

STUDI ANALISIS PROGRAM *TRACKING* GERHANA

MATAHARI KARYA MUHAMMAD WASIL

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Strata 1



Oleh :

MUHAMMAD FARIH AL HUSNA

NIM : 132611055

PRODI ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

2019

Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I
Jl. Candi Permata II/180, Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar.
Hal : Naskah Skripsi
a.n. Sdr. M Farih al Husna

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 : Muhammad Farih al Husna
NIM : 132611055
Jurusan : Ilmu Falak (IF)
Judul : Studi Analisis Program *Tracking* Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan. Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 8 Juli 2019
Pembimbing I



Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 19540805198003 1 004

Dr. H. Mahsun, M.Ag.

Pakelsari RT 01/RW VII Kel. Bulurejo, Kec. Mertoyudan, Kab. Magelang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar.

Hal : Naskah Skripsi

a.n. Sdr. M Farih al Husna

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 : Muhammad Farih al Husna

NIM : 132611055

Jurusan : Ilmu Falak (IF)

Judul : Studi Analisis Program *Tracking* Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqsyahkan. Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 4 Februari 2019

Pembimbing II



Dr. H. Mahsun, M.Ag.
NIP. 19671113200501 1 001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan (024) 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Muhammad Farih al Husna
NIM : 132611055
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Prodi Ilmu Falak
Judul Skripsi : **STUDI ANALISIS PROGRAM TRACKING GERHANA MATAHARI KARYA MUHAMMAD WASIL**

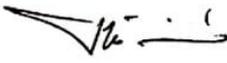
Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang pada tanggal **29 Juli 2019** dan dinyatakan **LULUS** dengan predikat **BAIK** serta dapat diterima sebagai pelengkap ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) dalam Program Studi Ilmu Falak tahun akademik 2018/2019.

Semarang, 29 Juli 2019

Ketua Sidang

Mengetahui,

Sekretaris Sidang


Drs. H Mohamad Solek, M.A.

NIP. 196603181993031004

Penguji Utama I


Dr. Rupi, M.Ag.

NIP. 197307021998031002

Pembimbing I


Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.

NIP. 195408051980031004


Dr. Mahsun, M.Ag.

NIP. 196711132005011001

Penguji Utama II


Dr. H. Eman Sulaeman, M.H.

NIP. 196506051992031003

Pembimbing II


Dr. Mahsun, M.Ag.

NIP. 196711132005011001

MOTTO

عن ابن عمر رضى الله عنه أنه كان يُخبرُ عن النَّبِيِّ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ :
انَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَخْسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ, وَلَا لِحَيَاتِهِ, وَلَكِنَّهُمَا آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ
اللهِ, فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا فَصَلُّوا.¹

Artinya : Dari Ibnu Umar r.a. bahwa dia mendapat kabar dari Nabi saw.
“Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak akan bertemu (hingga terjadi gerhana)
karena kematian seseorang, dan tidak juga karena kelahirannya, akan tetapi
keduanya merupakan dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah. Ketika kamu
melihat keduanya bertemu dan terjadi gerhana, maka salatlah.”

(HR al-Bukhari)

¹ Muhammad bin Ismail al-bukhari, *Sahih al-Bukhari Juz 1*, Beirut : Dar Su'ub, tt., hal. 184

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan dalam penelitian ini.

Semarang, 2 juli 2019

Penulis,



Muhammad Farih al Husna

132611055

PERSEMBAHAN

Skripsi ini Saya Persembahkan kepada :

Bapak Sutiyono dan Ibu Cholidah Hanum, karya ini terangkai dari keringat, air mata dan do'a ia berdua. Setiap keringat dan air mata yang keluar karenaku menjelma dalam setiap huruf, dan setiap do'a yang terpanjat untukku menyatu dalam diri menyampuli tiap karya atas hidupku serta memberi cahaya padanya.

Saudara – saudara saya Muhammad Fahmi, Muhammad Muhlas, Citra Fayza Aminati, dan Adinda Sabrina Aminati yang selalu mengerti dan memberikan penulis semangat, doa dan mootivasi dalam belajar dan sabar menghadapi saya.

Untuk semua keluarga JQH eL-Fasya eL-Febi's yang telah memberikan semngat dan support kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah dan *inayah*-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***“Studi Analisis Program Tracking Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil”***, dengan segala kemudahan yang diberikan-Nya.

Salawat dan Salam semoga selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang telah memberikan teladan dalam kehidupan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan tidak luput dari bantuan berbagai pihak baik secara moriil maupun materiil. Oleh karena itu, penulis tidak lupa untuk menyampaikan terima kasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua penulis beserta segenap keluarga, atas segala doa, perhatian, dukungan, kelembutan dan curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam untaian kata.
2. Dekan Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan wakil Dekan, yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk menulis skripsi ini dan memberikan fasilitas belajar kepada penulis hingga selesai.

3. Ketua Progam Studi ilmu falak Drs. H. Maksun, M.Ag., beserta Para pengelola Prodi, yang telah banyak membantu dalam hal administrasi demi selesainya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Drs. H.Slamet Hambali, MSI., selaku Pembimbing I dan bapak Dr. H. Mahsun, M.Ag. selaku Pembimbing II, terima kasih atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan sejauh ini.
5. Bapak Muhammad Wasil sebagai narasumber utama penulis, terimakasih atas bantuan dan kesediannya berbagi ilmu dalam penelitian ini.
6. Seluruh dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum yang telah memberikan ilmu dan membuka pemikiran-pemikiran baru bagi penulis.
7. Kepada teman – teman seperjuangan Asyl Choerul Umam, Ragil Catur N, Tsalis J, Saat Abinajih, Mahfudz Irfan Firdaus, Maghfiroh, Haidar CL, Aziz Zada dkk, Shandy Pamungkas dan masih banyak lagi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan kontribusi terhadap penulisan skripsi ini.
8. Seluruh keluarga besar Jqh 48 yang telah membantu, mensupport, dan memberikan dukungan atas selesainya skripsi ini.
9. Seluruh teman – teman ilmu falak, khususnya fariabel yang turut memberikan warna selama awal penulis menjadi mahasiswa hingga selesainya penulisan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis

selama penulis studi di Fakultas Syariah dan Hukum Islam UIN Walisongo Semarang.

Tidak ada ucapan yang dapat penulis kemukakan di sini atas jasa-jasa mereka, kecuali hanya harapan semoga pihak-pihak yang telah penulis kemukakan di atas selalu mendapat rahmat dan anugerah dari Allah SWT serta dimudahkan segala urusan kalian. *Jazakumullah Khairan.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan dan masih kurangnya pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja terdapat kekurangan . Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Amin.

Semarang, 16 Juli 2019

Penulis,

Muhammad Farih al Husna

132611055

ABSTRAK

Fenomena gerhana merupakan salah satu bukti kebesaran Allah. Umat Islam disunnahkan untuk melaksanakan ibadah salat gerhana supaya menambah ketakwaan dan mengingat sang pencipta. Fenomena alam yang menarik ini merupakan salah satu objek kajian dalam ilmu falak. Sudah banyak metode hisab untuk memprediksi kapan terjadi gerhana. Bagi beberapa pegiat ilmu falak metode perhitungan gerhana Matahari menjadi hal yang lebih ‘menantang’ dibandingkan dengan gerhana Bulan karena tingkat kerumitannya.

Program *Tracking* Gerhana Matahari ialah satu program dalam memprediksi gerhana Matahari. Algoritma yang pada program ini berbeda dengan metode hisab gerhana pada umumnya. Selama ini semua metode *tracking* gerhana menggunakan elemen *Bessel* pada algoritmanya, sedangkan pada program ini hanya menggunakan *ephemeris* untuk metode *tracking* gerhana. Lantas bagaimana keakuratan dari program *tracking* gerhana Matahari ini? bagaimana menurut pandangan hukum Islam terhadap penggunaan program ini yang kaitannya dengan ibadah pelaksanaan salat gerhana?

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kualitatif karena mengkaji algoritma program, dengan focus kajian kepustakaan (*library research*). Sumber data utama yang digunakan penulis berasal dari program *tracking* gerhana beserta wawancara dengan pembuat program. Dan didukung oleh data sekunder berupa ensiklopedi, buku, kamus, wesbsite, dokumen – dokumen dan lain sebagainya yang berkaitan dengan gerhana Matahari. Untuk metode analisis menggunakan *deskriptif analytics* dengan pendekatan komparatif.

Hasil penelitian ini yaitu algoritma Program *Tracking* Gerhana Matahari memiliki akurasi yang tinggi dalam segi prediksi waktu dan tidak akurat dalam prediksi koordinat lokasi jika dibandingkan dengan tolak ukur NASA. Secara pandangan hukum Islam program ini boleh atau sah digunakan untuk memperkirakan waktu terjadinya gerhana Matahari.

Kata kunci : gerhana Matahari, metode *tracking* gerhana, algoritma gerhana geosentris

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata-kata bahasa Arab yang dipakai dalam penulisan skripsi ini berpedoman pada “Pedoman Transliterasi Arab-Latin” yang dikeluarkan berdasarkan Keputusan Bersama Menteri Agama Dan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan RI tahun 1987. Pedoman tersebut adalah sebagai berikut:

a. Kata Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	alif	tidak dilambangkan	tidak dilambangkan
ب	ba	B	Be
ت	ta	T	Te
ث	sa	š	es (dengan titik di atas)
ج	jim	J	Je
ح	ha	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	kha	Kh	ka dan ha
د	dal	D	De
ذ	zal	Ẓ	zet (dengan titik di atas)
ر	ra	R	Er
ز	zai	Z	Zet
س	sin	S	Es
ش	syin	Sy	es dan ye
ص	sad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	dad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	ta	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	za	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	... ‘	koma terbalik di atas
غ	gain	G	Ge
ف	fa	F	Ef
ق	qaf	Q	Ki
ك	kaf	K	Ka
ل	lam	L	El
م	mim	M	Em
ن	nun	N	En
و	wau	W	We
ه	ha	H	Ha
ء	hamzah	... ’	Apostrof
ي	ya	Y	Ye

b. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia terdiri dari vokal tunggal dan vokal rangkap.

1. Vokal Tunggal

Vokal tunggal bahasa Arab lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ـَ	Fathah	A	a
ـِ	Kasrah	I	i
ـُ	Dhammah	U	u

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ـَ...ي...ِ	Fathah dan ya	Ai	a dan i
ـَ...و	Fathah dan wau	Au	a dan u

c. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ـَ...ا...ِ...ي...ِ	Fathah dan alif atau ya	Ā	a dan garis di atas
ـِ...ي...ِ	Kasrah dan ya	Ī	i dan garis di atas
ـُ...و	Dhammah dan wau	Ū	u dan garis di atas

Contoh: قَالَ : qāla

قِيلَ : qīla

يَقُولُ : yaqūlu

d. Ta Marbutah

Transliterasinya menggunakan:

1. Ta Marbutah hidup, transliterasinya adaah /t/
Contohnya: رَوْضَةٌ : rauḍatu
2. Ta Marbutah mati, transliterasinya adalah /h/
Contohnya: رَوْضَةٌ : rauḍah
3. Ta marbutah yang diikuti kata sandang al
Contohnya: رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ : rauḍah al-aṭfāl

e. Syaddah (*tasydid*)

Syaddah atau *tasydid* dalam transliterasi dilambangkan dengan huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda syaddah.

Contohnya: رَبَّنَا : rabbanā

f. Kata Sandang

Transliterasi kata sandang dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Kata sandang syamsiyah, yaitu kata sandang yang ditransliterasikan sesuai dengan huruf bunyinya
Contohnya: الشِّفَاءُ : asy-syifā'
2. Kata sandang qamariyah, yaitu kata sandang yang ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya huruf /l/.
Contohnya: الْقَلَمُ : al-qalamu

g. Penulisan kata

Pada dasarnya setiap kata, baik itu fi'il, isim maupun huruf, ditulis terpisah, hanya kata-kata tertentu yang penulisannya dengan huruf Arab sudah lazimnya dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harakat yang dihilangkan maka dalam transliterasi ini penulisan kata tersebut dirangkaikan juga dengan kata lain yang mengikutinya.

Contohnya:

وَإِنَّ اللَّهَ لَهُوَ خَيْرُ الرَّازِقِينَ : wa innallāha lahuwa khair ar-rāziqīn
wa innallāha lahuwa khairurrāziqīn

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN DEKLARASI.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN ABSTRAK	xi
HALAMAN TRANSLITERASI.....	xii
DAFTAR ISI.....	xv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Tinjauan Pustaka	6
F. Metode Penelitian	8
G. Sistematika Penulisan	12
BAB II : TINJAUAN UMUM GERHANA	
A. Pengertian Gerhana	14
B. Pembagian Gerhana Matahari	16

	C. Pembagian Gerhana Secara Umum	17
	D. Pembagian Gerhana dalam Ilmu Astronomi	18
	E. Periodesasi Gerhana	20
	F. Tinjauan Fiqh Hisab Gerhana	22
	G. Algoritma Gerhana Matahari Jean Meuss	26
	H. Kaidah Fiqh Tentang Wasail dan Maqasid	34
BAB III	: ALGORITMA PROGRAM <i>TRACKING</i> GERHANA MATAHARI	
	A. Program <i>Tracking</i> Gerhana Matahari.....	39
	B. Algoritma Program <i>Tracking</i> Gerhana Matahari	46
	C. Data Perhitungan Gerhana Matahari Menggunakan Program <i>Tracking</i> Gerhana Matahari.....	66
BAB IV	: ANALISIS PROGRAM <i>TRACKING</i> GERHANA MATAHARI KARYA MUHAMMAD WASIL	
	A. Uji Akurasi Program <i>Tracking</i> Gerhana Matahari.....	70
	B. Pandangan Hukum Islam terhadap Program <i>Tracking</i> Gerhana Matahari	88
BAB V	: PENUTUP	
	A. Kesimpulan	94
	B. Saran-Saran	94
	C. Penutup	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAUHULUAN

A. Latar Belakang

Gerhana merupakan suatu fenomena alam periodik yang menunjukkan bukti kebesaran Allah swt. Fenomena ini terjadi berdasarkan pergerakan benda langit Matahari, Bulan dan Bumi. Saat posisi Matahari, Bulan dan Bumi berada pada satu garis bujur, maka saat itulah memungkinkan terjadinya gerhana. Hal ini merupakan salah satu kajian dalam ilmu falak. Gerhana sendiri terbagi menjadi 2 yaitu gerhana Bulan dan Matahari. Gerhana Matahari dapat terjadi pada saat *ijtima'*, sedangkan gerhana Bulan dapat terjadi saat *istiqbal*.

Bila dikaitkan dengan fikih *hisab rukyah*, persoalan gerhana tidak begitu melahirkan perselisihan yang mencolok antara madzhab *hisab* dan madzhab *rukyah* seperti perdebatan awal Bulan qamariyah. Adapun madzhab *hisab* yang disimbolkan oleh mereka dengan memakai cara menghitung (kapan) terjadi gerhana, dan madzhab *rukyah* yang disimbolkan oleh mereka menyatakan terjadi gerhana dengan langsung melihatnya.²

Seiring kemajuan ilmu pengetahuan umat manusia dapat memprediksi kapan fenomena gerhana akan terjadi. Bahkan sudah banyak buku dan kitab yang mengkaji tentang fenomena ini dengan metode yang bervariasi dan

² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak (Metode Hisab-Rukyat dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Komala Grafika, 2006, hlm. 79.

tentunya akan menghasilkan hasil dan tingkat akurasi yang berbeda. Sebagaimana astronomi, ilmu falak dari waktu ke waktu terus melakukan koreksi khususnya dalam metode perhitungannya. Koreksi tersebut bertujuan untuk menghasilkan perhitungan dengan tingkat akurasi yang semakin tinggi, dimulai dengan perpindahan penggunaan metode *hisab urfi* yang sederhana menuju metode *hisab hakiki* yang lebih akurat. Adapun metode *hisab hakiki* sendiri dalam perkembangannya terbagi menjadi 3 (tiga) periode: periode *metode hisab hakiki takribi*, periode *hisab hakiki tahkiki* dan periode *hisab hakiki kontemporer*.³

Metode *hisab hakiki kontemporer* sebagai metode perhitungan falak yang sejalan dengan perkembangan astronomi saat ini pun kemudian memiliki beberapa macam sistem perhitungan. Pemilahan sistem perhitungan tersebut didasari pada perbedaan jenis data astronomi yang digunakan oleh masing-masing perhitungan. Beberapa jenis sistem perhitungan yang termasuk ke dalam *hisab hakiki kontemporer* antara lain: *hisab* sistem *Nautical Almanac*, *hisab* sistem *New Comb* dan *hisab* sistem *ephemeris*.⁴

Banyak metode perhitungan astronomi yang dapat digunakan untuk mengetahui data-data *ephemeris* Matahari dan Bulan, mulai dari metode perhitungan dengan tingkat akurasi rendah (*low accuracy*) hingga akurasi tinggi (*high accuracy*). Algoritma perhitungan yang disusun oleh Jean Meeus

³ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, Jakarta: Erlangga, 2007, hlm. 54-57

⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hlm. 35-37

merupakan salah satu metode perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan yang termasuk ke dalam kelompok perhitungan akurasi tinggi (*high accuracy computing method*).⁵

Bukan hanya buku, tidak sedikit ahli yang membuat program untuk memprediksi kapan fenomena gerhana ini akan terjadi guna memudahkan perhitungan. Bahkan bagi orang yang awam sekalipun dapat mengetahui kapan terjadi gerhana. Yang dahulunya orang harus menghitung secara manual dengan melalui beberapa tahap, seiring berkembangnya zaman muncul alat bantu hitung guna memudahkan perhitungan. Kemudian semakin kini semakin praktis, dengan adanya program hanya dengan input data-data yang diperlukan tanpa perlu melakukan perhitungan kita dapat mengetahui kapan terjadinya fenomena gerhana.

Program *Tracking* Gerhana Matahari merupakan salah satu dari program yang ada untuk menghitung gerhana Matahari. Program ini dibuat oleh Muhammad Wasil dengan basic pemrograman *Microsoft Visual Basic*. Ia merupakan seorang ahli dalam bidang ilmu falak asal Yogyakarta. Yang menarik dari program ini dibanding program perhitungan gerhana yang lainnya yaitu program *tracking* gerhana ini memiliki keistimewaan dengan menampilkan output pemetaan wilayah yang akan terjadi gerhana atau dilalui pergerakan gerhana. Selain itu metode hisab yang digunakan pun sudah

⁵ Disampaikan oleh Rinto Anugraha dalam Seminar dan pengamatan Gerhana tanggal 16 Juni 2011.

menggunakan hisab kontemporer. Metode hisab ini pernah dipakai sebagai bahan ajar pada seminar PWNNU Kaderisasi Ulama Hisab Jawa Timur tahun 2016 di Surabaya.

Selama ini yang kita ketahui metode untuk perhitungan *tracking* gerhana atau metode perhitungan yang kita kenal untuk mengetahui koordinat tempat yang dilalui oleh jalur pergerakan gerhana Matahari selalu membutuhkan elemen *Bessel*⁶ dalam perhitungannya. Angka-angka *Bessel* tersebut berasal dari perpaduan algoritma VSOP87 (Matahari) dan ELP2000-82 (Bulan). Angka-angka tersebut dapat dilihat di buku *Elements of Solar Eclipses 1951 – 2200* karya Jean Meeus. Dimana Angka-angka *Bessel* untuk setiap gerhana Matahari berbeda-beda.

Namun pada algoritma Program *tracking* gerhana Matahari karya Muhammad Wasil ini tidak menggunakan elemen *Bessel* melainkan hanya sekedar menggunakan data *ephemeris* dan hasil yang di dapatpun tidak kalah akurat dengan metode hisab yang menggunakan elemen *Bessel*. Oleh karena itu penulis tertarik untuk menganalisa metode hisab yang digunakan dalam program ini. Sehingga kita dapat mengetahui layak atau tidaknya Program *Tracking* Gerhana Matahari dijadikan sebagai salah satu acuan untuk memprediksi kapan terjadinya gerhana Matahari.

⁶ Elemen *Bessel* merupakan elemen yang berfungsi menentukan posisi geografis Bumi yang terkena gerhana melalui bidang fundamental. Dicituskan oleh seorang ilmuwan astronomi berkebangsaan Prusia. Lihat [www. Wikipedia.org/elemen_bessel](http://www.Wikipedia.org/elemen_bessel). Diakses pada Senin, 19 Desember 2018 pukul 23:31 wib.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana akurasi perhitungan Program *Tracking* Gerhana Matahari dengan tolok ukur perhitungan NASA?
2. Bagaimana pandangan hukum Islam terhadap penentuan pelaksanaan salat gerhana dengan menggunakan program *Tracking* Gerhana Matahari ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui algoritma yang digunakan dalam Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.
2. Untuk mengetahui akurasi hasil hasil perhitungan Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.
3. Untuk mengetahui paandangan hukum Islam terhadap Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Menambah khazanah keilmuan falak terutama tentang perhitungan gerhana Matahari.
2. Mendapatkan penjelasan mengenai metode hisab yang digunakan dalam Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.

3. Mengetahui keakuratan dari perhitungan Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.
4. Mengetahui pandangan hukum Islam terkait perhitungan menggunakan Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.

E. Telaah Pustaka

Diantara penelitian yang membahas tentang gerhana ialah skripsi Siti Hodijah dengan judul “Kajian Teoretis dan Komputasi Gerhana Matahari Total Menggunakan Software Matlab”. Penelitian ini mengkaji perhitungan gerhana Matahari total dengan menggunakan metode *Besselian* dan algoritma Meeus yang diimplementasikan pada software Matlab R2012b. Hasil dari simulasi perhitungan gerhana Matahari ini memiliki selisih hanya pada detiknya dengan selisih durasi totalitas rata-rata 0,12 detik dari prediksi NASA. Persamaan dengan penelitian yang penulis lakukan yaitu sama-sama mengkaji tentang perhitungan gerhana Matahari. Sedangkan perbedaannya yaitu terletak pada metode perhitungannya, jika skripsi Siti Hodijah menghitung gerhana dengan metode *Besselian* dan algoritma Meuss dan diimplementasikan pada software Matlab R2012b, sedangkan yang penulis bahas mengkaji algoritma program *tracking* gerhana yang menggunakan perhitungan geometri posisi benda langit dengan data *ephemeris* julian day.

“*Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*”, Skripsi yang ditulis oleh Jafar Shodiq (2016), mengkaji tentang algoritma perhitungan gerhana garis sentral dalam buku Mekanika Benda Langit karya dosen Fisika UGM, Rinto Anugraha. Dari penelitian tersebut penulis menemukan bahwa hisab yang digunakan tergolong hisab kontemporer karena menggunakan algoritma modern dan data astronomis yang actual dan elemen *Bessel*. Buku Mekanika Benda Langit menggunakan algoritma Jean Meeus dengan mengambil delta T dari rumus polynomial NASA. Untuk keakurasian gerhana mempunyai kecocokan yang baik dengan NASA sebagai pembanding, dengan hasil yang terpaut 1 sampai 3 menit saja. Persamaan dengan penelitian yang akan saya lakukan yaitu sama-sama mengkaji algoritma gerhana. Perbedaannya yaitu algoritma dan data yang digunakan untuk menghitung gerhana berbeda.

“*Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyâd al-Murîd*”, skripsi yang ditulis oleh Khotibul Umam (2014), membahas tentang metode hisab perhitungan gerhana Matahari dalam kitab Irsyad al-Murid. Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan kitab yang tergolong memakai *hisab hakiki tahkiki* kontemporer. Seperti buku rujukannya *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus, kitab tersebut menggunakan rumus-rumus yang langsung dioperasikan tanpa harus melihat ke jadwal atau tabel. Alasan KH. Ahmad Ghozali tidak menggunakan

jadwal atau tabel dalam kitabnya adalah karena lebih praktis dan mudah dipahami oleh para santri dan masyarakat yang tengah mempelajari kitab tersebut. Adapun dari segi akurasi maka kitab *Irsyâd al-Murîd* karangan KH. Ahmad Ghozali ini sudah termasuk akurat dan dapat dijadikan pedoman dalam menentukan waktu gerhana Matahari karena selisih hasil perhitungan kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan hasil NASA hanya berbeda tipis, yakni rata-rata selisihnya antara 1-2 menit. Persamaan dengan penelitian yang penulis bahas pada skripsi ini yaitu sama-sama mengkaji tentang metode hisab gerhan Matahari. Perbedaan dengan penelitian yang penulis lakukan yaitu terletak pada objek penelitiannya, jika skripsi Khotibul Umam mengkaji metode hisab gerhana Matahari dari kitab *Irsyad al-Murrid*, sedangkan yang penulis bahas yaitu mengkaji algoritma dari program *tracking* gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.

F. Metode Penelitian

1. Jenis penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kualitatif⁷ karena mengkaji algoritma program, dengan focus kajian kepustakaan (library research)⁸

⁷ Penelitian kualitatif adalah penelitian yang lebih menekankan analisisnya pada proses penyimpulan deduktif dan induktif serta pada analisis terhadap dinamika hubungan antara fenomena yang diamati, dengan menggunakan logika ilmiah. Lihat Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. XIII, 2012, hlm. 5.

⁸ Suharismi Arikunta, *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta : Amika Cipta, 1996, hlm. 127

yakni melakukan analisis terhadap sumber data primer yaitu program *tracking* gerhana Matahari.

2. Sumber data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.⁹ Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu:

a) Data primer

Data primer ini merupakan data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan dan juga berkaitan dengan permasalahan yang diteliti.¹⁰ Data primer dari penelitian ini yaitu program *tracking* gerhana Matahari dan wawancara dengan Muhammad Wasil selaku pembuat program *Tracking* Gerhana Matahari.

b) Data sekunder

Data sekunder yang dijadikan sebagai data pendukung dan data pelengkap ini, bisa diperoleh dari beberapa sumber dokumentasi bisa berupa buku ensiklopedi, buku – buku falak, artikel – artikel maupun laporan – laporan hasil penelitian¹¹.

3. Metode pengumpulan data

⁹ Jusuf Soewadji, *Pengantar Metodologi Penelitian*, Jakarta: Mitra Wacana Media, 2012, hlm. 91.

¹⁰ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet-5, 2004, hlm. 36.

¹¹ Saifuddin Azwar, *ibid*.

Karena penelitian ini merupakan penelitian library research, maka teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data literer yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berkesinambungan (koheren) dengan objek pembahasan yang diteliti. Data tersebut dikumpulkan dengan cara:

a. Wawancara

Wawancara atau interview adalah percakapan yang dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (*interviewer*) yang mengajukan pertanyaan dan yang diwawancarai (*interviewee*) yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu dengan maksud memverifikasi, mengubah dan memperluas informasi yang diperoleh dari orang lain.¹² Wawancara ini ditujukan kepada Muhammad Wasil selaku pembuat Program *Tracking* Gerhana Matahari.

b. Studi pustaka

Studi Pustaka adalah metode pengumpulan data yang tidak ditujukan langsung kepada subjek penelitian. Studi pustaka meneliti berbagai macam dokumen tulisan-tulisan, buku-buku, hasil penelitian, jurnal, majalah, karya ilmiah, koran, artikel, tulisan dari internet dan data-data ilmiah lainnya yang yang bersangkutan dengan penelitian.

4. Metode analisis data

¹² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, cet. X, 2010, hlm.138.

Setelah penulis mengumpulkan data dari hasil studi pustaka dan wawancara kemudian diteliti satu persatu data yang diambil agar tidak terja di kekeliruan dalam proses pengambilan data. Kemudian dianalisis dengan pendekatan kualitatif menggunakan *deskriptif¹³ analytics*.¹⁴ Metode penelitian *deskriptif* untuk menggambarkan mengenai hasil analisis yang penulis lakukan dari pengumpulan data-data baik data primer maupun data sekunder. Data yang dikumpulkan berupa data-data yang berkaitan dengan perhitungan Gerhana Matahari. Dalam hal ini penulis menganalisa bagaimana algoritma yang digunakan dalam Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil.

Setelah menganalisa algoritma yang digunakan, maka selanjutnya penulis menggunakan analisis komparasi guna mengukur tingkat akurasi dari program *tracking* gerhana Matahari dengan data gerhana Matahari dari NASA yang ditampilkan pada website resminya yang khusus membahas gerhana Matahari, yaitu www.eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html

¹³ Penelitian deskriptif merupakan gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fenomena atau hubungan antar fenomena yang diselidiki. Baca selengkapnya pada Imam Suprayogo dan Tobroni, *Metodologi Penelitian Sosial-Agama*, Bandung: PT Remaja Rosda Karya, 2001, h. 136 - 137.

¹⁴ Analisis bertujuan untuk memberikan deskripsi mengenai subjek penelitian berdasarkan data dari variabel yang diperoleh dari madzhab subjek yang diteliti. Lihat Syaifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka belajar, 2007, hlm. 8

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi tentang Studi Analisis Program *Tracking* Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil ini terdiri atas lima bab. Pada setiap bab terdapat sub-sub pembahasan, yaitu:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini merupakan dasar bagi pembahasan pada beberapa bab berikutnya. Bab pertama ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka dan sistematika penulisan.

Bab II : Landasan Teori

Dalam bab ini berisi tentang tinjauan umum terkait dengan penelitian yang penulis lakukan tentang algoritma dari Program *Tracking* Gerhana, dimana di dalamnya berisi tentang pemahaman serta konsep mengenai gerhana Matahari.

Bab III : Program *Tracking* Gerhan Karya Muhammad Wasil

Bab ini meliputi pengenalan dari program *tracking* gerhana Matahari, serta pemaparan metode hisab yang digunakan.

Bab IV : Analisis Algoritma Program *Tracking* Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil

Bab ini membahas analisis terhadap algoritma yang digunakan dalam Program *Tracking* Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil, keakurasian dari hasil perhitungan, serta analisis hukum Islam terhadap program *tracking* gerhana tersebut.

Bab V : Penutup

Bab ini merupakan bab penutup yang meliputi kesimpulan dari hasil analisa peneliti.

BAB II

TINJAUAN UMUM GERHANA

A. Pengertian Gerhana

Gerhana atau *eclipse* secara bahasa diartikan sebagai berkurangnya ketampakan benda atau hilangnya benda dari pandangan sebagai akibat masuknya benda itu ke dalam bayangan yang dibentuk oleh benda lain.¹ Gerhana juga bisa diartikan sebagai suatu kejadian dimana tertutupnya sumber cahaya oleh benda lain.²

Sedangkan dalam bahasa arab, *kusūf* (كُسُوف) dan *khusūf* (خُسُوف) digunakan untuk menyebut gerhana. Menurut Jumhur Ulama bahwa kata *khusūf* dan *kusūf* dipergunakan untuk makna hilangnya seluruh ataupun sebagian sinar Matahari dan Bulan. Sedangkan penggunaan kata gerhana yang paling masyhur oleh para ahli fiqh adalah kata *kusūf* (كُسُوف) untuk gerhana Matahari dan kata *khusūf* (خُسُوف) untuk gerhana Bulan.³

Menurut Muhyidin Khazin gerhana Bulan adalah sebagian atau seluruh piringan Bulan memasuki kerucut bayangan inti Bumi (umbra), oleh sebab itu Bulan menjadi tampak gelap sebagian pada gerhana sebagian dan tampak gelap seluruhnya pada gerhana total. Dan gerhana Matahari adalah

¹ Dendy Sugono (Pim.Red), *Kamus Bahasa Indonesia*, (Jakarta : Pusat Bahasa, 2008), hlm 471.

² Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, cet. II, 2008), halaman 71.

³ Abdullah bin Abdurrahman, *Minhajul Qowīm*, (Singapura: Haromain), hlm. 88.

piringan Bulan menutupi piringan Matahari dilihat dari Bumi baik sebagian atau seluruhnya.⁴

Dari beberapa definisi tersebut, maka bisa diambil kesimpulan bahwa kajian bahasa Arablah yang paling mendekati dalam memberikan arti gerhana, yaitu “kusūf”⁵ yang berarti menutupi, dan “khusūf”⁶ yang berarti memasuki. Kata *kusūf* yang berarti menutupi, menggambarkan bahwa adanya fenomena alam (dilihat dari Bumi) Bulan menutupi Matahari, sehingga terjadi gerhana Matahari. Dan *khusūf* berarti memasuki, menggambarkan fenomena alam yaitu Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga terjadi gerhana Bulan.

Maka jika dikaitkan dengan pengertian gerhana yang mempunyai nilai ibadah salat dalam umat muslim istilah *kusūf al-Syams* menggambarkan Bulan menutupi Matahari baik sebagian maupun seluruhnya. Dan *Khusūf al-Qamar* menggambarkan Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga Bumi berada di antara Bulan dan Matahari yang dikenal dengan *oposisi* atau

⁴ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), hlm. 45

⁵ Mahmud Yunus, *Kamus Arab – Indonesia*, (Jakarta : PT. Hidakarya Agung, cet VIII, 1990), hlm. 375. Dalam kamus ini dijelaskan bahwa kata dasar *kasafa* mempunyai dua arti pokok. *Pertama*: yang mengikuti wazan (fa’ala-yaf’ilu-fa’lan) yaitu *kasafa-yaksifu-kasfan* mempunyai arti menutup. Sebagai contoh *kasfu al-syai* artinya menutup sesuatu. *Kedua*: kata *kasafa* yang mengikuti wazan (fa’ala-yaf’ilu-fu’ulan) yaitu menjadi *kasafa-yaksifu-kusūfan*. Contoh *kusūf al-syams* mempunyai arti gerhana Matahari. Meski demikian, kata *kasafa* ini juga bisa digunakan untuk penyebutan gerhana Bulan sebagaimana contoh *inkasafa al-qamar* yang artinya Bulan gerhana.

⁶ *Khusuf* merupakan akar kata dari *kha-sa-fa*. Akar kata ini mempunyai dua masdar, yaitu *khasfan* dan *khusufan*. Akar kata ini mengikuti wazan (*khasafa-yakhsifu-khasfan/khusufan*). Kata ini mempunyai beberapa arti di antaranya : lenyap, hilang, tenggelam, kekurangan, dan gerhana. kata *khusuf* ini juga identik digunakan untuk gerhana Bulan sebagaimana kata *inkhasafa al-qamar* (gerhana Bulan). Baca Mahmud Yunus, *Kamus*,...hlm. 116. Dan Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya : Pustaka Progressif, cet XIV, 1997), hlm. 339.

istiwa.⁷ Oleh karena itu dalam ilmu astronomi, fenomena gerhana diartikan tertutupnya arah pandangan pengamat ke benda langit oleh benda langit lainnya yang lebih dekat dengan pengamat.⁸

B. Pembagian Gerhana Matahari

Fenomena gerhana Matahari terjadi ketika *ijtima'* (konjungsi)⁹, yaitu saat Matahari dan Bulan berada pada satu bujur astronomi. Namun tidak setiap *ijtima'* akan terjadi gerhana. Hal ini karena bidang *ellips*¹⁰ lintasan Bumi dan bidang *ekliptika*¹¹ membentuk sudut 0° yang artinya kedua bidang ini berimpit. Sedangkan bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, melainkan berpotongan dan membentuk sudut rata-rata sebesar $5^\circ 8'$ yang bervariasi antara $4^\circ 27'$ dan $5^\circ 20'$. Adapun ekliptika sendiri membentuk sudut sekitar $23^\circ 27'$ dengan ekuator langit.¹²

⁷ Suatu fenomena saat Matahari dan Bulan sedang berhadap-hadapan, sehingga antara keduanya mempunyai selisih bujur astronomi sebesar 180° . Pada saat ini Bulan berada pada phase purnama. Muhyiddin Khazin, *Kamus*,... hlm. 38.

⁸ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 105-106

⁹ *Ijtima'* yang artinya “kumpul” atau *iqtiran* artinya “bersama”, yaitu suatu keadaan alam yang menggambarkan posisi Matahari dan Bulan berada pada satu bujur astronomi. Dalam astronomi dikenal dengan istilah *conjunction* (konjungsi). Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus*,... hlm. 32.

¹⁰ *Ellips* adalah bentuk lingkaran yang tidak bundar, melainkan bulat seperti telur. Benda-benda langit beredar pada falaknya masing-masing dalam bentuk *ellips*, misalnya Bumi. Muhyiddin Khazin, *Kamus*,... hlm. 23.

¹¹ Bidang ekliptika adalah lingkaran perjalanan Matahari tahunan di bola langit, lingkaran ini berpotongan dengan equator pada titik aries (vernal equinox = titik musim semi) dan titik libra (autumnal equinox = titik musim gugur) dan membentuk sudut $23,4$ derajat dengan equator. Baca Maskufa, *Ilmu Falak*, (Jakarta : Gaung Persada Press, 2009), hlm. 62.

¹² Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta : Prenadamedia Grpup, cet I, 2015, hlm. 88. Baca juga bukunya M. Yusuf Harun, *Pengantar Ilmu Falak*, (Banda Aceh : Yayasan Pena), 2008, hlm. 96.

Seandainya bidang orbit Bulan terletak tepat pada bidang ekliptika, maka setiap Bulan baru akan selalu terjadi gerhana Matahari, dan setiap Bulan purnama akan terjadi gerhana Bulan.¹³

1. Pembagian gerhana Matahari secara umum

Ditinjau dari kenampakan gerhana Matahari yang terlihat di permukaan Bumi dapat dibagi menjadi tiga kriteria secara umum yaitu :¹⁴

1. Gerhana Matahari total (*Total Solar Eclipse*)

Gerhana Matahari yang dikategorikan sebagai gerhana total ialah apabila saat puncak gerhana, piringan Matahari tertutup sepenuhnya oleh piringan Bulan yang mana kerucut umbra mengenai Bumi. Pada gerhana sentral, sumbu bayangan Bulan mengenai permukaan Bumi yang dikenal dengan istilah garis sentral (*central line*) dimana garis ini menghubungkan pusat cakram Bulan ke pusat cakram Matahari. piringan Bulan sama besar atau lebih besar dari piringan Matahari. ukuran piringan Matahari dan piringan Bulan sendiri berubah-ubah tergantung pada masing-masing jarak Bumi-Bulan dan Bumi-Matahari.

2. Gerhana Matahari Sebagian (*Partial Solar Eclipse*)

Gerhana sebagian terjadi apabila piringan Bulan (saat puncak gerhana) hanya menutupi sebagian dari piringan Matahari. Pada bagian

¹³ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012) hlm. 126

¹⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak (Metode Hisab-Rukyah dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang :Komala Grafika), 2006, hlm. 86

ini, selalu ada piringan Matahari yang tidak tertutup piringan Bulan di mana hanya sebagian dari kerucut umbra yang mengenai Bumi.

3. Gerhana Matahari cincin (*Annular Solar Eclipse*)

Gerhana Matahari cincin terjadi apabila piringan Bulan saat puncak gerhana hanya menutup sebagian dari piringan Matahari atau gerhana sentral yang mana perpanjangan kerucut umbra mengenai Bumi. Gerhana jenis ini terjadi bila ukuran piringan Bulan lebih kecil dari piringan Matahari, sehingga ketika piringan Bulan berada di depan piringan Matahari, tidak seluruh piringan Matahari akan tertutup oleh piringan Bulan. Bagian piringan Matahari yang tidak tertutup oleh piringan Bulan, akan berada di sekitar piringan Bulan dan terlihat seperti cincin yang bercahaya. Untuk proses gerhana Matahari cincin terjadi empat kali kontak seperti halnya gerhana Matahari total.¹⁵

Tiga macam pembagian gerhana Matahari diatas merupakan peristiwa gerhana yang umum diketahui oleh banyak orang.

2. Pembagian Gerhana dalam ilmu Astronomi

Secara ilmu Astronomi, peristiwa gerhana dibagi menjadi lebih spesifik lagi, yaitu :¹⁶

1. Gerhana Matahari tipe P

¹⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak (Metode Hisab-Rukyah dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang :Komala Grafika), 2006, hlm. 86

¹⁶ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012) hlm. 126

Tipe gerhana matahari parsial, dimana hanya sebagian dari kerucut umbra Bulan yang mengenai Bumi. Pengamat (*region of visibility*) hanya dapat melihat sebuah gerhana parsial.

2. Gerhana Matahari tipe T

Tipe gerhana total yaitu gerhana sentral yang mana kerucut umbra mengenai Bumi. Pada gerhana sentral sumbu bayangan Bulan mengenai permukaan Bumi. Pada jenis gerhana ini, dikenal istilah garis sentral (*central line*) dimana garis ini menghubungkan pusat cakram Bulan ke pusat cakram Matahari.¹⁷

3. Gerhana Matahari tipe A

Tipe gerhana cincin yaitu gerhana sentral yang mana perpanjangan kerucut umbra mengenai Bumi.

4. Gerhana Matahari tipe A – T

Tipe cincin total (*hybrid*) yaitu gerhana sentral dimana sebagian gerhana berupa gerhana total sedang sebagian lainnya berupa gerhana cincin.

5. Gerhana Matahari (T)

Gerhana non-sentral total, dimana hanya sebagian dari kerucut umbra yang mengenai permukaan Bumi (yaitu di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi, sehingga gerhana ini bukan gerhana sentral.

¹⁷ *Ibid.*, hlm.126

6. Gerhana Matahari (A)

Gerhana non-sentral cincin, dimana hanya sebagian dari perpanjangan kerucut umbra yang mengenai (yaitu daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi.¹⁸

C. Tinjauan Fiqh Hisab Gerhana

Hisab gerhana digunakan untuk memperkirakan kapan terjadinya fenomena gerhana Matahari ataupun Bulan. Ini dilakukan supaya umat Islam dapat menyelenggarakan pelaksanaan salat sunnah gerhana Matahari (*salat kusūf al-syams*) dan salat sunnah gerhana Bulan (*salat khusūf al-qamar*). Karena menurut A. Kadir, pada saat pertengahan kedua gerhana ini ada salat sunnah diiringi dengan khutbah kejadian alam, pertanda ayat kebesaran Illahi Rabbi. Dan pelaksanaan salat sunnah tentunya sangat dianjurkan bagi mereka yang dapat menyaksikan fenomena gerhana.¹⁹

a. Dalil al-Qur'an

1. QS. Fushshilat ayat 37

وَمِنْ آيَاتِهِ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ لَا تَسْجُدُوا لِلشَّمْسِ وَلَا لِلْقَمَرِ وَاسْجُدُوا لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَهُنَّ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ۝ ٣٧

Artinya : “Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah malam, siang, Matahari dan Bulan. Janganlah sembah Matahari maupun

¹⁸ *Ibid.*, hlm. 126-127.

¹⁹ A Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak*, (Jakarta : AMZAH, 2012), hlm. 208

Bulan, tapi sembahlah Allah Yang menciptakannya, Jika Ialah yang kamu hendak sembah.”²⁰(QS. Fushshilat, ayat 37)

b. Dalil hadis

1. Hadis riwayat al-Bukhari dari Ibnu Umar

عن ابن عمر رضى الله عنه أنه كان يُخبرُ عن النَّبِيِّ صَلَّى اللهُ عليه وسلم : إنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَحْسِبَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ، وَلَا لِحَيَاتِهِ، وَلَكِنَّهُمَا آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا فَصَلُّوا.²¹

Artinya : Dari Ibnu Umar r.a. bahwa dia mendapat kabar dari Nabi saw. “Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak akan bertemu (hingga terjadi gerhana) karena kematian seseorang, dan tidak juga karena kelahirannya, akan tetapi keduanya merupakan dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah. Ketika kamu melihat keduanya bertemu dan terjadi gerhana, maka salatlah.” (HR.Bukhari)

2. Hadis riwayat al-Bukhari dari Abu Bakrah

عن ابى بكره قال : كنا عند رسول الله عليه وسلم فأنكسفتِ الشَّمْسُ، فَقَامَ انبِيُّ صَلَّى اللهُ عليه وسلم نُجْرُ رِدَاءَهُ (وفى رواية : توبه مستعجلا، وثاب الناس الله فد خلنا، فصلى بنا ركعتين، حَتَّى انْجَلَّتِ الشَّمْسُ، (ثم اقبل علينا)، فقال النبى صلى الله عليه وسلم : انَّ الشَّمْسَ والقمر انتان من انت الله، وانهما لا تنكسفان لموتِ أحدٍ ولكنَّ الله يخوف بهما عباد، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا فَصَلُّوا، حَتَّى نُكْشَفَ ما بكم. وذاك انَّ ابن للنبي صلى الله عليه وسلم مات يقال له : ابرهم، فقال الناس فى ذلك.²²

Artinya : Dari Abu Bakrah, dia berkata, “Suatu ketika kami sedang berada bersama Rasulullah, dan tiba-tiba terjadi gerhana Matahari. Rasulullah segera berdiri dan mengenakan serbannya (dalam riwayat lain mengenakan bajunya dengan terburu-buru. Lalu ia pergi ke masjid dan orang-orang pun pergi menyusulnya, dan kami masuk ke dalam masjid dan mengikutinya. Kemudian ia salat dua rakaat bersama kami

²⁰ Departemen Agama RI Al-Qur'an dan Terjemahan, (Jakarta: Cahaya Qur'an, 2011), hlm

²¹ Muhammad bin Ismail al-bukhari, *Sahih al-Bukhari Juz 1*, Beirut : Dar Su'ub, tt., hal. 184

²² *Ibid.*, hal. 45

sehingga Matahari terang kembali. Selanjutnya ia menghadap ke arah kami, seraya bersabda, “Sesungguhnya Matahari dan Bulan adalah dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah, dan keduanya tidak akan bertemu (yang mengakibatkan terjadinya gerhana) dikarenakan kematian seseorang, akan tetapi Allah menakut-nakuti (memperingatkan) para hamba-Nya dengan keduanya. Jika kamu melihat keduanya terjadi gerhana, maka hendaklah kamu salat dan berdoa hingga sekelilingmu terang kembali. (Hal ini terkait dengan kematian putera Rasulullah bernama Ibrahim, sehingga ia merasa perlu menyampaikan hal tersebut).(HR.Bukhari)²³

Hadis di atas menjelaskan bahwa fenomena gerhana bukanlah disebabkan karena adanya kelahiran atau kematian dari seseorang, akan tetapi merupakan salah satu dari tanda-tanda kebesaran Allah, dan dianjurkan/ disunahkan (*muakkad*) kepada umat Islam untuk salat, berdoa dan memperbanyak sedekah pada saat fenomena gerhana sedang terjadi sebagai bentuk dari rasa syukur dan ketakwaan hamba-Nya.

Dalam al-Quran dijelaskan pula beberapa ayat yang bisa dijadikan landasan berijtihad dalam penentuan gerhana.²⁴ Misalkan ayat yang berkaitan dengan peredaran Matahari dan Bulan. Ijtihad ini bisa digunakan sebagai landasan hukum ketika ada permasalahan yang tidak bisa dicarikan solusinya secara tekstual dalam al-Quran maupun al-Hadis. Misalkan ketika terjadi mendung, bisa menggunakan metode hisab sebagai metode penentuan gerhana, dan lain sebagainya.

²³ Zaghlul an-najjar, *Pembuktian Sains dalam Sunnah Buku I*, (Jakarta : Amzah, 2006), hlm. 24

²⁴ Ijtihad adalah usaha sungguh-sungguh untuk menentukan hukum yang tidak tercantum dalam al-Quran dan al-Hadis. Di antara bentuk ijtihad yang cukup sering digunakan dalam penentuan gerhana adalah *ijma'* dan *qiyas* keduanya digunakan apabila tidak ditemukan keterangan yang jelas mengenai shalat gerhana dalam Hadis Nabi saw.

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ۝

Artinya : “Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan”(QS. ar-rahman ayat 5)²⁵

Ayat di atas menggunakan pilihan kata حُسْبَانٍ untuk menjelaskan perhitungan Matahari dan Bulan. Kata حُسْبَانٍ berasal dari kata حَسَابٍ artinya perhitungan, penambahan *alif* dan *nun* pada kata tersebut menunjukkan arti kesempurnaan dan ketelitian.²⁶ Oleh karena itu kata حُسْبَانٍ pada ayat diatas dapat diartikan bahwa Matahari dan Bulan sejak awal penciptaannya telah berada pada sistem yang sangat teliti dan rumit namun akurat dan teratur.²⁷ Pendapat lain mengatakan bahwa حُسْبَانٍ menunjukkan arti bahwa pergerakan Matahari dan Bulan adalah dapat diketahui kadar perhitungannya oleh manusia.²⁸ Dari kedua penafsiran tersebut dapat disimpulkan bahwa manusia dapat memperhitungkan posisi dan pergerakan Matahari dan Bulan karena keduanya bergerak secara teratur, kemudian mengambil manfaat dari hal-hal yang ditimbulkan oleh keteraturan pergerakan tersebut bagi kehidupan mereka, salah satunya yakni dalam perhitungan waktu.

531 ²⁵ Departemen Agama RI Al-Qur'an dan Terjemahan, (Jakarta: Cahaya Qur'an, 2011), hlm

²⁶ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 4, (Jakarta: Lentera Hati, 2001), hlm. 205

²⁷ *Ibid.*, hlm. 496-498

²⁸ Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 14, (Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu), tt. hlm. 15

D. Algoritma Gerhana Matahari Jean Meuss

Metode perhitungan gerhana Matahari dibedakan menjadi dua, ada yang bersifat lokal dan global. Gerhana Matahari Global (geosentris) yaitu gerhana yang tidak menggunakan markaz daerah. Gerhana Matahari lokal (toposentris) atau gerhana toposentrik merupakan gerhana yang dalam konsep perhitungannya mengikutsertakan markaz dengan mencantumkan lintang dan bujur suatu daerah.²⁹

Jean Meuss adalah seorang ahli astronomi dengan karyanya buku *Astronomical Algorithms*. Dalam bukunya memuat rumus perhitungan gerhana Matahari yang mana tidak menggunakan konversi dari kalender hijriyah ke masehi melainkan langsung melalui Bulan – Bulan masehi. Rumus perhitungan ini sudah termasuk sistem *hisab hakiki tahkiki* kontemporer, yang artinya sudah menggunakan matematika modern yang sudah disesuaikan dengan temuan-temuan baru. Berikut adalah tahap-tahap dalam menghitung gerhana Matahari dalam buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus :

1. Menghitung K³⁰

$$K = (\text{tahun} - 2000) \times 12,3685$$

Rumus untuk mencari ‘k’ adalah rumus pendekatan. “Tahun” yang dimaksud dalam rumus diatas adalah tanggal yang dinyatakan dalam

²⁹ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al- Murîd*, (Madura: Lafal, 2005), hal. 157.

³⁰ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell. Inc., th. 1991), hal. 320. Lihat juga Khotibul Umam, *Metode Hisab Gerhana Matahari KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo Semarang, 2014, hlm. 38

tahun. Nilai integer dari 'k' menyatakan *new moon*. Maka rumusnya menjadi :

$$k = \text{INT}(((\text{tahun} + \text{Bulan}/12) - 2000) \times 12,3685)$$

$$\text{Full moon} = k + 0,5$$

$$\text{First Quarter} = k + 0,25$$

$$\text{Last Quarter} = k + 0,75$$

2. Menghitung JDE (Julian *Ephemeris* Day)³¹

JDE adalah waktu terjadinya *new moon* (yang ingin dicari) yang dinyatakan dalam Julian Day dalam waktu *Ephemeris* (*Ephemeris Time*/ET) atau waktu dinamik (*Dynamical Time*/DT).

$$T = K/1236,85$$

$$\begin{aligned} \text{JDE} = & 2451550,09765 + 29,530588853 \times k + 0,0001337 \times T^2 - 0, \\ & 000000150 \times T^3 + 0,0000000073 \times T^4 \end{aligned}$$

3. Menghitung M³²

M adalah *Sun's mean anomaly* pada waktu JDE

$$M = 2,5534 + 29,1053569 \times k - 0,00000011 \times T^3$$

³¹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell. Inc., th. 1991), hal. 320. Lihat juga Khotibul Umam, *Metode Hisab Gerhana Matahari KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang, 2014, hlm. 37

³² *Ibid.*, hlm 37

Hasil M yang diperoleh adalah satuan derajat, dan harus dirubah menjadi satuan radian.

$$M \times \pi/180$$

Ket : hasil M harus dirubah menjadi bilangan derajat antara $0^\circ - 360^\circ$ sebelum dirubah menjadi radian. Hasil M harus bernilai positif.

4. Menghitung M^{33}

M' yaitu *moon's mean anomaly*

$$M' = 201,5643 + 385,81693528 \times k + 0,0107438 \times T^2 + 0,00001239 \times T^3 - 0,000000058 \times T^4$$

5. Menghitung F^{34}

F adalah argument latitude Bulan.

$$F = 160,7108 + 390,67050274 \times k - 0,0016341 \times T^2 - 0,00000227 \times T^3 + 0,000000011 \times T^4$$

Selanjutnya mencari kemungkinan terjadi gerhana. Jika nilai F antara $0^\circ - 13^\circ 54'$, $166^\circ 6' - 193^\circ 54'$, atau $346^\circ 6' - 360^\circ$ pasti terjadi gerhana. Dan apabila nilai F antara $14^\circ 0' - 21^\circ 0'$, $159^\circ 0' - 165^\circ 0'$, $194^\circ 0' - 201^\circ 0'$, atau $339^\circ 0' - 345^\circ 0'$ ini bisa terjadi gerhana bisa juga tidak terjadi gerhana.

6. Menghitung Ω

Ω adalah bujur astronomi Bulan dari *ascending node* atau titik simpul naik orbit Bulan.³⁵

³³ *Ibid.*, hlm. 38

³⁴ *Ibid.*, hlm 38

$$\Omega = 124,7746 - 1,56375580 \times k + 0,0020691 \times T^2 + 0,00000215 \times T^3$$

7. Menghitung E ³⁶

E adalah eksentrisitas orbit Bumi mengitari Matahari yang dikoreksi dengan T .

$$E = 1 - 0,002516 \times T - 0,0000074 \times T^2$$

8. Menghitung koreksi untuk mengetahui tengah gerhana³⁷

1.) Koreksi pertama dengan rumus :

$$= 0,4075 \times \sin M'$$

2.) Koreksi kedua dengan rumus :

$$= 0,1721 \times E \times \sin M$$

3.) Koreksiksi ketiga dengan rumus :

$$= 0,0161 \times \sin(2 \times M')$$

4.) Koreksi keempat dengan rumus :

$$= 0,0097 \times \sin(2 \times F1)$$

5.) Koreksi kelima dengan rumus :

$$= 0,0073 \times E \times \sin(M' - M)$$

6.) Koreksi keenam dengan rumus :

$$= -0,0050 \times E \times \sin(M' + M)$$

7.) Koreksi ketujuh dengan rumus :

$$= -0,0023 \times \sin(M' - (2 \times F1))$$

³⁵ *Ibid.*, hlm. 38

³⁶ *Ibid.*, hlm. 39

³⁷ *Ibid.*, hlm. 39-40

- 8.) Koreksi kedelapan dengan rumus :
- $$= 0,0021 \times E \times \sin 2M$$
- 9.) Koreksi kesembilan dengan rumus :
- $$= 0,0012 \times \sin(M' + (2 \times F1))$$
- 10.) Koreksi kesepuluh dengan rumus :
- $$= 0,0006 \times E \times \sin (2 \times M' + M)$$
- 11.) Koreksi kesebelas dengan rumus :
- $$= 0,0004 \times \sin (3 \times M')$$
- 12.) Koreksi keduabelas dengan rumus :
- $$= -0,0003 \times E \times \sin(M + (2 \times F1))$$
- 13.) Koreksi ketiga belas dengan rumus :
- $$= 0,0003 \times \sin A1$$
- 14.) Koreksi keempat belas dengan rumus :
- $$= -0,0002 \times E \times \sin (M - (2 \times F1))$$
- 15.) Koreksi kelima belas dengan rumus :
- $$= -0,0002 \times E \times \sin (2 \times M' - M)$$
- 16.) Koreksi ke enam belas dengan rumus :
- $$= -0,0002 \times \sin \Omega$$
- 17.) Yang terakhir jumlah nilai koreksi :
- $$= \text{koreksi 1 s/d 16}$$

Dalam bukunya Jean Meeus mengatakan bahwa koreksi tengah gerhana tersebut jika digunakan untuk menghitung gerhan antara tahun

1951 – 2050 mempunyai kesalahan rata-rata 0,36 menit (21,6 detik) dengan kesalahan maksimal mencapai 1,1 menit.

9. Menghitung awal dan akhir gerhana³⁸

Ada beberapa elemen yang dibutuhkan P, Q, W, Y, U :

1. Menghitung nilai P pertama dengan rumus :

a. Koreksi nilai P pertama dengan rumus :

$$= 0,2070 \times E \times \sin M$$

b. Koreksi nilai P kedua dengan rumus :

$$= 0,0024 \times E \times \sin 2M$$

c. Koreksi nilai P ketiga dengan rumus :

$$= -0,0392 \times \sin M'$$

d. Koreksi nilai P keempat dengan rumus :

$$= 0,0116 \times \sin 2M'$$

e. Koreksi nilai P kelima dengan rumus :

$$= -0,0073 \times E \times \sin(M' - M)$$

f. Koreksi nilai P keenam dengan rumus :

$$= 0,0067 \times E \times \sin(M - M')$$

g. Koreksi nilai P ketujuh dengan rumus :

$$= 0,0118 \times \sin(2 \times F1)$$

h. Mencari nilai P dengan rumus :

$$= P1 \text{ s/d } P7$$

³⁸ *Ibid.*, hlm. 41

2. Menghitung nilai Q dengan koreksi-koreksi sebagai berikut :³⁹

a. Koreksi Q pertama dengan rumus :

$$= -0,0048 \times E \times \cos M$$

b. Koreksi Q kedua dengan rumus :

$$= -0,0020 \times E \times \cos 2M$$

c. Koreksi Q ketiga dengan rumus :

$$= -0,3299 \times \cos M'$$

d. Koreksi Q keempat dengan rumus :

$$= -0,0060 \times E \times \cos(M' + M)$$

e. Koreksi Q kelima dengan rumus :

$$= 0,0041 \times E \times \cos(M' - M)$$

f. Mencari nilai Q dengan rumus :

$$= 5,2207 + Q1 \text{ s/d } Q5)$$

3. Mencari nilai W dengan rumus :⁴⁰

$$= \text{Abs}(\cos F1)$$

4. Mencari nilai Y dengan rumus :⁴¹

$$= (P \times \cos F1 + Q \times \sin F1) \times (1 - 0,0048 \times W)$$

5. Menghitung nilai U dengan koreksi-koreksi sebagai berikut :⁴²

a. Koreksi U pertama dengan rumus :

³⁹ *Ibid.*, hlm. 41-42

⁴⁰ *Ibid.*, hlm. 42

⁴¹ *Ibid.*,

⁴² *Ibid.*, hlm. 42-43

$$= 0,0046 \times E \times \cos M$$

b. Koreksi U kedua dengan rumus :

$$= -0,0182 \times \cos M^2$$

c. Koreksi U ketiga dengan rumus :

$$= 0,0004 \times \cos 2M^2$$

d. Koreksi U keempat dengan rumus :

$$= 0,0059 \times \cos (M + M^2)$$

e. Mencari nilai U dengan rumus :

$$= 0,0059 + U1 \text{ s/d } U4$$

6. Mencari nilai magnitude gerhana dengan rumus :

$$= 1,5433 + U - \text{Abs}(Y/0,5461)^{43}$$

7. Mencari *semi duration of partial phase*⁴⁴

Semi duration of partial phase adalah setengah durasi dari terjadinya gerhana Matahari, mulai dari awal gerhana sampai gerhana berakhir. Sebelum melakukan *semi duration of partial phase* diperlukan elemen P dan N.

$$P = 1,0128 - U$$

$$N = 0,5458 + 0,04 \times \cos M^2$$

$$\text{Semi duration of partial phase} = \frac{60}{N} \times \sqrt{p^2 - y^2}$$

8. Menghitung awal gerhana dan akhir gerhana⁴⁵

⁴³ *Ibid.*, hlm. 43

⁴⁴ *Ibid.*,

Awal gerhana = tengah gerhana – *semi duration of partial phase*

Akhir gerhana = tengah gerhana + *semi duration of partial phase*

9. Mencari *semi duration of total phase*⁴⁶

Semi duration of total phase ialah setengah durasi dari terjadinya gerhana, mulai dari awal total gerhana sampai akhir total gerhana.

Sebelum menghitung *semi duration of total phase* diperlukan elemen

T.

$$T = 0,4678 - U$$

$$\text{Semi duration of total phase} = \frac{60}{N} \times \sqrt{T^2 - y^2}$$

10. Menghitung awal total gerhana dan akhir total gerhana⁴⁷

Untuk menghitung awal total gerhana yaitu :

Awal total gerhana = tengah gerhana – *semi duration of total phase*

Akhir total gerhana = tengah gerhana + *semi duration of total phase*

11. Menghitung JDE *Terrestrial Dynamical Time* (TDT) terkoreksi⁴⁸

$$\text{JDE(TDT)} = \text{JDe} + \text{koreksi tengah gerhana}$$

12. Menghitung delta T⁴⁹

$$\text{Delta T} = ((102,3 + 123,5 \times T + 32,5 \times T^2)/3600)$$

13. Menghitung JDE *Universal Time*(UT)⁵⁰

⁴⁵ *Ibid.*,

⁴⁶ *Ibid.*, hlm.43-44

⁴⁷ *Ibid.*, hlm. 44

⁴⁸ *Ibid.*,

⁴⁹ *Ibid.*,

$$\text{JDE (UT)} = \text{JDE(TDT)} - \text{delta T}$$

14. Mengkonversi JDE (UT) menjadi waktu local⁵¹

Metode merubah JDE menjadi *Gregorian* yaitu dengan cara menambah 0,5 pada *Julian Day Ephemeris*

$$\text{JDE(UT)} + 0,5$$

Z adalah integer dari hasil penjumlahan diatas

F adalah hasil *fraction* atau desimalnya

Jika hasil $Z < 2299161$ maka $A = Z$

Jika hasil $Z \geq 2299161$ maka :

$$\alpha = \text{INT}((Z - 1867216,25)/36524,25)$$

$$A = Z + 1 + \alpha - \text{INT}(\alpha / 4)$$

Kemudian menghitung :

$$B = A + 1524$$

$$C = \text{INT}((B - 122,1)/365,25)$$

$$D = \text{INT}(365,25 \times C)$$

$$E = \text{INT}((B - D)/30,6001)$$

Tanggal terjadinya tengah gerhana bisa diketahui dengan rumus berikut :⁵²

$$\text{Tanggal} = B - D - \text{INT}(30,001 \times E)$$

Bulan terjadinya tengah gerhana (m) :

⁵⁰ *Ibid.*,

⁵¹ *Ibid.*, hlm. 44-45

⁵² *Ibid.*, hlm. 45

Jika $E < 14$ maka $m = E - 1$

Jika $E = 14$ atau 15 , maka $m = E - 13$

Tahun terjadinya tengah gerhana (y) :

Jika $m > 2$ maka $y = C - 4716$

Jika $m = 1$ atau 2 , maka $y = C - 4715$

Jam terjadinya gerhana dapat diketahui dengan cara merubah nilai F

ke jam :

Jam = $F \times 24$

E. Kaidah Fiqh tentang *Wasa'il* dan *Maqasid*

Maqasid berarti mendatangkan sesuatu, juga berarti tuntutan, kesengajaan dan tujuan. *Syariat* secara bahasa berarti jalan menuju sumber air. Jalan menuju sumber ini dapat pula dikaitkan sebagai jalan ke sumber pokok kehidupan.⁵³ Sedangkan *Maqasid al-Syariah* yaitu tujuan yang dikehendaki dalam mensyariatkan suatu hukum bagi kemaslahatan umat manusia. Sedangkan *Wasa'il* yaitu sesuatu yang menjadi jalan untuk sampai pada *maqasid*.⁵⁴

Adapun kaidah tentang *wasa'il* mencapai *maqasid*,⁵⁵ yaitu

1. Hukum tujuan juga berlaku untuk sarananya. (الوسائل لها أحكام المقصد)

⁵³ Asafri Jaya Bakri, *Konsep Maqashid al-Syariah menurut al-Syatibi*, (Jakarta : PT Raja Grafindo, 1996), hlm 61.

⁵⁴ Hafidz Abdurrahman, *Ushul Fiqh "Membangun Paradigma Berpikir Tasyri'I"*, (Bogor : Al-Azhar press, 2003), hlm 187

⁵⁵ Zuriah Ria, Makalah *Kaidah tentang Wasail untuk Mencapai Maqasid, 2015*, lihat <http://zuriariah.blogspot.com/2015/4/wasail-untuk-mencapai-maqasid.html> diakses pada 18 Januari 2019, pukul 22:47 wib.

Jika sarana itu diperintahkan oleh syariat Islam dan sesuai dengan tujuan *maqasid* syariah, maka tidak diragukan lagi sarana itu dapat dipergunakan. Sarana itu dilarang oleh syariat jika larangan itu berkonotasi pemngharaman untuk mencapai tujuannya, misalnya mencuri untuk bersedekah, menabung dengan system riba dengan niat menyumbangkan uang riba tersebut untuk pembangunan masjid. Meskipun tujuannya baik, namun cara dalam pencapaian tersebut dilarang oleh *syari'at*.

Suatu sarana hukumnya makruh jika dalam penggunaannya berkonotasi pemakruhan. Suatu sarana hukumnya mubah (diperbolehkan oleh syariat, tidak diperintahkan dan tidak dilarang), dalam hal ini pandangan para ahli ilmu ushul fiqh berbeda pendapat, ada yang memperbolehkan dan ada yang melarang

2. *صلحة راجحة قد تكون وسيلة المحرم غير محرمة إذا أفضة إلى م* (Ada kalanya sarana yang diharamkan menjadi tidak haram jika mengantar pada maslahat yang jelas).

Suatu sarana yang awalnya haram dapat berubah menjadi tidak haram jika tujuannya untuk maslahat yang jelas. Contohnya yaitu memakan daging babi dalam keadaan terpaksa dan untuk memelihara jiwa yang merupakan dari tujuan pokok hukum Islam diperbolehkan.

3. كلما سقط اعتبار المقصد سقط اعتبار الوسيلة (Jika gugur iktibar *maqasid*, maka gugur pula *iktibar* wasilah).

Sesuatu yang dikerjakan oleh mukallaf dengan menggunakan sarana akan tetapi ia tidak sesuai dengan tujuan *maqasid* maka *wasail* ini tidak di *iktibarkan*.⁵⁶

4. كل تصرف جر فسادا أو دفع صلا حاهو منهي عنه (Setiap tindakan yang berakibat buruk atau menghilangkan *maslahat*, maka tindakan itu terlarang).

Misalnya demonstrasi anarkisme yang merusak jalan, atau mengganggu keramaian jalan sehingga menimbulkan mudharat kepada masyarakat yang melintasi jalan tersebut, maka demonstrasi semacam ini hukumnya haram.

5. أن أجور الوسائل وأتامها تختلف باختلاف مقاصدها (Ganjaran untuk sarana berbeda-beda sesuai menurut perbedaan pada *maqasid* itu sendiri).
6. كلما قويت الوسيلة إلى الأداء كان أتمها أعظم (Manakala sarana diduga kuat menyampaikan pada tujuan, maka pengaruhnya besar).
7. أن عدم الإقضاء الوسيلة إلى المقصد يبطل اعتبارها (Sarana yang tidak menyampaikan pada tujuan tidak di *iktibarkan*).
8. الوسائل أخفض رتبة من المقاصد (*Wasail* lebih rendah tingkatannya dari *maqasid*).

Ada sebagian orang yang keliru dalam memahami tingkatan antara *wasail* dan *maqasid*. Hal tersebut tampak pada ibadah besar seperti

⁵⁶ *Ibid.*

shalat, puasa, zakat dan haji. Ibadah – ibadah tersebut ialah rukun awal tempat Islam dibangun. Mereka menyatakan yang terpenting ialah hati yang suci serta ikhlas beramal untuk Allah, sedangkan masalah shalat, puasa, zakat haji tidaklah penting.⁵⁷

9. إذا تعددت الوسائل الى المقصد الواحد فتعتبر اشريعة في التكليف بتحصيلها أقوى تلك الوسائل (Apabila ada beberapa *wasal* yang mengatar pada *maqasid* yang satu, maka syariat mengiktibarkan yang kua, dimana *maqasid* terwujudkan secara sempurna, langsung dan mudah).
10. إذا تساوت الوسائل في الإفضاء إلى المقاصد باعتبار أحواله كلها سوت الشريعة في اعتبارها, و (Apabila beberapa *wasal* setara dalam menghasilkan *maqasid*, maka *iktibar* syariat sama atasnya, dan mukallaf boleh memilih sebagiannya, karena *wasal* tidak dimaksudkan pada dirinya sendiri).

Contohnya yaitu pada praktik penggunaan jilbab wanita muslimah. Jilbab tersebut adalah wasilah menutup aurat dan kesopanan bagi muslimah. Namun bukan berarti jilbab yang terulur adalah satu – satunya yang disyariatkan bagi muslimah. Hal ini karena bentuk berpakaian berkaitan dengan tradisi dan lingkungan di suatu Negara. Ia berubah seiring perubahan waktu, tempat, kebutuhan manusia, dan

⁵⁷ *Ibid.*

perkembangan. Syariat tidak melarang hal itu selama sesuai dengan asasi dalam berpakaian, yaitu menutup dan tidak membuka aurat.⁵⁸

11. إن الشيء إذا كان واجبا وسائل متعددة لا يجب أحدها عينا (Apabila sesuatu hukumnya wajib dan baginya ada beberapa *wasal*, maka tidak wajib salah satunya secara sendirinya).
12. تفر في الوسائل ما لا يغتفر في المقاصد (Pada *wasal* dimaafkan sesuatu yang tidak dimaafkan pada *maqasid*).
13. قد تكون الوسيلة متضمنة مفسدة تكرهه أو تحرم لأجل لها، وما جعلت وسيلة إليه ليس بحرام ولا مكروه (Kadang *wasal* mengandung *mafsadat* sehingga dimakruhkan atau diharamkan, tetapi *wasal* baginya tidak dimakruhkan atau diharamkan).

Pembahasan kaidah ini bisa dilihat pada praktik penggunaan alat untuk siwak sebagai salah satu wasail dalam membersihkan gigi dan mulut. Yusuf Qardhawi berpendapat bahwa maksud dari kata siwak yang ada pada nash adalah untuk membersihkan mulut hingga diridhai Tuhan.

Penentuan sarana adalah salah satu sebab yang dapat menimbulkan kekeliruan dalam memahami syariat. Sebagian orang ada yang mencampur adukkan antara maksud dan tujuan mapan yang yang ingin direalisasikan oleh teks dengan wasilah temporal yang terkadang ditentukan oleh syariat. Padahal

⁵⁸ Yusuf Qardhawi, *Fiqh Maqashid Syari'ah*, (Jakarta Timur : Pustaka al-Kautsar), 2006, hlm. 189

jika memperdalam pemahaman dan rahasia teks, mereka akan melihat yang paling penting adalah maksud.⁵⁹

Syariat tidak menentukan wasilah, tetapi membebankannya kepada umat Islam. Sehingga kita dapat berjihad untuk memilih, membatasi dan mengembangkannya sesuai dengan kemaslahatan, sesuai dengan waktu dan kondisi tertentu. Jika ada teks terutama hadis nabi yang menjelaskan hal tersebut, ini tiada lain untuk menjelaskan kondisi, bukan untuk mengikat sepanjang masa.⁶⁰

⁵⁹ *Ibid.*, hlm. 187

⁶⁰ *Ibid.*, hlm. 188

BAB III

ALGORITMA PROGRAM *TRACKING* GERHANA MATAHARI KARYA

MUHAMMAD WASIL

A. Algoritma Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil

1.1. Program *Tracking* Gerhana Matahari

Muhammad Wasil ialah salah satu dari sekian banyak tokoh pegiat ilmu falak yang ada di Indonesia. Muhammad Wasil saat ini berprofesi sebagai guru di Sekolah Menengah Pertama Ma'arif Sleman. Ia lahir di Sleman pada tanggal 23 Oktober tahun 1973. Bisa dibilang ia bukan dari golongan akademisi, karena riwayat pendidikan formal ia berakhir hanya di Madrasah Aliyah.¹

Ia mulai mengenal Ilmu falak pada saat berumur 16 tahun, yaitu ketika menjadi santri di Jepara, di pondok pesantren asuhan almarhum KH Noor Ahmad SS yang juga merupakan salah satu ahli falak yang telah menyusun kitab *Nur al-Anwar*. Pada saat itu ia belajar ilmu falak di pondok, ia juga sekolah di MA Nurul Islam Kriyan Jepara.²

Awal mula adanya Program *Tracking* Gerhana Matahari berawal dari gagasan Bapak Muhammad Wasil pada tahun 2006 yang bermaksud membuat algoritma perhitungan gerhana Matahari di mana pada saat itu belum ada

¹ Wawancara dengan Muhammad Wasil pada tanggal 23 Desember 2018, pukul 10.47

² *Ibid.*

rumus perhitungan Gerhana Matahari yang menghitung secara lengkap dan akurat meliputi kontak – kontak penting proses gerhana baik secara global maupun lokal. Maka dari situlah ia bermaksud menyusun rumus perhitungan gerhana Matahari sendiri.³

Dalam penyusunan rumus Program *Tracking* Gerhana Matahari ia melibatkan beberapa pihak sesama pegiat ilmu falak diantaranya Gus Ahmad Rifa’I, Ustadz Ali Mustofa dan Muhammad Sahlan Rosyidi yang berperan menyusun data *ephemeris*. Yangmana saat itu sarana diskusi melalui Grup Pembelajaran Falak di Facebook.

Meskipun saat itu telah ada data *ephemeris* yang diterbitkan oleh kemenag, namun *ephemeris* dari kemenag tersebut dirasa kurang fleksibel untuk diolah terkait dengan data yang dibutuhkan dalam Program *Tracking* Gerhana Matahari. Oleh karena itu Muhammad Wasil meminta bantuan dari Muhammad Sahlan Rosyidi untuk menyusun data *ephemeris* yang sesuai kebutuhan terkait rumus perhitungan Gerhana Matahari tersebut.⁴

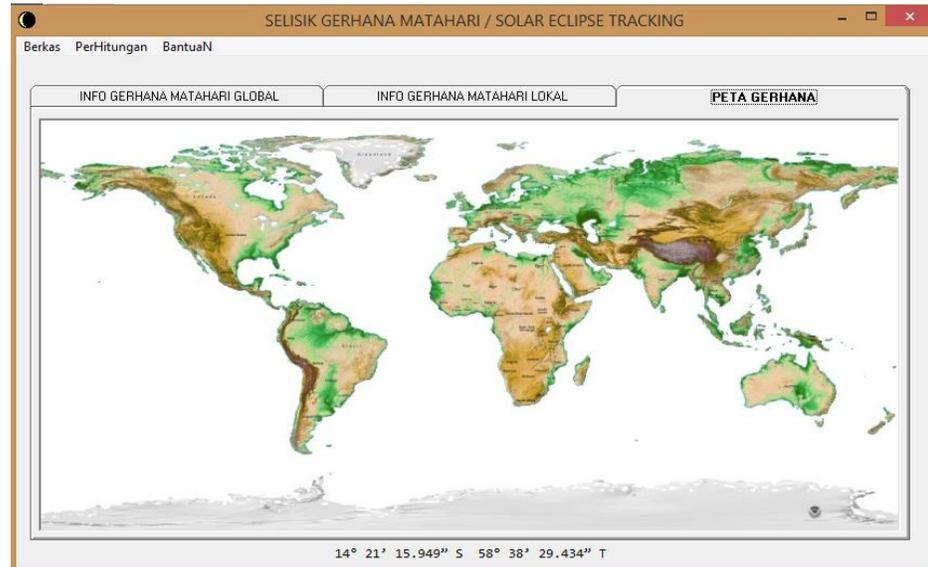
Program yang berbasis pemrograman *Visual Basic* ini selesai di susun pada tahun 2013 dan pernah dijadikan sebagai materi seminar PWNU Kaderisasi Ulama Hisab di Surabaya, Jawa Timur pada tahun 2016.

Program ini dinamakan program *Tracking* Gerhana Matahari karena sesuai dengan namanya ‘*tracking*’ yang artinya melacak. Itu artinya program

³ Wawancara dengan Muhammad Wasil pada tanggal 23 Desember 2018, pukul 10.47

⁴ Wawancara dengan Muhammad Wasil pada tanggal 23 Desember 2018, pukul 10.47

ini memiliki fungsi untuk melacak gerhana Matahari, meliputi kapan terjadi gerhana dan wilayah mana saja yang dilalui oleh gerhana Matahari.



Gambar 3.1. Program Traecking Gerhana Matahahari

Ada 3 tampilan layar utama program *Tracking* Gerhana Matahari :

a. Layar Peta Gerhana

Layar peta Gerhana menampilkan peta dunia. Padda layar ini akan menampilkan peta yang menggambarkan jalur pergerakan gerhana dan wilayah mana saja yang terkena atau dilalui oleh gerhana Matahari pada tanggal tertentu.

b. Info Gerhana Matahari Lokal

Layar Info gerhana Matahari local menampilkan hasil perhitungan gerhana Matahari pada suatu wilayah yang ditentukan lokasi koordinatnya.

c. Info Gerhana Matahari Global

Pada bagian layar ini menampilkan output hasil perhitungan gerhana Matahari secara keseluruhan.

1.2 Algoritma Program *Tracking* Gerhana Matahari

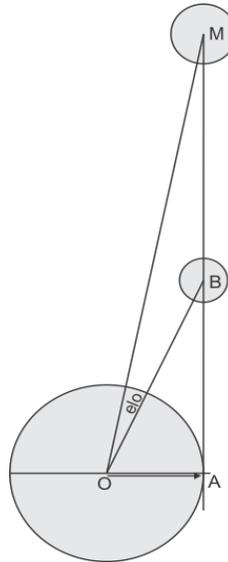
Gerhana Matahari terjadi ketika *ijtima'* atau konjungsi. Namun tidak setiap konjungsi terjadi gerhana Matahari. Hal ini karena bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, melainkan berpotongan dan membentuk sudut rata-rata sebesar $5^{\circ} 8'$ yang bervariasi antara $4^{\circ} 27'$ dan $5^{\circ} 20'$.⁵

Algoritma dalam program *Tracking* Gerhana Matahari menggunakan rumus perhitungan berdasarkan geometri posisi benda langit Matahari Bumi dan Bulan. Dari posisi ketiga benda langit tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksi kapan gerhana Matahari akan terjadi.

Sudut yang dibentuk antara Matahari, Bumi dan Bulan dinamakan sudut *elongasi*. Jika pusat Matahari dan pusat Bulan ditarik garis lurus sebagai sumbu bayangan maka jatuhnya sumbu tersebut tidak bisa tepat di pusat Bumi, namun selalu berjarak. Karena Matahari dan Bulan selalu mempunyai elongasi jika dilihat dari pusat Bumi.

⁵ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta : Prenadamedia Grpup, cet I, 2015, hlm. 88.

Berikut penjelasan algoritma dari Program *Tracking Gerhana Matahari*.⁶



Gambar 3.2

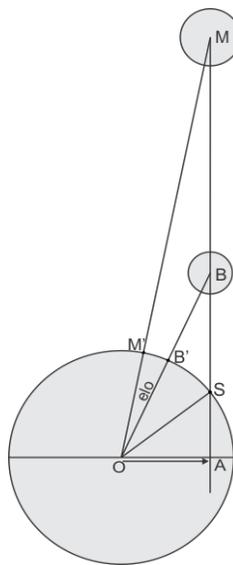
Gambar diatas menggambarkan posisi Matahari Bulan dan Bumi saat terjadi gerhana Matahari. Dari gambar tersebutlah muncul rumus perhitungan gerhana Matahari

Data-data yang dibutuhkan yaitu :

- Deklinasi Matahari (dm)
- Deklinasi Bulan (db)
- Asensioekta Matahari (Ram)
- Asensioekta Bulan (Rab)
- Jarak Bumi Matahari dalam satuan jari-jari Bumi (jm)

⁶ Muhammad Wasil, *Gerhana Matahari*, Dokumen *e-book* materi pelatihan seminar PWNU Kaderisasi Ulama Hisab di Surabaya, Jawa Timur pada tahun 2016

- Jarak Bumi Bulan dalam satuan jari-jari Bumi (jb)
- Jari-jari Matahari dalam satuan jari-jari Bumi (rm)⁷
- Jari-jari Bulan dalam dalam satuan jari-jari Bumi (rb)⁸
- Jam Universal TIme
- Perata Waktu (PW) / Equation of Time



Gambar 3.3

Untuk mengetahui berapa jauh jarak jatuhnya sumbu bayangan gerhana Matahari dari titik pusat Bumi, yang perlu dilakukan adalah menyelesaikan 3 buah segitiga utama, segitiga OMB, OBA dan OMA.

- a. Langkah pertama menghitung elongasi⁹

⁷ Jari-jari Matahari dalam satuan jari-jari Bumi = 109,2. Lihat : <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>, diakses pada 3 June 2018, pukul 23:48

⁸ Jari-jari Bulan dalam satuan jari-jari Bumi = 0,2371. Lihat : <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/moonfact.html>, diakses pada 3 June 2018, pukul 23:48

⁹ Muhammad Wasil, *Gerhana Matahari*, Dokumen *e-book* materi pelatihan seminar PWNU Kaderisasi Ulama Hisab di Surabaya, Jawa Timur pada tahun 2016

$$\cos(\epsilon) = \sin(\delta_m) \times \sin(\delta_b) + \cos(\delta_m) \times \cos(\delta_b) \times \cos(\alpha_m - \alpha_b)$$

Perlu diketahui bahwa jika terjadi gerhana Matahari maka saat elongasi mencapai nilai terkecil ialah saat pertengahan gerhana, karena saat itu titik pusat Bulan terlihat sangat dekat dengan Matahari.

- b. Mencari jarak jatuhnya titik sumbu bayangan Gerhana Matahari dari pusat Bumi¹⁰

Untuk mempermudah perhitungan, maka jari – jari Bumi dijadikan sebagai acuan satuan dalam perhitungan. Jika jari-jari Bumi bernilai 1, maka OM adalah jarak Bumi Matahari dalam satuan jari-jari Bumi dan OB adalah jarak Bumi Bulan juga dalam satuan jari-jari Bumi.

$$OM = b \text{ (jarak Bumi Matahari)}$$

$$OB = m \text{ (jarak Bumi Bulan)}$$

$$o = \text{jarak Matahari Bulan}$$

$$o^2 = b^2 + m^2 - 2 \cdot b \cdot m \cdot \cos O$$

$$o = \sqrt{(b^2 + m^2 - 2 \times b \times m \times \cos O)}$$

$$\tan(\text{BOA}) = \frac{(OM \times \cos(\text{elongasi}) - OB)}{OM \times \sin(\text{elongasi})}$$

Jarak jatuhnya titik sumbu bayangan dari pusat Bumi (OA)

$$OA = \cos(\text{BOA}) \times OB$$

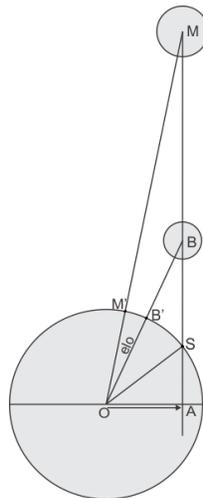
- Jika $OA > 1$ maka sumbu tidak menyentuh Bumi, termasuk gerhana Matahari tidak sentral

¹⁰ *Ibid*

- Jika $OA < 1$ maka sumbu menyentuh Bumi, termasuk gerhana Matahari sentral
- Jika $OA = 1$ maka jam itu adalah saat sumbu mulai menyentuh / meninggalkan Bumi (bukan awal/akhir gerhana)

c. Langkah ketiga yaitu menghitung koordinat geografis titik S (untuk $OA < 1$)¹¹

Koordinat S merupakan titik jatuhnya sumbu gerhana Matahari dipermukaan Bumi. Jika $OA > 1$ maka langkah ini tidak perlu dilakukan.



Gambar 3.4

$$\cos(\angle SOA) = \frac{OA}{OS}$$

$$\angle M'OA = \angle B'OA + \text{elongasi}$$

$$\angle M'OS = \angle M'OA - \angle SOA$$

¹¹ *Ibid*

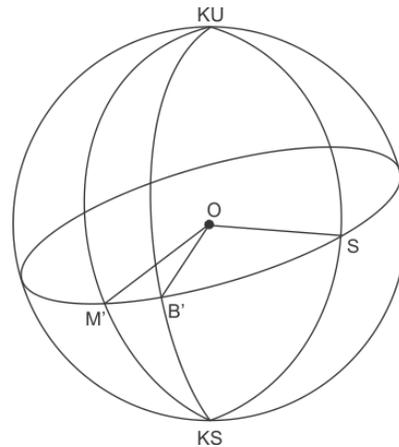
Lintang (ϕ) M' = deklinasi Matahari

Bujur M' = $180 - 15 \times (UT+PW)$

Lintang B' = deklinasi Bulan

Bujur B' = Bujur M' + R_{ab} - R_{am}

- Jika $r_{ab} > r_{am}$ maka B' di sebelah timur M'
- Jika $R_{ab} < R_{am}$ maka B' di sebelah barat M'
- Jika $r_{ab} = r_{am}$ maka B' dan M' segaris utara selatan



Gambar 3.5

$KUM' = 90 - \phi_{M'}$

$KUB' = 90 - \phi_{B'}$

$M'B' = \text{elongasi} = \text{jarak zenith kedua titik}$

$\text{Sudut } M'KUB' = R_{ab} - R_{am} = \text{selisih bujur } M' - B'$

Yang perlu dihitung adalah azimuth B' yang sama dengan sudut M'

Segitiga $M'KUS$

$KUM' = 90 - \text{lintang } M'$

$$KUS = 90 - \text{bujur } S$$

$$MS = M'OA - SOA = \text{jarak zenith kedua titik}$$

$$\text{Sudut } M'KUS = \text{selisih bujur } M' - S$$

$$\text{Bujur } M' + \text{sudut } M'KUS$$

$$\cos AzB' = -\tan dm / \tan \text{elongasi} + \sin db / \cos dm / \sin \text{elongasi}^{12}$$

- Jika $rab < ram$ titik B' berada disebelah kiri M' , maka azimuth B'
 $= 360 - AzB'$
- Jika $rab > ram$ titik B' berada di sebelah kanan M' , maka $M' =$
 AzB'

Lintang S

$$\sin (\text{lintang } S) = \cos dm \times \sin M'OS \times \cos AzB' + \sin dm \times \cos M'OS^{13}$$

Bujur S

$$\cos \Delta\lambda = -\tan \text{lintang } M' \times \tan \text{lintang } S + \cos M'OS / \cos \text{lintang } M' / \cos \text{lintang } S^{14}$$

Bujur $S =$

$$\text{Jika } rab < ram \text{ maka bujur } S = \text{bujur } M' - \Delta\lambda$$

$$\text{Jika } rab > ram \text{ maka bujur } S = \text{bujur } M' + \Delta\lambda$$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai $-180 - 180$, maka

- Jika bujur $S < -180$ maka bujur $s + 360$
- Jika bujur $S > 180$ maka bujur $s - 360$

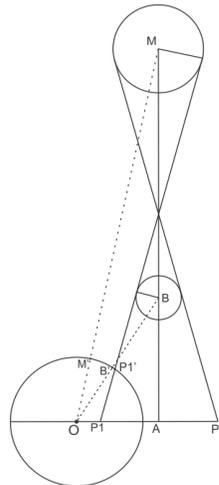
¹² *Ibid.*

¹³ *Ibid.*

¹⁴ *Ibid.*

Kemudian perhitungan dilakukan secara berulang kali dengan input data jam pada sebelum dan sesudah tengah gerhana dalam rentang waktu kontak awal dengan sumbu hingga kontak akhir dengan sumbu. Kemudian data hasil perhitungan berulang kali digambarkan dalam peta dan dihubungkan dengan sebuah garis maka jadilah gambar lintasan sumbu gerhana.

- d. Menghitung bayangan penumbra¹⁵



Gambar 3.6

$$\sin a = (r_m + r_b) / MB$$

$$\sin (BOA) = BA / OB$$

$$BA = \sin (BOA) \times OB$$

$$Aa = Ba + BA$$

$$\tan (a) = AP1 / Aa$$

$$AP1 = \tan(a) \cdot Aa$$

¹⁵ *Ibid.*

$$OP1 = OA - AP1$$

$$OP2 = OA + AP2$$

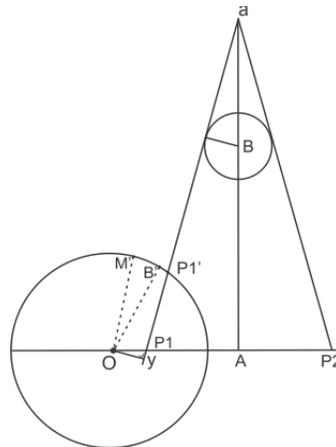
- Jika $OP1 < 1$, maka terjadi gerhana Matahari.
- Jika $OP1 > 1$, maka tidak terjadi gerhana Matahari dan perhitungan tidak perlu dilanjutkan.

i. Menghitung koordinat P1 (awal bayangan penumbra) ¹⁶

$$\text{Sudut } OP1P1' = 180 - aP1A$$

$$= 180 - (90 - a)$$

$$= 90 + a$$



Gambar 3.7

Ket: garis Oy merupakan garis bantu yang tegak lurus dengan garis aP1

$$\text{Sudut } OP1y = 90 - a$$

$$\text{Maka sudut } P1Oy = a$$

¹⁶ *Ibid*

$$\cos a = O_y / OP_1$$

$$O_y = \cos(a) \times OP_1$$

$$O_y = \sin P_1 = \cos(a) \times OP_1$$

Diketahui OP_1' merupakan jari-jari Bumi yang bernilai 1, maka

$$\text{Sudut } P_1' = \arcsin((\cos a) \times OP_1)^{17}$$

$$\begin{aligned} \text{Sudut } P_1'OA &= 180 - \text{sudut } OP_1P' - \text{sudut } P_1 \\ &= 180 - (90 + a) - P_1 \\ &= 90 - a - P_1' \end{aligned}$$

$$\text{Sudut } M'OP_1' = M'OA - P_1'OA$$

Lintang P_1'

$$\sin(\text{lintang } P_1') = \cos dm \times \sin M'OP_1' \times \cos AzB' + \sin dm \times \cos M'OP_1'^{18}$$

Bujur P_1'

$$\begin{aligned} \cos \Delta\lambda &= -\tan \text{lintang } M' \times \tan \text{lintang } P_1 + \cos M'OP_1' / \cos \text{lintang } M' / \\ &\cos \text{lintang } P_1' \end{aligned}$$

Bujur $P_1' =$

$$\text{Jika } rab < ram \text{ maka bujur } P_1 = \text{bujur } M' - \Delta\lambda$$

$$\text{Jika } rab > ram \text{ maka bujur } P_1 = \text{bujur } M' + \Delta\lambda$$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai $-180 - 180$, maka

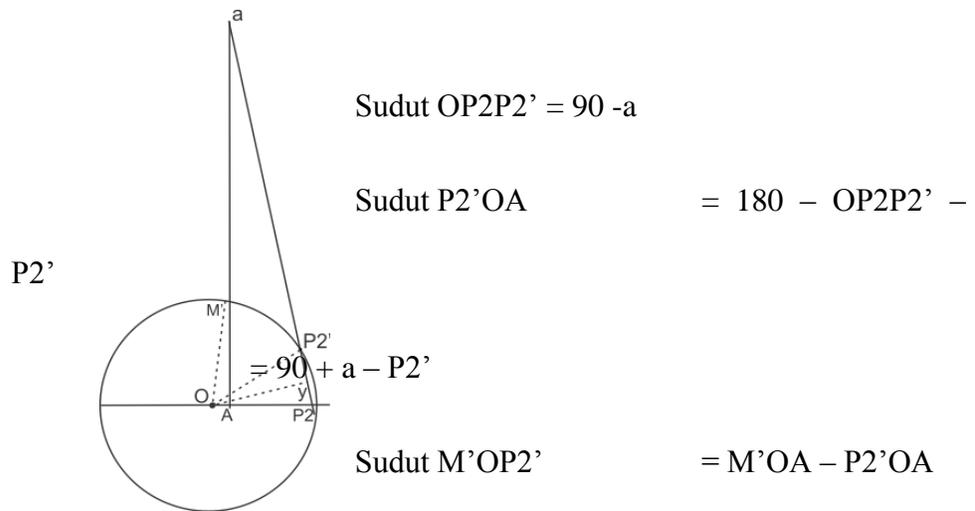
$$\text{Jika bujur } P_1 < -180 \text{ maka bujur } P_1 + 360$$

¹⁷ *Ibid.*

¹⁸ *Ibid.*

- Saat jarak $OP = 1$ saat itulah mulai gerhana atau penumbra mulai menyentuh Bumi (P_1).
 - Saat OP_1 mencapai nilai terkecil, saat itulah waktu tengah gerhana.
 - Setelah itu jarak OP_1 akan menjauh lagi, ketika mencapai nilai $OP_1 = 1$ lagi itulah saat terahir penumbra menyentuh Bumi.
- ii. Menghitung koordinat P_2 ¹⁹

Kontak P_2 merupakan kontak ketika cakram bayangan penumbra mulai utuh tercetak seluruhnya.



Gambar 3.8

$$\text{Sin Lintang } P_2 = \cos dm \times \sin M'O P_2' \times \cos AzB + \sin dm \times \cos M'O P_2'$$

Bujur P_2

¹⁹ *Ibid.*

$$\cos \Delta\lambda = -\tan \text{lintang } M' \times \tan \text{lintang } P2 + \cos M'OP2' / \cos \text{lintang } M' / \cos \text{lintang } P2^{20}$$

Bujur P2 =

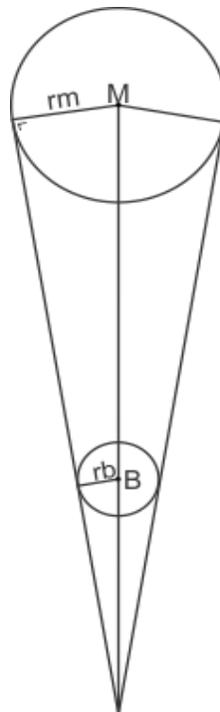
Jika $r_{ab} < r_{am}$ maka bujur P2 = bujur M' - $\Delta\lambda$

Jika $r_{ab} > r_{am}$ maka bujur P2 = bujur M' + $\Delta\lambda$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai -180 – 180, maka

Jika bujur P2 < -180 maka bujur P2 + 360

e. Menghitung kontak Umbra



Gambar 3.9

$$\sin(b) = \frac{rb}{Bb} = \frac{rm}{(MB + Bb)}^{21}$$

²⁰ Ibid.

$$rb(MB + Bb) = rm \times Bb$$

$$rb.MB + rb.Bb = rm.Bb$$

$$rb.MB = rm.Bb - rb.Bb$$

$$rb.MB = Bb.(rm-rb)$$

$$\frac{rb.MB}{(rm - rb)} = Bb$$

$$\text{Sin } (b) = \frac{rb}{Bb}$$

$$\text{Sin } (b) = \frac{rb.(rm - rb)}{rb.Mb}$$

$$\text{Sin } (b) = \frac{(rm - rb)}{MB} \text{ }^{22}$$

i. Menghitung koordinat U1 (awal umbra mulai menyentuh Bumi)

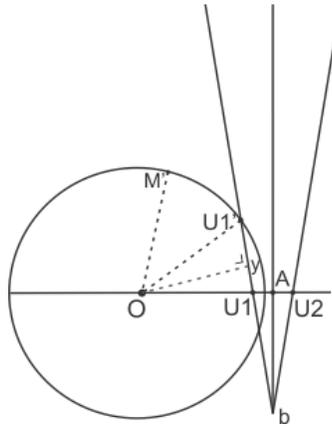
$$Ab = BA - Bb$$

Nilai Ab adalah negative, maka untuk perhitungan selanjutnya harus diambil nilai mutlaknya.²³

²¹ *Ibid.*

²² *Ibid.*

²³ *Ibid.*



Gambar 3.10

$$AU1 = \tan(b) \times \text{Abs}(Ab)$$

$$\angle bU1A = 90 - b$$

$$\angle OU1y = 90 - b$$

$$\angle U1Oy = b$$

$$\text{Cos } U1Oy = \cos(b)^{24}$$

$$\text{Cos}(b) = Ox / OU1$$

$$Ox = \cos(b) \times OU1$$

$$OU1' = \text{jari-jari Bumi} = 1$$

$$\text{Sin}(U1') = Ox / OU1'$$

$$\text{Sin}(U1') = Ox$$

$$\text{Sin}(U1') = \cos(b) \times OU1$$

$$\angle U1' = \arcsin(\cos(b) \times OU1)$$

$$\angle U1'OA = 180 - OU1U1' - U1'$$

²⁴ *Ibid.*

$$= 180 - (90 - b) - U1'$$

$$= 90 + b - U1'$$

$$\text{Sudut } M'OU1' = M'OA - U1'OA^{25}$$

$$\text{Sin (Lintang } U1') = \cos dm \times \sin M'OU1' \times \cos AzB + \sin dm \times \cos M'OU1'^{26}$$

$$\text{Cos } \Delta\lambda = -\tan \text{ lintang } M' \times \tan \text{ lintang } U1' + \cos M'OU1' / \cos \text{ lintang } M' / \cos \text{ lintang } U1'$$

$$\text{Bujur } U1 =$$

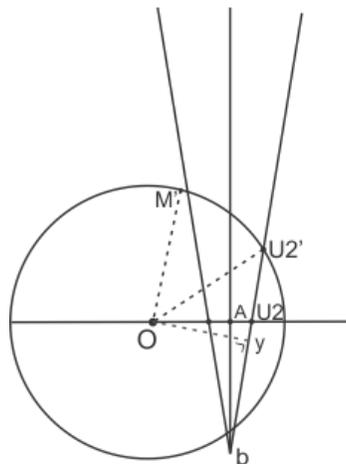
$$\text{Jika } rab < ram \text{ maka bujur } U1 = \text{bujur } M' - \Delta\lambda$$

$$\text{Jika } rab > ram \text{ maka bujur } U1 = \text{bujur } M' + \Delta\lambda$$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai -180 – 180, maka

$$\text{Jika bujur } PU1 < -180 \text{ maka bujur } U1 + 360$$

ii. Menghitung koordinat U2



²⁵ Ibid.

²⁶ Ibid.

Gambar 3.11

Ket: garis Oy merupakan garis bantu yang tegak lurus dengan garis bU2

$$\text{Sudut } OU_2U_2' = 180 - bU_2A$$

$$= 180 - (90 - b)$$

$$= 90 + b$$

$$\text{Sudut } OU_2y = 90 - b$$

Maka sudut $U_2Oy = b$

$$\cos b = Oy / OU_2$$

$$Oy = \cos(b) \times OU_2$$

$$Oy = \sin U_2 = \cos(b) \times OU_2^{27}$$

Diketahui OU_2' merupakan jari-jari Bumi yang bernilai 1, maka

$$\text{Sudut } U_2' = \arcsin((\cos b) \times OU_2)^{28}$$

$$\text{Sudut } U_2'OA = 180 - \text{sudut } OU_2U_2'' - \text{sudut } U_2$$

$$= 180 - (90 + b) - U_2$$

$$= 90 - b - U_2'$$

$$\text{Sudut } M'OU_2' = M'OA - U_2'OA$$

Lintang U_2'

$$\sin \text{lintang } U_2'' = \cos dm \times \sin M'OU_2' \times \cos AzB' + \sin dm \times \cos$$

$$M'OU_2'^{29}$$

²⁷ *Ibid.*

²⁸ *Ibid.*

Bujur U2'

$$\cos \Delta\lambda = -\tan \text{lintang } M' \times \tan \text{lintang } U2' + \cos M'OU2' / \cos \text{lintang } M' \\ / \cos \text{lintang } OU2'$$

Bujur U2' =

Jika $r_{ab} < r_{am}$ maka bujur U2 = bujur M' - $\Delta\lambda$

Jika $r_{ab} > r_{am}$ maka bujur U2 = bujur M' + $\Delta\lambda$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai -180 – 180, maka

Jika bujur U2 < -180 maka bujur U2 + 360

- f. Menghitung bayangan umbra untuk gerhana cincin³⁰

Gerhana cincin terjadi jika bayangan umbra menyentuh Bumi.

$$Ab = BA - Bb$$

Jika $Ab > 1$ maka seluruh wilayah yang dilalui bayangan umbra menyaksikan gerhana cincin

Jika $Ab < 1$ maka terjadi kemungkinan sebagian wilayah yang dilalui bayangan umbra menyaksikan gerhana cincin sementara yang lain menyaksikan gerhana total biasa

- i. Menghitung koordinat U1³¹

²⁹ *Ibid.*

³⁰ *Ibid.*

³¹ *Ibid.*

$$= 180 - (90 + b) - U1$$

$$= 90 - b - U1'$$

$$\text{Sudut } M'OU1' = M'OA - U1'OA$$

Lintang $U1'$

$$\text{Sin (lintang } U1') = \cos dm \times \sin M'OU1' \times \cos AzB' + \sin dm \times \cos M'OU1'$$

Bujur $U1'$

$$\text{Cos}(\Delta\lambda) = -\tan \text{ lintang } M' \times \tan \text{ lintang } U1' + \cos M'OU1' / \cos \text{ lintang } M' / \cos \text{ lintang } OU1'$$

Bujur $U1' =$

Jika $rab < ram$ maka bujur $U1 = \text{bujur } M' - \Delta\lambda$

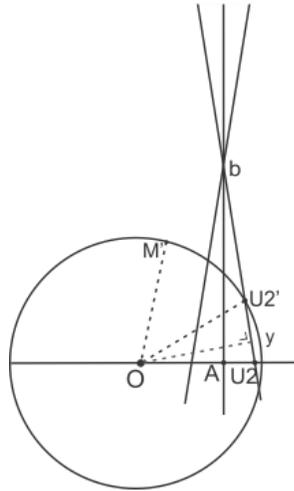
Jika $rab > ram$ maka bujur $U1 = \text{bujur } M' + \Delta\lambda$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai $-180 - 180$, maka

Jika bujur $U1 < -180$ maka bujur $U1 + 360$

ii. Menghitung koordiat $U2$ ³³

³³ *Ibid.*



Gambar 3.13

$$\text{Sudut } OU_2U_2' = 90 - a$$

$$\begin{aligned} \text{Sudut } U_2'OA &= 180 - OU_2U_2' - U_2' \\ &= 90 + a - P_2' \end{aligned}$$

$$\text{Sudut } M'OU_2' = M'OA - U_2'OA$$

$$\begin{aligned} \text{Sin Lintang } U_2 &= \cos dm \times \sin M'OU_2' \times \cos AzB + \sin dm \times \cos \\ &M'OU_2' \end{aligned}$$

$$\text{Bujur } U_2$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } \Delta\lambda &= -\tan \text{ lintang } M' \times \tan \text{ lintang } U_2 + \cos M'OU_2' / \cos \text{ lintang } M' \\ &/ \cos \text{ lintang } U_2 \end{aligned}$$

$$\text{Bujur } U_2 =$$

$$\text{Jika } rab < ram \text{ maka bujur } U_2 = \text{ bujur } M' - \Delta\lambda$$

Jika $\text{rab} > \text{ram}$ maka bujur $U2 = \text{bujur } M' + \Delta\lambda$

Ketentuan nilai bujur geografis bernilai $-180 - 180$, maka

Jika bujur $U2 < -180$ maka bujur $U2 + 360$

g. Menghitung Magnitudo

$$\text{Mag} = 100 \times \text{AP1} / (\text{AP1} - \text{AU1}) \%^{34}$$

2. Data Perhitungan Gerhana Matahari Menggunakan Program *Tracking*

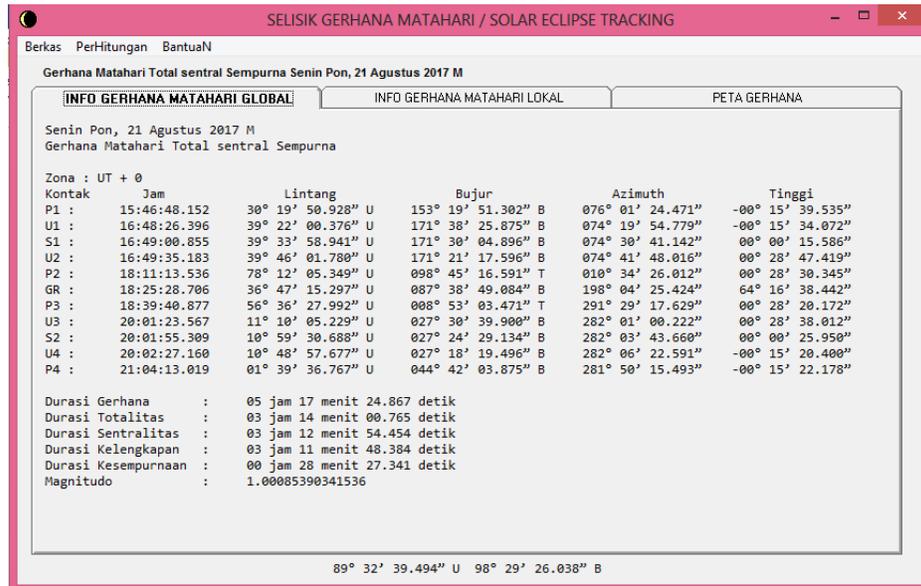
Gerhana Matahari

Untuk mengetahui tingkat keakurasian dari program *tracking* gerhana Matahari, maka penulis melakukan empat kali penghitungan menggunakan program *tracking* gerhana Matahari pada empat peristiwa gerhana yang berbeda, yaitu pada peristiwa gerhana Matahari tanggal 22 agustus 2017, fenomena gerhana tanggal 11 agustus 2018, fenomena gerhana Matahari 2 Juli 2019 dan fenomena gerhana Matahari tanggal 26 desember 2019.

a. Gerhana Matahari 22 Agustus 2017

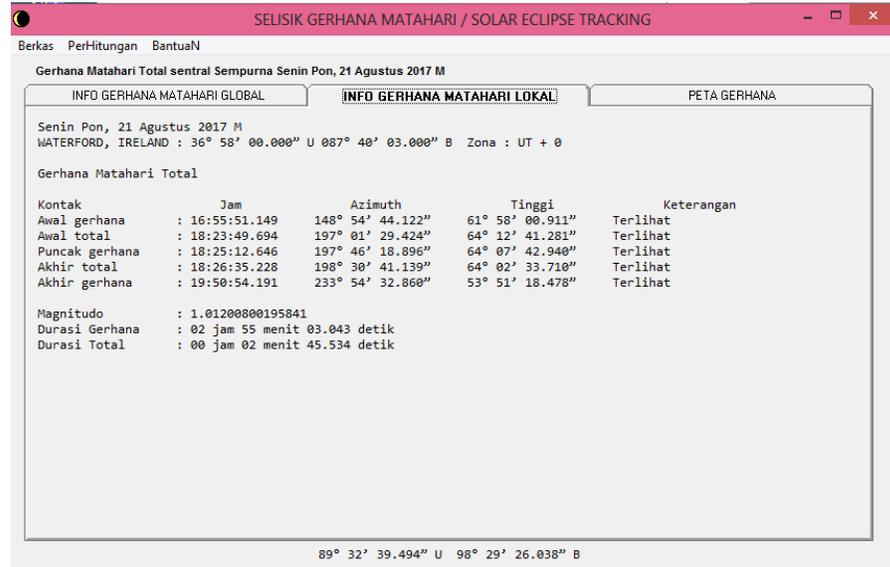
Yang pertama, penulis menghitung gerhana Matahari tanggal 22 agustus 2017 menggunakan program *tracking* gerhana Matahari.

³⁴ *Ibid.*



Gambar 3.17. Program *Tracking* Gerhana Matahari

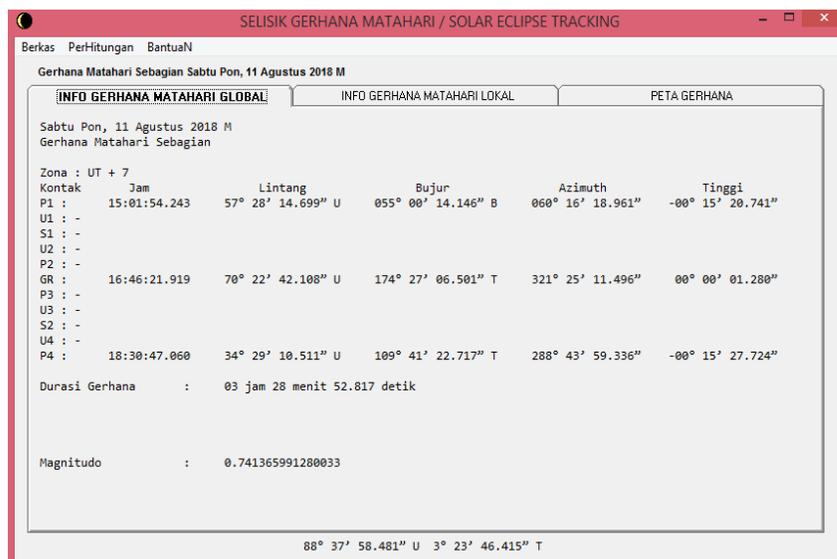
Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 22 agustus 2017. Pada tanggal tersebut terjadi gerhana Matahari total sentral. Awal gerhana terjadi pada pukul 15:46:48 UT, puncak gerhana pada pukul 18:25:28 UT dan berakhir pada pukul 21:04:13 UT. Untuk wilayah yang terjadi gerhana Matahari total yaitu pada koordinat lintang $36^{\circ}47'15.29''$ U dan bujur $87^{\circ}38'49.8''$ B. Untuk mengetahui lama durasi gerhana total maka, masuk ke layar info gerhana local dengan memasukkan koordinat lokasi yang terjadi gerhana total pada perhitungan diatas.



Gambar 3.18

Dari perhitungan diatas pada lintang $36^{\circ}58'0''$ U bujur $87^{\circ}40'3''$ B diketahui durasi gerhana selama 2 jam 55 menit dengan durasi total 2 menit 45,53 detik. Sedangkan magnitude sebesar 1, 012.

b. Gerhana Matahari tanggal 11 agustus 2018



Gambar 3.19

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 11 agustus 2018. Pada tanggal tersebut terjadi gerhana Matahari sebagian. Awal gerhana terjadi pada pukul 15:01:54 WIB, puncak gerhana pada pukul 16:46:21 WIB dan berakhir pada pukul 18:30:47 WIB. Dengan besar magnitudo 0,741.

c. Gerhana Matahari 2 Juli 2019

SELISIK GERHANA MATAHARI / SOLAR ECLIPSE TRACKING

Berkas PerHitungan Bantuan

Gerhana Matahari Total Sentral Lengkap Selasa Pon, 2 Juli 2019 M

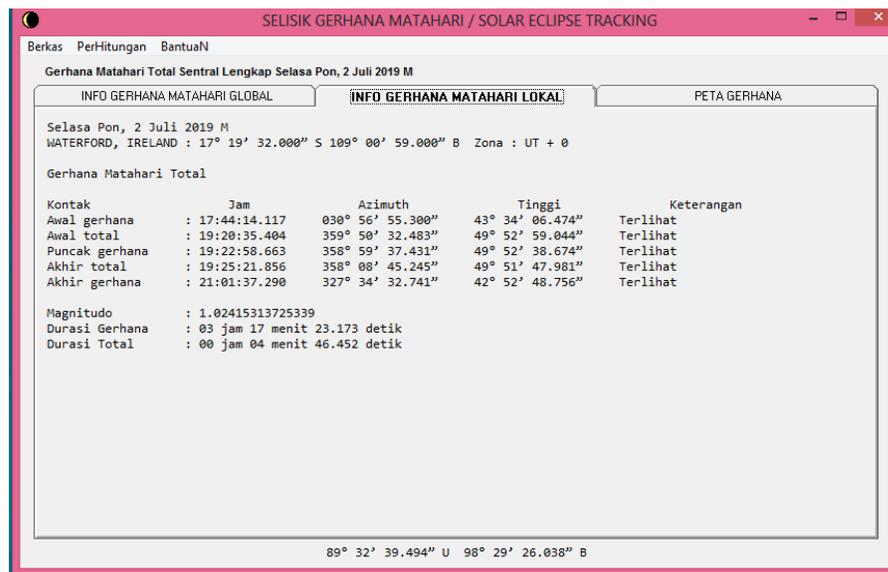
INFO GERHANA MATAHARI GLOBAL		INFO GERHANA MATAHARI LOKAL		PETA GERHANA	
Selasa Pon, 2 Juli 2019 M					
Gerhana Matahari Total Sentral Lengkap					
Zona : UT + 0					
Kontak	Jam	Lintang	Bujur	Azimuth	Tinggi
P1 :	16:55:18.397	23° 53' 19.532" S	152° 16' 28.979" B	064° 48' 22.294"	-00° 15' 29.327"
U1 :	18:01:06.622	37° 15' 57.062" S	160° 46' 16.355" B	060° 47' 54.557"	-00° 15' 26.031"
S1 :	18:02:21.583	37° 30' 51.243" S	160° 31' 33.416" B	060° 27' 39.219"	00° 00' 25.365"
U2 :	18:03:36.881	37° 46' 19.216" S	160° 16' 47.112" B	060° 07' 04.508"	00° 28' 18.537"
P2 :	-	-	-	-	-
GR :	19:22:58.564	17° 19' 32.787" S	109° 00' 59.519" B	358° 59' 40.311"	49° 52' 37.921"
P3 :	-	-	-	-	-
U3 :	20:42:21.224	35° 55' 31.779" S	057° 51' 59.111" B	290° 04' 58.401"	00° 28' 36.343"
S2 :	20:43:38.710	35° 39' 14.441" S	057° 37' 50.047" B	298° 45' 18.501"	00° 00' 14.978"
U4 :	20:44:55.899	35° 23' 18.252" S	057° 24' 16.919" B	298° 26' 16.309"	-00° 15' 36.150"
P4 :	21:50:37.661	21° 57' 54.958" S	066° 11' 05.238" B	294° 48' 21.753"	-00° 15' 34.480"
Durasi Gerhana :	04 jam 55 menit 19.264 detik				
Durasi Totalitas :	02 jam 43 menit 49.277 detik				
Durasi Sentralitas :	02 jam 41 menit 17.127 detik				
Durasi Kelengkapan :	02 jam 38 menit 44.342 detik				
Magnitudo :	1.01066413740017				

89° 32' 39.494" U 98° 29' 26.038" B

Gambar 3.20

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 3 Juli 2019. Pada tanggal tersebut terjadi gerhana Matahari total sentral. Awal gerhana terjadi pada pukul 16:55:18 UT, puncak gerhana pada pukul 19:22:58 UT dan berakhir pada pukul 21:50:37 UT. Untuk wilayah

yang terjadi gerhana Matahari total yaitu pada koordinat lintang $17^{\circ}19'32''$ U dan bujur $109^{\circ} 0' 59,5''$ B. Untuk mengetahui lama durasi gerhana total maka, masuk ke layar info gerhana local dengan memasukkan koordinat lokasi yang terjadi gerhana total pada perhitungan diatas.



Dari perhitungan diatas pada lintang $17^{\circ}19'32''$ U bujur $109^{\circ} 0' 59''$ B diketahui durasi gerhana selama 3 jam 17 menit 23 detik, dengan durasi total 4 menit 46 detik. Sedangkan magnitude sebesar 1, 024.

d. Gerhana Matahari tanggal 26 desember 2019

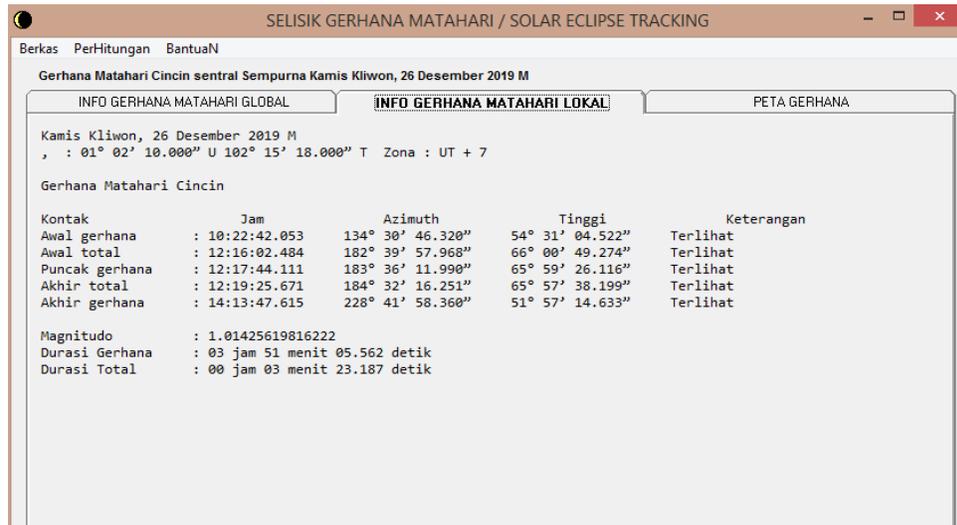
SELISIK GERHANA MATAHARI / SOLAR ECLIPSE TRACKING

Berkas PerHitungan Bantuan

Gerhana Matahari Cincin sentral Sempurna Kamis Kliwon, 26 Desember 2019 M

INFO GERHANA MATAHARI GLOBAL		INFO GERHANA MATAHARI LOKAL		PETA GERHANA	
Kamis Kliwon, 26 Desember 2019 M					
Gerhana Matahari Cincin sentral Sempurna					
Zona : UT + 7					
Kontak	Jam	Lintang	Bujur	Azimuth	Tinggi
P1 :	09:29:55.272	17° 48' 57.230" U	060° 14' 55.362" T	114° 32' 09.307"	-00° 16' 01.034"
U1 :	10:34:40.099	25° 29' 01.493" U	048° 37' 08.422" T	116° 13' 09.719"	00° 16' 30.342"
S1 :	10:36:07.421	25° 52' 40.264" U	048° 08' 01.865" T	116° 10' 02.878"	00° 00' 10.609"
U2 :	10:37:34.850	26° 16' 40.547" U	047° 39' 11.523" T	116° 06' 55.878"	-00° 16' 02.055"
P2 :	12:01:00.525	61° 42' 55.420" U	069° 19' 14.404" T	147° 47' 46.805"	00° 16' 25.159"
GR :	12:17:44.001	01° 02' 10.642" U	102° 15' 17.868" T	183° 36' 07.968"	65° 59' 25.587"
P3 :	12:34:24.353	56° 57' 18.100" U	144° 05' 07.978" T	222° 41' 44.181"	00° 16' 34.311"
U3 :	13:57:49.045	19° 13' 57.273" U	157° 15' 30.532" T	245° 15' 37.495"	-00° 16' 06.846"
S2 :	13:59:19.468	18° 49' 29.358" U	156° 45' 52.394" T	245° 13' 17.281"	00° 00' 10.460"
U4 :	14:00:49.857	18° 25' 23.952" U	156° 15' 56.470" T	245° 10' 59.521"	00° 16' 35.724"
P4 :	15:05:37.544	10° 40' 50.891" U	144° 17' 27.377" T	246° 14' 54.890"	-00° 15' 57.160"
Durasi Gerhana :	05 jam 35 menit 42.272 detik				
Durasi Totalitas :	03 jam 26 menit 09.758 detik				
Durasi Sentralitas :	03 jam 23 menit 12.047 detik				
Durasi Kelengkapan :	03 jam 20 menit 14.196 detik				
Durasi Kesempurnaan :	00 jam 33 menit 23.827 detik				
Magnitudo :	1.03045843229924				

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 26 Desember 2019. Pada tanggal tersebut terjadi fenomena gerhana Matahari cincin sentral sempurna. Awal gerhana terjadi pada pukul 9:29:55 WIB, puncak gerhana pada pukul 12:17:44 WIB dan berakhir pada pukul 15:05:37 WIB. Untuk wilayah yang terjadi gerhana Matahari cincin yaitu pada koordinat lintang $01^{\circ} 02' 10,6''$ U dan bujur $102^{\circ} 15' 17,86''$ T. Untuk mengetahui lama durasi gerhana cincin maka, masuk ke layar info gerhana local dengan memasukkan koordinat lokasi yang terjadi gerhana cincin pada perhitungan diatas.



Gambar 4.8

Dari perhitungan diatas pada lintang 1°02'19" U bujur 102° 15' 18" T diketahui durasi gerhana selama 3 jam 51 menit 5 detik, dengan durasi total 3 menit 23 detik. Sedangkan magnitudo sebesar 1,014.

BAB IV

ANALISIS PROGRAM *TRACKING* GERHANA MATAHARI KARYA

MUHAMMAD WASIL

A. Uji Akurasi Program *Tracking* Gerhana Matahari

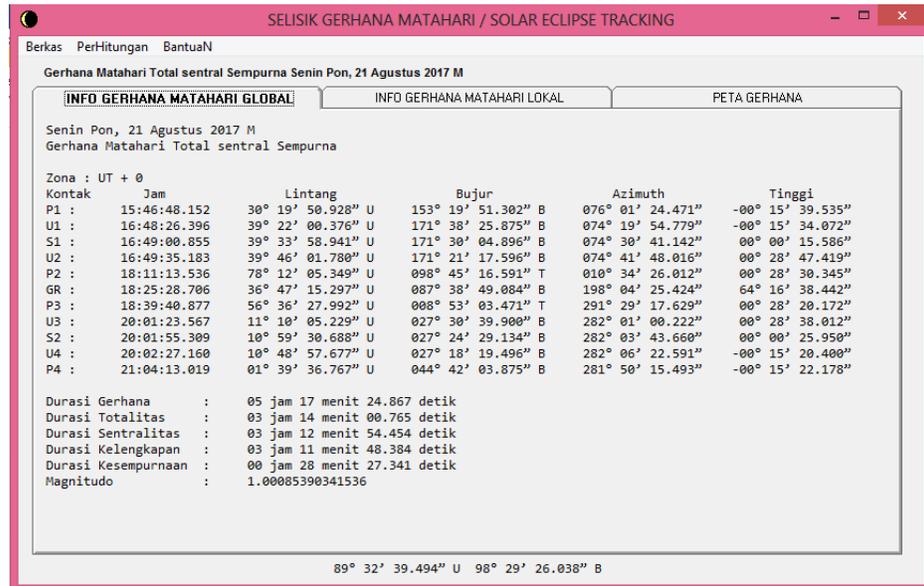
Fenomena gerhana merupakan fenomena terkait pergerakan Matahari, Bulan dan Bumi. Ketiga benda langit ini terus melakukan pergerakan setiap detik. Program *Tracking* Gerhana Matahari yang notabene adalah alat bantu untuk memprediksi kapan terjadinya Gerhana Matahari tentunya perlu diketahui nilai keakurasiannya.

Untuk mengetahui tingkat keakurasi dari program *tracking* gerhana Matahari, maka penulis melakukan penelitian, yaitu dengan menggunakan Program *Tracking* Gerhana Matahari untuk menghitung pada beberapa peristiwa Gerhana Matahari. Setelah dihitung menggunakan program, maka selanjutnya akan dibandingkan hasil perhitungan tersebut dengan hasil perhitungan NASA, yang selama ini sudah diakui nilai keakuratannya,

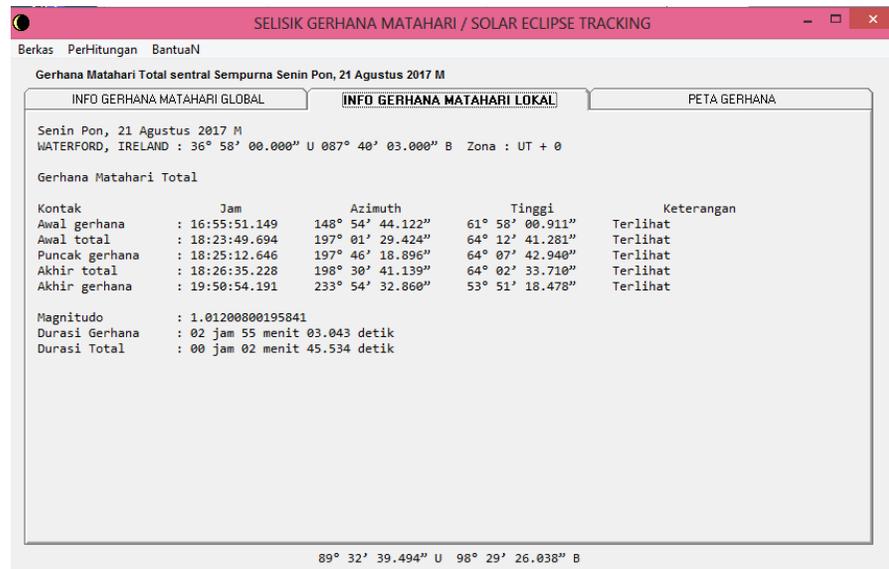
a. Gerhana Matahari 22 Agustus 2017

- 1) Perhitungan gerhana menggunakan program *tracking* gerhana Matahari

Yang pertama, penulis menghitung gerhana Matahari tanggal 22 Agustus 2017 menggunakan program *tracking* gerhana Matahari.



Gambar 4.1



Gambar 4.2

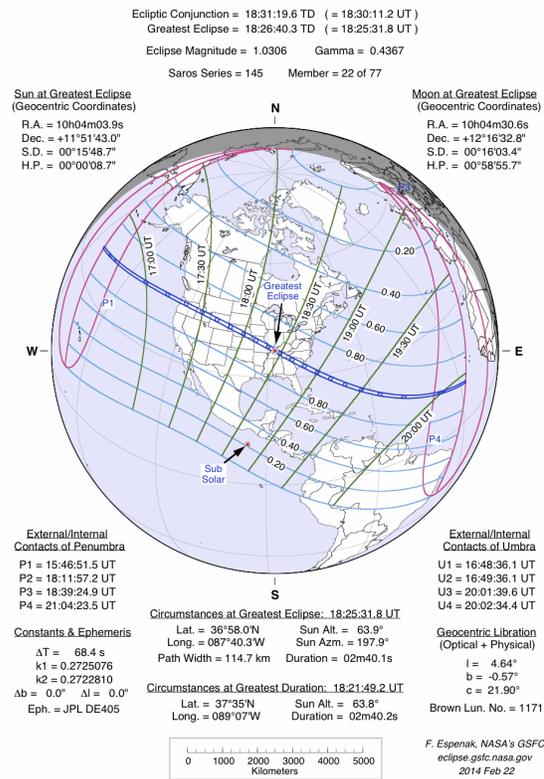
Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global dan lokal pada tanggal 22 Agustus 2017. Pada tanggal tersebut

terjadi gerhana Matahari total sentral. Awal gerhana terjadi pada pukul 15:46:48 UT, puncak gerhana pada pukul 18:25:28 UT dan berakhir pada pukul 21:04:13 UT. Untuk wilayah yang terjadi gerhana Matahari total yaitu pada koordinat lintang $36^{\circ}47'15.29''$ U dan bujur $087^{\circ}38'49.8''$ B. Untuk hasil perhitungan gerhana lokal pada lintang $36^{\circ}58'0''$ U bujur $087^{\circ}40'3''$ B diketahui durasi gerhana selama 2 jam 55 menit dengan durasi total 2 menit 45,53 detik dan magnitudo sebesar 1,012.

2) Hasil perhitungan gerhana Matahari berdasarkan NASA

Untuk hasil perhitungan gerhana Matahari dari NASA, penulis mengambil data dari halaman website resmi NASA yaitu <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>.

Total Solar Eclipse of 2017 Aug 21



Gambar 4.3

3) Perbandingan hasil perhitungan program *tracking* gerhana Matahari dengan NASA

Berikut tabel perbandingan hasil perhitungan *tracking* gerhana Matahari antara Program *Tracking* Gerhana Matahari dengan NASA.

No	Perbandingan	Program <i>Tracking GM</i>	NASA ¹	Selisih
1.	P1	15:46:48,152	15:46:51.5	0:0:3,048
2	U1	16:48:26.44	16:48:36.1	0:0:9,66
3	U2	16:49:35.23	16:49:36.1	0:0:0,87
4	P2	18:11:13.5	18:11:57.2	0:0:43,62
5	P3	18:39:40.92	18:39:24.9	0:0:16,02
6	U3	20:01:23.61	20:01:39.6	0:0:15,99
7	U4	20:02:27.21	20:02:34.4	0:0:7,19
8	P4	21:04:13.070	21:04:23.5	0:0:10,43
9	Puncak Gerhana	18:25:28.757	18:25:31,8	0:0:3,05

Tabel 4.1

Puncak Gerhana Matahari total

No	Perbandingan	Program <i>Tracking GM</i>	NASA ²	Selisih
1	Lintang gerhana total	36°47'15.29'' U	36°58'0'' U	0°10'44,71''
2	Bujur gerhana total	087° 38' 49.8'' B	087°40'3'' B	0°1'13,2''

¹ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01 WIB

² Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01 WIB

3	Durasi gerhana total	00:02:46.923	00:02:40,1	0:0:6,8
4	Magnitudo	1,012	1,0306	0,0186

Tabel 4.2

Pada tanggal 22 Agustus 2017 fenomena gerhana yang terjadi yaitu fenomena gerhana Matahari total. Tabel diatas menunjukkan perbedaan hasil perhitungan antara Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil dan hasil perhitungan NASA. Pada kontak awal gerhana terdapat selisih $0^{\circ}0'3.048''$, tengah gerhana selisih $0^{\circ}0'3.05''$ dan akhir gerhana selisih $0^{\circ}0'10.43''$. Jika menurut Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wassil koordinat lokasi yang terjadi gerhana total yaitu pada lintang $036^{\circ} 47' 15.297''$ U bujur $087^{\circ}40.3'$ B. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA gerhana total terjadi pada lintang $36^{\circ}58'0''$ U bujur $087^{\circ}40'3''$ B, memiliki selisih lintang sebesar $0^{\circ}10'44,71''$ dan selisih bujur sebesar $0^{\circ}1'13,2''$. Untuk durasi gerhana tota pada koordinat lokasi tersebut memiliki selisih $0^{\circ}0'6,823''$, dan selisih magnitudo 0,018.

b. Gerhana Matahari 2 Juli 2019

1) Perhitungan gerhana Matahari program *tracking* gerhana Matahari

SELISIK GERHANA MATAHARI / SOLAR ECLIPSE TRACKING

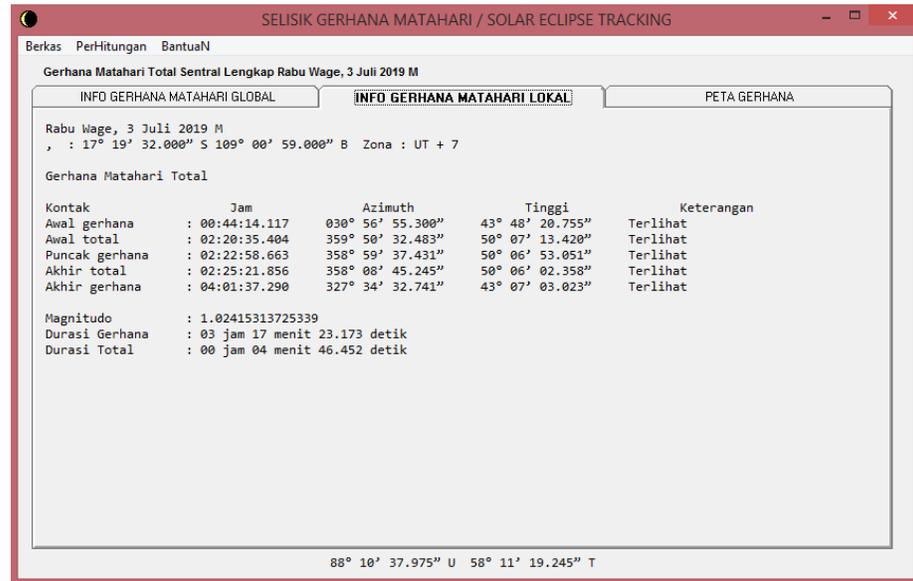
Berkas Perhitungan Bantuan

Gerhana Matahari Total Sentral Lengkap Selasa Pon, 2 Juli 2019 M

INFO GERHANA MATAHARI GLOBAL	INFO GERHANA MATAHARI LOKAL	PETA GERHANA
Selasa Pon, 2 Juli 2019 M Gerhana Matahari Total Sentral Lengkap		
Zona : UT + 0		
Kontak	Jam	Lintang
P1 :	16:55:18.397	23° 53' 19.532" S
U1 :	18:01:06.622	37° 15' 57.062" S
S1 :	18:02:21.583	37° 30' 51.243" S
U2 :	18:03:36.881	37° 46' 19.216" S
P2 :	-	-
GR :	19:22:58.564	17° 19' 32.787" S
P3 :	-	-
U3 :	20:42:21.224	35° 55' 31.779" S
S2 :	20:43:38.710	35° 39' 14.441" S
U4 :	20:44:55.899	35° 23' 18.252" S
P4 :	21:50:37.661	21° 57' 54.958" S
		Bujur
		152° 16' 28.979" B
		160° 46' 16.355" B
		160° 31' 33.416" B
		160° 16' 47.112" B
		109° 00' 59.519" B
		057° 51' 59.111" B
		057° 37' 50.847" B
		057° 24' 16.919" B
		066° 11' 05.238" B
		Azimuth
		064° 48' 22.294" B
		060° 47' 54.557" B
		060° 27' 39.219" B
		060° 07' 04.500" B
		358° 59' 40.311" B
		299° 04' 58.401" B
		298° 45' 18.501" B
		298° 26' 16.309" B
		294° 48' 21.753" B
		Tinggi
		-00° 15' 29.327" B
		-00° 15' 26.031" B
		00° 00' 25.365" B
		00° 28' 18.537" B
		49° 52' 37.921" B
		00° 28' 36.343" B
		00° 00' 14.978" B
		-00° 15' 36.150" B
		-00° 15' 34.480" B
Durasi Gerhana :	04 jam 55 menit 19.264 detik	
Durasi Totalitas :	02 jam 43 menit 49.277 detik	
Durasi Sentralitas :	02 jam 41 menit 17.127 detik	
Durasi Kelengkapan :	02 jam 38 menit 44.342 detik	
Magnitudo :	1.01066413740017	
89° 32' 39.494" U 98° 29' 26.038" B		

Gambar 4.4

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 3 Juli 2019. Pada tanggal tersebut terjadi gerhana Matahari total sentral. Awal gerhana terjadi pada pukul 16:55:18 UT, puncak gerhana pada pukul 19:22:58 UT dan berakhir pada pukul 21:50:37 UT. Untuk wilayah yang terjadi gerhana Matahari total yaitu pada koordinat lintang 17°19'32" U dan bujur 109° 0' 59,5" B. Untuk mengetahui lama durasi gerhana total maka, masuk ke layar info gerhana local dengan memasukkan koordinat lokasi yang terjadi gerhana total pada perhitungan diatas.



Gambar 4.5

Untuk perhitungan gerhana lokal pada lintang $17^{\circ}19'32''$ U bujur $109^{\circ} 0' 59''$ B diketahui durasi gerhana selama $3^{\circ}17'23''$, dengan durasi total $0^{\circ}4'46''$. Sedangkan magnitude sebesar 1,024.

2) Perhitungan gerhana Matahari NASA

Untuk hasil perhitungan gerhana Matahari dari NASA, penulis mengambil data dari halaman website resmi NASA yaitu <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>.

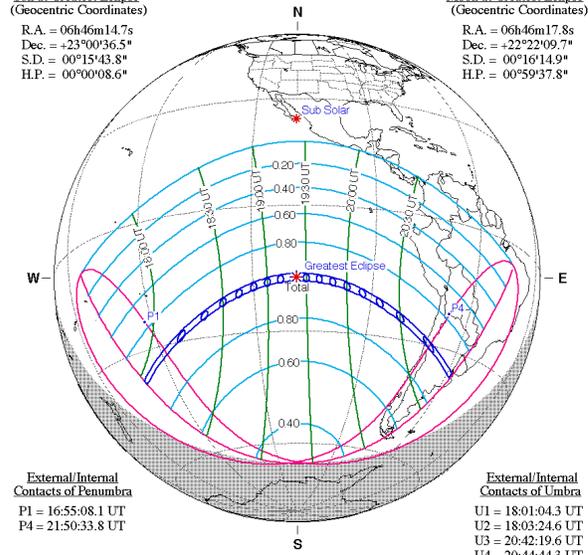
Total Solar Eclipse of 2019 Jul 02

Geocentric Conjunction = 19:21:36.4 UT J.D. = 2458667.306672
 Greatest Eclipse = 19:22:53.0 UT J.D. = 2458667.307558
 Eclipse Magnitude = 1.0459 Gamma = -0.6464

Saros Series = 127 Member = 58 of 82

Sun at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)
 R.A. = 06h46m14.7s
 Dec. = -23°00'36.5"
 S.D. = 00°15'43.8"
 H.P. = 00°00'08.6"

Moon at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)
 R.A. = 06h46m17.8s
 Dec. = -22°22'09.7"
 S.D. = 00°16'14.9"
 H.P. = 00°59'37.8"



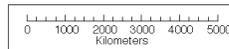
External/Internal
 Contacts of Penumbra
 P1 = 16:55:08.1 UT
 P4 = 21:50:33.8 UT

External/Internal
 Contacts of Umbra
 U1 = 18:01:04.3 UT
 U2 = 18:03:24.6 UT
 U3 = 20:42:19.6 UT
 U4 = 20:44:44.3 UT

Ephemeris & Constants
 Eph. = Newcomb/ILE
 ΔT = 76.2 s
 k1 = 0.2724880
 k2 = 0.2722810
 Δb = 0.0* Δl = 0.0*

Local Circumstances at Greatest Eclipse
 Lat. = 17°22.7'S Sun Alt. = 49.6°
 Long. = 108°58.8'W Sun Azm. = 359.0°
 Path Width = 200.6 km Duration = 04m32.8s

Geocentric Libration
 (Optical + Physical)
 l = -3.96°
 b = 0.86°
 c = 6.09°
 Brown Lun. No. = 1194



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Gambar 4.6

3) Perbandingan hasil perhitungan program *tracking* gerhana Matahari dan NASA

Berikut tabel perbandingan hasil perhitungan *tracking* gerhana Matahari antara Program *Tracking* Gerhana Matahari dengan NASA terkait Gerhana Matahari tanggal 2 Juli 2019.

No	Perbandingan	Program <i>Tracking</i> GM	NASA ³	Selisih
1.	P1	16:55:18.397	16:55:08.1	0:0:10,39
2	U1	18:01:06.622	18:01:04.3	0:0:2,3
3	U2	8:03:36.881	18:03:24.6	0:0:12,2
6	U3	20:42:21.278	20:42:19.6	0:0:1,6
7	U4	20:44:55.953	20:44:44.3	0:0:11,6
8	P4	21:50:37.714	21:50:33.8	0:0:3,9
9	Puncak Gerhana	19:22:58.616	19:22:53	0:0:5,6

Tabel 4.3

Puncak gerhana Matahari total

No	Perbandingan	Program <i>Tracking</i> GM	NASA ⁴	Selisih
1	Lintang gerhana total	017° 19' 32.788'' S	017° 22' 7'' S	0°2'34,3''
2	Bujur gerhana total	109° 00' 59'' B	108°58'8'' B	0°1'9''

³ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01 WIB

⁴ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01 WIB

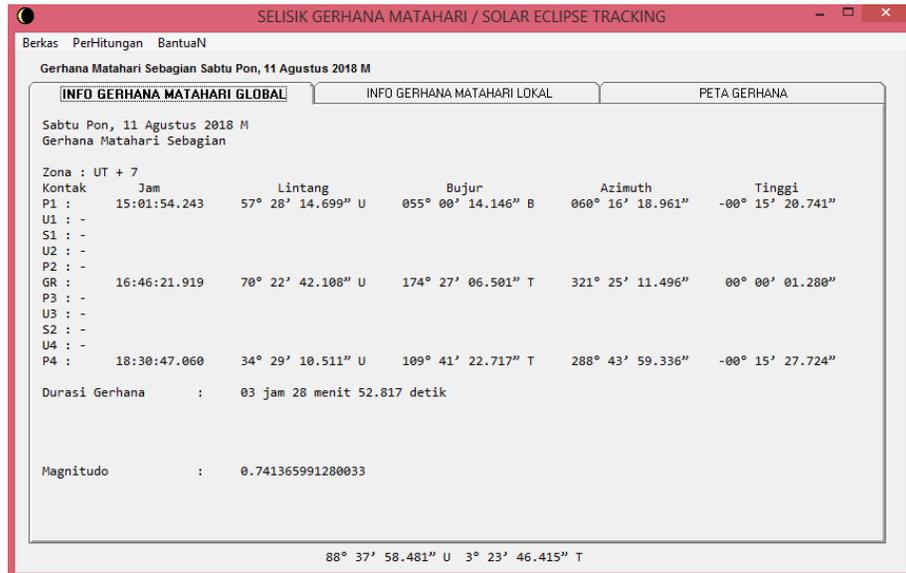
3	Durasi gerhana total	00:04:46.923	00:04:32,8	0:0:14,1
4	Magnitude	1,01	1,04	0,03

Tabel 4.4

Tabel diatas menunjukkan bahwa terjadi gerhana Matahari total pada tanggal 2 Juli 2019 dan terdapat perbedaan hasil perhitungan antara Program *Tracking* Gerhana Matahari dan hasil perhitungan NASA. Pada kontak awal gerhana terdapat selisih $0^{\circ}0'10.3''$, tengah gerhana selisih $0^{\circ}0'5,6''$ dan akhir gerhana selisih $0^{\circ}0'3,9''$. Jika menurut Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wassil koordinat lokasi yang terjadi gerhana total yaitu pada lintang $017^{\circ} 19' 32.78''$ U bujur $109^{\circ}0'59''$ B. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA memiliki selisih lintang sebesar $0^{\circ}2'34,3''$ dan selisih bujur $0^{\circ}1'9''$. Untuk durasi gerhana total pada koordinat lokasi tersebut memiliki selisih 14 detik dan selisih magnitude 0,03.

c. Gerhana Matahari 11 Agustus 2018

- 1) Perhitungan gerhana Matahari program *tracking* gerhana Matahari

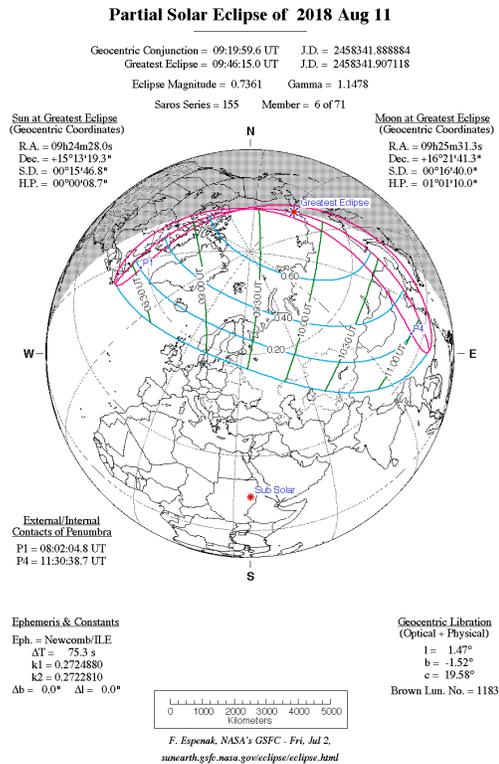


Gambar 4.7

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 22 agustus 2017. Pada tanggal tersebut terjadi gerhana Matahari sebagian. Awal gerhana terjadi pada pukul 15:01:54 UT, puncak gerhana pada pukul 16:46:21 UT dan berakhir pada pukul 18:30:47 UT. Dengan besar magnitude 0,741.

2) Hasil perhitungan gerhana Matahari NASA

Untuk hasil perhitungan gerhana Matahari dari NASA, penulis mengambil data dari halaman website resmi NASA yaitu <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>.



Gambar 4.8

3) Perbandingan hasil perhitungan program *tracking* gerhana Matahari dan NASA

Berikut tabel perbandingan hasil perhitungan gerhana Matahari antara Program *Tracking* Gerhana Matahari dengan NASA pada tanggal 11 Agustus 2018.

No	Perbandingan	Program	NASA ⁵	Selisih

⁵ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01 WIB

		<i>Tracking GM</i>		
1.	P1	08:01:54.296	08:02:04,8	0:0:10,50
2	P4	11:30:47.113	11:30:38,7	0:0:8,4
3	Puncak Gerhana	09:46:21.964	9:46:15	0:0:6,9
4	Magnitudo	0,741	0,736	0,005

Table 4.5

Pada tanggal 11 Agustus 2018 terjadi Gerhana Matahari Sebagian. Pada fenomena gerhana Matahari Sebagian ini terdapat 3 kontak penting, yaitu kontak P1 atau awal gerhana, kontak P4 atau akhir gerhana dan kontak puncak gerhana. Tabel diatas menunjukkan perbandingan hasil perhitungan antara Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil dan hasil perhitungan NASA. Pada kontak awal gerhana atau P1 terdapat selisih $0^{\circ}0'10,5''$, pada puncak gerhana memiliki selisih $0^{\circ}0'6,9''$ dan pada akhir gerhana memiliki selisih $0^{\circ}0'8,4''$. Magnitude pada gerhana ini terdapat selisih 0,005.

d. Gerhana Matahari 26 desember 2019

- 1) Hasil perhitungan gerhana Matahari program *tracking* gerhana Matahari

SELISIK GERHANA MATAHARI / SOLAR ECLIPSE TRACKING

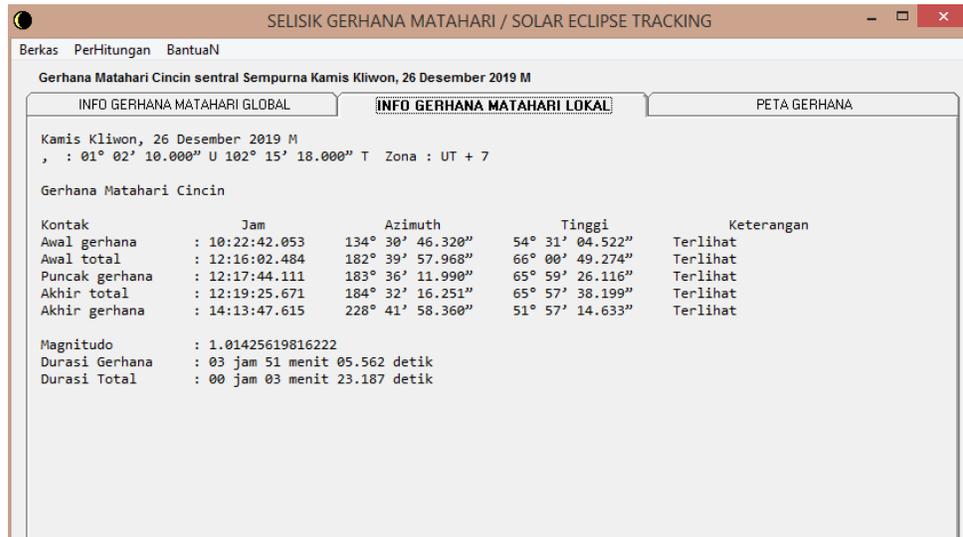
Berkas PerHitungan Bantuan

Gerhana Matahari Cincin sentral Sempurna Kamis Kliwon, 26 Desember 2019 M

INFO GERHANA MATAHARI GLOBAL		INFO GERHANA MATAHARI LOKAL		PETA GERHANA	
Kamis Kliwon, 26 Desember 2019 M					
Gerhana Matahari Cincin sentral Sempurna					
Zona : UT + 7					
Kontak	Jam	Lintang	Bujur	Azimuth	Tinggi
P1 :	09:29:55.272	17° 48' 57.230" U	060° 14' 55.362" T	114° 32' 09.307"	-00° 16' 01.034"
U1 :	10:34:40.099	25° 29' 01.493" U	048° 37' 08.422" T	116° 13' 09.719"	00° 16' 30.342"
S1 :	10:36:07.421	25° 52' 40.264" U	048° 08' 01.865" T	116° 10' 02.878"	00° 00' 10.609"
U2 :	10:37:34.850	26° 16' 40.547" U	047° 39' 11.523" T	116° 06' 55.878"	-00° 16' 02.055"
P2 :	12:01:00.525	61° 42' 55.420" U	069° 19' 14.404" T	147° 47' 46.805"	00° 16' 25.159"
GR :	12:17:44.001	01° 02' 10.642" U	102° 15' 17.868" T	183° 36' 07.968"	65° 59' 25.587"
P3 :	12:34:24.353	56° 57' 18.100" U	144° 05' 07.978" T	222° 41' 44.181"	00° 16' 34.311"
U3 :	13:57:49.045	19° 13' 57.273" U	157° 15' 30.532" T	245° 15' 37.495"	-00° 16' 06.846"
S2 :	13:59:19.468	18° 49' 29.358" U	156° 45' 52.394" T	245° 13' 17.281"	00° 00' 10.460"
U4 :	14:00:49.857	18° 25' 23.952" U	156° 15' 56.470" T	245° 10' 59.521"	00° 16' 35.724"
P4 :	15:05:37.544	10° 40' 50.891" U	144° 17' 27.377" T	246° 14' 54.890"	-00° 15' 57.160"
Durasi Gerhana	: 05 jam 35 menit 42.272 detik				
Durasi Totalitas	: 03 jam 26 menit 09.758 detik				
Durasi Sentralitas	: 03 jam 23 menit 12.047 detik				
Durasi Kelengkapan	: 03 jam 20 menit 14.196 detik				
Durasi Kesempurnaan	: 00 jam 33 menit 23.827 detik				
Magnitudo	: 1.03045843229924				

Gambar 4.9

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan gerhana Matahari global pada tanggal 26 Desember 2019. Pada tanggal tersebut terjadi fenomena gerhana Matahari cincin sentral sempurna. Awal gerhana terjadi pada pukul 9:29:55 UT, puncak gerhana pada pukul 12:17:44 UT dan berakhir pada pukul 15:05:37 UT. Untuk wilayah yang terjadi gerhana Matahari cincin yaitu pada koordinat lintang $01^{\circ} 02' 10,6''$ U dan bujur $102^{\circ} 15' 17,86''$ T. Untuk mengetahui lama durasi gerhana cincin maka, masuk ke layar info gerhana local dengan memasukkan koordinat lokasi yang terjadi gerhana cincin pada perhitungan diatas.



Gambar 4.8

Dari perhitungan diatas pada lintang 1°02'19" U bujur 102° 15' 18" T diketahui durasi gerhana selama 3 jam 51 menit 5 detik, dengan durasi total 3 menit 23 detik. Sedangkan magnitude sebesar 1, 014.

2) Hasil perhitungan gerhana Matahari NASA

Untuk hasil perhitungan gerhana Matahari dari NASA, penulis mengambil data dari halaman website resmi NASA yaitu <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>.

No	Perbandingan	Program <i>Tracking GM</i>	NASA ⁶	Selisih
1.	P1	02:29:55,272	02:29:43,5	0:0:11,7
2	U1	03:34:40,09	03:34:24,2	0:0:16,7
3	U2	03:37:34,85	03:37:28,3	0:0:6,55
6	U3	06:57:49,045	06:57:43,4	0:0:5,64
7	U4	07:00:49,85	07:00:53,6	0:0:3,75
8	P4	08:05:37,544	08:05:36,1	0:0:1,44
9	Puncak Gerhana	05:17:44	05:17:36	0:0:8

Tabel 4.6

Puncak gerhana Matahari cincin

No	Perbandingan	Program <i>Tracking GM</i>	NASA ⁷	Selisih
1.	Lintang gerhana cincin	01° 02' 10,6'' U	01° 00' 3'' U	0°2'7''
2.	Bujur gerhana cincin	102°15'17,86'' B	102°16'5'' B	0°0'47,14''
3.	Durasi gerhana	00:03:22,669	00:03:39	0:0:16,4

WIB ⁶ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01

WIB ⁷ Lihat <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>, diakses pada 14 Januari pukul 00:01

	cincin			
4.	Magnitudo	1,0132	0,9701	0,043

Tabel 4.7

Pada tanggal 26 Desember 2016 fenomena gerhana yang terjadi ialah *Annuar Solar Eclipse* atau Gerhana Matahari cincin. Tabel di atas menunjukkan perbedaan hasil perhitungan antara Program *Tracking* Gerhana Matahari dan hasil perhitungan NASA. Pada kontak awal gerhana terdapat selisih $0^{\circ}0'11,7''$, tengah gerhana selisih $0^{\circ}0'8''$ dan akhir gerhana selisih $0^{\circ}0'1,44''$. Jika menurut Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wassil koordinat lokasi yang terjadi gerhana cincin yaitu pada lintang $01^{\circ}02'10,6''$ U, bujur $102^{\circ}16'5''$ B. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA memiliki selisih lintang sebesar $0^{\circ}2'7''$ dan selisih bujur $0^{\circ}0'47,14''$. Untuk durasi gerhana total pada koordinat lokasi tersebut memiliki selisih 16 detik dan selisih magnitudo 0,043.

B. Pandangan Hukum Islam terhadap Program *Tracking* Gerhana Matahari

Fenomena gerhana merupakan salah satu objek kajian dalam ilmu falak. Karena fenomena gerhana ini menyangkut terhadap pelaksanaan ibadah umat Islam. Salat gerhana merupakan ibadah sunah yang dianjurkan ketika terjadi fenomena gerhana, seperti di jelaskan dalam hadis nabi.

عن ابى بكره قال : كنا عند رسول الله عليه وسلم فأنكسفت الشمسُ، فقام انبيى صلى الله عليه وسلم نجرُ رِداءَهُ (وفى رواية : ثوبه مستعجلاً، وثاب الناس اله فد خلنا، فصلى بنا ركعتين، حتى أنجلت الشمسُ، ثم اقبل علنا)، فقال النبي صلى الله عليه وسلم : ان الشمس والقمر انتان من ابت الله، وانهما لا نَنكسِفان لِموتِ أَحَدٍ ولكن الله يخوف بهما عباد، فإذا رَأَيْتُمُوهُمَا فَصَلُّوا، حَتَّى تُكشَفَ ما بكم. وذلك انَّ ابنَ للنبيِّ صلى الله عليه وسلم مات يقال له : ابرهيم، فقال الناس فى ذلك⁸

Artinya : Dari Abu Bakrah, dia berkata, “Suatu ketika kami sedang berada bersama Rasulullah, dan tiba-tiba terjadi gerhana Matahari. Rasulullah segera berdiri dan mengenakan serbannya (dalam riwayat lain mengenakan bajunya dengan terburu-buru. Lalu ia pergi ke masjid dan orang-orang pun pergi menyusulnya, dan kami masuk ke dalam masjid dan mengikutinya. Kemudian ia salat dua rakaat bersama kami sehingga Matahari terang kembali. Selanjutnya ia menghadap ke arah kami, seraya bersabda, “Sesungguhnya Matahari dan Bulan adalah dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah, dan keduanya tidak akan bertemu (yang mengakibatkan terjadinya gerhana) dikarenakan kematian seseorang, akan tetapi Allah menakut-nakuti (memperingatkan) para hamba-Nya dengan keduanya. Jika kamu melihat keduanya terjadi gerhana, maka hendaklah kamu salat dan berdoa hingga sekelilingmu terang kembali. (Hal ini terkait dengan kematian putera Rasulullah bernama Ibrahim, sehingga ia merasa perlu menyampaikan hal tersebut).⁹

Seiring berkembangnya zaman semakin berkembang pula ilmu pengetahuan dan peradaban umat manusia. Umat manusia banyak menciptakan berbagai hal untuk mempermudah segala urusannya. Hal – hal baru tersebut tentunya memiliki kontribusi dalam penerapan hukum Islam.

Adapun kaidah – kaidah fiqih terkait sarana untuk mencapai *maqasid*, yaitu :

1. Hukum tujuan juga berlaku untuk sarannya. (الوسائل لها أحكام المقصد)

⁸ Muhammad bin Ismail al-bukhari, *Sahih al-Bukhari Juz 1*, Beirut : Dar Su’ub, tt., hal. 184

⁹ Zaghlul an-najjar, *Pembuktian Sains dalam Sunnah Buku I*, (Jakarta : Amzah, 2006), hlm.

Jika sarana itu diperintahkan oleh syariat Islam dan sesuai dengan tujuan *maqasid* syariah, maka tidak diragukan lagi sarana itu dapat dipergunakan. Sarana itu dilarang oleh syariat jika larangan itu berkonotasi pemngharaman untuk mencapai tujuannya, misalnya mencuri untuk bersedekah, menabung dengan system riba dengan niat menyumbangkan uang riba tersebut untuk pembangunan masjid. Meskipun tujuannya baik, namun cara dalam pencapaian tersebut dilarang oleh *syari'at*.

Suatu sarana hukumnya makruh jika dalam penggunaannya berkonotasi pemakruhan. Suatu sarana hukumnya mubah (diperbolehkan oleh syariat, tidak diperintahkan dan tidak dilarang), dalam hal ini pandangan para ahli ilmu ushul fiqh berbeda pendapat, ada yang memperbolehkan dan ada yang melarang

2. قد تكون وسيلة المحرم غير محرمة إذا أفضة إلى مصلحة راجحة (Ada kalanya sarana yang diharamkan menjadi tidak haram jika mengantar pada maslahat yang jelas).
3. كلما سقط اعتبار المقصد سقط اعتبار الوسيلة (Jika gugur iktibar *maqasid*, maka gugur pula *iktibar* wasilah).
4. كل تصرف جر فسادا أو دفع صلا حافه منهي عنه (Setiap tindakan yang berakibat buruk atau menghilangkan *maslahat*, maka tindakan itu terlarang).

5. أن أجور الوسائل وأثامها تختلف باختلاف مقاصدها (Ganjaran untuk sarana berbeda-beda sesuai menurut perbedaan pada maqasid itu sendiri).
6. كلما قويت الوسيلة إلى الأداء كان أثمها أعظم (Manakala sarana diduga kuat menyampaikan pada tujuan, maka pengaruhnya besar).
7. أن عدم الإقضاء الوسيلة إلى المقصد يبطل اعتبارها (Sarana yang tidak menyampaikan pada tujuan tidak di *iktibarkan*).
8. الوسائل أخفض رتبة من المقاصد (Wasail lebih rendah tingkatannya dari *maqasid*).
9. إذا تعددت الوسائل إلى المقصد الواحد فتعتبر اشريعة في التكليف بتحصيلها أقوى تلك الوسائل (Apabila ada beberapa *wasail* yang mengantar pada *maqasid* yang satu, maka syariat mengiktibarkan yang kua, dimana *maqasid* terwujudkan secara sempurna, langsung dan mudah).
10. إذا تساوت الوسائل في الإفضاء إلى المقاصد باعتبار أحواله كلها سوت الشريعة في اعتبارها, و (Apabila beberapa *wasail* setara dalam menghasilkan *maqasid*, maka *iktibar* syariat sama atasnya, dan mukallaf boleh memilih sebagiannya, karena *wasail* tidak dimaksudkan pada dirinya sendiri).¹⁰

¹⁰ Yusuf Qardhawi, *Fiqh Maqashid Syari'ah*, Jakarta Timur : Pustaka al-Kautsar, 2006, hlm. 189

11. إن الشيء إذا كان واجبا وسائل متعددة لا يجب أحدها عينا (Apabila sesuatu hukumnya wajib dan baginya ada beberapa *wasa'il*, maka tidak wajib salah satunya secara sendirinya).
12. تفر في الوسائل ما لا يغتفر في المقاصد (Pada *wasa'il* dimaafkan sesuatu yang tidak dimaafkan pada *maqasid*).
13. قد تكون الوسيلة متضمنة مفسدة تكرهه أو تحرم لأجل لها, وما جعلت وسيلة إليه ليس بحرام ولا مكروه (Kadang *wasa'il* mengandung *mafsadat* sehingga dimakruhkan atau diharamkan, tetapi *wasa'il* baginya tidak dimakruhkan atau diharamkan).

Menurut penulis, penentuan pelaksanaan salat gerhana dengan menggunakan program *tracking* gerhana Matahari dalam pandangan hukum Islam dapat dikaitkan dengan kaidah fiqh *al-wasa'ilu laha ahkam u al-maqasid*. Dalam kaidah *al-wasa'ilu laha ahkamu al-maqasid*, dijelaskan bahwa,

1. Yang pertama, sarana dapat digunakan jika sarana itu diperintahkan oleh syariah dan sesuai dengan tujuan *maqasid* syariah. Program *tracking* gerhana Matahari ini merupakan sarana yang sesuai dengan tujuan *maqasid* syariah yaitu untuk ibadah salat sunnah gerhana.
2. Sarana itu dilarang oleh syariat jika larangan itu berkonotasi pengharaman untuk mencapai tujuannya. Program *tracking* gerhana Matahari tidak ada unsur melanggar syariat dalam proses untuk mencapai tujuannya.

3. Suatu sarana hukumnya makruh jika dalam penggunaannya berkonotasi pemakruhan. Program *tracking* gerhana Matahari tidak ada unsur makruh dalam proses penggunaannya.
4. Suatu sarana hukumnya mubah (diperbolehkan oleh syariat, tidak diperintahkan dan tidak dilarang), dalam hal ini pandangan para ahli ilmu ushul fiqh berbeda pendapat, ada yang memperbolehkan dan ada yang melarang.¹¹

Program *tracking* gerhana matahari berperan sebagai sarana yang tujuannya memudahkan memperkirakan waktu gerhana Matahari untuk pelaksanaan ibadah salat gerhana. Ketika waktu terjadinya gerhana Matahari telah dihitung menggunakan program *tracking* gerhana Matahari, maka dapat diperkirakan kapan waktu gerhana tersebut akan terjadi, sehingga hal tersebut memudahkan masyarakat untuk mempersiapkan ibadah salat gerhana.

Program ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi waktu terjadinya gerhana. Ini terbukti setelah dilakukan penelitian oleh penulis. Oleh karena itu, maka program ini boleh digunakan untuk menentukan pelaksanaan salat gerhana. Selain itu tidak ada syariat dalam Islam yang mengharamkan atau melarang mengenai penggunaan sarana tersebut dalam hal ini yaitu memperkirakan terjadinya gerhana Matahari menggunakan program *tracking* gerhana Matahari.

¹¹ Amir Syarifudin, *Ushul fiqh jilid II*, Jakarta : Logos Wacana Ilmu, 1997, hlm. 204

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis di atas maka terdapat beberapa kesimpulan dari penelitian ini.

1. Yang pertama, program *tracking* gerhana Matahari karya Muhammad Wasil memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memperkirakan waktu terjadinya gerhana Matahari dan tidak akurat dalam hal memperkirakan koordinat lokasi terjadinya gerhana. Hal ini berdasarkan penelitian setelah dilakukan perhitungan pada 4 fenomena gerhana yang berbeda. Hasil perhitungan Program *Tracking* Gerhana Matahari karya Muhammad Wasil memiliki selisih ketika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA. Dalam segi prediksi waktu pada kontak – kontak penting terjadinya gerhana Matahari memiliki perbedaan yang tidak berbeda jauh, yaitu bervariasi, hanya pada detiknya, berkisar mulai dari 1 detik hingga 15 detik. Sedangkan hasil perhitungan dari segi koordinat lokasi memiliki perbedaan hasil perhitungan hingga ke menitnya, yakni berkisar 1 menit hingga 10 menit. Itu artinya program *tracking* gerhana memiliki tingkat akurasi yang lebih akurat untuk memperkirakan waktu terjadinya gerhana

Matahari, daripada untuk memperkirakan koordinat lokasi jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA.

2. Yang kedua, secara pandangan hukum Islam penentuan salat gerhana dengan menggunakan program *tracking* gerhana Matahari karya Muhammad Wasil hukumnya *mubah*. Hal ini berdasarkan kaidah fiqh *al-wasa'ilu laha ahkamu al-maqasid*. Karena Program *Tracking Gerhana Matahari* ini merupakan sarana untuk memudahkan pelaksanaan ibadah salat gerhana yang memiliki tingkat keakurasian yang tinggi dalam memprediksi waktu terjadinya gerhana .

B. Saran

Hasil perhitungan Gerhana Matahari pada Program *Tracking Gerhana Matahari* sudah cukup akurat. Pengoperasian program ini juga cukup mudah dan praktis. Semoga saja program ini bisa lebih berkembang lagi dan menambah *feature* yang lain terkait dengan fenomena gerhana.

Bagi para pakar ilmu Falak hendaknya senantiasa melakukan penelitian terhadap kajian-kajian astronomis tidak hanya yang menyangkut arah kiblat, waktu salat, awal Bulan dan gerhana saja, agar khazanah keilmuan falak semakin luas dan berkembang serta dapat memberikan banyak manfaat bagi masyarakat.

C. Penutup

Puji sukur *alhamdulillah* penulis haturkan ke hadirat *Ilahi Rabbi*, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua elemen yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini. Penulis meyakini masih banyak kekurangan dalam karya tulis sederhana ini. Untuk itu dengan hati lapang penulis siap menerima kritik dan masukan dari para pembaca yang budiman. Terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

Admiranto, Gunawan. *Menjelajah Tata Surya*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius. 2009.

A Kadir. *Formula Baru Ilmu Falak*. Jakarta : AMZAH. 2012.

Arikunta, Suharismi. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Amika Cipta. 1996.

Abdullah bin Abdurrahman, *Minhajul Qowim*, Singapura: Haromain

Abdurrahman, Hafidz. *Ushul Fiqh "Membangun Paradigma Berpikir Tasyri'I"*, Bogor : Al-Azhar press. 2003.

Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Lab. Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM. 2012.

An-najjar, Zaghlul. *Pembuktian Sains dalam Sunnah Buku I*, Jakarta : Amzah. 2006.

Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Cet. XIII. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2012.

Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyah*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar. 2008.

Ghozali Muhammad Fathullah, Ahmad. *Irsyâd al- Murîd*, Madura: Lafal. 2005.

Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak*. Banyuwangi: Bismillah Publisher. 2012.

Harun, M. Yusuf. *Pengantar Ilmu Falak*, Banda Aceh : Yayasan Pena. 2008.

Hodijah, Siti. *Kajian Teoretis dan Komputasi Gerhana Matahari Total Menggunakan Software Matlab*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknollogi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. 2016.

Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Komala Grafika. 2006.

..... *Fiqh Hisab Rukyat*. Jakarta: Erlangga. 2007.

..... *Ilmu Falak Praktis*, Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra. 2012.

Jauhari, Tantowi. *Jawahir fi Tafsir al-Qur''an al-Karim*, juz 14, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu.

- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2008.
- *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta : Buana Pustaka. 2005.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*, cet I. Jakarta : Prenadamedia Grup. 2015.
- Maskufa. *Ilmu Falaq*, Jakarta : Gaung Persada Press. 2009.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm, First Edition*. Virginia: Willmann-Bell, Inc. 1991.
- *Elements of Solar Eclipse, 1951 – 2200*. Virginia : Willmann-Bell, Inc. 1989.
- Montornes, A. et al. *Implementation of The Bessel's Method for Solar Eclipses Prediction in The WRF-ARW model*. Jurnal Atmospheric Chemistry and Physics. 2016.
- Muhammad bin Ismail al-bukhari. *Sahih al-Bukhari Juz 1*, Beirut : Dar Su'ub.
- Nashirudin Al Albani, Muhammad. *Ringkasan Shahih Bukhari* cet. Ke-. Jakarta : Pustaka Azzam. 2014.
- Oriti, Ronald. A., dkk., *Introduction to Astronomy*. California: Glencoe Publishing co. Inc. 1977.
- Soewadji, Jusuf. *Pengantar Metodologi Penelitian*. Jakarta: Mitra Wacana Media. 2012.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. cet. X. Bandung: Alfabeta. 2010.
- Sugono (Pim.Red), Dendy. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta : Pusat Bahasa. 2008.
- Suprayogo, Imam dan Tobroni. *Metodologi Penelitian Sosial-Agama*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya. 2001.
- Shihab, Quraish. *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 4. Jakarta: Lentera Hati, 2001.
- *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 12. Jakarta: Lentera Hati. 2001.
- Shodiq, Jafar. *Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*. Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. 2016.
- Syarifudin, Amir. *Ushul fiqh jilid II*. Jakarta : Logos Wacana Ilmu, 1997.

Tyasyono, Bayong. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Roadakarya. 2009.

Warson Munawwir, Ahmad. *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*. cet XIV. Surabaya : Pustaka Progressif. 1997.

Wasil, Muhammad. *Metode Tracking Gerhana Matahari*. Pelatihan Seminar PWNU Kaderisasi Ulama Hisab di Surabaya, Jawa Timur. 2016.

Whahab Khallaf, Abdul. *Ilmu Ushul Fiqh*, Semarang : Dina Utama Semarang. 2014.

Yunus, Mahmud. *Kamus Arab – Indonesia*. cet VIII. Jakarta : PT. Hidakarya Agung. 1990.

Umam, Khotibul. *Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyâd al-Murîd*. Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. 2014.

Syarif, Muh. Rasywan. *Fiqh Astronomi Gerhana Matahari*, Tesis, Semarang : Program Pasca Sarjana UIN Walisongo. 2012.

Qardhawi, Yusuf. *Fiqh Maqashid Syari'ah*. Jakarta Timur : Pustaka al-Kautsar. 2006.

Internet :

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/moonfact.html>

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>

<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEdecade2011.html>.

<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>

<http://wikipedia.org>

<http://zuriahria.blogspot.com/2015/4/wasail-untuk-mencapai-maqasid.html>

Wawancara :

Wawancara dengan Muhammad Wasil di Gamping, Sleman pada tanggal 23 Desember 2018, pukul 10.47 WIB

Lampiran 1

Lembar Interview

Dalam Rangka Penelitian Skripsi

Studi Analisis Program Tracking Gerhana Matahari karya Muhamad Wasil

Narasumber : Muhammad Wasil

Alamat : Gamping, Sleman

1. Sejak kapan bapak mulai mengenal ilmu falak ?
Saya mulai mengenal ilmu falak ketika setelah lulus SMP melanjutkan studi di MA Nurul Islam Kriyan, sekaligus nyantri di pondok asuhan KH Noor Ahmad SS.
2. Dimana bapak belajar ilmu falak?
Saya belajar falak di Jepara, setelah lulus dari jepara saya melanjutkan ke wonosobo untuk belajar falak samapai tahun 1998 kalau tidak salah saya baru pulang ke rumah.
3. Apa alasan bapak belajar ilmu falak?
Jadi pada saat saya mondok di jepara itu ilmu falak merupakan hal yang wajib dipelajari. Dari situ lama kelamaan saya merasa tertarik untuk melanjutkan, saya juga pada saat itu bisa dikatakan suka dengan hitung-hitungan.
4. Apa yang melatar belakangi bapak membuat program tracking gerhana matahari?
Jadi gerhana matahari dengan gerhana bulan itu berbeda. Rumusnya saja lebih rumit gerhana matahari. Kalau gerhana bulan itu kan lebih simple dan mudah, asalkan wilayah tersebut masih malam hari maka wilayah tersebut bisa menyaksikan gerhana bulan. Berbeda dengan gerhana matahari. Gerhana matahari terjadi pada wilayah yang sempit, artinya tidak semua wilayah dapat menyaksikan gerhana matahari hanya wilayah-wilayah tertentu, dengan batasan-batasan. Ya kalau secara prinsipnya saya ingin menghadirkan perhitungan gerhana matahari lengkap dengan geometrinya, sehingga bisa ditelusuri.
5. Kenapa program ini diberi nama program tracking gerhana matahari?
Kenapa diberi nama tracking karena maksud saya tracking itu menyelisik atau menjejak, jadi *track record*, jadi progam ini menjejak setiap sekian detik ke detik, menit ke menitnya, jam ke jam, sesuai kondisi. Jadi rumus yang ada dalam program ini bukan rumus tunggal yang langsung menghasilkan dengan sekali perhitungan, namun perhitungan yang dilakukan berulang-ulang dari detik kedetik, menit ke menit dan jam ke jam.
6. Bagaimana awal mula program ini dibuat?

Untuk awal mula muncul gagasannya sendiri itu sekitar 2006 saya sudah bikin oret-oretan sendiri untuk metode ini, namun pada saat itu terbatasnya bahan referensi – referensi. Jadi untuk mencari data ephemeris yang sesuai yang saya butuhkan untuk saya olah saat itu sangat sulit sekali. Sempat saat itu menemukan ephemeris yang *low accuracy* saya lupa namanya yang saya gunakan dan menghasilkan hasil yang tidak akurat. Namun saya yakin jika menggunakan ephemeris yang *high accuracy* maka akan dapat menghasilkan hasil yang tidak jauh dengan hasil perhitungan NASA. Kemudian saya menantang teman-teman saya di grup diskusi falak di facebook untuk menyusun algoritma gerhana matahari. Pada akhirnya program

7. Bagaimana awal mula bapak menyusun algoritma gerhana matahari ini?

Awal mulanya saya menggambarkan konsep geometri posisi benda langit ketika terjadi gerhana matahari. Dari situ baru disusun rumusnya dan mencari data – data yang dibutuhkan dari ephemeris.

8. Siapa saja orang – orang yang terlibat dalam pembuatan program tracking gerhana matahari?

Teman saya Muhammad sahlam rosady dari wonosobo, Gus Ahmad Rifa’I, dan Ustadz Ali mustofa.

9. Apakah ada kendala yang dialami bapak dalam pembuatan program tracking gerhana matahari?

Kendalanya yaitu terbatasnya bahan referensi-referensi seperti ephemeris yang saat itu sangat sulit dicari yang sesuai dengan kebutuhan saya untuk saya olah. Dan akhirnya saya mendapatkan data ephemeris dari sahabat saya di grup pembelajaran falak di facebook Muhammad sahlam rosady yang saya kira cocok dan dapat saya gunakan dengan tingkat akurasi *high accuracy*.

10. Bagaimana metode hisab yang dipakai dalam program tracking gerhana matahari?

Metode hisab yang digunakan yaitu menghitung berdasarkan geometri posisi benda langit, dimana perhitungan tersebut dilakukan secara berulang-ulang pada setiap detik ke detik, menit ke menit, jam ke jam.

11. Apa kelebihan dari program tracking gerhana matahari?

Dengan metode perhitungan seperti ini kita bisa mengetahui wilayah mana saja yang terjadi gerhana. Wilayah mana saja yang dilalui gerhana. Kita juga bisa mengetahui secara detail waktu kontak kontakannya hingga hitungan detiknya.

12. Menurut bapak ada tidak kekurangan atau kelemahan dari program tracking gerhana matahari ini?

Untuk kelemahan mungkin metode ini memang harus dilakukan dengan bantuan alat hitung karena memang proses perhitungannya yang dilakukan berkali – kali dari detik ke detik, menit ke menit, dan jam ke jam. Jika metode ini dilakukan secara manual mungkin hampir mustahil dan tidak memungkinkan.

13. Apa harapan bapak terhadap program tracking gerhana matahari ini?

Harapan saya semoga program ini bermanfaat, silahkan bisa dikoreksi atau ditambahi bisa kita diskusikan bersama. Kemudian untuk fitur petanya juga saya kira belum bisa seperti NASA, sehingga saya harap ada yang mengembangkan program ini supaya lebih baik.

Lampiran



Gambar : Foto penulis dengan narasumber Muhammad wasil. Sleman, 23 Desember 2018

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Farih al Husna
Tempat Tanggal Lahir : Semarang, 14 Januari 1995
No. HP : 082242300324
Email : farih.alhusna@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum kawin
Alamat : jalan kliwonan timur Rt: 01 Rw: 07 Tambakaji
Ngaliyan Kota Semarang 50185.

Pendidikan Formal :

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. SD Negeri 4 tambakaji semarang | Lulus Tahun 2007 |
| 2. SMP Negeri 18 Semarang | Lulus Tahun 2010 |
| 3. SMA Negeri 6 Semarang | Lulus Tahun 2013 |

Pendidikan Non-Formal :

1. -

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 Juli 2019

Penulis

Muhammad Farih A