

$$0.364282$$

$$\text{Nilai (y)} = -\cos d \times \sin t$$

$$= -\cos 16.99704055 \times \sin$$

$$309.6018$$

$$= 0.736838$$

$$\text{Nilai } (z) / \text{Tan } z = y / x$$

$$= 0.736838 / 0.364282$$

$$= 63.69288$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 63.6^\circ$$

5) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir total

pukul 21:07:51 WIB

$$\text{a. Sudut waktu } (t) = M - M1 \times T4$$

$$= 309.6017884 - 14.39893$$

$$\times 0.633685161$$

$$= 318.7262$$

$$\text{b. Nilai deklinasi } (d) = dm - dm1 \times T4$$

$$= 16.99704055 - (-$$

$$0.11878) \times 0.633685161 =$$

$$16.92177$$

c. Horizontal parallaks(p) = $H_p - H_{p1} \times T^4$

$$= 1.014590792 - (-0.00025) \times 0.633685161 = 1.014432$$

d. Tinggi hakiki (sinh) = $\sin LT \times \sin d + \cos LT \times \cos d \times \cos t$

$$= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin 16.92177 + \cos 6^\circ 59' 4.42'' \times \cos 16.92177 \times \cos 318.7262 = 42.71055 = 42.7^\circ$$

e. Tinggi Mar'i (h') = $h - (p \times \cos h)$

$$= 42.71055 - (1.014432 \times \cos 42.71055) = 41.96516 = 41.96^\circ$$

f. Azimuth Bulan saat akhir total

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (x)} &= \sin d \times \cos LT - \cos d \times \cos t \\
 &\quad \times \sin LT \\
 &= \sin 16.92177 \times \cos 6^\circ 59' 4.42'' \\
 &\quad - \cos 16.92177 \times \cos 318.7262 \\
 &\quad \times \sin 6^\circ 59' 4.42'' = 0.376341
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (y)} &= -\cos d \times \sin t \\
 &= -\cos 16.92177 \times \sin 318.7262 \\
 &= 0.631097
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (z) / Tan z} &= y / x \\
 &= 0.631097 / 0.376341 = \\
 &\quad 59.19122
 \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 59.1^\circ$$

- 6) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir umbra pukul 22:11:12 WIB

a. Sudut waktu (t) = $M - M_1 \times T_5$

$$= 309.6017884 - 14.39893$$

$$\times 1.68964504$$

$$= 333.9309$$

b. Nilai deklinasi (d) = $dm - dm_1 \times T_5$

$$= 16.99704055 - (-$$

$$0.11878) \times 1.689645045$$

$$= 16.79634$$

c. Horizontal parallaks(p) = $H_p - H_{p1} \times T_5$

$$= 1.014590792 - (-0.00025)$$

$$\times 1.689645045$$

$$= 1.014168$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Tinggi hakiki (sin h)} &= \text{Sin LT} \times \sin d + \text{Cos} \\
 &\quad \text{LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos t} \\
 &= \sin 6^\circ 59' 4.42'' \times \sin \\
 &\quad 16.79634 + \cos 6^\circ 59' \\
 &\quad 4.42'' \times \cos 16.79634 \\
 &\quad \times \cos 333.9309 \\
 &= 54.9271 = 54.9^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Tinggi Mar' i (h')} &= h - (p \times \text{Cos h}) \\
 &= 54.9271 - (1.014168 \times \\
 &\quad \cos 54.9271) \\
 &= 54.34434 = 54.34^\circ
 \end{aligned}$$

f. Azimuth Bulan saat akhir umbra

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (x)} &= \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \times \text{Cos t} \\
 &\quad \times \text{Sin LT}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sin 16.79634 \times \cos 6^\circ 59' 4.42'' \\
 &\quad - \cos 16.79634 \times \cos 333.9309 \times \\
 &\quad \sin 6^\circ 59' 4.42'' = 0.391397
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (y)} &= -\cos d \times \sin t \\
 &= -\cos 16.79634 \times \sin 333.9309 = \\
 &0.420707
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai (z)} / \tan z &= y / x \\
 &= 0.420707 / 0.391397 = \\
 &47.06701
 \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 47.0^\circ$$

7) Mencari tinggi dan azimuth Bulan saat akhir penumbra pada pukul 23:08:27 WIB

$$\begin{aligned}
 \text{a. Sudut waktu (t)} &= M - M_1 \times T_6 \\
 &= 309.6017884 - 14.39893 \\
 &\quad \times 2.643810144 = 347.6698
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. Nilai deklinasi (d)} &= dm - dm_1 \times T_6 \\
 &= 16.99704055 - (- \\
 &0.11878) \times 2.643810144 = \\
 &16.68301
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. Horizontal parallaks (P)} &= Hp - Hp_1 \times T_6 \\
 &= 1.014590792 - (- \\
 &0.00025) \times 2.643810144 = \\
 &1.01393
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i. Tinggi hakiki (Sin h)} &= \text{Sin LT} \times \text{sin d} + \text{Cos} \\
 &\text{LT} \times \text{Cos d} \times \\
 &= \text{sin } 6^\circ 59' 4.42'' \times \text{sin} \\
 &16.68301 + \text{cos } 6^\circ 59' \\
 &4.42'' \times \text{cos } 16.68301 \times \\
 &\text{cos } 347.6698
 \end{aligned}$$

$$= 63.37491 = 63.3^\circ$$

j. Tinggi Mar' i (h') = $h - (p \times \text{Cos } h)$

$$= 63.37491 - (1.01393 \times$$

$$\text{cos } 63.37491)$$

$$= 62.92052 = 62.92^\circ$$

k. Azimuth Bulan saat akhir penumbra

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin } d \times \text{Cos } LT - \text{Cos } d \times \text{Cos } t$$

$$\times \text{Sin } LT$$

$$= \sin 16.68301 \times \cos 6^\circ 59' 4.42''$$

$$- \cos 16.68301 \times \cos 347.6698$$

$$\times \sin 6^\circ 59' 4.42'' = 0.398743$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos } d \times \text{Sin } t$$

$$= -\cos 16.68301 \times \sin 347.6698 =$$

$$0.204556$$

$$\text{Nilai } (z) / \text{Tan } z = y / x = 0.204556 /$$

$$0.398743$$

$$= 27.15798$$

$$\text{Azimuth Bulan} = 27.1^\circ$$

Langkah selanjutnya ialah Menghitung Magnitude dan Radius Gerhana Bulan total 31 Januari 2018 dengan melalui proses perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} - \text{ F} &= a_0 + a_1 \times T \\ &= 800.09840 + 2066.6538 \times (- \\ & \quad 0.483166785) \\ &= -198.4400729868 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ G} &= b_0 + b_1 \times T \\ &= -1263.37824 + (-379.76847) \times (- \\ & \quad 0.483166785) \\ &= -1079.88672917106 \end{aligned}$$

$$- \text{ Sdb} = \text{sdc} \times 3600$$

- $$= 0.27641 \times 3600 = 99.079993948$$
- m

$$= \sqrt{(F^2 + G^2)}$$

$$= \sqrt{((-198.4400729868)^2 + (-1079.88672917106)^2)}$$

$$= 1097.96803706065$$
 - Magnitude Penumbra = $(L1 - m) / (2 \times \text{sdb})$

$$= (5661.288374 - 1097.96803706065) / (2 \times 99.079993948)$$

$$= 2.29294145414082$$
 - Magnitude umbra = $(L2 - m) / (2 \times \text{sdb})$

$$= (3716.278262 - 1097.96803706065) / (2 \times 99.079993948)$$

$$= 1.31562801022739$$
 - Radius penumbra = $(L1 / 3600) - (\text{sdc})$

$$= (5107.543889 / 3600) - (0.27641) = 1.29626899^\circ$$

- **Radius umbra** = $(L2 / 3600) - (sdc)$

$$= (3218.397183 / 3600) - (0.27641) = 0.7558884^\circ$$

BAB IV

HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB *AL-NATIJAH AL-MAHSHUNAH FI KAYFIYATI HISAB HILAL AS-SYUHUR AL-QAMARIYAH* KARYA ALI MUSTOFA

A. Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* Karya Ali Mustofa

Ilmu hisab merupakan ilmu sains yang terus berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Salah satu faktor yang mempunyai pengaruh besar ialah perkembangan teknologi. Sampai saat ini, ilmu hisab telah mengalami perkembangan, dan akan terus mengalami perubahan-perubahan data dikarenakan sifatnya yang dinamis.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād al-Murid*. Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2014, tp, tt. hlm. 73.

Dalam penentuan hisab gerhana Bulan terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya ialah hisab hakiki kontemporer yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena berbasis pada perhitungan ilmu astronomi. Pada dasarnya, hisab *hakiki* kontemporer memiliki kemiripan dengan hisab *tahkiki*, yaitu perhitungannya berdasarkan data astronomis yang telah diolah dengan ilmu ukur segitiga bola (*spherical trigonometri*) dengan berbagai koreksi yang dilakukan terhadap perhitungan gerak Bulan dan Matahari dengan sangat teliti. Sedangkan perbedaan antara hisab hakiki kontemporer dengan hisab hakiki tahkiki ialah pada data yang ditampilkan. Data-data tersebut merupakan data yang sudah jadi dan tinggal diaplikasikan dalam rumus segitiga bola, tanpa harus diolah sebagaimana hisab-hisab sebelumnya. Selain itu, koreksi yang dilakukan

dalam hisab hakiki kontemporer terbilang cukup banyak.¹⁰⁸

Sampai saat ini, telah banyak program software data astronomis Bulan dan Matahari yang banyak dimanfaatkan oleh ahli maupun masyarakat untuk perhitungan yang berkaitan dengan masalah penentuan arah kiblat, awal waktu sholat, penentuan awal Bulan kamariyah, maupun perhitungan gerhana Matahari. Program-program ini dinilai lebih praktis dan lebih mudah bagi pemakainya karena dapat menyajikan data astronomis sekaligus melakukan perhitungan. Misalnya “Mawaqit” yang di program oleh ICMI Korwil Belanda pada tahun 1993, program “Falakiyyah Najmi” oleh Nuril Fu’ad pada tahun 1995, program “Astinfo” oleh jurusan Astronomi MIPA IPB Bandung tahun 1996, program “Badi’atul Misal” tahun 200 dan program

¹⁰⁸ Hanik Maridah, *Studi Analisis...*, hal. 80.

Ahillah, Misal, Pengetan dan Tsaqib tahun 2004 oleh Muhyidin Khazin serta program “Mawaqit versi 2001” oleh Hafid pada tahun 2002.¹⁰⁹

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* merupakan kitab falak karangan Ali Mustofa yang dikeluarkan pada bulan Januari 2018. Dalam menentukan awal bulan Kamariyah, gerhana Bulan dan gerhana Matahari *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan rumus matematika modern dan memanfaatkan program serta kalkulator. Selain kitab ini, Ali Mustofa telah banyak mengarang banyak kitab falak dan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* merupakan penyempurna dari kitab-kitab terdahulunya

¹⁰⁹ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak “Dalam Teori dan Praktik,...* hal. 37.

yaitu *at-Taisir*. Metode yang digunakan dalam proses perhitungan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan metode hisab kontemporer. Hal ini dikarenakan adanya penggunaan rumus-rumus pemrograman yang ringkas dan praktis dalam melakukan perhitungan gerhana Bulan. Selain itu, dalam mengerjakan perhitungan metode hisab kontemporer kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dapat menggunakan alat bantu seperti kalkulator.

Metode hisab hakiki kontemporer kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* berpangkal pada teori Heliosentris¹¹⁰ yang dikemukakan oleh Nicolas

¹¹⁰ Heliosentris adalah pandangan yang dimunculkan oleh Copernicus yang menyatakan bahwa Matahari sebagai pusat peredaran

Copernicus¹¹¹ yang menentang teori Geosentris¹¹² oleh Ptolomeus¹¹³. Oleh karena itu, dalam menghasilkan nilai untuk mencari waktu terjadinya gerhana Bulan selisih antara nilai kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan perhitungan kontemporer lainnya.

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan sistem *Awamil* dalam proses perhitungannya. *Awamil* merupakan data atau *element* untuk perhitungan *ijtima'* dan posisi hilal saat maghrib pada hari terjadinya *ijtima'*

benda-benda langit dalam tatasurya. Sedangkan bumi, Bulan dan planet-planet lain sebagai anggota tatasurya. Lihat Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak..., hal. 29.

¹¹¹ Copernicus ialah seorang astronom yang lahir pada 19 Februari 1473 di Torun Polandia. Pada tahun 108, copernicus mengembangkan teori heliosentris dan menentang teori geosentris yang telah muncul sebelumnya. Lihat <https://www.biography.com> diakses pada 1 Juli 2018.

¹¹² Geosentris adalah pandangan yang menyatakan bahwa bumi sebagai pusat peredaran benda-benda langit. Gagasan geosentris ini dimunculkan oleh Ptolomeus.

¹¹³ Ptolomeus ialah astronom yang hidup pada zaman helenistik di aegyptus, Romawi. Ptolomeus memunculkan teori geosentris. Lihat <https://www.biography.com>.

tersebut. *Awamil* dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dilengkapi dengan data tanggal terjadinya gerhana dengan waktu standar WIB (Waktu Indonesia bagian Barat) sehingga data tersebut menunjukkan tanggal terjadinya *ijtima'* dan sehari sesudah *ijtima'*¹¹⁴. *Awamil* ini digunakan bertujuan untuk mempermudah masyarakat umum dalam mengerjakan hisab agar tidak terkesan sulit dan berat dalam mengerjakan proses hisab (hisab awal Bulan Kamariyah, hisab gerhana Bulan, dan hisab gerhana Matahari).¹¹⁵

Data *Awamil* dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menyajikan data tahun masehi sebagai

¹¹⁴ Apabila saat maghrib irtifa' hilalnya sudah tinggi (plus), maka data yang digunakan adalah data *Awamil* ketika terjadinya *ijtima'*, sedangkan apabila irtifa' hilalnya minus maka data yang digunakan adalah data *Awamil* sehari setelah *ijtima'*.

¹¹⁵ Wawancara Ali Mustafa via whatsapp pada tanggal 5 Mei 2018.

acuannya yaitu tahun 2018 sampai tahun 2020 Masehi. Untuk data tahun 2020 ke atas akan dicantumkan pada kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* versi selanjutnya yang akan menampilkan data *Awamil* sampai tahun 2100 Masehi. Oleh karena itu data *Awamil* kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* bersifat khusus dan terbatas¹¹⁶.¹¹⁷

Pada bab ini akan di jelaskan mengenai analisis metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa serta perbandingannya dengan metode lain. Hal ini bertujuan untuk mengetahui

¹¹⁶ Perhitungan awal Bulan Kamariyah, perhitungan gerhana Bulan, dan perhitungan gerhana Matahari dengan metode kitab *Al-Natijah al-Mahsunah* hanya dapat dilakukan antara tahun 2018 sampai 2020, selain dari tahun-tahun tersebut tidak dapat melakukan perhitungan karena data yang bersifat khusus.

¹¹⁷ Wawancara Ali Mustafa pada tanggal 15 Maret 2018.

tingkat akurasi metode *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustafa.

1. Analisis sumber data perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

Dalam proses menganalisis metode hisab perlu melihat data yang dipakai serta rumus dalam proses perhitungannya. Data yang dipakai dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan data *Awamil* yang merupakan keistimewaan dari kitab ini. Data *Awamil* tersebut di sajikan dalam bentuk tabel. Untuk alghoritma, Ali Mustofa merujuk pada algoritma *Jeeun Meus*, Pds, Jpl, Ew, brown, vsop, dan elp dalam mencari data Bulan dan Matahari.

Sedangkan Nilai-nilai konstanta dalam perhitungan gerhana Bulan yang terdapat dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah* selain bersumber dari pemikiran asli Ali Mustofa juga terinspirasi dari metode yang terdapat dalam kitab *ad-Durul Aniq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.¹¹⁸

2. Koreksi-koreksi (*Ta'dil*) perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

Ta'dil atau koreksi merupakan langkah yang digunakan untuk mengoreksi hasil-hasil pada perhitungan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Sebagai kitab yang menggunakan sistem hisab kontemporer, kitab *al-*

¹¹⁸ Wawancara Ali Mustafa pada tanggal 15 Maret 2018.

Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah melakukan koreksi pada proses perhitungannya. Konsep koreksi dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* tidak jauh berbeda dengan konsep koreksi yang ada dalam kitab *ad-Durul Aniq*, perbedaan hanya terletak pada nilai angka dan formula atau rumus yang dipakai.¹¹⁹

Berikut ini proses koreksi untuk mendapatkan nilai fase-fase *istiqbal*¹²⁰ dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*:

$$T = -(a0.a1+b0.b1)/(a1.a1+b1.b1)$$

$$L1 = L10 + L11 \times T$$

¹¹⁹ Wawancara Ali Mustafa via Whatsapp tanggal 8 Juni 2018.

¹²⁰ Koreksi fase-fase *istiqbal* merupakan langkah yang di tempuh untuk mendapatkan nilai waktu pertengahan gerhana.

$$L2 = L20 + L21 \times T$$

$$L3 = L30 + L31 \times T$$

$$L4 = L40 + L41 \times T \quad L5 = L50 + L51 \times T$$

$$L6 = L60 + L61 \times T$$

$$n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$E = (a0.b1 - b0.a1)/n$$

$$T0 = TD + T - (\text{Delta } T / 3600) + TZ^{121}$$

$$T1 = \sqrt{(L1^2 - E^2)} / n$$

$$T2 = \sqrt{(L2^2 - E^2)} / n$$

$$T3 = \sqrt{(L3^2 - E^2)} / n$$

$$T4 = \sqrt{(L4^2 - E^2)} / n$$

¹²¹ *Time Zone* atau waktu daerah ialah waktu yang digunakan di suatu daerah atau wilayah yang berpedoman pada bujur atau meridian berkelipatan 15°. Misalnya WIB = 105°, WITA = 120°, WIT = 135°. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hal. 90.

$$T5 = \sqrt{(T5^2 - E^2)} / n$$

$$T6 = \sqrt{(T6^2 - E^2)} / n$$

Keterangan:

T = Titik Istiqbal

L1 = Ta'dil awal penumbra

L2 = Ta'dil awal umbra

L3 = Ta'dil awal total

L4 = Ta'dil akhir total

L5 = Ta'dil akhir umbra

L6 = Ta'dil akhir penumbra

T0 = Puncak gerhana

T1 = Durasi waktu antara waktu sebelum terjadinya gerhana dengan waktu terjadinya awal penumbra

T2 = Durasi waktu antara waktu awal penumbra dengan waktu terjadinya awal umbra

T3 = Durasi waktu antara waktu awal umbra dengan waktu terjadinya awal total

T4 = Durasi waktu antara waktu awal total dengan waktu terjadinya akhir total

T5 = Durasi waktu antara waktu akhir umbra dengan waktu terjadinya akhir umbra

T6 = Durasi waktu antara waktu akhir umbra dengan waktu terjadinya akhir penumbra.

3. *Markaz*

Markaz merupakan tempat observasi atau suatu lokasi yang dijadikan pedoman dalam proses perhitungan¹²² dan dimanfaatkan data lintang maupun bujurnya. Perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan data *markaz*¹²³ yaitu mengambil data lintang tempat dan bujur tempat yang dijadikan lokasi perhitungan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai tinggi Bulan (tinggi hakiki dan tinggi mar'i) pada saat terjadinya gerhana baik saat awal penumbra, awal umbra,

¹²² Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak...*, hal. 53.

¹²³ Markaz dalam ilmu falak ada tiga pengertian, yaitu (1) markaz adalah tempat obeservasi atau suatu lokasi yang dijadikan dalam perhitungan, (2) markaz adalah titik pusat pada rubu" yang padanya terdapat benang, (3) markaz adalah busur sepanjang ekliptika yang diukur dari Matahari sampai titik aries sebelum bergerak. Pengertian yang ketiga sama artinya pula dengan khaṣṣah, sehingga markaz = wasaṭ – auj. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak...*, hal. 53.

awal puncak, puncak gerhana, akhir total, akhir umbra, maupun akhir penumbra.

4. *Awamil*

Proses awal perhitungan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan data *Awamil* yang berbentuk data tabel abadi, atau data rata-rata. Metode *Awamil* ini juga digunakan dalam perhitungan gerhana Bulan kitab *ad-Durul Aniq*. Selain dari pemikiran Ali Mustofa sendiri, *Awamil* yang terdapat dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah* terinspirasi dari *Awamil* kitab *ad-Durul Aniq*. Oleh karenanya, alur perhitungan gerhana Bulan yang terdapat kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* hampir sama dengan alur perhitungan gerhana

Bulan dalam kitab *ad-Durul Aniq*. Terdapat Persamaan antara *Awamil* kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan *Awamil* dalam kitab *ad-Durul Aniq*, seperti pada penggunaan hari, tanggal, tahun, Delta T, Bujur tempat, Lintang tempat, Waktu Sideral, dan deklinasi Matahari yang langsung tersedia tanpa harus melakukan proses perhitungan secara manual. Berikut merupakan gambaran tabel *Awamil* kitab *al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan *Awamil* dalam kitab *ad-Durul Aniq*.

- a. *Awamil Khusuf Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* saat gerhana Bulan tanggal 31 Januari 2018.¹²⁴

Tabel 4.1 *Awamil Khusuf al-Natijah al-Mahsunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* pada tanggal 31 Januari 2018

Tanggal	Hari	Delta T	a0	b0	L10
Kode	Pasaran	TD	a1	b1	L11
31-Jan-18	Rabu	71	800.0984	1263.37821	5660.31255
43132	Legi	14	2066.65397	-379.7685	-1.19177

L20	L30	L40	L50	L60
L21	L31	L41	L51	L61
3715.94407	1726.47203	1725.67203	3715.24407	5662.2155
-0.69167	-0.34584	-0.34584	-0.69167	-1.19177

¹²⁴ Ali Musthafa, *Natijah al-Mahsunah...*, hal. 66.

b. *Awamil Khusuf ad-Durul Aniq* saat gerhana

Bulan tanggal 31 Januari 2018.¹²⁵

Tabel 4.2 *Awamil Khusuf ad-Durul Aniq* 31 Januari 2018

	شهر	سنة هي	TD	x0	y0
تاريخ	شهر	سنة م	نوع	x1	y1
	5	1439	14	801.156	1266.632
31	1	2018	T	2067.24	381.8327

L10	L20	L30	Sc0	M0	dm0
L11	L21	L31	Sc1	M1	dm1
5666.6774	3718.9974	1728.781	995.1083	206.4093	16.9389
-1.1621	-1.1509	-0.6596	-0.2457	14.3984	-0.1178

¹²⁵ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Ad-durul Aniq*, Sampang: Lajnah Falakiyah al-Mubarak LanBulan, 2016. Hal. 247.

Berdasarkan tampilan data tabel *Awamil Khusuf* dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa dan tabel *Awamil Khusuf* kitab *ad-Durul Aniq* karya K.H Ahmad Ghozal di atas, dapat diketahui bahwa *Awamil khusuf* metode kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* lebih banyak menggunakan data *Awamil* (data *Awamil* lebih panjang) di banding dengan *Awamil khusuf* kitab *ad-Durul Aniq*. Tabel *Awamil khusuf* kitab *ad-Durul Aniq* hanya menyertakan Semi diameter Bulan (S_c) dan ta' dilnya , Waktu Zawiyah (M) dan ta' dilnya serta deklinasi Matahari (dm) dan ta' dilnya. Sedangkan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, data Bulan dan Matahari

terpisah dari tabel *Awamil Khusuf* dan ditempatkan pada tabel khusus data Matahari dan Bulan. Berikut ini merupakan gambaran data Bulan dan Matahari dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*:

Tabel 4.3 data Bulan dan Matahari kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

M0	Dm0	Hp0	Ram	Sds	Rac	Sdc
M1	Dm1	Hp1	Ds	Hps	Dc	Hpc
206.40893	16.93965	1.01447	20.93993	0.27056	8.95547	0.27641
14.39893	-0.11878	- 0.00025	- 17.29072	0.00248	16.93965	1.01447

Data Bulan dan Matahari dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* lebih lengkap di bandingkan dengan data Bulan dan Matahari dalam kitab *ad-Durul Aniq*. Dengan adanya *Awamil khusuf* yang lebih panjang serta data Bulan dan Matahari yang lebih lengkap, maka perhitungan hisab gerhana Bulan akan mendapatkan hasil yang lebih akurat.

5. Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*.

Proses selanjutnya ialah proses koreksi (penta'dilan) kemudian proses perhitungan dengan menggunakan rumus matematika modern antara lain penggunaan rumus Sudut waktu, Deklinasi, Horizontal Parallaks. Sudut waktu, Deklinasi dan Horizontal

Parallaks dalam metode perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* diperlukan untuk mengetahui tinggi Bulan hakiki, tinggi Bulan mar'i, dan azimuth Bulan pada saat terjadinya setiap fase gerhana. Mulai dari tinggi Bulan dan azimuth Bulan saat awal penumbra, awal umbra, awal total, total gerhana, akhir total, akhir umbra, maupun akhir penumbra. Selain itu juga diperlukan data pendukung seperti waktu terjadinya gerhana, Lintang tempat dan Bujur tempat.

a. Ketinggian Bulan pada saat gerhana

Salah satu perbedaan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan kitab lainnya adalah adanya perhitungan ketinggian bulan pada setiap kontak gerhana. Kitab *ad-Durul Aniq* yang juga

menggunakan metode *Awamil*, tidak menyertakan perhitungan ketinggian Bulan pada setiap kontak gerhana. Perhitungan ketinggian Bulan pada setiap kontak hanya disertakan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa dan Kitab *Maslak al-Qasid* karya Ahmad Ghozali.¹²⁶

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menyertakan perhitungan tinggi bulan dengan perhitungan mencari nilai azimut Bulan pada setiap kontaknya. Berikut rumus untuk mencari tinggi dan azimut Bulan:

$$\text{a) Sudut waktu (t)} = M - M1 \times T$$

$$\text{b) Nilai deklinasi (d)} = dm - dm1 \times T$$

¹²⁶ Hanik, Maridah, *Studi Analisi...*, hal. 87

$$c) \text{ Horizontal parallaks (p)} = H_p - H_{p1} \times T$$

$$d) \text{ Tinggi hakiki (Sin h)} = \text{Sin LT} \times \text{sin d} + \\ \text{Cos LT} \times \text{Cos d} \times \text{Cos T}$$

$$e) \text{ Tinggi Mar'i (h')} = h - (p \times \text{Cos h})$$

f) Azimuth Bulan

$$\text{Nilai (x)} = \text{Sin d} \times \text{Cos LT} - \text{Cos d} \times \\ \text{Cos T} \times \text{Sin LT}$$

$$\text{Nilai (y)} = -\text{Cos d} \times \text{Sin T}$$

$$\text{Nilai (z)} / \text{Tan z} = y / x$$

$$\text{Azimuth Bulan} = \text{Penyesuaian}$$

kuadran

b. Magnitude dan Radius pada saat gerhana Bulan

Ketentuan untuk menentukan gerhana yang terjadi apakah termasuk gerhana Bulan total, gerhana Bulan penumbra atau gerhana bulan sebagian dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*

bepedoman pada nilai magnitudenya. Apabila nilai magnitudo penumbra bernilai negatif, maka tidak terjadi gerhana Bulan. Nilai magnitudo umbra negatif, terjadi gerhana penumbra. Nilai magnitudo umbra positif dan < 1 maka terjadi gerhana Bulan sebagian, dan apabila nilai magnitudo umbra bernilai 1 atau lebih maka akan terjadi gerhana Bulan total.¹²⁷ Berikut merupakan langkah perhitungan magnitudo penumbra dan umbra:

$$\text{Magnitudo penumbra} = (L1 - M) / (2 \times \text{sdb})$$

$$\text{Magnitudo umbra} = (L2 - M) / (2 \times \text{sdb})$$

Rumus yang digunakan untuk perhitungan magnitudo penumbra dan magnitudo umbra dalam

¹²⁷ Wawancara Ali Mustafa via Whatsapp pada tanggal 08 Juni 2018.

kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* ini sama dengan rumus mencari magnitudo penumbra dan umbra dalam kitab *ad-Durul Aniq*. Akan tetapi keduanya menghasilkan nilai sedikit berbeda. Hal ini dikarenakan penggunaan nilai data *Awamil Khusuf* dan data Bulan-Matahari yang berbeda. Sedangkan rumus yang digunakan untuk mencari Radius penumbra dan umbra yang disertakan dalam kitab *al-Natijah al-Mahsunah* ialah:

$$\text{Radius penumbra} = (L1 / 3600) - (sdc)$$

$$\text{Radius umbra} = (L2 / 3600) - (sdc)$$

Rumus diatas merupakan rumus mencari radius penumbra dan umbra yang hanya terdapat dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*. Tidak

seperti kitab lain yang hanya menyertakan rumus perhitungan magnitudo gerhana seperti kitab *ad-Durul Aniq*, dan *Maslak al-Qasid*.

B. Analisis Akurasi Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah al-Mahsunah* Karya Ali Mustofa

Aspek penting yang harus diperhatikan dalam menilai suatu metode hisab yang terdapat dalam suatu kitab adalah tingkat akurasi. Akurasi merupakan istilah untuk mengungkapkan seberapa dekat nilai hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya (*true value*) atau nilai yang dianggap benar (*accepted value*). Akurasi dilakukan agar hasil atau data yang didapatkan sesuai.¹²⁸ Hal ini dikarenakan, kitab tersebut nantinya akan menjadi rujukan oleh masyarakat dalam melakukan pengamatan maupun menunaikan salat

¹²⁸ Iftitahatul Hanifah, "Uji GPS Tracking dalam Skala Transportasi Antar Kota", *Ijeis*, vol. 6, no.2, Oktober 2016, 175-186.

gerhana. Salah satunya ialah metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah al-Mahsunah* karya Ali Mustofa.

Kitab yang dikarang oleh Ali Mustafa ini, telah dijadikan rujukan oleh Lajnah Falakiyah kabupaten Kediri yang perlu diketahui tingkat keakuratannya untuk bisa dijadikan sebagai tambahan rujukan dalam perhitungan gerhana baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari.

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* mengklasifikasikan gerhana menjadi 3 macam, yaitu gerhana Bulan total, gerhana Bulan sebagian, dan gerhana Bulan penumbra. Untuk masalah tingkat akurasi hasil perhitungan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, metode hisab yang dijadikan tolak

ukur adalah metode hisab kontemporer, metode hisab yang saat ini dipercaya keakuratannya. Dalam penelitian ini, penulis mencoba membandingkan hasil perhitungan gerhana Bulan metode kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil prediksi gerhana Bulan oleh NASA. Karena hasil dari NASA dinilai mempunyai tingkat keakuratan yang dapat di pertanggung jawabkan dan dipercaya oleh dunia.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) merupakan lembaga pemerintah milik Amerika Serikat yang mempunyai tugas program luar angkasa AS dan penelitian umum yang berkaitan dengan luar angkasa jangka panjang. Organisasi ini bertanggungjawab atas program penelitian luar angkasa bagi masyarakat sipil, aeronautika, dan program

kedirgantaraan. Untuk itu, NASA sangat dipercaya oleh sebagian besar masyarakat dunia.¹²⁹



Gambar 4.1 website resmi NASA

Kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* merupakan salah satu kitab falak dari beberapa kitab falak karangan Ali Mustofa. Kitab ini mempunyai model perhitungan yang sedikit berbeda dari kitab-kitab falak yang lainnya. Perbedaan tersebut terletak pada penggunaan *Awamil* dalam proses perhitungan awal Bulan Kamariyah

¹²⁹ Hanik Maridah, *Studi Analisis...*, hal. 81.

(*Awamil hilal*), gerhana Bulan (*Awamil Khusuf*), dan gerhana Matahari (*Awamil Kusuf*).

Untuk mengetahui keakurasian hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa, penulis menggunakan beberapa contoh hasil perhitungan gerhana Bulan antara kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA. Kemudian, dari beberapa contoh tersebut, penulis mencantumkan hasil perhitungan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA seperti: 1) Jam kontak di setiap fase gerhana (Awal penumbra, awal umbra, awal total, puncak gerhana, akhir total, akhir umbra, dan akhir penumbra) dan durasi gerhana Bulan, 2) Hasil hisab Magnitude dan Radius (baik umbra maupun penumbra).

Berikut ini merupakan data perbandingan hasil hisab gerhana Bulan menggunakan metode kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan markaz Masjid Agung Jawa Tengah, Semarang dan data NASA (Natonal Aeronautics and Space Administration)¹³⁰ (waktu:WIB).

1. Gerhana Bulan Total pada tanggal 31 Januari 2018

a. Kontak Gerhana Bulan

Tabel. 4.4 Perbandingan hasil perhitungan *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA

Fase Gerhana	Natijah	NASA	Selisih
	Jam WIB	Jam WIB	
Awal Penumbra	17:51:15	17:51:15	0:00:00

¹³⁰ <http://eclipse.gfsc.nasa.gov/lunar.html>. Diakses pada 5 Juli 2018.

Awal Umbra	18:48:27	18:48:27	0:00:00
Awal Total	19:51:47	19:51:47	0:00:00
Puncak	20:29:50	20:31:00	0:01:10
Akhir Total	21:07:51	21:07:51	0:00:00
Akhir Umbra	22:11:12	22:11:11	0:00:01
Akhir Penumbra	23:08:27	23:08:27	0:00:00
Durasi Penumbra	1:16:04	1:16:04	0:00:00
Durasi Umbra	5:17:13	5:17:12	0:00:01
Durasi Total	3:22:46	3:22:44	0:00:02

Tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa selisih hasil perhitungan gerhana Bulan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA pada gerhana Bulan Total tanggal 31 Januari 2018 tidak terdapat perbedaan dari kontak awal penumbra sampai awal total. Kemudian pada saat puncak gerhana Bulan, terdapat selisih cukup

banyak yaitu mencapai 1 menit 10 detik. Setelah fase puncak gerhana, juga terdapat selisih diantara keduanya yaitu antara 0 detik sampai 1 detik saja.

b. Magnitude dan Radius Gerhana Bulan

Tabel 4.5 Perbandingan hasil magnitude dan radius *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA

	Natijah	NASA	Selisih
Magnitude Penumbra	2.2929	2.2941	0.0012
Magnitude Umbra	1.3156	1.3155	0.0001
Radius Penumbra	1.2961°	1.2978°	0.0017°
Radius Umbra	0.7558°	0.7567°	0.0009°

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa selisih antara perhitungan Magnitude Penumbra dan Magnitude Penumbra gerhana Bulan dalam kitab *Al-*

Natijah al-Mahsunah dengan hasil NASA tanggal 31 Januari 2018 mempunyai selisih tidak terlalu jauh yaitu antara 0.0001-0.0012 . Begitu pula dengan selisih hasil Radius Penumbra dan Radius Umbra keduanya yang hanya berkisar antara 0.0009 derajat sampai 0.0017 derajat.

2. Gerhana Bulan Total pada tanggal 28 Juli 2018

a. Kontak Gerhana Bulan

Tabel 4.6 Perbandingan hasil perhitungan *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA

Fase Gerhana	Natijah	NASA	Selisih
	Jam WIB	Jam WIB	
Awal Penumbra	0:14:49	0:14:49	0:00:00
Awal Umbra	1:24:27	1:24:27	0:00:00
Awal Total	2:30:15	2:30:15	0:00:00

Puncak	3:21:44	3:21:30.3	0:00:13.7
Akhir Total	4:13:12	4:13:12	0:00:00
Akhir Umbra	5:19:00	5:19:00	0:00:00
Akhir Penumbra	6:28:37	6:28:37	0:00:00
Durasi Penumbra	6:13:48	6:28:37	0:00:01
Durasi Umbra	3:54:33	6:54:32	0:00:01
Durasi Total	1:42:57	1:42:57	0:00:00

Tabel 4.6 diatas dapat diketahui bahwa hasil perhitungan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* pada gerhana tanggal 28 Juli 2018 dengan hasil NASA saat kontak awal penumbra hingga puncak gerhana tidak terdapat perbedaan atau selisih. Perbedaan hasil dimulai saat kontak puncak gerhana yang hanya berkisar pada detiknya yaitu 00:00:13,7. Kemudian mulai kontak akhir total sampai akhir penumbra tidak terjadi perbedaan hasil.

b. Magnitude dan Radius Gerhana Bulan

Tabel 4.7 Perbandingan hasil magnitude dan radius dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-*

Qamariyah dan NASA

	Natijah	NASA	Selisih
Magnitude Penumbra	2.6781	2.6792	0.0011
Magnitude Umbra	1.6080	1.6087	0.0007
Radius Penumbra	1.1735°	1.1738°	0.0003
Radius Umbra	0.6487°	0.6488°	0.0003

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa selisih antara perhitungan Magnitude Penumbra dan Magnitude Penumbra gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA tanggal 28 Juli 2018 mempunyai selisih antara 0.0007-0.0011. Begitu pula

dengan selisih hasil Radius Penumbra dan Radius Umbra keduanya yang hanya berkisar 0.0003 derajat.

3. Gerhana Bulan Parsial pada tanggal 17 Juli 2019

a. Kontak Gerhana Bulan

Tabel 4.8 Perbandingan hasil perhitungan kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA

Fase Gerhana	Natijah	NASA	Selisih
	Jam WIB	Jam WIB	
Awal Penumbra	1:43:53	1:43:53	0:00:00
Awal Umbra	3:01:43	3:01:43	0:00:00
Awal Total	-	-	-
Puncak	4:30:44	4:31:54.8	0:00:10.8
Akhir Total	-	-	-
Akhir Umbra	5:59:44	5:59:39	0:00:05
Akhir Penumbra	7:17:34	7:17:36	0:00:02

Durasi Penumbra	5:33:41	5:33:43	0:00:02
Durasi Umbra	2:58:00	2:57:56	0:00:04
Durasi Total	-	-	-

Dari tabel 4.8 dapat diketahui bahwa hasil perhitungan kitab Natijah pada gerhana tanggal 17 Juli 2019 dengan hasil NASA saat kontak awal penumbra hingga awal umbra tidak terdapat perbedaan atau selisih. Perbedaan hasil dimulai saat kontak puncak gerhana yang hanya berkisar pada detiknya yaitu 00:00:10,8. Kemudian mulai kontak akhir total sampai akhir penumbra terdapat selisih hasil antara 2 detik sampai 5 detik.

b. Magnitude dan Radius Gerhana Bulan

Tabel 4.9 Perbandingan hasil magnitudo dan radius kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dan NASA

	Natijah	NASA	Selisih
Magnitudo Penumbra	2.0658	1.7037	0.3621
Magnitudo Umbra	0.9975	0.6531	0.3444
Radius Penumbra	1.1625°	1.1900°	0.0275°
Radius Umbra	0.6386°	0.6655°	0.0269°

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa selisih antara perhitungan Magnitudo Penumbra dan Magnitudo Penumbra gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA tanggal 17 Juli 2019 mempunyai selisih tidak terlampau jauh yaitu antara 0.3621-0.3444 . Sedangkan selisih hasil Radius

Penumbra dan Radius Umbra keduanya hanya berkisar 0.0275 derajat sampai 0.0269 derajat.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa selisih dari hasil perhitungan metode kitab *Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA tidak jauh berbeda. Hal ini dapat dibuktikan dengan membuktikan selisih minimum maupun maksimum antara keduanya. Selisih minimum saat gerhana total pada tanggal 31 Januari 2018 antara hisab metode kitab *Al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan NASA yaitu 00 jam 00menit 00detik dan selisih maksimumnya yaitu 00jam 01menit 10detik. Sedangkan hasil perhitungan keduanya pada gerhana total tanggal 28 Juli 2018 mempunyai selisih minimum 00jam 00menit 00detik dan selisih maksimum sampai

00jam 00menit 13,7detik. Begitu pula dengan hasil perhitungan gerhana Bulan parsial pada tanggal 17 Juli 2019 memiliki selisih minimum dan maksimum hanya terapat detik saja yaitu 00jam 00menit 00detik dan 00jam 00menit 10.8detik.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa perhitungan gerhana bulan metode kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* tergolong cukup akurat. Hal ini disebabkan karena, hasil perhitungan gerhana Bulan *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dengan hasil NASA memiliki selisih perbedaan. Akan tetapi selisih tersebut tidak terlalu jauh. Bahkan banyak diantara hasil tersebut terdapat kesamaan. Hal ini dikarenakan keduanya menggunakan sistem hisab kontemporer

modern dengan rumus algoritma yang terbilang rumit sehingga hasil perhitungan dari keduanya tidak terlampau jauh selisihnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan dan analisis di atas, penulis menyimpulkan beberapa hal di bawah ini:

1. Metode yang digunakan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* ialah metode Hisab Kontemporer dengan penggunaan data *Awamil* yang dicantumkan dalam bentuk tabel *Awamil Khusuf*. *Awamil Khusuf* kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* terinspirasi dari *Awamil Khusuf* yang terdapat dalam kitab *ad-Durul Aniq* karya K.H Ahmad Ghozali. Data *Awamil Khusuf* berubah sebagaimana data yang diperoleh dari data yang telah di program komputer.

Proses awal perhitungan gerhana Bulan dalam Kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* menggunakan data abadi atau data rata-rata yang kemudian di *ta'dil* atau proses koreksi melalui beberapa tahapan rumus. Proses perhitungan selanjutnya telah menggunakan rumus-rumus matematika modern.

2. Akurasi hasil perhitungan hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* dapat dikatakan cukup akurat karena hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan NASA bahkan ada beberapa hasil yang sama. Selisih perbedaan hasil keduanya hanya berkisar antara 1 detik sampai 1 menit 10 detik. Kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-*

Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah layak digunakan sebagai rujukan dalam melakukan proses hisab gerhana Bulan oleh masyarakat pada umumnya.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran peneliti ialah sebagai berikut:

1. Hendaknya kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah* karya Ali Mustofa ini, dapat menjadi salah satu rujukan dalam perhitungan awal bulan Kamariyah, hisab gerhana Bulan dan gerhana Matahari bukan hanya di wilayah Ploso Kediri, tetapi juga untuk kalangan akademisi dan masyarakat yang lebih luas.

2. Penelitian ini hanya menganalisis metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *al-Natijah al-Mahshunah al-Natijah al-Mahshunah fi Kayfiyati Hisab Hilal as-Syuhur al-Qamariyah*, sehingga diharapkan ada penelitian lain yang menganalisis metode hisab gerhana Matahari
3. Hendaknya buku atau kitab falak yang telah beredar di masyarakat tidak hanya menyertakan peristiwa gerhana saja. Akan tetapi juga menyertakan gambaran proses matematis gerhana.
4. Kajian mengenai hisab gerhana bulan merupakan hal penting bagi umat Islam karena menjadi acuan dalam menunaikan salat sunah gerhana dalam rangka mensyukuri nikmat Allah SWT. Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan antusiasme masyarakat dalam menghadapi peristiwa gerhana.

C. Penutup

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta kauniaNya kepada penulis. Dengan izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini. Penulis telah berusaha yang terbaik dalam proses penulisan skripsi ini, namun demikian penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu tidak menutup kemungkinan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut, guna meluruskan kekeliruan penulis dalam penelitian ini. Kritik dan saram dari pembaca akan sangat membantu penulis dalam penulisan karya ilmiah penulis selanjutnya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

A. BUKU

Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. III, 2012.

Azwar, Saefuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet-5, 2004.

Baker, H. Robert. *Astronomy A Textbook For University And College*. New York: D. Van Nostrand Company Inc, 1957.

Bashori, M. Hadi. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.

Bukhari (al), Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail. *Shahih Bukhari Juz Awal*. Indonesia: Maktabah Dahlan, tt.

Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Jakarta: Penerbit Wali, 2010.

Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.

Izzuddin, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah*. Jakarta: Erlangga, 2007.

_____, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.

_____, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2007

Ghozali, Ahmad. *ad-Durul Aniq*, Sampang: Lajnah Falakiyah al-Mubarak LanBulan, 2016.

Kadir, A. *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap & Praktis*. Jakarta: Amzah, 2012.

Karim, Abdul. Rifa Jamaluddin Nasir. *Mengenal Ilmu Falak (Teori dan Implementasi)*, Yogyakarta: Qudsi Media.

Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008.

_____, Muhyidin. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

Kurniawan, Beni. *Metodologi Penelitian*. Tangerang:

Jelajah Nusa, 2012.

Maskufa. *Ilmu Falak*, Jakarta: Gaung Persada Press,

2010

Munawir, A. Warson. *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia*. Yogyakarta: Pustaka Progresif, Cet. Ke II, 1997.

Mustofa, Ali. *al-Natijah al-Mahsunah*, Kediri: 2018.

Mustafa, Ali. *At-taisir*, Kediri: 2018.

Qurthubi (al). *Tafsir al-Qurthubi*, Jakarta: Pustaka Azzam, 2008.

Satori, Djam'an. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2009.

Shihab, Quraish. *Tafsir al-Misbah (Pesan, Kesan dan Kerasian al-Qur'an)*, Jakarta: Lentera Hati, 2015.

Stephen E. Scheineider and Thomas T. Arny. *Pathways to Astronomy*. China: Mc Graw Hill Companies, 2007.

Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta, Cet 4, 2008.

Syaodih, Nana. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2009.

Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013.

Zaenal, Baharudin. *Ilmu Falak*, Kuala Lumpur: Dawama Sdn. Bhd., 2002.

B. PENELITIAN

Fitria, Wahyu. “*Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab al-Khulashah al-Wafiyah dan Ephemeris*”, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2011.

Maridah, Hanik. “*Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Maslak Al-Qasid Ila ‘Amal Ar-Rasid karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah*”, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2015.

Maghfur, Ahmad Ma’ruf. “*Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Matahari dalam kitab Fathu Rauf al-Manan*”, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

Murtadho, Fardhan Kholid. “*Posisi Matahari, Bumi, dan Bulan pada Saat Terjadi Gerhana dalam Perspektif Geometri*”, Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2011.

Nurjaman, Zaenuddin, “*Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH Noor Ahmad SS dalam Kitab Nur al-Anwar*”, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

Faiqoh, Nazla Nurul. “*Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Khulashah Al-Risalah Karya Ali Mustofa*”, Skripsi UIN Walisongo Semarang, Semarang, 2017.

Sukarni. “*Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*”, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2014.

C. JURNAL

Mujab, Sayful. “Gerhana: Antara Mitos, Sains dan Islam”, *Yudisia*, vol. 5, no. 1, Juni 2014.

Hambali, Slamet. “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolas Copernicus”, *Al-Ahkam*, vol. 23, Oktober 2013.

Hanifah, Iftitahatul. “Uji GPS Tracking dalam Skala Transportasi Antar Kota”, *Ijeis*, vol. 6, no.2, Oktober 2016.

D. WAWANCARA

Mustofa, Ali. Wawancara, Kediri, 14 Maret 2018.

Mustofa, Ali. Wawancara via WhatsApp, 15 Maret 2018 pukul 07:29 WIB.

Mustafa, Ali. Wawancara via Whatsapp, 8 Juni 2018
pukul 09:20 WIB.

E. WEBSITE

<https://www.eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html>

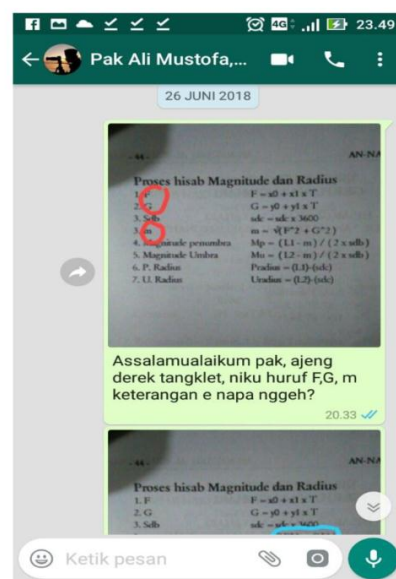
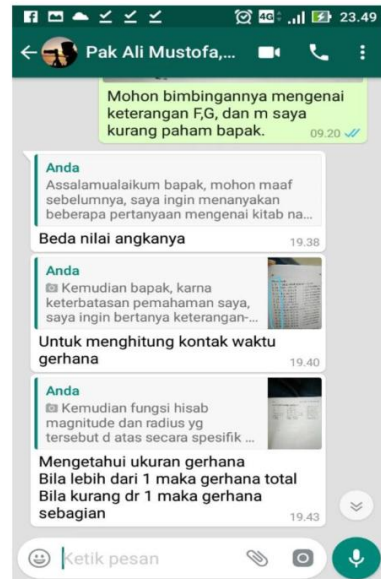
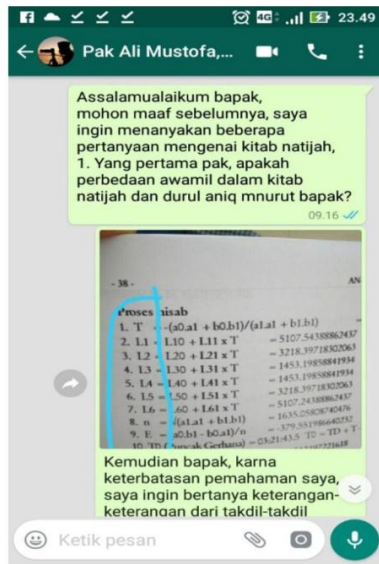
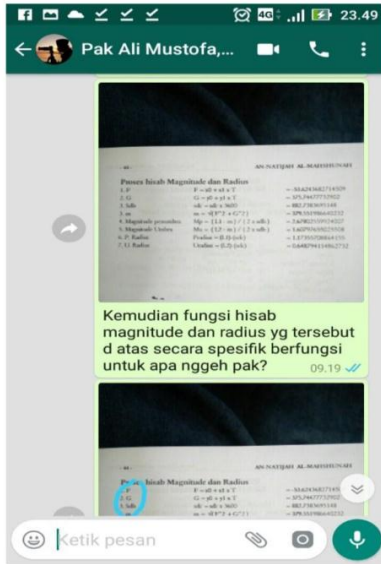
<https://www.eclipsewise.com/lunar/LEprime/2001-2100.html>

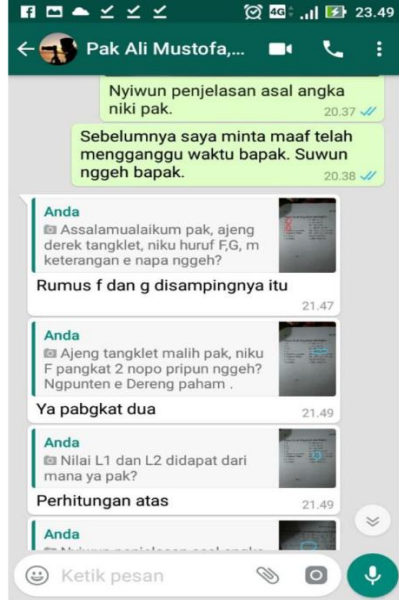
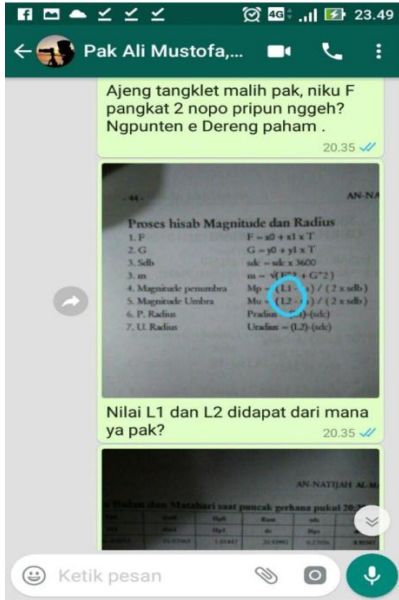
<https://www.biography.com>

<https://www.jamtangan.com/guide/greenwich-mean-time-gmt/>

LAMPIRAN I

BUKTI WAWANCARA





LAMPIRAN II

Hasil NASA:

Total Lunar Eclipse of 2018 Jan 31

Greatest Eclipse = 13:31:00.1 TD (= 13:29:51.4 UT1)

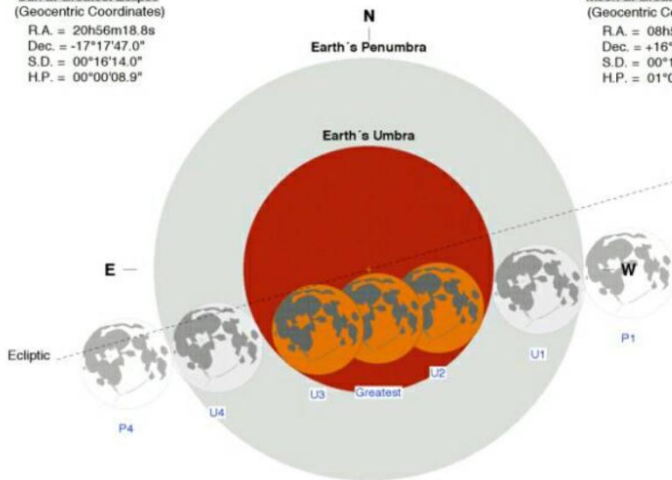
Penumbral Magnitude = 2.2941
Umbral Magnitude = 1.3155

Gamma = -0.3014
Axis = 0.3058°

Saros Series = 124
Saros Member = 49 of 73

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)
R.A. = 20^h56^m18.8^s
Dec. = -17°17'47.0"
S.D. = 00°16'14.0"
H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)
R.A. = 08^h56^m05.0^s
Dec. = +16°59'44.2"
S.D. = 00°16'35.2"
H.P. = 01°00'52.6"

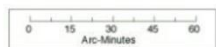


Eclipse Durations
Penumbral = 05h17m19s
Umbral = 03h22m46s
Total = 01h16m05s

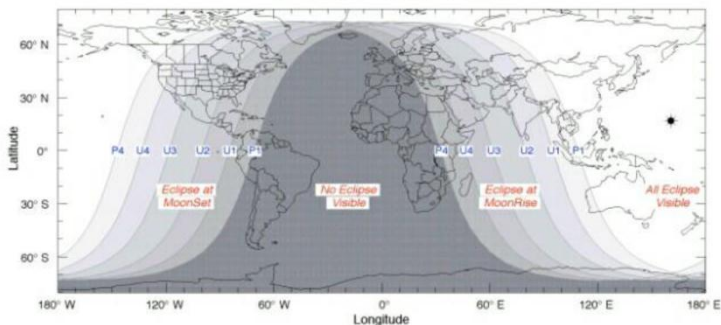
Eph. = JPL DE405
Rule = Danjon
 ΔT = 69 s

Eclipse Contacts

P1 = 10:51:13 UT1
U1 = 11:48:28 UT1
U2 = 12:51:49 UT1
U3 = 14:07:53 UT1
U4 = 15:11:14 UT1
P4 = 16:08:32 UT1



©2017 F. Espenak, www.EclipseWise.com



Courtesy of Fred Espenak, 'Eclipses During 2018', 2018 Observer's Handbook, Royal Astronomical Society Of Canada.

Total Lunar Eclipse of 2018 Jul 27

Ecliptic Conjunction = 20:21:30.3 TD (= 20:20:19.6 UT)

Greatest Eclipse = 20:22:54.3 TD (= 20:21:43.5 UT)

Penumbral Magnitude = 2.6792 P. Radius = 1.1738° Gamma = 0.1168

Umbral Magnitude = 1.6087 U. Radius = 0.6488° Axis = 0.1051°

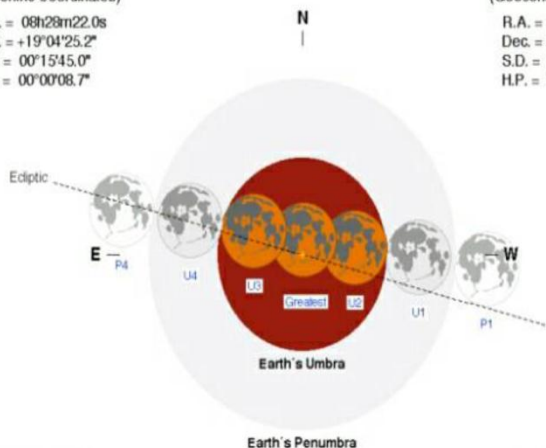
Saros Series = 129 Member = 38 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 08h29m22.0s
Dec. = +19°04'25.2"
S.D. = 00°15'45.0"
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 20h29m18.2s
Dec. = -18°58'10.6"
S.D. = 00°14'42.7"
H.P. = 00°53'59.7"



Eclipse Durations

Penumbral = 06h13m48s

Umbral = 03h54m32s

Total = 01h42m57s

$\Delta T = 71$ s

Rule = CdT (Danjon)

Eph. = VSOP87/ELP2000-85

Eclipse Contacts

P1 = 17:14:49 UT

U1 = 18:24:27 UT

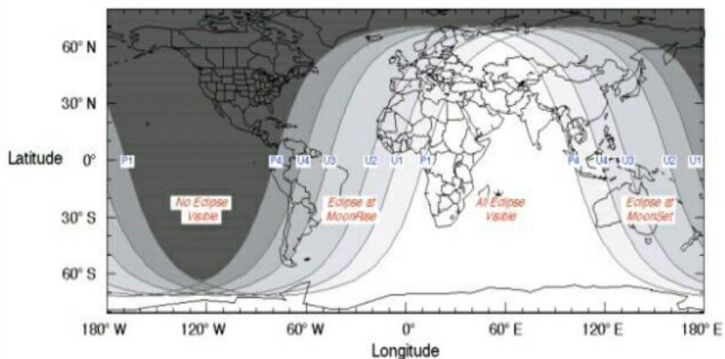
U2 = 19:30:15 UT

U3 = 21:13:12 UT

U4 = 22:19:00 UT

P4 = 23:28:37 UT

F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html



2009 Apr 29

Partial Lunar Eclipse of 2019 Jul 16

Ecliptic Conjunction = 21:39:22.1 TD (= 21:38:10.8 UT)
 Greatest Eclipse = 21:31:54.8 TD (= 21:30:43.5 UT)

Penumbral Magnitude = 1.7037 P. Radius = 1.1900° Gamma = -0.6430
 Umbral Magnitude = 0.6531 U. Radius = 0.6655° Axis = 0.5890°

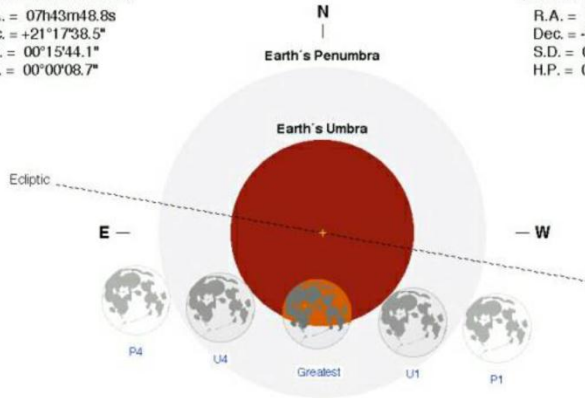
Saros Series = 139 Member = 22 of 81

Sun at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)

R.A. = 07h43m48.8s
 Dec. = +21°17'38.5"
 S.D. = 00°15'44.1"
 H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)

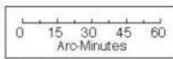
R.A. = 19h44m00.3s
 Dec. = -21°52'53.0"
 S.D. = 00°14'58.7"
 H.P. = 00°54'58.2"



Eclipse Durations

Penumbral = 05h33m43s
 Umbral = 02h57m56s

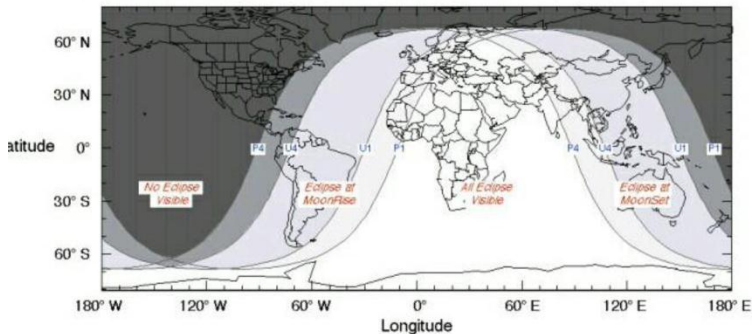
ΔT = 71 s
 Rule = CdT (Danjon)
 Eph. = VSOP87/ELP2000-85



F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html

Eclipse Contacts

P1 = 18:43:53 UT
 U1 = 20:01:43 UT
 U4 = 22:59:39 UT
 P4 = 00:17:36 UT



SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ali Mustafa, S.Pd.i
Jabatan : Staf ahli LF PP al-Falah dan LFNU Kediri
Alamat : Ds. Maesan Kec. Mojo Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa saudara:

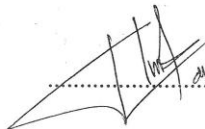
Nama : Nur Anis
NIM : 1402046080
Fakultas / Jurusan : Syariah & Hukum / Ilmu Falak
Alamat : Kebangaran, Mranggan, Demak

Benar-benar telah melakukan *interview* (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang diperlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul:

“ Analisis Metode Hisab Cerhana Bulan dalam Kitab Al-Hadjjah
Al-Mahsunah Karya Ali Mustafa ”

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 14. Maret., 2018


Ali Mustafa

BIOGRAFI NARASUMBER

Nama : Ali Mustofa, S.Pd.i
Tempat, Tanggal Lahir : Kediri, 21 Maret 1983
Alamat : Ds Maesan kec Mojo Kediri

Nomer Handphone : 085 645 274 53A
Jenis Kelamin : Laki-laki

Riwayat Pendidikan :

1. TK Kusuma Mutia Maesan
2. SDN Maesan II
3. MTs Sunan Kalijaga Mayan Mojo
4. MA Al-Hikmah Purwoastri Kediri
5. SI Tribakti Liboyo Kediri

Riwayat Organisasi :

1. Nahdlatul Ulama' dari Ranting - Cabang Kediri
2. Lembaga Fatmiah PENU Kediri
3. Lajnah Fatmiah pondok Pesantren al-Falah Ploso Kediri
4. _____

Riwayat Pekerjaan :

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Tanda tangan,



Handwritten signature of Ali Mustofa, consisting of stylized initials and the name 'Ali Mustofa' written below.

AWAMIL KHUSUF

TABEL D 1

AWAMIL KHUSUF UNTUK PERHITUNGAN GERHANA BULAN
METODE " AN NATIJAH AL-MAKHSUNAH"

Tanggal	Hari	DeltaT	a0	b0	L10	L20	L30	L40	L50	L60
Kode	Pasaran	TD	a1	b1	L11	L21	L31	L41	L51	L61
31 Jan 2018	Rabu	71	800.09840	1263.37821	5660.31255	3715.94407	1726.47203	1725.67203	3715.24407	5662.21255
43132	Legi	14	2066.65397	-379.76850	-1.19177	-0.69167	-0.34584	-0.34584	-0.69167	-1.19177
27 Jul 2018	Jum'at	71	671.63665	287.54523	5107.47524	3218.35683	1453.17841	1453.17841	3218.35683	5106.97524
43309	Pon	20	1618.65727	231.00647	0.17980	0.10569	0.05285	0.05285	0.10569	0.17980
16 Jul 2019	Selasa	71	954.94269	-2053.22625	5179.45164	3293.74989	1496.20873	1496.20873	3293.74989	5179.45164
43663	Paling	22	1694.81579	129.44990	-1.22728	-0.70900	-0.35346	-0.35346	-0.70900	-1.22728
10 Jan 2020	Jum'at	72	-176.36301	3809.84013	5525.53618	3632.93407	1816.46703	1816.46703	3632.93407	5525.53618
43841	Kliwon	19	1968.47358	-98.98386	1.86239	0.53832	0.53832	0.53832	1.07663	1.86239
05 Jun 20	Jum'at	72	34.65717	4510.18853	5529.26607	3621.28338	1810.64169	1810.64169	3621.28338	5529.26607
43988	Pahang	19	1963.77207	-404.82010	-1.81216	-1.05031	-0.52516	-0.52516	-1.05031	-1.81216
30 Nop 20	Senin	72	1363.26043	3472.02594	5181.27462	3431.91499	1715.95749	1715.95749	3431.91499	5181.27462
44166	Kliwon	10	1612.36393	420.07965	0.98634	0.57329	0.28664	0.28664	0.57329	0.98634

Data Bulan dan Matahari saat puncak gerhana 31/1/2018 pukul 20:29:49.6

M0	dm0	Hp0	Ram	sds	Rac	sdc
M1	dm1	Hp1	ds	Hps	dc	hpc
206.40893	16.93965	1.01447	20.93993	0.27056	8.95547	0.27641
14.39893	-0.11878	-0.00025	-17.29072	0.00248	16.93965	1.01447

Data Bulan dan Matahari saat puncak gerhana 28/7/2018 pukul 20:29:49.6

M0	dm0	Hp0	Ram	sds	Rac	sdc
M1	dm1	Hp1	ds	Hps	dc	hpc
206.40893	16.93965	1.01447	20.93993	0.27056	8.95547	0.27641
14.39893	-0.11878	-0.00025	-17.29072	0.00248	16.93965	1.01447

Data Bulan dan Matahari saat puncak gerhana 17/7/2019 pukul 20:29:49.6

M0	dm0	Hp0	Ram	sds	Rac	sdc
M1	dm1	Hp1	ds	Hps	dc	hpc
206.40893	16.93965	1.01447	20.93993	0.27056	8.95547	0.27641
14.39893	-0.11878	-0.00025	-17.29072	0.00248	16.93965	1.01447

LAMPIRAN III

1. Perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Al-Natijah al-Mahsunah* pada tanggal 31 Januari tahun 2018:

Data yang diperlukan ialah:

- Tahun masehi = 2018
- Tanggal gerhana = 31 Januari 2018
- Markaz = Masjid Agung Jawa Tengah,
Semarang.
- Lintang tempat = 6° 59' 4,42"
- Bujur tempat = 110° 26' 47,71"

1. Proses Ta'dil

$$\begin{aligned} T &= -(a_0 \times a_1 + b_0 \times b_1) / (a_1 \times a_1 + b_1 \times b_1) \\ &= -(((800.09840 \times 2066.65397) + (-1263.37821 \times \\ &-379.76850)) / ((2066.65397 \times 2066.65397) + (- \\ &379.76850 \times -379.76850))) \end{aligned}$$

$$= -0.483166785$$

$$L1 = L10 + L11 \times T$$

$$= 5660.31255 + (-1.19177) \times -0.483166785 =$$
$$5661.288374$$

$$L2 = L20 + L21 \times T$$

$$= 3715.94407 + (-0.69167) \times -0.483166785 =$$
$$3716.278262$$

$$L3 = L30 + L31 \times T$$

$$= 1726.47203 + (-0.34584) \times -0.483166785 =$$
$$1726.639128$$

$$L4 = L40 + L41 \times T$$

$$= 1725.67203 + (-0.34584) \times -0.483166785 =$$
$$1725.839128$$

$$L5 = L50 + L51 \times T$$

$$= 3715.24407 + (-0.69167) \times -0.483166785 =$$

$$3716.278262$$

$$L6 = L60 + L61 \times T$$

$$= 5662.21255 + (-1.19177) \times -0.483166785 =$$

$$5662.788374$$

$$n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$= \sqrt{((2066.65397 \times 2066.65397) + (-379.76850 \times$$

$$-379.76850))}$$

$$= 2101.257247$$

$$E = (a0.b1 - b0.a1)/n$$

$$= ((800.09840 \times -379.76850) - (-1263.37821 \times$$

$$2066.65397)) / 2101.257247 = 1097.968037$$

$$T0 = TD + T - (\text{Delta } T / 3600) + TZ$$

$$= 14 + (-0.483166785) - (71/3600) + 7 =$$

$$20.49711099$$

$$\begin{aligned}
T1 &= \sqrt{(L1^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(5661.288374^2 - 1097.968037^2)} / 2101.257247 \\
&= 2.643082472
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T2 &= \sqrt{(L2^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(3716.278262^2 - 1097.968037^2)} / \\
2101.257247 &= 1.689645045
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T3 &= \sqrt{(L3^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(1726.639128^2 - 1097.968037^2)} / \\
2101.257247 &= 0.634178551
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T4 &= \sqrt{(L4^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(1725.839128^2 - 1097.968037^2)} / \\
2101.257247 &= 0.633685161
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T5 &= \sqrt{(L5^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(3716.278262^2 - 1097.968037^2)} / \\
2101.257247 &= 1.689645045
\end{aligned}$$

$$T_6 = \sqrt{(L_5^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(5662.788374^2 - 1097.968037^2)} /$$

$$2101.257247 = 2.643810144$$

2. Mencari Waktu Kontak Gerhana Jam Lokal:

i. Awal penumbra (A) = $T_0 - T_1$

$$= 20.49711099 -$$

$$2.643082472$$

$$= 17.85402852 = 17:51:15$$

WIB

ii. Awal Umbra (B) = $T_0 - T_2$

$$= 20.49711099 -$$

$$1.689645045$$

$$= 18.80746595 = 18:48:27$$

WIB

iii. Awal total (C) = $T_0 - T_3$

$$= 20.49711099 -$$

$$0.634178551$$

$$= 19.86293244 = 19:51:47$$

WIB

$$\begin{aligned} \text{iv. Puncak gerhana (D)} &= T0 \\ &= 20.49711099 = 20:29:50 \end{aligned}$$

WIB

$$\begin{aligned} \text{v. Akhir total (E)} &= T0 + T4 \\ &= 20.49711099 + \\ &0.633685161 \\ &= 21.13079615 = 21:07:51 \end{aligned}$$

WIB

$$\begin{aligned} \text{vi. Akhir umbra (F)} &= T0 + T5 \\ &= 20.49711099 + \\ &1.689645045 \\ &= 22.18675604 = 22:11:12 \end{aligned}$$

WIB

$$\text{vii. Akhir penumbra(G)} = T0 + T6$$

$$= 20.49711099 +$$

2.643810144

$$= 23.14092114 = 23:08:27$$

WIB

viii. Durasi penumbra (Dp) = G – A

$$= 23.14092114 -$$

23.14092114

$$= 5.286892616 = 5:17:13$$

WIB

ix. Durasi umbra(Du) = F – B

$$= 22.18675604 -$$

18.80746595

$$= 3.37929009 = 3:22:46$$

WIB

x. Durasi total(Dt)= E – C

$$= 21.13079615 -$$

19.86293244

$$= 1.267863712 = 1:16:04$$

WIB

3. Menghitung Magnitude dan Radius Gerhana Bulan
total 31 Januari 2018

$$\begin{aligned} - F &= a_0 + a_1 \times T \\ &= 800.09840 + 2066.6538 \times (- \\ &0.483166785) \\ &= -198.4400729868 \\ - G &= b_0 + b_1 \times T \\ &= -1263.37824 + (-379.76847) \times (- \\ &0.483166785) \\ &= -1079.88672917106 \\ - Sdb &= sdc \times 3600 \\ &= 0.27641 \times 3600 = 99.079993948 \\ - m &= \sqrt{(F^2 + G^2)} \\ &= \sqrt{((-198.4400729868)^2 + (- \\ &1079.88672917106)^2)} \end{aligned}$$

$$= 1097.96803706065$$

- Magnitude Penumbra = $(L1 - m) / (2 \times \text{sdb})$
 $= (5661.288374 -$
 $1097.96803706065) / (2 \times$
 $99.079993948) =$
 2.29294145414082

- Magnitude umbra = $(L2 - m) / (2 \times \text{sdb})$
 $= (3716.278262 -$
 $1097.96803706065) / (2 \times$
 $99.079993948) =$
 1.31562801022739

- Radius penumbra = $(L1 / 3600) - (\text{sd})$
 $= (5107.543889 / 3600) -$
 (0.27641)
 $= 1.29626899^\circ$

- Radius umbra = $(L2 / 3600) - (\text{sd})$

$$= (3218.397183 / 3600) -$$

$$(0.27641)$$

$$= 0.7558884^\circ$$

2. Perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Al-Natijah al-Mahsunah* pada tanggal 28 Juli tahun 2018:

Data yang diperlukan ialah:

- Tahun masehi = 2018
- Tanggal gerhana = 28 Juli 2018
- Markaz = Masjid Agung Jawa Tengah,
Semarang.
- Lintang tempat = $6^\circ 59' 4,42''$
- Bujur tempat = $110^\circ 26' 47,71''$

a. Proses Ta'dil

$$T = -(a_0 \times a_1 + b_0 \times b_1) / (a_1 \times a_1 + b_1 \times b_1)$$

$$\begin{aligned}
&= -(((-67163665 \times 1618.65727) + (287.54523 \times \\
&231.00647)) / ((1618.65727 \times 1618.65727) + \\
&(231.00647 \times 231.00647))) \\
&= 0.38180552
\end{aligned}$$

$$L1 = L10 + L11 \times T$$

$$\begin{aligned}
&= 5107.47524 + (0.17980) \times 0.38180552 = \\
&5107.543889
\end{aligned}$$

$$L2 = L20 + L21 \times T$$

$$\begin{aligned}
&= 3218.35683 + 0.10569 \times 0.38180552 = \\
&3218.397183
\end{aligned}$$

$$L3 = L30 + L31 \times T$$

$$\begin{aligned}
&= 1453.17841 + 0.05285 \times 0.38180552 = \\
&1453.198588
\end{aligned}$$

$$L4 = L40 + L41 \times T$$

$$= 1453.17841 + 0.05285 \times 0.38180552 =$$

$$1453.198588$$

$$L5 = L50 + L51 \times T$$

$$= 3218.35683 + 0.10569 \times 0.38180552 =$$

$$3218.397183$$

$$L6 = L60 + L61 \times T$$

$$= 5106.97524 + 0.17980 \times 0.38180552 =$$

$$5107.043889$$

$$n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$= \sqrt{((1618.65727 \times 1618.65727) + (231.00647 \times$$

$$231.00647))}$$

$$= 1653.058209$$

$$E = (a0.b1 - b0.a1)/n$$

$$= ((-67163665 \times 231.00647) - (287.54523 \times$$

$$1618.65727)) / 1653.058209 = -379.5519849$$

$$T0 = TD + T - (\text{Delta T} / 3600) + TZ$$

$$= 20 + 0.38180552 - (71/3600) + 7 = 27.3620833$$

$$T1 = \sqrt{(L1^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(5107.543889^2 - (-379.5519849)^2)} /$$

$$1653.058209$$

$$= 3.115131741$$

$$T2 = \sqrt{(L2^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(3218.397183^2 - (-379.5519849)^2)} /$$

$$1653.058209$$

$$= 1.95463265$$

$$T3 = \sqrt{(L3^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(1453.198588^2 - (-379.5519849)^2)} /$$

$$1653.058209$$

$$= 0.857924639$$

$$\begin{aligned}
T4 &= \sqrt{(L4^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(1453.198588^2 - (-379.5519849)^2)} / \\
&\quad 1653.058209 \\
&= 0.857924639
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T5 &= \sqrt{(L5^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(3218.397183^2 - (-379.5519849)^2)} / \\
&\quad 1653.058209 \\
&= 1.95463265
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T6 &= \sqrt{(L6^2 - E^2)} / n \\
&= \sqrt{(5107.043889^2 - (-379.5519849)^2)} / \\
&\quad 1653.058209 \\
&= 3.114825093
\end{aligned}$$

b. Mencari Waktu Kontak Gerhana Jam Lokal:

$$1) \quad \text{Awal penumbra (A)} \quad = T_0$$

$$- T_1$$

$$= 27.3620833 -$$

3.115131741

$$= 24.24695156 = 00:14:49$$

WIB

$$2) \quad \text{Awal Umbra (B)} \quad = T_0$$

$$- T_2$$

$$= 27.3620833 -$$

1.95463265

$$= 25.40745065 = 01:24:27$$

WIB

$$3) \text{Awal total (C)} \quad = T_0 - T_3$$

$$= 27.3620833 -$$

0.857924639

$$= 26.50415866 = 02:30:15$$

WIB

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Puncak gerhana (D)} &= T_0 \\
 &= 27.3620833 = 03:21:44
 \end{aligned}$$

WIB

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Akhir total (E)} &= T_0 + T_4 \\
 &= 27.3620833 + \\
 0.857924639 \\
 &= 28.22000794 = 04:13:12
 \end{aligned}$$

WIB

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Akhir umbra (F)} &= T_0 + T_5 \\
 &= 27.3620833 + \\
 1.95463265 \\
 &= 29.31671595 = 05:19:00
 \end{aligned}$$

WIB

$$\begin{aligned}
 7) \text{ Akhir penumbra(G)} &= T_0 + T_6 \\
 &= 27.3620833 + \\
 3.114825093
 \end{aligned}$$

$$= 30.47690839 = 06:28:37$$

WIB

$$8) \text{ Durasi penumbra (Dp)} = G - A$$

$$= 30.47690839 -$$

24.24695156

$$= 6.22995834 = 06:13:48$$

$$9) \text{ Durasi umbra(Du)} = F - B$$

$$= 29.31671595 -$$

25.40745065

$$= 3.909265299 = 03:54:33$$

$$10) \text{ Durasi total(Dt)} = E - C$$

$$= 28.22000794 -$$

26.50415866

$$= 1.715849279 = 1:42:57$$

c. Menghitung Magnitude dan Radius Gerhana Bulan total

28 Juli 2018

$$- F = a_0 + a_1 \times T$$

$$= (-671.63653) + 1618.65715 \times$$

$$0.38180552$$

$$= -53.62436933$$

$$- \quad G = b_0 + b_1 \times T$$

$$= 287.4525 + 231.00645 \times$$

$$0.38180552$$

$$= 375.7447754$$

$$- \quad Sdb = sdc \times 3600$$

$$= 0.27641 \times 3600 = 99.079993948$$

$$- \quad m = \sqrt{(F^2 + G^2)}$$

$$= \sqrt{((-53.62436933)^2 +$$

$$(375.7447754)^2)}$$

$$= 379.5519849$$

$$- \quad \text{Magnitude Penumbra} = (L1 - m) / (2 \times sdb)$$

$$= (5107.543889 - 379.5519849) /$$

$$(2 \times 99.079993948) = 2.6781420$$

$$- \quad \text{Magnitude umbra} = (L2 - m) / (2 \times sdb)$$

$$= (3218.397183 - 379.5519849) /$$

$$(2 \times 99.079993948) =$$

$$1.608046447$$

- Radius penumbra = $(L1 / 3600) - (sdc)$

$$= (5107.543889 / 3600) -$$

$$(0.27641)$$

$$= 1.1735708^\circ$$

- Radius umbra = $(L2 / 3600) - (sdc)$

$$= (3218.397183 / 3600) -$$

$$(0.27641)$$

$$= 0.6487941^\circ$$

3. Perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Al-Natijah al-Mahsunah* pada tanggal 17 Juli tahun 2019:

Data yang diperlukan ialah:

- Tahun masehi = 2019

- Tanggal gerhana = 17 Juli 2019

- Markaz = Masjid Agung Jawa Tengah,
Semarang.
- Lintang tempat = 6° 59' 4,42"
- Bujur tempat = 110° 26' 47,71"

a. Proses Ta'dil

$$\begin{aligned}
 T &= -(a_0 \times a_1 + b_0 \times b_1) / (a_1 \times a_1 + b_1 \times b_1) \\
 &= -(954.94269 \times 1694.81579 + (-2053.02625) \times \\
 &129.44990) / (1694.81579 \times 1694.81579 + \\
 &129.44990 \times 129.44990) \\
 &= -0.468194534
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_1 &= L_{10} + L_{11} \times T \\
 &= 5179.45164 + (-0.22728) \times -0.468194534 = \\
 &5180.08184
 \end{aligned}$$

$$L_2 = L_{20} + L_{21} \times T$$

$$= 3293.74989 + (-0.70900) \times -0.468194534 =$$
$$3294.08184$$

$$L3 = L30 + L31 \times T$$

$$= 1496.20873 + (-0.35346) \times -0.468194534 =$$
$$1496.374218$$

$$L4 = L40 + L41 \times T$$

$$= 1496.20873 + (-0.35346) \times -0.468194534 =$$
$$1496.374218$$

$$L5 = L50 + L51 \times T$$

$$= 3293.74989 + (-0.70900) \times -0.468194534 =$$
$$3294.08184$$

$$L6 = L60 + L61 \times T$$

$$= 5179.45164 + (-1.22728) \times -0.468194534 =$$
$$5180.026246$$

$$n = \sqrt{(a1.a1 + b1.b1)}$$

$$= \sqrt{(1694.81579 \times 1694.81579 + 129.44990 \times 129.44990)}$$

$$= 1699.752287$$

$$E = (a_0.b_1 - b_0.a_1)/n$$

$$= ((954.94269 \times 129.44990) - ((-2053.02625) \times 1694.81579)) / 1699.752287 = 2119.790377$$

$$T_0 = T_D + T - (\Delta T / 3600) + T_Z$$

$$= 22 + (-0.468194534) - (71/3600) + 7 =$$

$$28.51208324$$

$$T_1 = \sqrt{(L_1^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(5180.08184^2 - 2119.790377^2)} / 1699.752287$$

$$= 2.78059372$$

$$T_2 = \sqrt{(L_2^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(3294.08184^2 - 2119.790377^2)} /$$

$$1699.752287$$

$$= 1.483393317$$

$$T3 = -$$

$$T4 = -$$

$$T5 = \sqrt{(L5^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(3294.08184^2 - 2119.790377^2)} / 1699.752287$$

$$= 1.483393317$$

$$T6 = \sqrt{(L6^2 - E^2)} / n$$

$$= \sqrt{(5180.026246^2 - 2119.790377^2)} /$$

$$1699.752287$$

$$= 2.780659372$$

b. Mencari Waktu Kontak Gerhana Jam Lokal:

i. Awal penumbra (A) = $T0 - T1$

$$= 28.51208324 -$$

2.780659372

$$= 25.73142387 = 01:43:53$$

WIB

ii. Awal Umbra (B) = $T_0 - T_2$

$$= 28.51208324 -$$

1.483393317

$$= 27.02868993 = 03:01:43$$

WIB

3) Awal total (C) = -

4) Puncak gerhana (D) = T_0

$$= 28.51208324 = 04:30:44$$

WIB

5) Akhir total (E) = -

6) Akhir umbra (F) = $T_0 + T_5$

$$= 28.51208324 +$$

1.483393317

$$= 29.99547656 =$$

05:59:44 WIB

$$7) \text{ Akhir penumbra}(G) = T_0 + T_6$$

$$= 28.51208324 +$$

2.780659372

$$= 31.39274262 = 07:17:34$$

WIB

$$8) \text{ Durasi penumbra } (D_p) = G - A$$

$$= 31.39274262 -$$

25.73142387

$$= 5.561318745 = 05:33:41$$

$$9) \text{ Durasi umbra}(D_u) = F - B$$

$$= 29.99547656 -$$

27.02868993

$$= 2.966786634 = 03:54:33$$

$$10) \text{ Durasi total}(D_t) = -$$

a. Menghitung Magnitude dan Radius Gerhana Bulan total

28 Juli 2018

$$\begin{aligned} - F &= a_0 + a_1 \times T \\ &= 954.94629 + 1694.81579 \times (- \\ &\quad 0.468194534) \\ &= -1240.602437 \\ - G &= b_0 + b_1 \times T \\ &= (-2053.0262) + 129.44990 \times (- \\ &\quad 0.468194534) \\ &= 900.6079328 \\ - Sdb &= sdc \times 3600 \\ &= 0.27641 \times 3600 = 99.079993948 \\ - m &= \sqrt{(F^2 + G^2)} \\ &= \sqrt{((-1240.602437)^2 + \\ &\quad (900.6079328)^2)} \\ &= 1533.032633 \\ - \text{Magnitude Penumbra} &= (L1 - m) / (2 \times sdb) \end{aligned}$$

$$= (5180.026246 - 1533.032633) /$$

$$(2 \times 99.079993948) =$$

$$2.065817159$$

- Magnitude umbra = $(L2 - m) / (2 \times sdb)$

$$= (3294.08184 - 1533.032633) /$$

$$(2 \times 99.079993948) = 0.99753552$$

- Radius penumbra = $(L1 / 3600) - (sdc)$

$$= (5180.026246 / 3600) -$$

$$(0.27641)$$

$$= 1.1625^\circ$$

- Radius umbra = $(L2 / 3600) - (sdc)$

$$= (3294.08184 / 3600) -$$

$$(0.27641)$$

$$= 0.6386^\circ$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Nur Aini
Tempat/Tanggal Lahir : Demak, 18 Juli 1996
Nama Orang Tua : Yasin, Haryanti (Almh)
Alamat Rumah : Krajan, Kembangarum Rt 01/02,
Mranggen, Demak
No. HP : +6285747267918
Email : ainiavicena@yahoo.com

Riwayat Pendidikan:

1. Formal
 - TK Tunas Rimba
: Lulus tahun 2002
 - SDN Kembangarum 1
: Lulus tahun 2008
 - MTsN Karangawen
: Lulus tahun 2011
 - MA Al-Hadi Girikusuma
: Lulus tahun 2014
2. Non Formal
 - TPQ Al-Madinah
(tahun 2002 – 2004)
 - Madrasah Diniyah Ishlahiyyah
(tahun 2004 – 2010)

- Pondok Pesantren YPI Al-Hadi Girikusuma
(tahun 2013 – 2014)
- Pondok Pesantren YPMI al-Firdaus Semarang
(tahun 2014 – 2017)

Pengalaman Organisasi

1. Sekretaris OSIS MTsN Karangawen
Periode 2012 – 2013.
2. Departemen P3M CSSMoRa
Periode 2016 – 2017.
3. Bendahara Alumni Pramuka Al-Hadi
Periode 2017 - 2018
4. Ikatan Keluarga Mahasiswa Alumni Al-Hadi
Periode 2014 – sekarang.

Semarang, 16 Juli 2018

Nur Aini
1402046080