

**UJI AKURASI MIZUN (MIZWALA-SUNDIAL)
DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT
ZUHUR DAN ASAR**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh:

Faizatuz Zulfa
1602046106

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2020**

Drs. H. Mohamad Solek, M.A.

Jl. Segaran Baru Rt/Rw 4/XI

Kelurahan Purwoyoso, Kecamatan Ngaliyan

Kota Semarang 50185

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Faizatuz Zulfa

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Faizatuz Zulfa

NIM : 1602046106

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Uji Akurasi Mizun (Mizwala-Sundial) Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar**

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

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Desember 2020
Pembimbing I,



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

Ahmad Munif, M.SI.

Desa Suko Legok

Kec. Sukodono Kab. Sidoarjo

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Faizatuz Zulfa

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Faizatuz Zulfa

NIM : 1602046106

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Uji Akurasi Mizun (Mizwala-Sundial) Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar**

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

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Desember 2020
Pembimbing II,



Ahmad Munif, M.SI.

NIP. 198603062015031006



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan : Jl. Prof. DR. HAMKA Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 3601251, 3624693 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-192/Un.10.1/D.1/PP.00.9/1/2021

Pimpinan Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang menerangkan bahwa skripsi Saucara,

Nama : Faizatul Zulfah
NIM : 1602046106
Judul Skripsi : Uji Akurasi Mizan (Mizwala-Sundial) Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur Dan Asar
Pembimbing 1 : Drs. H. Mohamad Solek, M.A.
Pembimbing 2 : Ahmad Munif, M.S.I

Telah dimunaqasahkan pada tanggal 30 Desember 2020 oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum yang terdiri dari :

Pengaji I / Ketua Sidang : Dr. H. Ja'far Baehaqi, S.Ag., M.H.
Pengaji II / Sekretaris Sidang : Drs. H. Mohamad Solek, M.A.
Pengaji III : Drs. H. Abu Hapsin, M.A., Ph.D.
Pengaji IV : H. Tolkah, M.A.

dan dinyatakan LULUS serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I (S.I) pada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik
& Kelembagaan

Dr. H. Ali Imron, SH., M.Ag.

Semarang, 13 Januari 2021
Ketua Program Studi,

Mub. Khasan, M. Ag.

MOTTO

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ فِيمَا وَقَعْتُمْ وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا
أَطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا



“Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian apabila kamu telah merasa aman, Maka dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”

(Q.S. 4 [An-Nisa’]: 103)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua

Alm. Bapak Munandar dan Ibu Ro'sun Nur Rosikin

Yang senantiasa memberikan cinta dan kasih sayangnya, mendoakan dan mendukung tiap langkah penulis sedari kecil hingga sekarang ini. Walaupun kini Bapak telah tiada, semoga nilai-nilai kehidupan yang Bapak ajarkan bisa diamalkan oleh penulis.

Satu-satunya Kakak Tercinta:

Ahmad Hamim Rofiqi

Terimakasih adik sampaikan kepada kakak, yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya

Pondok Pesantren Al-Islam Joresan, Ponorogo

Sebagai tempat bernaung bagi penulis untuk menimba ilmu. Yang telah menghantarkan penulis hingga jenjang perguruan tinggi saat ini

Seluruh Keluarga dan Guru Penulis

Yang selalu mendoakan dan memberikan dorongannya agar apa yang menjadi cita-cita penulis dapat tercapai. Semoga Allah senantiasa memberikan rahmat-Nya kepada mereka semua

DEKLARASI

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

Semarang, 20 Desember 2020

Deklarator,



Faizatuz Zulfa

NIM: 1602046106

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Ş	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ĥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Za</i>	Ž	Zet (dengan titik

			di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye
ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (degan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'Ain</i>	' _	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em

ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We
هـ	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	—'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	<i>Fathah</i>	A	A
◌ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
◌ُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

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

Tanda	Nama	Hurf Latin	Nama
-------	------	------------	------

يَّ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>ya</i>	Ai	A dan I
وَّ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

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

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا ... َ	<i>Fathah</i> dan <i>alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي ... ِ	<i>Kasrah</i> dan <i>ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و ... ُ	<i>Dammah</i> dan <i>wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. Ta Marbūṭah

Transliterasi untuk *ta Marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta Marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *fathah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan literasi [t]. Sedangkan *ta Marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (◌◌), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ﻱ) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌◌), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma'rifah* (ﻻ). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiyah maupun qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (‘) hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia

tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. *Lafz al-Jalālah* (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jar* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *mudāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalālah* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenal ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf capital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Mizun adalah instrumen falak non optik yang merupakan hasil modifikasi dua instrumen yaitu Mizwala dan Sundial. Alat ini bisa menunjukkan awal waktu salat Zuhur dan Asar, karena pada bidang dialnya terdapat kurva dan analema sebagai penunjuk kedua awal waktu salat tersebut. Sebagai hasil inovasi yang cukup baru untuk menunjukkan waktu, maka fungsi dari alat ini harus berjalan baik, sehingga dapat digunakan dalam membantu melaksanakan ibadah khususnya salat.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan penelitian tentang bagaimana pengaplikasian *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar. Kedua, bagaimana tingkat keakuratan *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan kajian penelitian yang bersifat lapangan (*field research*). Sumber datanya berupa sumber data primer dan sekunder. Kemudian penulis analisis dengan metode analisis deskriptif dan komparatif, yaitu menggambarkan hasil penelitian dari penggunaan *Mizun* di lapangan yang dikomparasikan dengan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris yang tingkat keakurasiannya lebih signifikan.

Dari penelitian tersebut, diperoleh dua temuan. Pertama, bahwa penggunaan *Mizun* meletakkannya di tempat yang terkena sinar Matahari ke arah utara sejati. Awal waktu Zuhur dan Asar ditandai dengan menyentuhnya bayangan gnomon pada kurva waktu salat tersebut. Kedua, alat ini cukup akurat untuk menunjukkan waktu salat dengan selisih maksimal 3 menit dengan hasil perhitungan menggunakan Ephemeris. Adapun panjang bayangan yang dihasilkan *Mizun* dan hasil perhitungan, untuk awal waktu Zuhur selisih antara 0,01 cm – 0,18 cm. Adapun panjang bayangan untuk waktu Asar berkisar antara 0,01 cm – 0,15 cm. Selisih ini masih dalam batas wajar.
Kata Kunci: *Mizun*, bayangan Matahari, waktu Zuhur dan Asar

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur tiada terputus penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan dengan baik tugas akhir Strata 1 yang berupa skripsi dengan judul: **“Uji Akurasi Mizun (Mizwala-Sundial) dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar”** dengan segala kemudahan yang diberikan-Nya.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW pembawa syafaat serta motivator bagi umatnya hingga hari akhir kelak. Semoga di hari akhir kelak kita diakui sebagai umatnya dan ditempatkan di surga Allah. Tidak lupa juga kepada keluarga Nabi, para Sahabat, Tabi'in, dan Ulama pewaris para Nabi.

Penulis menyadari, bahwa tanpa bantuan semua pihak penulis tidak akan dapat menyelesaikan dengan baik skripsi ini. Maka dari itu, penulis sampaikan terima kasih dengan segala kerendahan hati dan hormat kepada:

1. Drs. H. Moh. Solek, MA dan Ahmad Munif, M.S.I, selaku pembimbing I dan pembimbing II penulis dalam penyusunan skripsi ini, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kementerian Agama RI, Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren atas beasiswa PBSB (Program Beasiswa Santri Berprestasi) yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.

3. Kedua orang tua penulis Bapak Munandar (alm) dan Ibu Ro'sun Nur Rosikin, serta segenap keluarga atas do'a, dukungan, dan kasih sayang yang tak dapat penulis uraikan dengan kata-kata.
4. Prof. Dr. H. Imam Taufiq M.Ag, Rektor UIN Walisongo Semarang yang selalu memberikan semangat kepada mahasiswanya untuk selalu belajar untuk bekal di kemudian hari.
5. Dr. KH. Mohammad Arja Imroni, M.Ag, Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, beserta Wakil Dekan I, Wakil Dekan II, dan Wakil Dekan III, beserta para stafnya yang telah memberikan izin dan memberikan fasilitas selama masa perkuliahan.
6. Drs. H. Maksun, M.Ag, Pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang sejak pertama penulis kuliah hingga akhir tahun, yang telah mengayomi dan menjadi orang tua penulis selama di Semarang.
7. Moh. Hasan, M.Ag, Ketua Jurusan Ilmu Falak sekaligus Pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang beserta seluruh jajarannya, yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Moh. Arifin selaku wali dosen penulis, yang telah memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh Dosen Fakultas Syariah dan Hukum khususnya dan Dosen UIN Walisongo Semarang secara umum. Terima

kasih atas ilmu dan pemahaman yang diberikan, semoga menjadi amal jariyah bagi para guru kami.

10. Arjuna Hiqmah Lubis, Pencipta Mizun (Mizwala-Sundial) yang telah memberikan wawasan dan pemahaman kepada penulis dalam penelitian ini.
11. Keluarga besar Pondok Pesantren “Al-Islam” Joresan Mlarak Ponorogo, segenap pimpinan, pengasuh, dan *asatidz* yang dengan sabar memberikan ilmu dan arahnya, mengajarkan pentingnya berilmu dan berakhlakil karimah kepada penulis,
12. Keluarga besar YPMI Al-Firdaus Semarang, khususnya Drs. KH. Ali Munir selaku pengasuh, dan segenap *asatidz*. Terima kasih atas bimbingan dan pembelajaran berharganya.
13. Keluarga besar CSSMoRA (*Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs*) UIN Walisongo Semarang sebagai tempat berlatih organisasi, begitu banyak ilmu dan pengalaman yang penulis dapatkan, serta kepada keluarga CSSMoRA Nasional.
14. Teman-teman CONJURING 10 yang datang dari berbagai penjuru Indonesia: Ali, Akmal, Ayu, Khoir, Anisa, Mundhir, Irkham, Lauha, Risa, Alif, Ulum, Triyatno, Fifi, Fajar, Bayan, Hari, Yadi, Zaidul, Husnul, Febri, Kurnia, Alda, Sobri, Fajrul. Terima kasih atas kebersamaannya, saling berbagi suka maupun duka.
15. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo Semarang.

Ucapan terima kasih tidak cukup untuk membalas semua kebaikan, bantuan, serta dukungan dari para pihak yang telah

penulis sebutkan di atas. Hanya doa yang bisa penulis berikan, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, lantaran kekurangan dan keterbatasan penulis. Penulis sangat berharap kritik dan saran konstruktif sebagai bekal untuk kedepannya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi penulis dan pembaca, Amin.

Semarang, 21 Desember 2020

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faizatuz Zulfa', with a horizontal line underneath the name.

Faizatuz Zulfa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERSETUJUAN PEMBIMBING I	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING II	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
DEKLARASI	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI	vii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Kajian Pustaka	7

F. Metode Penelitian	10
G. Sistematika Penulisan	15

BAB II: GAMBARAN UMUM AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASAR

A. Definisi Salat	17
B. Dasar Hukum Waktu Salat	19
C. Kedudukan Matahari sebagai Penentu Waktu	26
D. Kajian Awal Zuhur dan Asar dalam Perspektif Astronomis dan Pandangan Ulama	29
E. Konsep Perhitungan Awal Waktu Salat	34

BAB III: PENGAPLIKASIAN MIZUN DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU ZUHUR DAN ASAR

A. Biografi Arjuna Hiqmah Lubis	43
1. Latar Belakang Arjuna Hiqmah Lubis	43
2. Pendidikan Arjuna Hiqmah Lubis	44
3. Pengalaman Organisasi Arjuna Hiqmah Lubis	45
4. Karya-karya Arjuna Hiqmah Lubis	46
B. Gambaran Umum <i>Mizun</i>	48
1. Pengertian <i>Mizun</i>	48
2. Komponen-komponen <i>Mizun</i>	50
3. Fungsi <i>Mizun</i>	53
C. Penentuan Waktu Zuhur dan Asar Menggunakan <i>Mizun</i>	58

BAB IV: UJI AKURASI MIZUN DALAM MENENTUKAN AWAL WAKTU ZUHUR DAN ASAR

- A. Analisis Penentuan Awal Waktu Zuhur dan Asar Menggunakan *Mizun*63
- B. Analisis Akurasi *Mizun* Dalam Menentukan Awal Waktu Zuhur dan Asar69

BAB V: PENUTUP

- A. Kesimpulan84
- B. Saran85
- C. Penutup86

DAFTAR PUSTAKA87

LAMPIRAN93

DAFTAR RIWAYAT HIDUP119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1: Gambar <i>Mizun</i> (Mizwala Sundial).....	3
Gambar 2.1: Ilustrasi Gerak Harian Matahari	26
Gambar 3.1: Gambar bidang level <i>Mizun</i>	51
Gambar 3.2: Gambar bidang dial <i>Mizun</i>	51
Gambar 3.3: Gambar tripod <i>Mizun</i>	52
Gambar 3.4: Gambar gonomon	53
Gambar 3.5: Gambar <i>rule</i> (penggaris) pada <i>Mizun</i>	53
Gambar 4.1: Ilustrasi bayangan waktu Asar saat kulminasi tidak memiliki bayangan.....	67
Gambar 4.2: Ilustrasi bayangan Asar ketika Matahari berkulminasi memiliki bayangan.....	67
Gambar 4.3: Gambar Kurva Zuhur.....	78
Gambar 4.4 : Gambar Kurva Asar	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Rumus Mencari Azimuth Matahari	60
Tabel 3.2 : Rumus Mencari <i>Mizwah</i> (Bayangan)	60
Tabel 4.1: Data <i>Equation of Time</i>	70
Tabel 4.2: Data Deklinasi Matahari	71
Tabel 4.3: Awal Waktu Zuhur	74
Tabel 4.4: Tabel Awal Waktu Asar	75
Tabel 4.5: Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur	76
Tabel 4.6: Tabel Panjang Bayangan Awal Waktu Asar.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu falak di era modern ini tiada lain merupakan hasil dari pengamatan orang-orang kuno terdahulu terhadap peredaran benda-benda langit dan alam raya ini. Berangkat dari hal kecil yang dilakukan terkait pengamatan peredaran benda-benda langit, kemudian dicatat, dan dikembangkan hingga akhirnya memunculkan ide baru untuk membuat suatu instrumen atau alat yang fungsinya untuk membantu mempermudah dalam pengamatan seperti terciptanya sundial (jam Matahari), rubu' mujayyab, astrolabe, dan sebagainya.

Kata instrumen dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* berarti alat yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu, seperti alat yang dipakai oleh pekerja teknik, alat-alat kedokteran, optik, dan kimia); perkakas.¹ Jika dikaitkan dengan ilmu falak, instrumen adalah suatu alat yang digunakan dalam kegiatan observasi maupun pengamatan, seperti dalam pengukuran arah kiblat, alat bantu saat *rakyat al-hilal*, alat bantu dalam pengamatan gerhana bulan maupun gerhana Matahari, dan sebagai petunjuk waktu salat.

Berdasarkan cara kerjanya, instrumen falak bisa dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu instrumen optik,

¹ Tim penyusun, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, KBBI V 0.4.0 Beta (40), (Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2016-2020), Lihat di kbbi.kemdikbud.go.id

instrumen non-optik, dan instrumen *software*. Instrumen optik merupakan suatu alat yang menggunakan cermin maupun lensa dengan melakukan pembiasan cahaya. Diantara alat optik tersebut adalah theodolit, kamera DSLR, teleskop, binokuler, dan sebagainya. Kemudian instrumen non-optik adalah suatu alat yang cara kerjanya tidak memerlukan cermin maupun lensa, seperti Astrolabe, Sundial, Mizwala, Istiwaaini, dan sebagainya. Sementara jenis instrumen falak yang ketiga adalah instrumen *software*, yaitu suatu aplikasi pemrograman yang khusus dibuat untuk membantu perhitungan ataupun pengamatan dalam ilmu falak, seperti *Qibla Locator*, Google Earth, Stellarium, dan sebagainya.²

Sampai saat ini, instrumen-instrumen falak terus dikembangkan oleh pegiat falak, baik itu instrumen modern maupun tradisional. Hal ini dilakukan untuk bisa menambah khazanah keilmuan terutama bidang ilmu falak dengan instrumen-instrumen yang semakin beraneka ragam Mahasiswa lulusan prodi Ilmu Falak program pascasarjana UIN Walisongo Semarang tahun 2019, Arjuna Hiqmah Lubis menemukan gagasan baru untuk memodifikasi instrumen falak non optik yaitu Sundial dan Mizwala yang ia gabung menjadi satu instrumen saja dengan nama **MIZUN**. Tentu saja alat ini memiliki banyak fungsi karena merupakan gabungan dari dua instrumen klasik.

Gambar 1.1: Gambar *Mizun* (Mizwala Sundial)

² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* (Depok: Rajawali Pers, 2017), 19-20



Tujuan dibuatnya *Mizun* adalah untuk mengumpulkan fungsi-fungsi yang terdapat pada instrumen klasik dengan memanfaatkan sinar Matahari menjadi satu alat saja, yang mana pembuat alat ini menyebutnya dengan *six in one* (enam fungsi dalam satu alat). Jika dibandingkan dengan instrumen yang lain, alat ini sangat praktis dan komplit. Dalam proses pembuatannya, alat ini membutuhkan waktu yang sangat lama dan membutuhkan kreatifitas, karena dalam menyusun kurva-kurva dan menentukan warna-warnanya dipilih sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk menggunakannya. Alat ini hanya bisa dipakai untuk satu lintang saja, karena tiap lintang akan membentuk garis analema yang berbeda. Adapun fungsi alat ini antara lain:

1. Menentukan arah kiblat
2. Menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar
3. Menentukan deklinasi Matahari dan *equation of time* (perata waktu)
4. Menentukan waktu Matahari hakiki
5. Menentukan waktu daerah
6. Menentukan radius derajat dan radius sentimeter.

Mizun pertama kali dibuat pada tahun 2019, dan didistribusikan ke pegiat Falak. Hingga sekarang, alat ini

sudah didistribusikan sampai ke Malaysia. Mengingat bahwa alat tersebut sudah didistribusikan hingga ke luar negeri dan multifungsi, maka dalam penelitian ini penulis tertarik untuk membahas *Mizun* yang berkaitan dengan fungsinya dalam menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar. Terkait penggunaan *Mizun* dalam menentukan kedua awal waktu salat tersebut, alat ini hanya bisa digunakan ketika Matahari dalam kondisi bersinar terang, yang mana jatuhnya bayangan gnomon ke bidang dial menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan saat pengamatan berlangsung.

Dalam penentuan waktu salat, data terpenting untuk dipersiapkan adalah posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian atau jarak zenith. Adapun fenomena yang diamati adalah posisi Matahari pada saat fajar, terbit, melintasi meridian³, terbenam, dan senja. Dalam hal ini ilmu falak berperan sebagai penafsir terhadap fenomena-fenomena yang disebutkan di ayat Al-Quran maupun Al-Hadits, yang teraplikasikan dalam berbagai bentuk rumus matematis.⁴

Saat pengamatan atau observasi masuknya awal waktu salat, yang menjadi fokusnya adalah dengan melihat atau mengamati kedudukan Matahari. Maksud dari mengamati kedudukan Matahari disini adalah titik pusat Matahari. Saat berkulminasi⁵, titik pusat Matahari tepat berada di meridian, sehingga poros bayang-bayang sebuah benda yang didirikan

³ Yaitu lingkaran besar langit yang menghubungkan utara dan selatan. Lihat Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: UGM, 2012), 84.

⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika Penentuan Awal Bulan Diskursus antara Hisab dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014), 11-12

⁵ Kulminasi yaitu matahari berada di posisi meridian. Lihat Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), 86

tegak lurus pada bidang dataran Bumi membuat sudut siku-siku dengan garis timur-barat.⁶ Pada saat Matahari berkulminasi atas (tengah hari), sudut waktunya = 0° . Ketika Matahari turun bergeser ke Barat pada sore hari) sudut waktu akan semakin besar sampai maksimum berada pada kulminasi bawah saat tengah malam = 180° .⁷

Terciptanya Mizwala-Sundial (*Mizun*) selain merupakan gabungan dari dua instrumen klasik falak yang mempunyai berbagai jenis fungsi, *Mizun* ini mempunyai ciri khas atau kekhasan tersendiri dibandingkan dengan instrumen falak lainnya. Berdasarkan penelusuran penulis, belum ada alat falak yang mencantumkan kurva analema untuk waktu salat Zuhur dan Asar. Hal itulah yang menjadi pembeda antara *Mizun* dengan alat falak lainnya. Dengan alat ini, pengamat bisa langsung mengetahui waktu masuknya awal waktu salat Zuhur dan Asar dengan bantuan sinar Matahari yaitu dengan melihat bayangan gnomon yang jatuh ke bidang dial, tepatnya pada kurva kedua waktu salat tersebut.

Terkait penelitian yang akan dilakukan, penulis akan fokus untuk mengamati panjang bayangan yang dihasilkan oleh gnomon pada bidang dial *Mizun* pada saat awal waktu salat Zuhur dan Asar, karena sebagaimana telah diketahui bahwa pada bidang dial alat ini terdapat kurva-kurva dan analema yang menunjukkan waktu daerah maupun waktu hakiki. Terkait dengan latar belakang tersebut, penulis akan

⁶ Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Liberty, 1983), 23.

⁷ Dini Rahmadani, "Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat: Tinjauan Parameter dan Algoritma", *Jurnal Al-Marshad*, Desember 2018.

melakukan penelitian dan mengkaji lebih lanjut terhadap metode penggunaan *Mizun* dan menganalisis fungsi-fungsi alat ini secara keseluruhan untuk mengetahui akurat atau tidaknya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaplikasian *Mizun* untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar ?
2. Bagaimana tingkat keakuratan *Mizun* dalam menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar ?

C. Tujuan Penelitian

Memperhatikan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaplikasian *Mizun* untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar.
2. Mengetahui keakuratan *Mizun* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Mengetahui cara menggunakan *Mizun* untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar.
2. Menambah dan memperkaya khazanah keilmuan umat Islam terutama masyarakat Indonesia tentang modifikasi instrumen falak non optik yang multifungsi yaitu *Mizun*.
3. Bagi kalangan akademisi, dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber informasi ilmiah guna melakukan kajian yang lebih mendalam terkait keakurasian Mizun.

E. Kajian Pustaka

Kajian pustaka berfungsi untuk mendukung penelitian dengan kajian ulang secara mendalam terhadap literatur yang ada relevansinya dengan topik penelitian. Disamping itu, kajian pustaka berfungsi untuk mendapatkan informasi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan diteliti, sehingga tidak terjadi kesamaan penelitian yang dikaji. Sejauh penelusuran penulis terdapat beberapa penelitian terdahulu yang ada kaitannya dengan penelitian yang diangkat.

Pertama, Skripsi karya Endang Ratna Sari yang berjudul “*Studi Analisis Jam Bencet karya Kiai Misbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat*”. Dalam penelitian ini jam bencet selain digunakan untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar, bisa difungsikan juga untuk menentukan waktu salat Magrib, Isya, dan Subuh yaitu dengan menggunakan pedoman rubu’ mujayyab, yang mana keakurasiannya tergantung pada orang yang menghitung (hasib). Jam bencet karya Kiai Misbachul Munir ini berlaku untuk semua lintang tempat. Setelah dikomparasikan dengan perhitungan yang kontemporer, hasilnya menunjukkan bahwa untuk waktu Zuhur dan Asar masih terbilang cukup akurat, karena memang patokannya dengan bantuan sinar Matahari. Sementara untuk tiga waktu salat yaitu Magrib, Isya, dan Subuh hasilnya tidak akurat, karena hanya menggunakan grafik yang sifatnya adalah perkiraan.⁸

⁸Endang Ratna Sari, “Studi Analisis Jam Bencet karya Kiai Misbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2012).

Kedua, Skripsi yang ditulis oleh Rini Listianingsih dengan judul “*Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali dalam Penentuan Titik Koordinat suatu tempat*”. Istiwaaini merupakan satu instrumen falak non optik yang terbuat akrilik. Fokus penelitian ini adalah fungsi Istiwa’aini untuk menentukan titik koordinat bumi. Penulis menggunakan sistem GPS sebagai standar acuan keakurasian Istiwaaini. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa data yang dihasilkan dari Istiwaaini untuk menunjukkan suatu koordinat lintang dan bujur masih cukup akurat, dan jika diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat, nilai azimuthnya hanya mempunyai selisih sedikit, masih dalam batasan yang wajar. Sehingga alat ini bisa dijadikan alternatif dalam penentuan titik koordinat tempat.⁹

Ketiga, Skripsi Nur Rohmah yang berjudul “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur dan Asar*”. Dalam penelitian ini disebutkan bahwa untuuk mengetahui panjang bayangan awal waktu Zuhur dan Asar dengan menggunakan *plate* dan *rule*. Hasil panjang bayangan menggunakan Astrolabe RHI dengan menggunakan Mizwala sebagai tolak ukurnya terdapat selisih antara 0,1 cm sampai 0,8 cm. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa semakin besar diameter astrolabe RHI, maka interval derajat

⁹ Rini Listianingsih, “Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali dalam Penentuan Titik Koordinat suatu tempat”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2017).

pada skala astrolabe RHI akan semakin mudah untuk dibaca pada tiap derajat, menit, dan detiknya.¹⁰

Keempat, Skripsi Muhammad Himmatur Riza dengan judul “*Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa*”. Dalam penelitian tersebut, penulis menyebutkan tentang macam-macam Sundial dan cara penggunaan Sundial Horizontal untuk menentukan penanggalan Jawa Pranata Mangsa. Sebelumnya penulis menyebutkan bahwa para petani yang ingin mengetahui kapan masuk awal mangsa, mereka hanya menggunakan pecak kaki. Melihat metode yang seperti itu, menurut penulis kuranglah tepat untuk dipraktikkan, sehingga digunakanlah Sundial Horizontal untuk mengatasi problem tersebut. Setelah dilakukan uji coba terhadap Sundial ini, hasilnya lebih akurat dibandingkan menggunakan pecak kaki seseorang.¹¹

Kelima, Skripsi Siti Lailatul Farichah yang berjudul “*Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar*”. Sextant merupakan alat navigasi yang digunakan untuk mencari tinggi Matahari yang memanfaatkan cahaya Matahari, yang metode kerjanya adalah dengan membaca langsung busur derajat dan busur menit yang ada di *Sextant*. Dalam penelitiannya, penulis mengkomparasikan *Sextant* dengan theodolite yang selama ini dianggap sebagai alat yang

¹⁰ Nur Rohmah, “Astrolabe RHI dalam Menentukan Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur dan Asar”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2017).

¹¹ Muhammad Himmatur Riza, “Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2018).

akurat oleh para pegiat Falak. Setelah dilakukan pengamatan, hasilnya menunjukkan bahwa *Sextant* masih dibidang cukup akurat, karena hanya menghasilkan selisih tidak sampai satu derajat dengan theodolite.¹²

Penelitian-penelitian terdahulu yang tersebut diatas, membahas berbagai macam instrumen falak dengan masing-masing fungsinya. Namun sejauh penelusuran penulis, belum ada penelitian yang membahas tentang instrumen falak bernama *Mizun* “Mizwala-Sundial”. Dalam penelitian ini penulis berusaha mengupas tentang *Mizun*, terutama mengkaji keakurasiannya dalam menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penulisan sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif, yaitu metode penelitian yang sistematis yang digunakan untuk mengkaji atau meneliti suatu objek pada latar alamiah tanpa manipulasi di dalamnya dan tanpa ada pengujian hipotesis, dengan metode-metode yang alamiah ketika hasil penelitian yang diharapkan bukanlah generalisasi berdasarkan ukuran-ukuran kuantitas, namun makna dari segi fenomena yang diamati.¹³

¹² Siti Lailatul Farichah, “Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2018).

¹³ Andi Prastowo, *Metode Penelitian Kualitatif dalam Perspektif Rancangan Penelitian*, (Jogjakarta: Ar-Ruzz Media, 2016), 24.

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian lapangan (*field research*) yaitu penelitian yang dilakukan di lapangan atau dalam masyarakat. Sehingga data yang diambil atau dikumpulkan berasal dari lapangan. Dalam hal ini, penulis menggunakan *Mizun* (Mizwala-Sundial) sebagai salah satu instrumen Falak non optik untuk mengumpulkan data-data di lapangan, untuk menguraikan secara mendalam terkait inovasi modifikasi instrumen klasik bernama *Mizun*, terutama dalam hal penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar.

2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian adalah subyek asal data dapat diperoleh. Sumber data digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Untuk penelitian ini sumber data yang digunakan ada dua macam yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli (tidak melalui perantara). Sumber penelitian primer diperoleh peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian.¹⁴ Data primer dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari hasil observasi menggunakan *Mizun* secara langsung untuk penentuan awal waktu salat Zuhur dan

¹⁴ Etta Mamang Sangadji dan Sopiah, *Metodologi Penelitian-Pendekatan Praktis dalam Penelitian*, (Yogyakarta: ANDI Offset, 2010), 171.

Asar. Selain itu, data primer juga didapat dari hasil wawancara dengan pembuat *Mizun*.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh peneliti dari objek penelitian. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari buku-buku yang membahas tentang instrumen Falak non optik, seperti buku *Perangkat Rukyat Non Optik (Kajian terhadap Model Penggunaan dan Akurasinya)* yang merupakan karya Ahmad Syifaul Anam, buku *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan* karya Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, buku *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* karya Siti Tatmainul Qulub. Selain itu, data sekunder juga didapat dari buku tentang Astronomi dan Ilmu Falak yang membahas waktu salat, seperti buku *Ilmu Falak 1* karya Slamet Hambali, buku *Ilmu Falak Praktis* karya Ahmad Izzuddin, buku *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik* karya Muhyiddin Khazin, serta buku-buku lainnya yang menunjang penelitian ini.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses mulai dari persiapan peneliti untuk masuk ke situs penelitian hingga melakukan aktivitas pengambilan data.¹⁵ Untuk memperoleh data-data dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

¹⁵ Asfi Manzilati, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Malang: UB Press, 2017), 62.

a. Observasi

Observasi merupakan metode yang digunakan untuk mencari data dengan melakukan pengamatan terhadap alat untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan fakta yang terjadi di lapangan. Dalam penelitian ini, akan digunakan *Mizun* di lapangan untuk mengamati panjang bayangan waktu Zuhur dan Asar yang dihasilkan oleh gnomon pada bidang dial *Mizun* untuk mengetahui masuknya kedua waktu salat tersebut. Kemudian hasil yang diperoleh akan dicocokkan dengan data hisab yang akurat yaitu menggunakan data perhitungan Ephemeris.

b. Wawancara

Wawancara atau *interview* adalah percakapan dengan maksud tertentu yang dilakukan oleh pewawancara (*interviewer*) dengan narasumber (*interviewee*).¹⁶ Suatu wawancara dapat dilakukan secara langsung (bertatap muka) maupun tidak langsung, yaitu dengan perantara media tertentu misalnya email atau sosial media lainnya dalam rangka mendapat informasi narasumber.¹⁷ Dalam teknik wawancara ini penulis melakukan wawancara secara tidak langsung kepada Arjuna Hiqmah Lubis selaku pembuat *Mizun* (Mizwala-Sundial).

¹⁶ Haris Herdiansyah, *Metodologi Penelitian Kualitatif untuk Ilmu-ilmu Sosial*, (Jakarta: Salemba Humanika, 2012), 118.

¹⁷ Bagong Suyanto, *Metode Penelitian Sosial*, (Jakarta: Kencana, 2005), 69.

Pada penelitian ini, penulis melakukan wawancara secara tidak terstruktur yang sifatnya lebih luwes dan terbuka. Yaitu wawancara yang dilakukan secara alamiah untuk menggali ide dan gagasan informan secara terbuka dan tidak menggunakan pedoman wawancara. Pertanyaan yang diajukan bersifat fleksibel, tidak menyimpang tujuan dari wawancara yang telah ditetapkan.¹⁸

c. Dokumentasi

Dokumentasi berasal dari kata dokumen yang merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu, bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang.¹⁹ Dokumentasi dalam penelitian ini berupa buku *Perangkat Rukyat Non Optik*, buku *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, dan buku *Ilmu Falak* karya Abdur Rachim dan buku-buku yang membahas mengenai panjang bayangan dan masuknya waktu salat Zuhur dan Asar. Teknik dokumentasi ini juga dilakukan dengan cara mengambil gambar ketika praktik mengamati panjang bayangan awal waktu salat Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun* sebagai bukti telah melakukan penelitian.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil

¹⁸ Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*, (Jakarta: PT Bumi Aksara, 2013), 162.

¹⁹Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2012), 82.

catatan lapangan, observasi, dan dokumentasi dengan cara menjabarkan dan membuat suatu kesimpulan yang dapat dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.²⁰ Penulis menggunakan metode analisis deskriptif dan metode analisis komparatif. Kedua metode ini digunakan untuk menggambarkan penggunaan *Mizun* dalam menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar serta mendapat hasil perbandingan diantara keduanya.

Proses analisa dimulai dengan pengumpulan data dari penggunaan *Mizun* yang dijadikan data untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dan Asar. Kemudian data hasil pengamatan menggunakan *Mizun* disamakan dengan keadaan yang sebenarnya di lapangan dan dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris. Apabila hasilnya sama dengan keadaan sebenarnya maka tingkat akurasi *Mizun* tersebut sangat akurat, sedangkan jika sedikit berbeda maka termasuk akurat, dan apabila hasilnya jauh berbeda maka alat tersebut masuk dalam kategori tidak akurat atau ketepatannya sangat rendah.

5. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami dan mempelajari skripsi ini, secara garis besar penulisan disusun per bab terdiri dari lima bab dengan sub-sub pembahasan. Sistematika penulisannya sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian,

²⁰ *Ibid.*, 89.

kerangka teori, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II : Gambaran Umum Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar. Bab ini mengkaji definisi salat, dasar hukum waktu salat, kajian awal Zuhur dan Asar dalam perspektif astronomis dan pandangan Ulama, konsep perhitungan awal waktu salat.

Bab III : Pengaplikasian *Mizun* dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar. Pada bab ini menjelaskan tentang biografi Arjuna Hiqmah Lubis, gambaran umum *Mizun*, bagian-bagian *Mizun*, fungsi dari *Mizun*, serta cara atau metode untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun*.

Bab IV : Analisis Tingkat Akurasi *Mizun* dalam Penentuan Awal Waktu Zuhur dan Asar. Bab ini merupakan hasil analisis dari penggunaan *Mizun* dalam menentukan panjang bayangan awal waktu Zuhur dan Asar yang kemudian dicocokkan dengan perhitungan sistem Ephemeris.

Bab V : Penutup. Bagian bab ini meliputi kesimpulan dan saran-saran terhadap penelitian penulis tentang uji akurasi penggunaan *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar.

BAB II

GAMBARAN UMUM AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASAR

A. Definisi Salat

Secara etimologi, kata salat berasal dari bahasa Arab صَلَّى، yang selaras dengan kata دَعَا dengan arti berdoa.²¹ Selain itu kata صَلَّى juga diartikan rahmat dan mohon ampun, sebagaimana telah disebutkan dalam surat al-Ahzab ayat 56 yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ وَسَلِّمُوا تَسْلِيمًا
(56)

*“Sesungguhnya Allah dan malaikat-malaikatNya bersalawat untuk Nabi. Hai orang-orang yang beriman, bershalawatlah kamu untuk Nabi dan ucapkanlah salam penghormatan kepadanya.”*²² (QS. Al-Ahzab [33] : 56)

Kata صَلَّى bisa juga diartikan dengan memanaskan, memanggang. Sementara itu, jika *tasydid*-nya dihilangkan, maka artinya memanggang.²³ Namun dalam pembahasan ini, kata صَلَّى paling tepat diartikan dengan berdoa.

Sedangkan menurut pengertian Syara’ sebagaimana kata Imam Rafi’i, salat adalah ucapan-ucapan dan perbuatan-

²¹ Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia Terlengkap*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), edisi ke-2, 792.

²² Departemen Agama RI, *Al-Qur’an dan Terjemahannya*, (Bandung: PT. Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 462.

²³ Mahmud Yunus, *Kamus Arab-Indonesia*, (Jakarta: Mahmud Yunus Wa Dzurriyah, 2007), 220.

perbuatan yang dimulai dengan takbir dan ditutup dengan salam disertai dengan beberapa syarat yang sudah ditentukan.²⁴

Perintah untuk melakukan salat disampaikan oleh Allah SWT saat peristiwa Isra' Mi'raj Nabi Muhammad SAW pada tanggal 27 Rajab tahun ke-12 kenabian. Hal ini menandakan kekhususan salat sebagai ibadah utama dalam Islam dan mengajarkan makna mendalam terkait hal ibadah. Salat lima kali dalam sehari-semalam yang dilakukan di sela-sela kesibukan aktivitas manusia, semestinya mampu membersihkan diri dan jiwa setiap Muslim.²⁵ Allah SWT berfirman :

أَتْلُ مَا أُوْحِيَ إِلَيْكَ مِنَ الْكِتَابِ وَأَقِمِ الصَّلَاةَ ۖ إِنَّ الصَّلَاةَ تَنْهَىٰ عَنِ الْفَحْشَاءِ
وَالْمُنْكَرِ ۗ وَلَذِكْرُ اللَّهِ أَكْبَرُ ۗ وَاللَّهُ يَعْلَمُ مَا تَصْنَعُونَ (45)

*“Bacalah apa yang telah diwahyukan kepadamu, Yaitu Al kitab (Al Quran) dan dirikanlah shalat. Sesungguhnya shalat itu mencegah dari (perbuatan- perbuatan) keji dan mungkar. dan Sesungguhnya mengingat Allah (shalat) adalah lebih besar (keutamaannya dari ibadat-ibadat yang lain). dan Allah mengetahui apa yang kamu kerjakan.”*²⁶ (QS. Al-‘Ankabut [29] ; 45)

Sebagaimana telah diketahui bahwa memasuki awal waktu salat merupakan salah satu syarat sah salat. Sebagai penyempurna pelaksanaan ibadah salat, perkembangan sains ikut juga mengintegrasikannya. Terkait hal ini ilmu falak

²⁴ Muhammad bin Qasim al-Ghazi, *Fath al-Qarib al-Mujib*, (Surabaya: Maktabah Imarat Allah), 11.

²⁵ Thomas Djamaluddin, *Semesta Pun Berthawaf*, (Bandung: Mizan, 2018), 121.

²⁶ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an*, 401.

berperan penting untuk menentukan pelaksanaan waktu salat.²⁷

Isra' Mi'raj pun mengajarkan upaya menuju “titik temu” menurut cara pandang manusiawi antara Allah dan Rasulullah, tentang jumlah salat wajib yang semula 50 kali menjadi 5 kali sehari semalam. Di satu sisi, itu menunjukkan kemurahan Allah, tetapi pada sisi lain kita bisa mengambil pelajaran bahwasanya kompromi untuk mencapai titik temu adalah suatu keniscayaan. Jadi dalam peristiwa Isra' Mi'raj, selain mengingatkan tentang pentingnya salat lima waktu, juga memberikan inspirasi untuk mengintegrasikan sains dalam memperkuat ibadah.²⁸

B. Dasar Hukum Waktu Salat

Waktu salat ditentukan secara langsung oleh Allah SWT. Adapun hikmah ditentukan waktu-waktu salat dan hikmah mengerjakannya dalam waktu masing-masing yang berdekatan adalah untuk selalu memperbarui rasa tunduk, rasa takut, serta memperbarui rasa kebesaran Allah SWT dan kehadiran-Nya dalam diri kita.²⁹

a. Dasar Hukum dari Al-Quran

1. Surat An-Nisa' ayat 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ فِيمَا وَعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّرْفُوعًا (103)

²⁷Thomas Djamaluddin, *Semesta*, 121.

²⁸*Ibid.*, 122.

²⁹Muhammad Solikhin, *The Miracle of Shalat*, (Jakarta: Erlangga, 2011),

“Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. kemudian apabila kamu telah merasa aman, Maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”³⁰ (QS. An-Nisa’ [4] ; 103)

Zaid bin Aslam berkata, “Kata *مَوْفُوتًا* bermakna waktu yang jelas”, maksudnya: Kalian melakukannya pada waktu yang jelas. Menurut ahli bahasa maknanya adalah kewajiban yang waktunya jelas (ditentukan), contoh kata *waqqatahu* dan *mauqut* juga *waqqatahu* dan *mu’aqqat*. Sedangkan kata *كِتَابًا* dalam bentuk *mashdar mudzakkar*, oleh karena itu kata selanjutnya berbentuk *mudzakkar* juga.³¹ Sebagaimana yang dikemukakan dalam Tafsir Al-Azhar bahwasannya pada ujung ayat ini diberikan pesan bahwa salat itu merupakan perintah Tuhan, yang diwajibkan untuk mengerjakannya menurut waktu yang telah ditentukan. Perintah mengerjakan salat menurut waktu sehari semalam: Subuh, Zuhur, Asar, Maghrib dan Isya.³²

Hikmah di balik penetapan salat fardhu lima waktu sebagai kewajiban yang ditentukan waktu-waktu pelaksanaannya adalah agar manusia mempunyai rencana jangka panjang maupun dalam jangka pendek, serta

³⁰ Departemen Agama RI, *Al-Qur’an*, 95.

³¹ Abu ‘Abdillah Al-Qurthubi, *Tafsir Al-Qurthubi*, juz 5, (tp: tt, th), 885.

³² Haji Abdul Malik Abdul Karim Amrullah, *Tafsir Al-Azhar*, jilid 2, (Singapura: Pustaka Nasional, th), 1405.

menuntun manusia untuk lebih disiplin.³³ Adapun hikmah yang lainnya adalah supaya salat lima waktu tersebut mengingatkan seorang Mukmin kepada Tuhannya di kala malam dan siang, dan di waktu-waktu yang bersifat periodik. Hal ini dimaksudkan agar seorang Muslim tidak mengalami kondisi lalai yang akan menyebabkan dirinya melakukan suatu kejelekan atau keteledoran dalam melaksanakan suatu kebaikan.³⁴

2. Surat Huud ayat 114

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفَيْ النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ ذَلِكَ ذِكْرٌ لِلذَّكْرِينَ (114)

*“Dan dirikanlah sembahyang itu pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bahagian permulaan daripada malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan (dosa) perbuatan-perbuatan yang buruk. Itulah peringatan bagi orang-orang yang ingat.”*³⁵ (QS. Huud [11] ; 114)

Firman Allah طَرَفَيْ النَّهَارِ secara bahasa artinya adalah dua tepi siang (pagi dan siang). Terdapat berbagai macam penafsiran terhadap lafaz طَرَفَيْ النَّهَارِ. Ibnu Athiyah memilih pendapat bahwa yang dimaksud tepi pertama adalah salat Subuh dan yang kedua adalah salat Zuhur dan Asar.³⁶ Pendapat kedua mengatakan bahwa kedua

³³ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*, jilid 2, (Jakarta: Lentera Hati, 2012), cet. V, 693.

³⁴ Wahbah az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir*, jilid 3, (Jakarta: Gema Insani, 2016), 250.

³⁵ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an*, 234.

³⁶ Abu 'Abdillah Al-Qurthubi, *Tafsir Al-Qurthubi*, juz 9, 247.

tepi siang tersebut adalah salat Subuh dan Maghrib. Ada juga yang berpendapat bahwa kedua tepi siang yang dimaksud adalah salat Asar saja. Pendapat yang terakhir mengatakan bahwa tepi pertama adalah salat Subuh, sementara tepi kedua adalah salat Zuhur, Asar, dan Maghrib.³⁷

Waktu salat yang kedua dalam ayat tersebut diungkapkan dengan kalimat *رُفْعًا مِنَ اللَّيْلِ* diartikan bagian permulaan malam hari. Kata *رُفْعًا* merupakan bentuk jamak dari *رَفَعَة*, yang artinya beberapa waktu yang saling berdekatan. Dari kata itulah dinamakan *Muzdalifah*.³⁸ Sekelompok orang berkata bahwa *رَفَعَة* adalah permulaan malam setelah hilangnya Matahari, maka dari itu yang dimaksud dengan *zulafullail* adalah salat Isya.³⁹

3. Surat Al-Isra' ayat 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْءَانَ الْفَجْرِ
كَانَ مَشْهُودًا (78)

*“Laksanakanlah salat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakanlah pula salat) Subuh. Sungguh salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).”*⁴⁰
(QS. Al-Isra' [17] ; 78)

Secara bahasa, *لِذُلُوكِ لَشَّمْسِ* berarti sesudah Matahari tergelincir, yaitu dari titik tengah langit ketika siang hari

³⁷ M. Quraish Shihab, *Tafsir*, jilid 5, 773.

³⁸ Tempat yang berdekatan dengan Makkah setelah Arafah.

³⁹ Abu 'Abdillah Al-Qurthubi, *Tafsir Al-Qurthubi*, 249.

⁴⁰ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an*, 290.

dan beralihnya Matahari dari arah timur ke arah barat. Sedangkan غَسَقَ اللَّيْلِ diartikan hingga datangnya gelap malam. Hal ini mencakup empat salat, yaitu Zuhur, Asar, Maghrib, dan Isya.⁴¹ *Ad-Duluuk* adalah tergelincirnya Matahari dari tengah-tengah langit di waktu Zuhur. Kata-kata dalam ayat di atas ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW, namun yang dimaksud umat beliau juga. Hal ini karena tingginya kedudukan amalan yang diperintahkan, yaitu salat.⁴²

Sementara waktu Subuh dalam ayat ini disebutkan menggunakan kata قُرْءَانَ الْفَجْرِ, yang secara bahasa artinya Quran di waktu fajar. Penggunaan kata قُرْءَانَ الْفَجْرِ menurut ahli tafsir adalah dikarenakan waktu Subuh yang hening itu dianjurkan untuk membaca ayat-ayat Al-Quran lebih panjang dibanding dengan waktu yang lain. Selain itu, pemakaian kata *Quran* untuk salat Subuh dapat pula dipahami bahwa salat itu adalah bacaan.⁴³

Sedangkan maksud dari lafaz مَشْتَهُودًا adalah sebagai dorongan agar salat dilaksanakan secara berjamaah, yakni dilakukan dalam jamaah yang banyak. Atau dengan menyaksikan kesempurnaan kekuasaan Allah SWT saat berbaurnya kegelapan dengan cahaya. Kegelapan sesuai

⁴¹ Wahbah az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir*, jilid 8, 148.

⁴² *Ibid.*, 151.

⁴³ Abdul Malik Abdul Karim Amrullah, *Tafsir Al-Azhar*, 4100.

dengan kematian dan ketiadaan, sedangkan cahaya sesuai dengan kehidupan dari wujud.⁴⁴

b. Dasar Hukum dari Hadis Nabi:

1. Hadis yang diriwayatkan oleh ‘Abdullah bin ‘Umar:

عن عبدالله ابن عمرو رضي الله عنهما : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ قَالَ : (وَوَقْتُ الظَّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطَوُّلِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ العَصْرُ وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغْرُبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ) (رواه مسلم)⁴⁵

“Dari Abdullah Ibnu Amr r.a bahwa Rasulullah SAW bersabda:”Waktu salat zuhur dimulai ketika matahari tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu asar. Waktu asar selama matahari belum menguning. Waktu maghrib selama mega merah belum menghilang. Waktu isya’ sampai tengah malam. Waktu subuh mulai terbit fajar selama matahari belum terbit.” (HR. Muslim).

2. Hadis yang diriwayatkan dari Abu Ghassan al-Misma’i

حَدَّثَنَا أَبُو عَسَانَ المَسْمَعِيُّ، وَمُحَمَّدُ بْنُ المُنْتَنِي، حَدَّثَنَا مُعَاذٌ وَهُوَ ابْنُ هِشَامٍ ، حَدَّثَنِي أَبِي، عَنْ أَبِي أَيُّوبَ، عن عبدالله ابن عمرو، أَنَّ النَّبِيَّ ﷺ قَالَ: "إِذَا صَلَّيْتُمُ الفَجْرَ فَإِنَّهُ وَقْتُ إِلَى أَنْ يَطْلُعَ قَرْنُ الشَّمْسِ الأَوَّلُ، ثُمَّ إِذَا وَقْتُ صَلَّيْتُمُ الظَّهْرَ فَإِنَّهُ وَقْتُ إِلَى أَنْ يَحْضُرَ العَصْرُ، فَإِذَا صَلَّيْتُمُ العَصْرَ فَإِنَّهُ إِلَى أَنْ تَصْفَرَ الشَّمْسُ، فَإِذَا صَلَّيْتُمُ المَغْرِبَ فَإِنَّهُ وَقْتُ إِلَى أَنْ يَسْفُطَ

⁴⁴ Wahbah az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir*, 152.

⁴⁵ Imam Abi Husain Muslim bin Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz I, (Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah, 1992), 427, hadis no. 612

الشَّفَقُ، فَإِذَا صَلَّىئُمْ الْعِشَاءَ فَإِنَّهُ وَقَّتْ أَلَى نِصْفِ اللَّيْلِ (رواه مسلم)⁴⁶

“*Abu Ghassan al-Misma’I dan Muhammad bin al-Mutsanna telah memberitahukan kepadaku, mereka berdua berkata, Mu’adz dan dia adalah Ibnu Hisyam telah memberitahukan kepada kami, ayahku telah memberitahukan kepadaku, dari Qatadah, dari Ayyub, dari Abdullah bin Amr (Radhiyallahu ‘Anhuma), bahwasanya Nabiullah SAW bersabda: “Apabila kalian melaksanakan salat Fajar, maka waktunya sampai tunduk Matahari yang pertama terbit. Apabila kalian melaksanakan salat Zuhur, maka waktunya sampai datang waktu Asar. Apabila kalian melaksanakan salat Asar, maka waktunya sampai Matahari terlihat kunig. Apabila kalian melaksanakan salat Magrib, maka waktunya sampai Asy-Syafaq (cahaya merah) hilang. Apabila kalian melaksanakan salat Isya, maka waktunya sampai pertengahan malam.”*⁴⁷ (HR. Muslim)

Kedua hadis di atas menjelaskan tentang rincian-rincian masuknya waktu salat fardu. Matahari dijadikan sebagai acuan atau parameter untuk menentukan awal waktu salat. Berakhirnya waktu salat, berarti menandakan masuknya awal waktu salat berikutnya. Namun hal tersebut tidak berlaku untuk salat Subuh yang berakhir ketika terbitnya Matahari.

Rumusan-rumusan mengenai rincian waktu salat sebagaimana yang terdapat dalam *nash* baik dari Al-Qur’an maupun Hadis Nabi tersebut masih memberikan peluang untuk di diskusikan dan di kaji kembali.

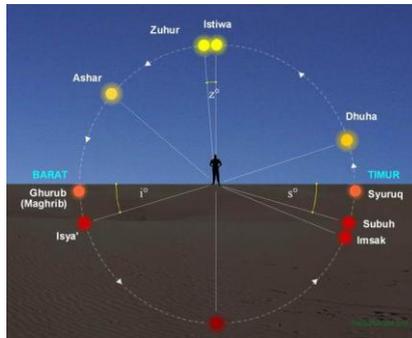
⁴⁶Muslim bin al-Hajjaj, *Shahih Muslim*, (Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 1992), 426.

⁴⁷Imam an-Nawawi, *Al-Minhaj Syarhu Shahih Muslim ibni al-Hajjaj*, terj. Agus Ma’mun, (Jakarta: Darus Sunnah Press, 2014), 742.

C. Kedudukan Matahari sebagai Penentu Waktu

Syariat untuk menjalankan ibadah salat tidak akan terlepas dengan masalah penentuan kapan waktu salat lima waktu itu harus dilakukan. Maka dalam hal ini peran ilmu falak sangat dibutuhkan terkait penentuan waktu salat dan ibadah lainnya. Ketentuan pelaksanaan salat lima waktu didasarkan pada kedudukan Matahari. Berikut ini adalah ilustrasi kedudukan Matahari saat awal waktu salat.

Gambar 2.1⁴⁸: Ilustrasi Gerak Harian Matahari



Setiap hari Matahari beredar menurut arah yaitu mulai dari arah timur ke barat. Dalam peredarannya, Matahari telah membentuk lingkaran dan kita sebagai pusatnya. Pada pagi hari Matahari terbit di ufuk timur, yang semakin lama akan meninggi sampai puncak teratasnya, yaitu hingga mencapai garis meridian langit (garis utara-selatan), kemudian akan turun kembali sampai di ufuk barat lalu terbenam, dan terbit

⁴⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), cet.1, 49.

lagi di ufuk timur pada pagi hari berikutnya, begitupun seterusnya.⁴⁹

Gerak dan peredaran Matahari akan menjadi sebuah dasar dan pedoman dalam penentu waktu di bumi. Secara umum, gerak dan peredaran Matahari menentukan peredaran dan penentuan waktu dari dua ruang lingkup, yaitu:

Pertama, Matahari sebagai penentu waktu dalam ruang lingkup astronomi. Waktu yang kita ketahui dalam sehari yaitu 24 jam adalah waktu Matahari. Perhitungan 24 jam merupakan hasil dari pergerakan matahari saat kulminasi hingga berkulminasi lagi di hari berikutnya. Jam adalah perhitungan rata-rata Matahari, sedangkan waktu Matahari yang sesungguhnya dapat diukur dengan menggunakan jam Matahari. Jam matahari adalah sebuah perangkat yang menunjukkan waktu berdasarkan letak matahari rancangan jam matahari yang paling umum dikenal memanfaatkan bayangan yang menimpa permukaan datar yang ditandai dengan jam-jam dalam suatu hari.⁵⁰

Kedua, Matahari sebagai penentu waktu dalam ruang lingkup falak. Dalam Islam, ini adalah manfaat yang sesungguhnya gerak dan peredaran Matahari yang ditetapkan dengan keteraturan.⁵¹ Hal ini sebagaimana yang tercantum dalam surat Yunus ayat 5 yang berbunyi:

⁴⁹ *Ibid.*

⁵⁰ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam*, (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013), 45.

⁵¹ *Ibid.*, 46

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ
وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (5)

“Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) pada orang-orang yang mengetahui”.⁵² (QS. Yunus[10] : 5)

Matahari dan Bulan sesungguhnya memiliki arti penting bagi umat manusia di bumi, salah satunya sebagai alat penunjuk waktu. Sehingga Tuhan menciptakan Matahari dan Bulan beserta garis-garis edarnya dengan peredaran yang teratur adalah agar manusia dapat mengambil manfaatnya sebagai penghitung waktu, terutama untuk kepentingan ibadah.⁵³ Pemanfaatan pergerakan Matahari untuk menentukan waktu-waktu ibadah ini masuk dalam ruang lingkup keilmuan falak diantaranya adalah penentuan jadwal salat, penentuan waktu awal bulan Kamariah, penentuan waktu gerhana, dan penentuan arah kiblat.

Khusus untuk penentuan jadwal waktu salat, data astronomi terpenting adalah posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian ayau jarak zenith. Fenomena yang dicari kaitannya dengan posisi Matahari adalah fajar (*morning twilight*), terbit, meridian, terbenam, dan senja (*evening twilight*). Sehingga astronomi alamiah dan astronomi matematis sangat berperan penting dalam membantu

⁵² Departemen Agama RI, *Al-Qur'an*, 208.

⁵³ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan*, 47.

menafsirkan fenomena-fenomena alam yang disebutkan dalil agama (Al-Quran dan Hadis Nabi) tentang kedudukan Matahari.⁵⁴

D. Kajian Awal Zuhur dan Asar dalam Perspektif Astronomis dan Pandangan Ulama

a. Waktu Zuhur

Waktu salat Zuhur dimulai sejak Matahari tepat berada di atas kepala namun sudah mulai agak condong ke arah barat. Istilah yang seringkali didengar adalah *zawalus syamsi*, yang mana dalam bahasa Indonesia disebut sebagai Matahari tergelincir. *Zawalus Syamsi* adalah waktu dimana posisi Matahari berada di atas kepala kita, namun sedikit sudah mulai bergerak ke arah barat.⁵⁵

Pada waktu *zawal* ada tiga kemungkinan arah bayangan benda yang berdiri tegak. *Pertama*: arah bayangan berada di utara benda tersebut, yaitu ketika Matahari melintasi *zawal*, posisinya berada di belahan langit selatan, azimuth 180° . *Kedua*: arah bayangan berada di selatan benda tersebut, yaitu ketika Matahari melintasi *zawal*, posisinya berada di belahan langit utara, azimuth $0^\circ/360^\circ$. *Ketiga*: tidak ada bayangan, yaitu ketika Matahari melintasi *zawal*, posisinya tepat berada di atas zenith yakni posisi Matahari berada pada sudut 90° diukur dari ufuk. Di pulau Jawa fenomena disebut dengan *Tumbuk*, dan hanya terjadi dua kali. Pertama antara tanggal 28 Februari sampai

⁵⁴ *Ibid.*, 48-49.

⁵⁵ *Ibid.*, 125-126.

4 Maret, sedangkan kedua antara 9 Oktober samapai 14 Oktober.⁵⁶

Secara astronomis, Awal waktu Zuhur dirumuskan sejak seluruh bundaran Matahari meninggalkan meridian⁵⁷, yang biasanya diambil sekitar 2 menit setelah lewat tengah hari. Pada saat berkulminasi atas pusat bundaran Matahari berada di meridian. Dalam kenyataannya untuk kepentingan praktis, waktu tengah cukup diambil waktu tengah antara Matahari terbit dan Matahari terbenam.⁵⁸

Waktu pertengahan saat Matahari berada di meridian (Meridian Pass) dirumuskan dengan $MP = 12 - e$. Sesaat setelah waktu inilah sebagai permulaan salat Zuhur menurut waktu pertengahan. Selain itu waktu ini dijadikan pula sebagai pangkal hitungan waktu-waktu salat berikutnya.⁵⁹

Warna alam pada waktu Zuhur adalah putih (warna awan) dan biru (warna langit). Walaupun pada saat langit mendung warnanya menjadi abu-abu, namn warna dasarnya adalah putih dan biru. Hal tersebut disebabkan karena posisi matahari sedang di atas dalam perjalanan ke arah barat menuju waktu Asar. Masa waktu Zuhur panjang, karena ragam warna ekstrim yang mengisyaratkan

⁵⁶ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak: Metode Hisab Awal Waktu Salat, Arah Kiblat Hisab Urfi dan Hakiki Awal Bulan*, (Yogyakarta: Teras, 2011), 62-63.

⁵⁷ Yaitu lingkaran besar langit yang menghubungkan antara utara dan selatan. Lihat Rinto Anugraha, *Mekanika*, 84.

⁵⁸ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), 66.

⁵⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, tth), 88.

keseimbangan dalam melihat sesuatu yang sama-sama jelas.⁶⁰

Para ulama juga sepakat bahwa awal waktu Zuhur adalah ketika tergelincirnya Matahari. Tergelincirnya Matahari dapat diketahui dengan cara melihat bayangan suatu benda yang berdiri tegak. Jika bayangannya kurang (di sebelah barat), maka ia belum tergelincir (*qabla zawal*). Jika bayangannya terhenti di tengah, tidak lebih dan tidak kurang, maka itulah waktu *istiwa'*. Jika bayang-bayang makin bertambah (ke timur), maka Matahari sudah tergelincir (*ba'da zawal*).⁶¹

Menurut Imam Nawawi, salat ini dinamakan “salat Zuhur” karena tersebut tampak nyata di tengah-tengah siang hari. Adapun permulaan waktunya yaitu mulai condongnya matahari dari tengah-tengah langit, bukan dengan melihat keadaannya, tetapi dengan melihat benda yang dapat kita lihat secara nyata. Condongnya matahari tersebut dapat diketahui dengan perpindahannya bayangan ke arah timur sesudah bayangan terpendek habis, yakni saat-saat naiknya matahari.⁶²

b. Waktu Asar

Waktu Asar dimulai ketika bayangan Matahari sama dengan benda tegaknya jika pada saat Matahari

⁶⁰ Disampaikan oleh AR Sugeng Riyadi dalam acara Seminar Nasional “Mempertanyakan Temuan Waktu Sholat Isya’ dan Shubuh Baru” di UIN Walisongo Semarang, pada Kamis, 3 Mei 2018.

⁶¹ Wahbah Az-Zuhaili, *Fiqih Islam Wa Adillatuhu*, Jilid 1, (tt: Darul Fikir, th), 552.

⁶² Muhammad bin Qasim al-Ghazi, *Fath al-Qarib al-Mujib*, (Surabaya: Maktabah Imaratullah, th), 11.

berkulminasi atas membuat bayangan senilai nol (tidak ada bayangan, Matahari tepat berada di Zenith atau di atas ubun-ubun pengamat).

Tetapi apabila pada saat Matahari berkulminasi sudah mempunyai bayangan, maka awal waktu asar dimulai sejak panjang bayangan Matahari itu nilainya sama dengan panjang bayangan saat Matahari dikulminasi atasnya ditambah dengan panjang bendanya.⁶³ Oleh karena itu, kedudukan Matahari atau tinggi Matahari (hm) pada posisi awal waktu asar dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal, dirumuskan sebagai berikut:⁶⁴

$$\text{Cotan } h_{\text{asar}} = \tan [\phi - \delta_o] + 1$$

[.....] = harga mutlak

Φ = lintang tempat

δ_o = deklinasi matahari

Pada saat musim dingin tiba, panjang bayangan benda yang sama dengan benda sebenarnya tidak dapat diketahui, karena fenomena seperti itu tidak dapat digeneralisasi sebab bergantung pada musim atau posisi matahari. Oleh sebab itu, beberapa daerah di negara Eropa mengambil dasar bahwa awal waktu Asar adalah dua kali panjang tongkat.⁶⁵

Warna alam pada waktu Asar adalah biru dan kelabu (warna awan sore). Walaupun ketika langit mendung menjadi gelap, namun warna dasar adalah biru dan abu-

⁶³ Rahmad Zailani Kiki, Cecep Nurwendaya, Mutoha Arkanuddin, *Materi Dasar Pendidikan Falakiah*, (Jakarta: Jakarta Islamic Centre, 2019), 85.

⁶⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*, 89.

⁶⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 128.

abu, karena posisi Matahari masih di atas ufuk cukup tinggi, sedang dalam perjalanan ke arah barat menuju waktu terbenam. Masa waktu Asar lumayan singkat, karena warna kelabu dan biru menandakan mulainya ada kesibukan yang harus diwaspadai.⁶⁶

Dalam kitab *Fath al-Qarib al-Mujib* dijelaskan bahwa salat ini dinamakan salat Asar karena salat tersebut mendekati waktu menjelang terbenamnya Matahari.⁶⁷ Di kalangan Ulama, terdapat perbedaan pendapat mengenai masuknya waktu Asar, karena mereka juga berbeda pendapat terkait berakhirnya waktu Zuhur. Menurut Imam Malik akhir waktu Zuhur adalah waktu *musytarak* (waktu untuk dua salat), Imam Syafi'i, Abu Tsaur dan Abu Daud berpendapat bahwa akhir waktu Zuhur adalah awal waktu salat asar, yaitu ketika panjang bayang-bayang suatu benda melebihi panjang benda sebenarnya.⁶⁸

Dalam kitab *Al-Umm* Imam Syafi'i berpendapat bahwa waktu asar dalam musim panas yaitu ketika bayangan benda sama dengan bendanya atau satu kali bayangan benda sampai ketika habisnya waktu Zuhur. Awal waktu asar adalah bila bayang-bayang tongkat panjangnya sama dengan panjang bayangan waktu tengah hari ditambah satu kali panjang tongkat sebenarnya.⁶⁹

⁶⁶ Disampaikan oleh AR Sugeng Riyadi.....

⁶⁷ Muhammad bin Qosim Al-Ghazzi, *Fath al-Qarib*, 12.

⁶⁸ Syamsudin Sarahsi, *Kitab Al-Mabsuth*, (Beirut Libanon: Darul Kitab Al-Ilmiyah, tth), Juz 1-2, 143.

⁶⁹ Imam Abi Abdillah Muhammad bin Idris Asy-Syafi'i, *Al-Umm*, juz.1, (Beirut Libanon, Dar al-Kitab, tth), 153.

Sedangkan Abu Hanifah berpendapat bahwa awal waktu asar adalah ketika bayang-bayang suatu benda sama dengan dua kali bendanya.⁷⁰ Pendapat ini dikarenakan Abu Hanifah memberikan pengertian bahwa waktu antara Asar sampai Magrib lebih singkat daripada Zuhur dan Asar, dengan demikian bayangan di waktu awal salat Asar lebih tinggi dari aslinya.⁷¹

E. Konsep Perhitungan Awal Waktu Salat

Pada kajian ilmu Falak, istilah waktu-waktu salat diperinci dari sebuah dasar Al-Quran dan Hadis Nabi menjadi sebuah pemahaman teks dengan konteks dari hasil kolaborasi pemahaman perspektif Fikih dan keilmuan modern Astronomi serta geografi yang kemudian didefinisikan melalui sebuah perhitungan eksak sebagai patokan waktu bagi umat Islam untuk menjalankan ibadah salat tepat pada waktunya.⁷²

Waktu salat habis ketika datang waktu salat berikutnya, kecuali waktu salat subuh yang berakhir ketika terbitnya Matahari di ufuk timur. Waktu salat ditentukan berdasarkan posisi Matahari diukur dari suatu tempat di muka bumi. Hakikat menghitung salat adalah menghitung posisi Matahari sesuai dengan kriteria yang ditentukan.⁷³ Bisa juga ditarik kesimpulan bahwa menghisab waktu salat pada dasarnya

⁷⁰ Syamsudin Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsuth*,

⁷¹ Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujtahid*, jilid 1, (tt: Putaka Azzam, tth), 192.

⁷² Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab , Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah dan Gerhana*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 155.

⁷³ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak*, 58

adalah menghitung kapan matahari akan menenempati posisi tertentu sekaligus menjadi penunjuk waktu salat.

Dalam perhitungan jatuhnya waktu salat di suatu tempat, diperlukan sejumlah data baik yang berkaitan dengan tempat itu atau biasa disebut dengan data Bumi, maupun data yang berkaitan dengan Matahari.⁷⁴ Adapun data Bumi dan data Matahari yang dibutuhkan untuk menghitung awal waktu salat adalah sebagai berikut:

1. Data Bumi

- a. Lintang Tempat (عرض البلد) yang dalam astronomi dilambangkan dengan ϕ (*phi*) merupakan jarak antara khatulistiwa⁷⁵ atau equator sampai garis lintang diukur sepanjang garis meridian. Lintang tempat bagi tempat-tempat yang berada di utara equator disebut Lintang Tempat Utara (LU) dan bertanda positif (+). Harga Lintang Tempat Utara adalah 0° sampai 90° , yaitu 0° bagi tempat yang tepat di equator sedangkan 90° untuk yang tepat berada di titik utara. Adapun lintang tempat bagi tempat yang berada di selatan equator disebut Lintang Tempat Selatan (LS) dan bertanda negatif (-). Harga Lintang Tempat Selatan (LS) adalah 0° sampai -90° , yaitu 0° untuk tempat yang berada di equator,

⁷⁴ *Ibid.*, 69.

⁷⁵ Dihayalkan di permukaan Bumi terdapat sebuah lingkaran besar yang jaraknya sama antara kutub utara dan kutub selatan. Lingkaran ini membagi Bumi menjadi dua bagian yang sama, yakni Bumi bagian utara dan bagian selatan. Lingkaran inilah yang disebut dengan Khatulistiwa. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*, 39.

sedangkan -90° untuk yang berada tepat di titik selatan.⁷⁶

- b. Bujur Tempat (طول البلد) yaitu horizontal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan titik nol di Bumi yaitu Greenwich di London Britania Raya yang merupakan titik bujur 0° atau 360° yang diterima secara Internasional.⁷⁷ Atau bisa juga diambil pengertian bahwa bujur tempat adalah jarak sudut yang diukur sejajar dengan katulistiwa yang dihitung dari garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yang melewati suatu tempat tertentu. Bagi tempat yang berada di sebelah barat Greenwich disebut dengan “Bujur Barat”, sedangkan bagi tempat di bagian timur Greenwich disebut “Bujur Timur”. Nilai bujur adalah 0° - 180° baik yang ada di bujur barat maupun bujur timur.⁷⁸

Suatu daerah yang mempunyai garis bujur yang sama akan mempunyai waktu yang sama. Namun berbeda perbandingan siang dan malamnya. Berbeda bujur, berbeda pula waktunya sebesar perbedaan bujur keduanya. Setiap perbedaan sebesar 15° akan terjadi perbedaan waktu 1 jam, setiap 1° akan berbeda waktu 4m, setiap $15'$ akan berbeda waktu 1m, setiap $1'$ akan

⁷⁶ *Ibid.*, 40.

⁷⁷ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), cet.1, 299.

⁷⁸ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 84.

berbeda waktu 4^d dan setiap 15” akan berbeda waktu 1’.⁷⁹

- c. Tinggi Tempat adalah jarak sepanjang garis vertikal dari titik yang setara dengan permukaan laut sampai ke tempat tersebut. Tinggi tempat dinyatakan dalam satuan meter, tinggi tempat bisa diperoleh dari data geografis tempat itu atau bisa juga didapat dari pengukuran sendiri menggunakan alat yang bernama Altimeter⁸⁰, atau GPS (*Global Positioning System*).⁸¹ Tinggi tempat juga dikenal dengan istilah beda tinggi, yaitu beda nilai ketinggian antara dataran yang dijadikan acuan (permukaan laut) dengan suatu tempat.⁸² Tinggi tempat digunakan untuk menentukan besar kecilnya kerendahan ufuk (ku). Untuk mendapatkan kerendahan ufuk, digunakan rumus: $ku = 0^{\circ} 1,76' \sqrt{m}$ (m = tinggi tempat).⁸³
- d. Zona Waktu (الوقت الدائري) artinya “waktu daerah” yaitu waktu yang digunakan di suatu daerah atau wilayah yang berpedoman pada bujur atau meridian berkelipatan

⁷⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak*, 96.

⁸⁰ Alat untuk mengukur ketinggian atau tinggi suatu tempat dari permukaan bumi berdasarkan tekanan udara (biasa digunakan dalam pesawat terbang). Lihat Tim Penyusun, *KBBI*. Pada saat alat ini dipasang, kondisi udara pada tempat yang dicari ketinggiannya dengan tempat yang standar haruslah sama. Kondisi udara yang baik untuk setiap tempat adalah sekitar jam 10.00. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 2.

⁸¹ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 70

⁸² Encep Abdul Razak, dkk., “Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung”, *Al-Ahkam*, xxvii, no. 2, Oktober 2017, 254.

⁸³ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktik*, (Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat, 2013), 86.

15°. Misalnya WIB = 105°, WITA = 120°, WIT = 135°. ⁸⁴ Jarak diantara meridian-meridian yang menguasai setiap daerah itu besarnya 15°; itu berarti bahwa perbedaan waktu diantara dua daerah yang berbatasan besarnya 60 menit atau tepat satu jam. ⁸⁵

2. Data Matahari

- a. Deklinasi Matahari (ميل الشمس) adalah jarak dari suatu benda langit ke equator langit, diukur melalui lingkaran waktu (yang juga dinamakan lingkaran deklinasi), dan dihitung dengan derajat, menit dan detik. Deklinasi sebelah utara equator dinamakan positif dan diberi tanda (+), sedangkan deklinasi sebelah selatan equator dinamakan negatif dan diberi tanda (-). ⁸⁶

Dari tanggal 21 Maret sampai tanggal 23 September deklinasi Matahari bernilai positif, sedangkan dari tanggal 23 September sampai 21 Maret bernilai negatif. Pada tanggal 21 Maret dan 23 September Matahari berkedudukan di equator, sehingga deklinasinya bernilai 0°. ⁸⁷

Nilai deklinasi Matahari terbesar adalah =23°27' (saat Matahari di titik balik utara yang terjadi setiap tanggal 21 juni) atau -23°27' (saat Matahari di titik balik selatan yang terjadi pada tanggal 22 desember). ⁸⁸

⁸⁴ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 90.

⁸⁵ Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, 55.

⁸⁶ *Ibid.*, 8.

⁸⁷ *Ibid.*

⁸⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*, 67

- b. Tinggi Matahari (إرتفاع الشمس) adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai Matahari. Apabila bertanda positif maka posisi Matahari berada d atas ufuk, sedangkan jika posisi Matahari berada di bawah ufuk maka tandanya negatif.⁸⁹

Untuk mencari tinggi Matahari saat terbit / terbenam menggunakan rumus: h_0 terbit / terbenam = - (ku + ref + sd).⁹⁰ Tinggi Matahari untuk awal Asar menggunakan rumus $h_a = \tan z_m + 1$.⁹¹ Tinggi Matahari untuk awal Isya digunakan rumus: h_0 awal Isya = $-17^\circ + h_0$ terbit / terbenam. Sementara tinggi Matahari awal Subuh digunakan rumus: h_0 awal Subuh = $-19^\circ + h_0$ terbit / terbenam.⁹²

⁸⁹ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 80.

⁹⁰ Ku (Kerendahana Ufuk / الأفتلختلاف) adalah perbedaan kedudukan antara ufuk yang sebenarnya (*hakiki*) dengan ufuk yang terlihat (*mar'i*) oleh seorang pengamat. Dalam astronomi disebut *Dip* yang dapat dihitung dengan rumus $Dip = 0.0293 \sqrt{\text{tinggi tempat dari permukaan laut (meter)}}$. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 33.

Ref singkatan dari refraksi yaitu pembiasan cahaya Matahari karena Matahari tidak dalam posisi tegak, refraksi tertinggi adalah saat Matahari terbenam yaitu $0^\circ 34'$.

Sd singkatan dari semi diameter Matahari yang besar kecilnya tergantung pada jauh dekatnya Bumi-Matahari, sedangkan semi diameter Matahari rata-rata nilainya adalah $0^\circ 16'$. Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak*, 141.

⁹¹ Tinggi Matahari untuk awal Asar, pertama yang dicari adalah zenith Matahari pada saat di meridian (z_m) pada awal zuhur / zawal dengan rumus: $z_m = \delta^m - \phi^x$ dengan catatan z_m harus selalu positif, jika negatif harus diubah positif. Lihat Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak*, 84.

⁹² *Ibid.*

- c. Perata Waktu (*Equation of Time* / تعديل الزمن) yaitu selisih antara waktu kulminasi Matahari hakiki dengan waktu Matahari rata-rata.⁹³ Waktu Matahari hakiki adalah waktu yang berdasarkan pada peputaran Bumi pada sumbunya yang sehari semalam tidak tentu 24 jam. Hal ini disebabkan oleh peredaran bumi mengelilingi Matahari berbentuk ellips, sedangkan Matahari berada pada salah satu titik apinya. Sehingga suatu saat Bumi dekat dengan Matahari yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi kuat dan ada kalanya lemah, sehingga sehari semalam bisa kurang ataupun bisa lebih dari 24 jam.⁹⁴

Setelah data-data sebagaimana yang telah disebutkan diatas terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah menghitung sudut waktu Matahari. Sudut waktu (فضل الدائر) adalah busur sepanjang lingkaran harian suatu benda langit dihitung dari titik kulminasi atas sampai benda langit yang dimaksud. Sudut waktu disebut pula dengan *Zawiyah Suwai'iyah*. Dalam astronomi dikenal dengan istilah *Hour Angel* dan biasanya dilambangkan dengan huruf *t*.⁹⁵ Sudut waktu Matahari ini yang mengkonversi sudut ketinggian Matahari menjadi satuan waktu yang kemudian dirubah

⁹³ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), 50.

⁹⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*, 67.

⁹⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 24.

menjadi satuan jam. Adapun rumus untuk menghitung sudut waktu adalah sebagai berikut:

$$\text{Cos } t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta^m - \tan \phi^x \cdot \tan \delta^m$$

Catatan: Asar, Maghrib dan Isya; $t_o = +$ (positif)

Subuh, Terbit dan Dhuha; $t_o = -$ (negatif)⁹⁶

Hasil dari perhitungan sudut waktu kemudian dirubah menjadi satuan jam yang selanjutnya dikonversi menjadi waktu daerah yang dikehendaki. Untuk merubah waktu Hakiki atau waktu Istiwak menjadi waktu Daerah, yaitu WIB, WITA, WIT, digunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Daerah (WD)} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) \text{ atau} \\ &= \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) \end{aligned}$$

$\lambda^d = \text{BT}^d$ adalah Bujur Daerah, yaitu WIB = 105°, WITA = 120° dan WIT = 135°. $\lambda^x = \text{BT}^x$ adalah Bujur Setempat, yaitu bujurnya kota, desa, atau tempat yang akan dihitung awal waktu salatnnya.⁹⁷

Apabila hasil perhitungan ini digunakan dengan keperluan ibadah, yang dalam hal ini adalah waktu salat maka hasil perhitungannya ditambahkan dengan *Ikhtiyat*. *Ikhtiyat* adalah “pengaman” yaitu suatu langkah pengaman dalam perhitungan awal waktu salat dengan cara menambah atau mengurangi sebesar 1 s/d 2 menit waktu dari hasil perhitungan yang sebenarnya.

⁹⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak*, 142.

⁹⁷ *Ibid.*, 143.

Hal ini dimaksudkan agar pelaksanaan ibadah, khususnya salat dan puasa itu benar-benar dalam waktunya masing-masing.⁹⁸ Adapun cara untuk melakukan *ikhtiyat* adalah sebagai berikut:

- a. Bilangan detik berapapun hendaknya dibulatkan menjadi satu menit, kecuali untuk terbit detik berapapun harus dibuang.
- b. Tambahkan lagi bilangan 2 menit, kecuali untuk terbit kurang 2 menit, untuk Zuhur tambah 3 menit.⁹⁹

⁹⁸ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 33.

⁹⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak*, 143.

BAB III

PENGAPLIKASIAN MIZUN DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU ZUHUR DAN ASAR

A. Biografi Arjuna Hiqmah Lubis

1. Latar Belakang Arjuna Hiqmah Lubis

Arjuna Hiqmah Lubis adalah salah satu mahasiswa lulusan program Pascasarjana UIN Walisongo Semarang pada tahun 2019. Ia lahir pada tanggal 8 September 1989 di Sumatera Utara, tepatnya kecamatan Batangtoru kabupaten Tapanuli Selatan. Ia menikah dengan Sri Fadhilah Siregar. Dari pernikahannya, Arjuna dikaruniai seorang anak laki-laki yang bernama Arfa Lubis, yang lahir di Semarang pada tanggal 24 Juli 2019.¹⁰⁰

Keberhasilan Arjuna dalam membuat berbagai macam penemuan dan inovasi dalam bidang instrumen falak, berawal dari rasa kecewanya kepada teman-teman seangkatannya saat kuliah yang telah mengetahui cara membuat instrumen falak, namun tidak ada satu pun yang mau mengajarkan kepadanya. Berangkat dari rasa kecewanya tadi, akhirnya Arjuna belajar sendiri dengan telaten dan tekun untuk bisa membuat instrumen falak.

Dengan usaha yang sungguh-sungguh inilah ia berhasil membuat berbagai macam instrumen falak. Bahkan ia sering kali mengadakan pelatihan pembuatan

¹⁰⁰ <https://arjunahiqmahlubis.wordpress.com/2020/03/31/arjuna-hiqmah-lubis-biodata/> diakses pada hari Senin, tanggal 27 Juli 2020, pukul 13: 42 WIB.

instrumen falak kepada mahasiswa jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo dan umum dengan biaya cuma-cuma alias gratis.¹⁰¹ Keberhasilan Arjuna membuat berbagai instrumen falak karya sendiri, akhirnya ia membuat jargon¹⁰² :”*Arfa Berkah Pusat Instrumen Falak di Indonesia*”.

2. Pendidikan Arjuna Hiqmah Lubis

Pendidikan yang ia tempuh dimulai dari TK Aisyiah Batangtoru. Kemudian melanjutkan sekolah ke SD Negeri 1 Batangtoru dan lulus pada tahun 2002. Selanjutnya Arjuna masuk MTsN Batangtoru, lulus tahun 2005. Kemudian masuk SMKN 2 Kota Padangsidempuan dan lulus tahun 2008. Kemudian Arjuna mengenyam pendidikannya di bangku kuliah, tepatnya ia menjadi mahasiswa di STAIN (sekarang IAIN) Padangsidempuan. Adapun skripsi yang diangkat adalah “Akurasi Kiblat di Kota Padangsidempuan” dan lulus pada tahun 2013 dengan predikat *Cumlaude*.

Pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2017, Arjuna magang ke Jepang (IM Japan). Sepulangnya dari Jepang, ia memutuskan untuk kembali melanjutkan kuliahnya di program Pascasarjana jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang. Kegemaran Arjuna untuk membuat instrumen falak, mengantarkan dirinya untuk membuat suatu temuan

¹⁰¹ Wawancara dengan Arjuna Hiqmah Lubis via *whats app* pada Sabtu tanggal 25 Juli 2020, pukul 10: 25 WIB

¹⁰² Kosakata khusus yang digunakan dalam bidang kehidupan (lingkungan) tertentu. Lihat KBBI aplikasi versi V 0.4.0 Beta (40),

baru dalam bidang instrumen falak sebagai bahan thesisnya. Dalam penemuannya kali ini, Arjuna membuat instrumen bernama “*Sun Recorder*” sebagai alat perekam data Matahari. Dengan penemuannya inilah ia berhasil mendapatkan gelar Magister Hukum (M.H) dengan predikat *cumlaude* pada tahun 2019.¹⁰³

3. Pengalaman Organisasi Arjuna Hiqmah Lubis

Arjuna Hiqmah Lubis juga aktif dalam berorganisasi, terutama dalam bidang kepramukaan dan pecinta alam. Hal ini terbukti dengan dipilihnya ia sebagai Ketua Pramuka di SMKN 2 Padangsidimpuan pada tahun 2006, sebagai Dewan Kerja Cabang (DKC) Pramuka kota Padangsidimpuan tahun 2007, sebagai pendiri Kelompok Pecinta Alam (KPA) Persatuan Anak Penjelajah Alam (PAPA Team) sebagai KPA pertama di kota Padangsidimpuan pada tahun 2007.

Kecintaan Arjuna pada alam, terbukti dengan keberhasilannya meraih juara 1 lomba lintas alam Tapanuli Selatan pada tahun 2008 dan tahun 2010. Selain itu, Arjuna juga sempat menjadi anggota Paskibraka kota Padangsidimpuan tahun 2006, sebagai atlit Tinju di Sasana Anak Tapanuli Selatan pada tahun 2007.

Pada saat duduk di bangku kuliah, Arjuna juga aktif berorganisasi, diantaranya sebagai kader IMM (Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah) tahun 2009, sebagai pendiri Mahasiswa Pecinta Alam Semesta (MAPASTA) di IAIN

¹⁰³ <https://arjunahiqmahlubis.wordpress.com/2020/03/31/arjuna-hiqmah-lubis-biodata/> diakses pada hari Senin, tanggal 27 Juli 2020, pukul 13: 42 WIB

Padangsidempuan tahun 2009, sebagai wakil ketua Racana di IAIN Padangsidempuan pada tahun 2010. Pada tahun 2019, Arjuna dipercaya menjadi Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Muslim Pascasarjana UIN Walisongo.

Di sela-sela kesibukan dan kuliahnya, Arjuna tidak lupa untuk membagikan ilmunya, yaitu dengan mengadakan pelatihan pembuatan instrumen falak kepada mahasiswa jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo dan umum selama 4 kali secara gratis. Menurut Arjuna, alat falak bisa dibuat darimana saja, dengan syarat mau mencoba dan memiliki kreatifitas. Sangat banyak instrumen falak yang bisa dibuat di rumah, namun terkadang rasa malas untuk memulai atau masih menunggu inovasi datang dari langit, menjadi penghambat seseorang untuk mengembangkan kreatifitasnya.

4. Karya-karya Arjuna Hiqmah Lubis

Melihat perkembangan ilmu falak yang semakin pesat dan selayaknya ahli falak memiliki alat falak sendiri baik optik maupun non optik. Namun realitanya, yang banyak beredar di pasaran harga alat falak terbilang mahal. Dari sinilah, Arjuna tertarik untuk membantu para penggiat falak untuk mewujudkan alat falaknya yang murah namun tetap akurat dan berkualitas.

Berkat kerja keras dan tekad yang kuat untuk belajar membuat alat falak, Arjuna berhasil menciptakan berbagai macam instrumen falak dengan masing-masing fungsinya. Semua itu berawal sekitar 10 tahun yang lalu tepatnya tahun 2009, ia belajar untuk membuat alat falak.

Menurutnya, pencapain yang didapat sekarang merupakan proses panjang dari sebuah pengalaman, karena tidak ada yang instan. Adapun instrumen falak yang dibuat Arjuna antara lain:

- a. Tongkat istiwa' dengan gnomon gantung yang terbuat dari kayu. Alat ini merupakan alat yang pertama kali dibuat oleh Arjuna pada tahun 2009
- b. Sun Recorder, yaitu alat inovasi falak berupa perekam data Matahari yang dibuat dari bahan akrilik. Alat ini bisa digunakan untuk menentukan waktu salat, penentu arah kiblat, menentukan deklinasi Matahari, serta waktu hakiki.
- c. *Mizun*, yaitu gabungan antara dua instrumen falak berupa Mizwala dan Sundial yang dibuat menjadi satu alat saja.
- d. Astrolabe inovasi dan modern astrolabe.
- e. Kartu kalender 200 tahun (masehi dan pasaran).
- f. Astrovol, yaitu instrumen yang merupakan gabungan dari lima alat falak diantaranya Astrolabe, Volvelle, Mizwala, Sundial, dan Rubu' mujayyab.¹⁰⁴

Arjuna mendapatkan apresiasi dari Mufti Malaysia yang kagum terhadap beberapa instrumen yang ia buat saat kunjungan ke UIN Walisongo pada Agustus 2019 dan memesan beberapa instrumen falak yang Arjuna buat. Selain itu, Arjuna juga mendapatkan apresiasi dari Ketua

¹⁰⁴ <https://arjunahiqmahlubis.wordpress.com/2019/02/04/alat-falak-produksi-arfa-berkah/> diakses pada hari Senin tanggal 27 Juli 2020, pukul 20:26 WIB

MUI Tapanuli Selatan KH. Ahmad Ghozali Siregar (Guru Godang) terkait keberhasilannya untuk mengembangkan instrumen falak.¹⁰⁵

B. Gambaran Umum *Mizun* (Mizwala-Sundial)

1. Pengertian *Mizun* (Mizwala-Sundial)

Mizun merupakan singkatan dari Mizwala-Sundial yaitu alat falak inovasi yang dirancang oleh Arjuna Hiqmah Lubis. Alat ini diberi nama *Mizun*, karena pada alat ini terdapat beberapa fungsi yang sama seperti pada Mizwala dan Sundial, walaupun sebenarnya masih ada fungsi yang lainnya seperti menentukan *equation of time* (perata waktu) dan deklinasi matahari, menentukan waktu daerah dengan menggunakan kurva analema.¹⁰⁶

Istilah Mizwala berasal dari bahasa Arab yaitu *zaala-yaziilu-zaulan* yang artinya pergi atau berlalu.¹⁰⁷ Ketika dipakai dengan ilmu falak, maka kata *zaala* dihubungkan dengan kata *al-syamsu* yaitu *zawal al-syamsu* yang artinya bergesernya Matahari dari tengah-tengah langit.¹⁰⁸ Mizwala diartikan sebagai instrumen astronomi kuno yang digunakan sebagai penunjuk waktu melalui bayang-bayang Matahari. Menurut para peneliti dan sejarawan sains, alat ini berakar dan bersumber dari peradaban Yunani-Romawi, sementara pendapat lain mengatakan

¹⁰⁵ <https://wartapoldasu.wordpress.com/2020/03/21/inilah-dia-penemu-beberapa-instrumen-falak-penentu-waktu-sholat-dari-kota-padangsampung/> diakses pada hari Senin tanggal 27 Juli 2020 pukul 21:20 WIB.

¹⁰⁶ Wawancara dengan Arjuna Hiqmah Lubis via *whatsapp* pada hari Selasa tanggal 3 Maret 2020 pukul 11:19 WIB.

¹⁰⁷ Ahmad Warson, *Kamus Al-Munawwir*, 594.

¹⁰⁸ *Ibid.*,

bersumber dari era mesir Kuno. Alat ini disebut juga dengan *sa'ah syamsiyyah* atau jam Matahari, dan disebut juga dengan “*ar-rakhmah*”, dan dalam bahasa Inggris disebut dengan Sundial.¹⁰⁹

Dalam kamus disebutkan bahwa Sundial artinya alat penunjuk waktu dengan bantuan bayangan sinar Matahari.¹¹⁰ Sundial atau yang biasa dikenal dengan jam Matahari merupakan perangkat sederhana yang menunjukkan waktu berdasarkan pergerakan Matahari di meridian. Dari segi fisiknya, hal yang terpenting yang ada pada Sundial adalah gnomon dan bidang dial. Adapun instrumen-instrumen lain biasanya digunakan sebagai pembantu dari cara kerjanya Sundial.¹¹¹ Bentuk bidang dial pada Sundial bisa berupa horizontal, vertikal, ataupun miring dengan berbagai sudut (equatorial), yang mana sudut tersebut mengikuti lintang tempat pada suatu daerah tertentu.

Menurut Arjuna (selaku pencipta *Mizun*), tujuan dikumpulkannya dua instrumen klasik yaitu Sundial dan Mizwala ini menjadi satu alat saja adalah hanya untuk mengumpulkan fungsi-fungsi dari instrumen klasik yang memanfaatkan sinar Matahari. Jika dibandingkan dengan

¹⁰⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto: UM Purwokerto Press, 2016), 318.

¹¹⁰ John M. Echols dan Hassan Shadily, *Kamus Inggris-Indonesia*, (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2010), Cet. XXIX, 568.

¹¹¹ Rene R. Johr, *Sundial: History, Theory, and Practice*, (New York: Dover Publications, 1996), 5.

instrumen yang lain, maka *Mizun* ini termasuk alat yang sangat praktis dan memiliki fungsi yang komplit.¹¹²

Disisi lain, pembuatan alat ini membutuhkan waktu yang sangat lama dan membutuhkan kreatifitas supaya susunan dari kurva-kurva pada bidang dial dan warna-warna kurvanya tidak bertentangan, sehingga mudah untuk digunakan.

2. Komponen-komponen *Mizun* (Mizwala-Sundial)

Mizwala-Sundial merupakan instrumen falak inovasi yang cara kerjanya memanfaatkan sinar Matahari dengan mengamati jatuhnya bayangan gnomon pada bidang dial. Mizwala-Sundial memiliki lima komponen penting, yaitu:

a. Bidang level

Bidang level yaitu bagian yang berfungsi untuk mengatur keseimbangan benda yang berada di atasnya yaitu bidang dial. Bahan dasar pembuatan bidang level adalah akrilik dengan ketebalan sekitar 0.8 cm. Bidang level ini dibuat unik dengan bentuk seperti gasing atau gir (roda gigi), sehingga memiliki dua fungsi yaitu:

- 1) supaya *Mizun* tidak memakan banyak tempat.
- 2) supaya mudah dimasukkan ke dalam tas, sehingga mudah untuk dibawa.¹¹³

Gambar 3.1: Gambar bidang level *Mizun*

¹¹² Wawancara dengan Arjuna Hiqmah Lubis via *whats app* pada hari Selasa tanggal 3 Maret 2020 pukul 11:19 WIB.

¹¹³ Wawancara dengan Arjuna Hiqmah Lubis pada hari Sabtu tanggal 25 Juli 2020 via *whats app* pukul 21: 39 WIB.

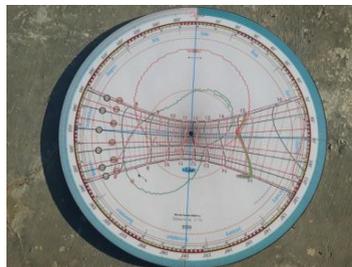


b. Bidang dial

Bidang dial yaitu bidang yang digunakan untuk membentuk bayangan yang dihasilkan oleh gnomon dan memiliki skala yang telah didesain sebesar 360 derajat. Bayangan yang di tangkap pada bidang dial ini digunakan sebagai acuan saat pengukuran.

Bahan dasar pembuatan bidang dial ini menggunakan akrilik. Sementara dialnya terbuat dari pvc yang sangat kuat dan anti gores. Warna putih dipilih, karena bisa sangat jelas untuk melihat bayang-bayang. Ketebalan dialnya sekitar 0.6 cm.

Gambar 3.2: Gambar bidang dial *Mizun*



Pada bidang dial terdapat berbagai jenis skala dan kurva, diantaranya adalah kurva waktu Zuhur dan Asar, kurva *equation of time* dan deklinasi matahari,

analema waktu hakiki dan waktu daerah, dan skala kalender.

c. Tripod

Tripod yaitu dasar atau penopang untuk menyangga alat survey dan menjaga agar tetap stabil terpanchang pada tanah pada saat penelitian.¹¹⁴ Tripod ini berjumlah tiga buah yang digunakan untuk mengatur kedataran bidang dial, sehingga gnomon bisa tegak lurus di atasnya. Bahan *stainless* dipilih dalam pembuatan tripod dengan tujuan supaya *Mizun* bisa berdiri kokoh.

Gambar 3.3: Gambar tripod *Mizun*



d. Gnomon

Gnomon yaitu tongkat pembentuk bayang-bayang yang dipasang di bagian pusat lingkaran bidang dial. Gnomon terbuat dari kuningan dengan panjang 10 cm dan 5 cm membentuk bangun kerucut seperti peluru. Pola seperti ini sangat berguna agar bayangan yang dihasilkan tidak melebar, namun fokus pada titik. Penggunaan gnomon yang panjang atau yang pendek

¹¹⁴ Ahmad Syifaul Anam, *Perangkat Rukyah Non Optik: Kajian terhadap Model Penggunaan dan Akurasinya*, (Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015), 134.

disesuaikan dengan bayangan agar tidak keluar dari bidang dial.

Gambar 3.4: Gambar gnomon



e. *Rule* atau penggaris

Rule adalah alat pelengkap pada *Mizun* yang berupa penggaris. Pada *rule* ini terdapat radius derajat dan sentimeter, yang fungsinya untuk membaca panjang bayangan yang dihasilkan oleh gnomon. Selain itu terdapat pula radius deklinasi Matahari dan *equation of time* untuk menentukan besarnya nilai deklinasi matahari dan *equation of time* yang mana grafiknya terdapat pada bidang dial.

Gambar 3.5: Gambar *rule* (penggaris) pada *Mizun*



3. Fungsi *Mizun* (Mizwala-Sundial)

Secara keseluruhan *Mizun* memiliki 6 fungsi (*six in one*) dalam satu instrumen, yaitu:

1. Menentukan arah kiblat

Penentuan arah kiblat menggunakan *Mizun* ini bisa ditempuh dengan langkah-langkah berikut:

a. Menyiapkan data-data yang diperlukan

Data-data yang diperlukan untuk menentukan arah kiblat menggunakan *Mizun* adalah:

1. Lintang dan bujur tempat yang akan diukur.
 2. Lintang dan bujur kota Makkah (*Ka'bah*)
- b. Melakukan perhitungan arah kiblat tempat yang akan diukur

Rumus yang digunakan untuk mengukur arah kiblat adalah:

$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^m \cdot \text{Cos } \phi^x : \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x : \text{Tan } C$$

Keterangan: ϕ^m : Lintang Makkah

ϕ^x : Lintang Tempat

C: Selisih Bujur Makkah Daerah

- c. Melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan *Mizun*
1. Letakkan *Mizun* di tempat atau permukaan yang datar dan terkena sinar Matahari. Untuk mengetahui kedataran suatu permukaan maka bisa diukur menggunakan *water pass*. Ikatkan benang yang telah dipersiapkan pada gnomon.
 2. Perhatikan bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dial. Catatlah waktu pengamatannya.
 3. Putarlah bidang dial sampai nilai *mizwah*¹¹⁵ berada tepat di bawah benang atau bayang-bayang gnomon.
 4. Pindahkan benang pada nilai arah Kiblat yang telah dihitung sebelumnya.

¹¹⁵ Nilai *mizwah* (bayangan) disesuaikan dengan waktu bidik atau waktu pengamatan.

5. Kemudian benang ditarik lurus sesuai dengan nilai azimuth Kiblat. Maka arah tersebut menunjukkan arah Kiblat tempat pengamatan.
 6. Kemudian benang ditarik lurus sesuai dengan nilai azimuth Kiblat. Maka arah tersebut adalah arah Kiblat tempat pengamatan.
2. Menentukan awal waktu Zuhur dan Asar

Waktu Zuhur dimulai pada saat Matahari terlepas dari titik kulminasi atas. Hal yang perlu diingat adalah ketika Matahari berada di sudut waktu meridian maka pada saat itu menunjukkan sudut waktu 0° dan ketika itu waktu menunjukkan pukul 12 menurut waktu Matahari hakiki.¹¹⁶

Sedangkan waktu Asar dimulai ketika bayangan Matahari sama dengan panjang gnomonnya, apabila saat Matahari berkulminasi atas membentuk bayangan senilai 0 (tidak ada bayangan). Akan tetapi apabila pada saat Matahari berkulminasi sudah mempunyai bayangan sepanjang gnomonnya, maka waktu Asar dimulai ketika panjang bayangan Matahari dua kali panjang gnomonnya.

3. Menentukan deklinasi matahari dan *equation of time* (perata waktu)

Deklinasi merupakan jarak posisi Matahari dengan equator langit diukur sepanjang lingkaran waktu. Deklinasi dibagi menjadi dua yaitu deklinasi positif yang terletak di sebelah utara equator, dan

¹¹⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 85.

deklinasi negatif yang terletak di sebelah selatan equator. Kurva deklinasi pada *Mizun* ini berbentuk lingkaran yang bergerigi dan didesain dengan warna merah.

Sedangkan *equation of time* digunakan untuk mengetahui selisih antara waktu Matahari hakiki dengan waktu Matahari rata-rata atau biasa disebut dengan istilah perata waktu. Kurva *equation of time* berbentuk agak lonjong dan bergerigi, yang didesain dengan warna hijau.

4. Menentukan waktu Matahari hakiki

Mizun juga bisa digunakan sebagai penunjuk waktu Matahari hakiki. Waktu hakiki atau yang biasa dikenal dengan waktu *Istiwa'* atau waktu *Syamsi*, adalah waktu yang didasarkan pada peredaran (semu) Matahari sebenarnya. Saat Matahari berkulminasi atas pasti menunjukkan jam 12 siang di tempat itu. Waktu *Istiwa'* ini dalam istilah astronomi biasa dikenal dengan *Solar Time*.¹¹⁷

Kurva yang menunjukkan waktu hakiki pada bidang dial *Mizun* ini berupa kurva garis yang dimulai dari kurva angka 8 yang menunjukkan jam 8 pagi waktu hakiki, sampai kurva angka 16 menunjukkan jam 4 sore waktu hakiki. Kurva pada angka-angka tersebut memungkinkan gnomon untuk masih bisa menangkap sinar Matahari yang jatuh pada bidang dial

¹¹⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 90.

Mizun, sehingga masih bisa dimanfaatkan untuk mengetahui waktu Matahari hakiki.

Cara untuk mengetahui waktu hakiki dengan *Mizun* ini adalah dengan meletakkannya ke arah utara sejati, kemudian perhatikan bayang-bayang gnomon yang jatuh pada bidang dial *Mizun* tepat mengenai angka berapa, itulah waktu hakiki yang ditunjukkan oleh *Mizun*. Kurva untuk waktu hakiki didesain menyesuaikan dengan panjang gnomon yang 5 cm, sehingga pada saat penggunaan *Mizun* untuk mengetahui waktu hakiki, digunakan gnomon dengan ukuran panjang 5 cm.

5. Menentukan waktu daerah

Waktu daerah adalah waktu yang diberlakukan untuk satu wilayah bujur tempat (meridian) tertentu, sehingga dalam satu wilayah bujur yang bersangkutan hanya berlaku satu waktu daerah. Oleh karenanya, daerah dalam satu wilayah disebut daerah kesatuan waktu. Pembagian wilayah daerah kesatuan waktu pada dasarnya didasarkan pada keliptan bujur tempat 15° ($360^\circ : 24 \text{ jam} \times 10$) yang dihitung mulai bujur tempat yang melewati kota Greenwich ($\lambda = 0$).¹¹⁸

Jam atau waktu daerah pada *Mizun* ini ditunjukkan dengan kurva analema.¹¹⁹ Cara untuk mengetahui waktu daerah menggunakan *Mizun* ini

¹¹⁸ *Ibid.*, 69.

¹¹⁹ Grafik posisi Matahari di langit pada waktu tertentu di tempat tertentu yang diukur sepanjang tahun dan berbentuk menyerupai angka delapan. Lihat KBBi aplikasi versi V 0.4.0 Beta (40),

adalah dengan meletakkan di tempat terbuka yang terkena sinar Matahari kemudian diatur kerataan bidang dial *Mizun* menggunakan *waterpass* dan diarahkan ke arah utara sejati. Amati bayangan gnomon tersebut jatuh pada angka berapa, itulah waktu daerah yang ditunjukkan oleh *Mizun*.

6. Menentukan radius derajat dan radius sentimeter

Saat mengamati panjang bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dial *Mizun*, maka *rule* atau penggaris berfungsi sebagai alat bantu untuk membaca panjang bayang-bayang tersebut. *Rule* pada *Mizun* ini pada tengahnya berlobang, sehingga jika digunakan untuk membaca panjang bayangan adalah dengan memasukkan lobang *rule* pada gnomonnya. Adapun hasil yang didapat adalah panjang bayangan dalam radius sentimeter maupun radius derajat.

C. Penentuan Waktu Zuhur dan Asar Menggunakan *Mizun* (Mizwala-Sundial)

Mizun merupakan alat non optik yang merupakan modifikasi dari Mizwala dan Sundial Horizontal. Cara kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan sinar Matahari yaitu mengamati bayangan yang dihasilkan oleh gnomon pada bidang dialnya. Sebelum menggunakan *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar, maka langkah awal adalah harus menentukan utara sejati. Adapun data-data yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

1. Langkah-langkah untuk menentukan arah utara sejati adalah:
 - a. Menyiapkan data-data yang dibutuhkan, yaitu: lintang tempat (ϕ^x), bujur tempat (λ^x), bujur daerah (λ^d), waktu pengukuran (WD), deklinasi matahari pada waktu pengamatan (δ), *equation of time* pada waktu pengamatan (e)
 - b. Setelah data-data tersebut terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah mencari azimuth bayangan Matahari (*mizwah*). Berikut ini adalah langkah-langkah untuk mencari nilai *mizwah*:
 1. Mencari sudut waktu Matahari dengan rumus:

$$t = \text{WD} + e - (\text{BD} - \text{BT}) \div 15 - 12 = x \text{ 15}^{120}$$

Jika waktu pengamatan pagi (sebelum *zawal*) maka hasilnya negatif (-), jika pengamatannya sore (setelah *zawal*) maka hasilnya positif (+).
 2. Mencari arah Matahari dengan rumus:

$$\text{Cotan A} = \tan \delta \cdot \cos \phi^x \div \sin t - \sin \phi^x \div \tan t^{121}$$

Jika nilai deklinasi matahari bernilai positif (+), maka nilai arah matahari bernilai positif (+), begitu juga sebaliknya jika nilai deklinasi negatif (-). Oleh karena itu, nilai positif atau negatifnya nilai arah matahari bergantung pada positif atau negatif nilai dari deklinasi matahari.
 3. Menghitung azimuth matahari dengan kaidah sebagaimana pada tabel 3.1 berikut ini:

¹²⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 58.

¹²¹ *Ibid.*, 59.

Tabel 3.1 : Rumus Mencari Azimuth Matahari

Waktu Pengamatan	Deklinasi Matahari	Azimuth Matahari
Pagi	positif	arah matahari
Pagi	negatif	$180 + \text{arah matahari (-)}$
Sore	negatif	$180 - \text{arah matahari (-)}$
Sore	positif	$360 - \text{arah matahari}$

4. Menghitung *mizwah*, yaitu azimuth bayangan matahari. Oleh karena *mizwah* merupakan azimuth bayangan, maka nilai *mizwah* tersebut dapat diketahui dengan menarik titik kebalikan dari azimuth matahari. Sehingga untuk mencari nilai *mizwah*, berlaku kaidah sebagaimana tersebut dalam tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 : Rumus Mencari *Mizwah* (Bayangan)

Azimuth Matahari	<i>Mizwah</i>
kurang dari 180	Azimuth matahari + 180
lebih dari 180	Azimuth matahari - 180

Setelah diketahui nilai *mizwah* (bayangan), maka langkah selanjutnya adalah:

1. Pasang *Mizun* (bidang level, bidang dial, tripod, dan gnomon).

2. Letakkan *Mizun* pada tempat terbuka, yang sekiranya terkena sinar Matahari dan atur kedataran *Mizun* dengan cara memutar tripodnya serta mengukur kedatarannya menggunakan alat bantu berupa *waterpass*.
 3. Selanjutnya bidang dial diputar hingga bayangan gnomon jatuh pada nilai *mizwah* yang sudah dihitung sebelumnya. Dengan demikian, maka otomatis nilai 0 pada bidang dial tersebut merupakan arah utara sejati. Dan berilah tanda pada arah tersebut, sehingga bisa memudahkan untuk pengamatan pada awal waktu salat Asar atau pada hari yang lainnya.
2. Pengaplikasian *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur
- a. Cocokkan jam yang akan dipakai pada saat pengamatan dengan jam bmkg yang bisa diakses pada link <http://ntp.bmkg.go.id/Jam.BMKG> atau bisa juga dicocokkan dengan time.is pada link <https://time.is/>.
 - b. Perhatikan bayangan gnomon tersebut pada saat kulminasi, yaitu ketika bayangan menghimpit garis arah utara dan selatan (garis warna biru yang terletak di tengah-tengah bidang dial *Mizun*).
 - c. Catat jam saat itu dengan teliti.
 - d. Ukur panjang bayang-bayang tersebut. Untuk memudahkan dalam mengukur panjang bayangan, maka gunakan alat bantu berupa *rule* atau penggaris.

- e. Kemudian tetap perhatikan bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dial, jika bayangan sudah berada di sebelah timur gnomon yaitu posisi tergelincirnya Matahari, hal ini berarti Matahari mulai bergerak ke arah barat, maka telah masuk awal waktu Zuhur. Karena berdasarkan petunjuk dari Hadis Nabi, bahwa waktu Zuhur dimulai ketika Matahari tergelincir.
 - f. Catat jam saat itu dengan teliti dan juga ukur berapa panjang bayangan gnomonnya.
3. Pengaplikasian *Mizun* untuk menentukan awal waktu Asar
- a. Letakkan *Mizun* pada permukaan yang datar, dan arahkan ke utara sejati.
 - b. Cocokkan jam yang akan dipakai pada saat pengamatan dengan jam bmkg yang bisa diakses pada link <http://ntp.bmkg.go.id/Jam.BMKG> atau bisa juga dicocokkan dengan time.is yang bisa diakses pada link <https://time.is/>.
 - c. Amati panjang bayangan gnomon. Perlu diingat, bahwasannya awal waktu Asar dimulai ketika panjang bayangan gnomon sama dengan bendanya ditambah dengan panjang bayangan pada saat Matahari berkulminasi.
 - d. Apabila panjang bayangan telah menyentuh kurva Asar pada bidang dial *Mizun*, maka telah masuk awal waktu Asar.
 - e. Catat jam pada saat itu dengan teliti.

BAB IV

UJI AKURASI MIZUN DALAM MENENTUKAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASAR

A. Analisis Penentuan Awal Waktu Zuhur dan Asar Menggunakan *Mizun* (Mizwala-Sundial)

Terciptanya *Mizun* (Mizwala-Sundial) ini merupakan bagian dari proses pelestarian dan modifikasi instrumen klasik, yakni dengan menggabungkan dua instrumen menjadi satu instrumen saja. Penulis telah menyebutkan pada bab sebelumnya bahwa *Mizun* ini memiliki enam fungsi utama, yang mana fungsi yang terdapat pada Sundial Horizontal dan Mizwala dikumpulkan dalam satu alat.

Mizun ini termasuk jenis perangkat rukyat non optik. Definisi dari perangkat rukyat non optik sendiri adalah segala perlengkapan atau peralatan yang digunakan untuk melakukan pengamatan (observasi) terhadap sesuatu guna penentuan arah kiblat, penentuan awal bulan kamariyah, gerhana baik Matahari maupun Bulan, dan juga penentuan awal waktu salat yang tidak menggunakan bantuan optik.¹²²

Prinsip kerja dari *Mizun* ini adalah dengan menggunakan Matahari. Pada pagi hari Matahari terbit di ufuk timur, makin lama akan makin tinggi mencapai titik puncaknya yang teratas yaitu mencapai garis meridian langit (garis utara-selatan),

¹²² Ahmad Syifa'ul Anam, *Perangkat*, 3-4

kemudian turun kembali sampai ufuk barat lalu terbenam, dan terbit kembali di ufuk timur pada pagi hari berikutnya, demikian selanjutnya.¹²³ Efek dari pergerakan Matahari adalah adanya perubahan panjang bayangan benda, terbit dan terbenamnya Matahari, munculnya fajar di pagi hari, dan hilangnya *syafaq al-ahmar* (mega merah) pada malam hari.¹²⁴ Jadi hal yang perlu diingat terkait penggunaan *Mizun* ini adalah hanya bisa digunakan sepanjang adanya sinar Matahari.

Di sisi lain, *Mizun* ini masih bisa dimanfaatkan tanpa bantuan sinar Matahari yaitu jika digunakan untuk mengetahui nilai deklinasi Matahari dan *equation of time* pada tanggal tertentu. Terkait penentuan awal waktu salat, kehadiran instrumen-instrumen Falak mempunyai peranan yang cukup signifikan. Dalam aspek ibadah, yang dalam hal ini adalah salat, ilmu falak dalam konteks hisab dan rukyat turut andil terkait penentuan awal waktu salat. Hisab atau perhitungan matematis awal waktu salat digunakan sebagai data yang selanjutnya akan diverifikasi melalui rukyat atau observasi di lapangan. Ahmad Izzuddin¹²⁵ menyatakan bahwa pada dasarnya hisab merupakan suatu hipotesis atau kesimpulan sementara, adapun rukyat merupakan suatu verifikasi.

Menentukan waktu Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun* adalah dengan mengamati panjang bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dial *Mizun*, yang mana pada bidang dial *Mizun* sudah terdapat kurva untuk waktu Zuhur dan Asar.

¹²³ Slamet Hambali, *Ilmu*, 49.

¹²⁴ Rinto Anugraha, *Mekanika*, 83.

¹²⁵ Ketua Umum Asosiasi Dosen Ilmu Falak Indonesia

Sebelum melakukan pengamatan, seorang pengamat harus melakukan perhitungan untuk mencari arah utara sejati. Perhitungan ini menghasilkan data berupa nilai *mizwah* (bayangan), kemudian bayangan gnomon diarahkan ke nilai *mizwah*, dan otomatis nilai 0 pada bidang dial *Mizun* sudah menunjukkan arah utara sejati.

Sistem penentuan awal waktu Zuhur adalah dengan memanfaatkan sinar Matahari pada saat kulminasi. Jika Matahari sedang berkulminasi, maka titik pusat Matahari berkedudukan tepat di meridian. Dalam keadaan yang demikian, jika Matahari tidak berkulminasi di zenith, bayang-bayang sebuah benda yang terpancang tegak lurus di atas tanah, membujur tepat menurut arah Utara-Selatan. Setelah titik pusat Matahari dalam perjalanan arah ke barat, melepaskan diri dari garis meridian, maka ujung bayang-bayang benda tadi akan melepaskan diri dari garis Utara-Selatan dan bergerak ke arah timur. Pada keadaan demikian, disebut sebagai tergelincirnya Matahari atau *zawal asy-syamsi*.¹²⁶

Pada saat observasi berlangsung, tepatnya ketika Matahari berkulminasi, pengamat memperhatikan panjang bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dial dengan menggunakan *rule* atau penggaris, yang mana dengan penggunaan *rule* ini bisa diketahui radius derajat dan radius sentimeter dari panjang bayangan gnomon tersebut. Misalnya penelitian pada tanggal 8 November 2020 hasil panjang bayangan diukur menggunakan *rule* atau penggaris menghasilkan data 1,0 cm

¹²⁶ Abdur Rachim, *Ilmu*, 23.

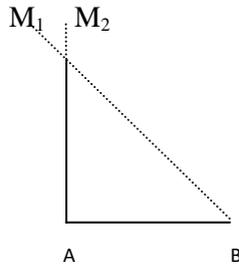
dan 11 derajat. Apabila nilai derajat ini ingin dijadikan ke satuan sentimeter, maka harus dihitung melalui garis bantu terlebih dahulu. Misalnya menggunakan garis bantu 5 cm (mengacu pada panjang gnomon yang digunakan pada saat pengamatan). Maka $\tan 11^\circ \times 5$ cm, sehingga hasilnya adalah 0,97 cm.

Waktu Zuhur dimulai sesaat Matahari terlepas dari titik kulminasi, sehingga bayangan suatu benda sudah bergerak ke arah timur. Jika diamati dari bidang dial *Mizun* maka waktu Zuhur ini terjadi ketika bayangan mulai bergerak ke arah samping kanan kurva yang berada di tengah bidang dial berupa garis lurus berwarna biru.

Mizun dalam menentukan awal waktu Asar, caranya adalah sama dengan penentuan awal waktu Zuhur tadi, yaitu dengan meletakkan *Mizun* ke arah utara sejati terlebih dahulu, kemudian mengamati panjang bayangan gnomon. Masuknya awal waktu Asar adalah ketika panjang bayangan sama dengan bendanya. Hal ini berlaku jika pada saat Matahari berkulminasi tidak memiliki bayangan sama sekali, karena pada saat itu harga lintang tempat sama dengan nilai deklinasi matahari.¹²⁷ Namun apabila saat berkulminasi suatu benda memiliki bayangan, maka masuknya waktu Asar adalah ketika panjang bayangan suatu benda sama dengan bendanya ditambah panjang bayangan pada saat Matahari berkulminasi. Berikut ini adalah gambaran ilustrasi bayangan pada saat waktu Asar menggunakan gnomon pada *Mizun*:

¹²⁷ Ahmad Syifa'ul Anam, *Perangkat*, 276.

Gambar 4.1: Ilustrasi bayangan waktu Asar saat kulminasi tidak memiliki bayangan



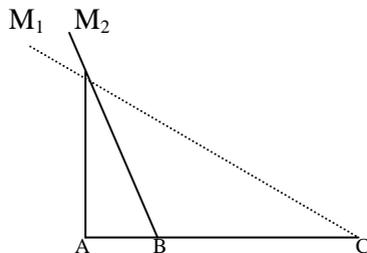
Keterangan gambar:

M_1, M_2 = Matahari

A = Gnomon

B = Bayangan awal waktu salat
Asar

Gambar 4.2: Ilustrasi bayangan Asar ketika Matahari berkulminasi memiliki bayangan



Keterangan Gambar:

M_1, M_2 = Matahari

A = Gnomon

B = Bayangan pada saat kulminasi

C = Bayangan pada saat awal waktu Asar

Pada bidang dial *Mizun* masuknya waktu Asar ditandai dengan menyentuhnya bayangan gnomon pada kurva Asar, yang mana kurva Asar berbentuk menyerupai sayap burung.¹²⁸ Adapun rumus matematis panjang bayangan awal Asar adalah sebagai berikut:

P. Bayangan Asar = P. Benda + P. Bayangan Kulminasi

Misalnya penelitian panjang bayangan awal waktu Asar pada tanggal 8 November 2020:

$$\begin{aligned} \text{Panjang benda} &= 5 \text{ cm} \\ \text{Panjang kulminasi} &= 1,0 \text{ cm} \\ \text{P. bayangan Asar} &= 5 \text{ cm} + 1,0 \text{ cm} \\ &= 6,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

Selain cara yang tersebut diatas, untuk menghitung panjang bayangan saat Asar adalah dengan mengukur panjang bayangan menggunakan *rule*. Misalnya pada tanggal 8 November 2020 setelah dilakukan pengamatan, dihasilkan data panjang bayangan senilai 5,9 cm dan 49 derajat. Jika nilai panjang bayangan ingin dirubah ke satuan sentimeter, maka harus menggunakan garis bantu. Maka hasil panjang bayangan adalah $\tan 49^0 \times 5 \text{ cm}$, sehingga hasilnya adalah 5,75 cm.

Dari kedua data yang dihasilkan dari panjang bayangan dalam radius sentimeter dan radius derajat, menurut penulis hasil yang lebih teliti adalah dengan merubah nilai radius derajat menjadi satuan sentimeter. Namun disisi lain, hasil panjang bayangan dalam radius sentimeter lebih cocok

¹²⁸ Wawancara dengan Arjuna Hiqmah via *whats app* pada hari Sabtu, tanggal 25 Juli 2020 pukul 20:06 WIB.

digunakan untuk memudahkan dalam perhitungan panjang bayangan untuk waktu salat berikutnya, yaitu waktu Asar.

B. Analisis Akurasi Mizun (Mizwala-Sundial) dalam Menentukan Awal Waktu Zuhur dan Asar

Penelitian uji akurasi *Mizun* untuk menentukan panjang bayangan awal waktu Zuhur dan Asar dilakukan selama 8 hari di tiga markaz yang berbeda di Semarang. Markaz yang pertama adalah Masjid at-Taqwa Karonsih Utara Ngaliyan. Penelitiannya dilakukan selama dua hari, yaitu pada tanggal 26 Agustus 2020 – 27 Agustus 2020 atau 7-8 Muharram 1442 Hijriyah. Markaz yang kedua adalah Masjid Agung Jawa Tengah. Penelitiannya dilakukan selama dua hari yaitu pada tanggal 24 Agustus 2020 dan 31 Agustus 2020 atau pada tanggal 5 dan 12 Muharam 1442 Hijriah. Adapun markaz yang ketiga adalah YPMI Al-Firdaus. Penelitiannya dilakukan selama 4 hari tetapi tidak berturut-turut, yaitu pada tanggal 16 Agustus 2020 atau 26 Dzulhijjah 1441 Hijriah, 25 Agustus 2020 atau 6 Muharam 1442 Hijriah, 8 November 2020 atau 22 Rabiulawal 1442 Hijriah, dan tanggal 11 November 2020 atau 25 Rabiulawal 1442 Hijriah.

Keadaan cuaca yang tidak menentu, menyebabkan penelitian tersebut tidak bisa dilakukan secara berturut-turut, Misalnya saja pada saat pengamatan keadaan langit mendung atau berawan, maka otomatis sinar Matahari yang diterima oleh permukaan Bumi menjadi tidak maksimal. Padahal sistem kerja dari alat ini bergantung pada adanya sinar Matahari. Apalagi jika hujan turun, maka observasi penentuan

awal waktu Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun* ini tidak bisa dilakukan. Sehingga faktor cuaca sangat berpengaruh dalam observasi ini.

Uji akurasi penentuan awal waktu Zuhur dan Asar ini dikomparasikan dengan perhitungan dengan data Ephemeris. Secara bahasa, akurasi berarti kecermatan, ketelitian, dan ketepatan.¹²⁹ Adapun akurasi dalam kaitannya dengan penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar ini adalah ketepatan antara hasil observasi di lapangan terhadap panjang bayangan pada kurva Zuhur dan Asar pada bidang dial *Mizun* dengan hasil perhitungan awal waktu salat menggunakan data Ephemeris. Adapun data yang dibutuhkan erat kaitannya dengan waktu salat Zuhur dan Asar adalah *equation of time* dan deklinasi matahari.

Berikut adalah perbandingan data *equation of time* yang diperoleh dari *Mizun* dan Ephemeris:

Tabel 4.1: Data *Equation of Time*

Tanggal	<i>Equation of time (Mizun)</i>	<i>Equation of time (Ephemeris)</i>
Ahad, 16-08-2020	-0 ^j 04 ^m 30 ^d	-0 ^j 04 ^m 15 ^d
Senin, 24-08-2020	-0 ^j 02 ^m 30 ^d	-0 ^j 02 ^m 20 ^d
Selasa, 25-08-2020	-0 ^j 02 ^m 15 ^d	-0 ^j 02 ^m 04 ^d
Rabu, 26-08-2020	-0 ^j 01 ^m 15 ^d	-0 ^j 01 ^m 46 ^d
Kamis, 27-08-2020	-0 ^j 01 ^m 30 ^d	-0 ^j 01 ^m 29 ^d

¹²⁹ Lihat KBBI aplikasi versi V 0.4.0 Beta (40)

Senin, 31-08-2020	$-0^j 00^m 15^d$	$-0^j 00^m 17^d$
Ahad, 08-11-2020	$0^j 16^m 30^d$	$0^j 16^m 17^d$
Rabu, 11-11-2020	$0^j 16^m 30^d$	$0^j 15^m 00^d$

Selain data *equation of time*, data deklinasi matahari yang terdapat pada *Mizun* dan Ephemeris juga memiliki perbedaan. Berikut ini adalah data deklinasi matahari yang terdapat pada *Mizun* dan Ephemeris:

Tabel 4.2: Data Deklinasi Matahari

Tanggal	Deklinasi Matahari (<i>Mizun</i>)	Deklinasi Matahari (Ephemeris)
Ahad, 16-08-2020	$14^{\circ} 0' 0''$	$13^{\circ} 35' 20''$
Senin, 24-08-2020	$11^{\circ} 15' 0''$	$10^{\circ} 56' 31''$
Selasa, 25-08-2020	$11^{\circ} 0' 0''$	$10^{\circ} 35' 50''$
Rabu, 26-08-2020	$10^{\circ} 0' 0''$	$10^{\circ} 14' 59''$
Kamis, 27-08-2020	$10^{\circ} 15' 0''$	$9^{\circ} 53' 58''$
Senin, 31-08-2020	$9^{\circ} 30' 0''$	$8^{\circ} 28' 25''$
Ahad, 08-11-2020	$-15^{\circ} 0' 0''$	$-16^{\circ} 41' 43''$
Rabu, 11-11-2020	$-15^{\circ} 15' 0''$	$-17^{\circ} 32' 20''$

Data *equation of time* dan deklinasi matahari dari *Mizun* dapat diketahui dengan cara meletakkan *rule* pada tanggal

tertentu yang ada pada tepi bidang dial *Mizun*. Kemudian lihat garis yang bersinggungan dengan kurva *equation of time* dan deklinasi matahari. Itulah nilai yang didapatkan. Sementara untuk data Ephemeris diperoleh dari buku Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag RI tahun 2020. Deklinasi matahari dan *equation of time* diambil untuk data jam 5 GMT, karena selisih waktu antara WIB (daerah waktu tempat observasi) dengan GMT adalah 7 jam. Adapun data yang dibutuhkan adalah data untuk jam 12 WIB, sehingga dalam Ephemeris data yang diambil adalah pukul 5 GMT.

Pada penelitian ini, tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah menyiapkan data dan melakukan perhitungan untuk mencari arah utara sejati. Kemudian meletakkan *Mizun* di tempat observasi untuk diarahkan ke utara sejati. Atur kedataran *Mizun* menggunakan *water pass*. Selanjutnya mengambil bayangan pada waktu kulminasi dan mengukur berapa panjang bayangannya menggunakan *rule*. Awal waktu Zuhur dimulai ketika *zawal asy-syamsi* atau tergelincirnya Matahari, artinya Matahari sudah mulai bergerak ke barat dan bayangan berada di sebelah timur. Sementara untuk awal waktu Asar adalah ketika panjang bayangan gnomon sama dengan aslinya ditambah panjang bayangan pada saat waktu kulminasi.

Hisab awal waktu Zuhur penulis dapatkan berdasarkan panduan pada Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2020 dengan rumus sebagai berikut:

1. Meridian Pass

$$\text{Merr. Pass} = 12 - e$$

2. Interpolasi

Interpolasi = (Bujur Tempat – Bujur Daerah) : 15

3. Awal waktu Zuhur

Zuhur = Merr. Pass – Interpolasi

4. Hasil perhitungan, jika ada nilai detik maka dibulatkan ke satu menit dan ditambahkan dengan 3 menit¹³⁰.

Hisab awal waktu Asar juga penulis dapatkan dengan panduan pada Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2020 dengan rumus sebagai berikut:

1. Mencari tinggi matahari waktu Asar

Cotan $h_{\text{asar}} = \tan [\varphi - \delta] + 1$

2. Mencari sudut waktu

$\text{Cos } t = -\tan \varphi \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \varphi : \cos \delta_o$

3. $(t : 15) + \text{Merr. Pass} - \text{Interpolasi}$ 4. Hasil perhitungan, jika ada nilai detik maka dibulatkan ke satu menit dan ditambahkan dengan 2 menit¹³¹.

Keterangan: $e = \text{equation of time}$ (perata waktu)

$\Phi =$ lintang tempat

$\delta =$ deklinasi matahari

$t =$ sudut waktu matahari

$h =$ tinggi matahari

Berdasarkan data *equation of time* dan data deklinasi matahari dari data Ephemeris, diperoleh hasil perhitungan awal waktu Zuhur dan Asar. Sementara itu untuk awal waktu Zuhur dan Asar yang bersumber dari *Mizun* diperoleh dari hasil pengamatan selama delapan hari. Berikut ini adalah hasil

¹³⁰ Direktorat Urusan Agama, *Ephemeris*, 421.

¹³¹ *Ibid.*, 421-422.

awal waktu Zuhur berdasarkan hisab dari data Ephemeris dan juga awal waktu Zuhur yang dihasilkan *Mizun* berdasarkan hasil observasi:

Tabel 4.3: Awal Waktu Zuhur

Tanggal	Awal Waktu Zuhur (Ephemeris)	Awal Waktu Zuhur (<i>Mizun</i>)	Selisih
16-08-2020	11: 46 WIB	11: 42 WIB	1 menit
24-08-2020	11: 44 WIB	11: 41 WIB	0 menit
25-08-2020	11: 44 WIB	11: 44 WIB	3 menit
26-08-2020	11: 44 WIB	11: 40 WIB	1 menit
27-08-2020	11: 44 WIB	11: 43 WIB	2 menit
31-08-2020	11: 42 WIB	11: 41 WIB	2 menit
08-11-2020	11: 26 WIB	11: 25 WIB	2 menit
11-11-2020	11: 26 WIB	11: 24 WIB	1 menit

Berdasarkan pada tabel nomor 4.3, hasil hisab waktu salat Zuhur yang bersumber dari data Ephemeris merupakan hasil waktu salat yang telah ditambahkan dengan ikhtiyat¹³². Sedangkan hasil awal waktu salat pada *Mizun* belum ditambahkan dengan nilai ikhtiyat. Sehingga selisih dalam tabel tersebut merupakan selisih antara hasil hisab menggunakan data Ephemeris yang dan hasil pengamatan menggunakan *Mizun* yang telah ditambahkan dengan ikhtiyat.

Kemudian pada tabel nomor 4.4 akan dipaparkan hasil awal waktu Asar berdasarkan perhitungan dengan data Ephemeris dan juga awal waktu Asar yang didasarkan pada hasil pengamatan menggunakan *Mizun*:

Tabel 4.4: Tabel Awal Waktu Asar

Tanggal	Awal Waktu Asar (Ephemeris)	Awal Waktu Asar (<i>Mizun</i>)	Selisih
16-08-2020	15: 06 WIB	15: 01 WIB	3 menit
24-08-2020	15: 03 WIB	14: 59 WIB	2 menit
25-08-2020	15: 03 WIB	15: 02 WIB	1 menit
26-08-2020	15: 03 WIB	14: 58 WIB	3 menit
27-08-2020	15: 02 WIB	14: 59 WIB	1 menit
31-08-2020	15: 00 WIB	15: 01 WIB	3 menit
08-11-2020	14: 44 WIB	14: 42 WIB	0 menit
11-11-2020	14: 45 WIB	14: 45 WIB	2 menit

Tabel nomor 4.4 merupakan awal waktu Asar menurut hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris yang telah ditambahkan dengan ikhtiyat. Sedangkan hasil waktu Asar pada *Mizun* merupakan hasil pengamatan yang belum ditambahkan ikhtiyat. Sehingga selisih pada tabel tersebut merupakan awal waktu Asar berdasarkan hasil hisab menggunakan data Ephemeris dan observasi menggunakan *Mizun* yang telah ditambahkan dengan ikhtiyat.

Pada saat pengamatan, maka panjang bayangan pada bidang dial *Mizun* bisa terbaca. Kemudian panjang bayangan yang terdapat pada *Mizun* dicocokkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus. Pada 8 hari pengamatan memperoleh hasil panjang bayangan beserta perbandingannya. Berikut ini adalah hasil panjang bayangan awal waktu Zuhur menggunakan *Mizun* dan perhitungan rumus:

Tabel 4.5: Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur

Tanggal	Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur (Hasil Perhitungan) ¹³³	Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur (<i>Mizun</i>)	Selisih
16-08-2020	1,87 cm	1,8 cm	0,07 cm
24-08-2020	1,61 cm	1,6 cm	0,01 cm
25-08-2020	1,58 cm	1,6 cm	0,02 cm
26-08-2020	1,55 cm	1,4 cm	0,15 cm
27-08-2020	1,52 cm	1,4 cm	0,12 cm
31-08-2020	1,38 cm	1,4 cm	0,02 cm
08-11-2020	0,85 cm	1,0 cm	0,15 cm
11-11-2020	0,92 cm	1,1 cm	0,18 cm

¹³³ Perhitungan panjang bayangan untuk waktu Zuhur ini dilakukan dengan mencari nilai h , yang mana h adalah tinggi Matahari saat Zuhur. Adapun rumusnya $h = 90 - (p-d)$. Keterangan: p = lintang tempat, d = deklinasi Matahari. Lihat Moh. Uzal Syahrana, *Ilmu Falak Metode As-Syahr*, (Blitar: Gunung Tidar Press, 2018), 43.

Kemudian langkah selanjutnya adalah menghitung panjang bayangan dengan rumus: Panjang bayangan = panjang benda : $\tan h$.

Berdasarkan hasil panjang bayangan awal waktu Zuhur menggunakan *Mizun* dan hasil perhitungan yang ditunjukkan dalam tabel nomor 4.5, terdapat selisih pada tiap pengamatannya. Selisih tersebut berkisar antara 0,01 cm – 0,18 cm. Melihat selisih tersebut, maka tidak terlalu signifikan untuk hasil panjang bayangan waktu Zuhur menggunakan *Mizun* dan hasil panjang bayangan menggunakan perhitungan. Artinya *Mizun* ini cukup akurat dalam penunjukan panjang bayangan. Pada saat pengamatan ini, panjang gnomon yang digunakan adalah 5 cm, karena menyesuaikan dengan kurva dan analema yang ada pada bidang dial *Mizun* ini menggunakan acuan gnomon dengan panjang 5 cm.

Gambar 4.3: Gambar Kurva Zuhur



Berdasarkan kurva yang ditunjukkan pada gambar nomor 4.3, apabila bayangan gnomon berada di garis biru, maka menandakan bahwa saat itu adalah waktu kulminasi. Sedangkan waktu Zuhur itu terjadi setelah Matahari berpindah dari titik kulminasi yakni ke arah barat. Sehingga jika melihat pada kurva tersebut, maka waktu Zuhur adalah ketika bayangan gnomon

telah bergerak ke arah timur, artinya panjang bayangan gnomon sudah bergerak dari garis tengah tersebut.

Tabel 4.6: Tabel Panjang Bayangan Awal Waktu Asar

Tanggal	Panjang Bayangan Awal Waktu Asar (Hasil Perhitungan) ¹³⁴	Panjang Bayangan Awal Waktu Asar (<i>Mizun</i>)	Selisih
16-08-2020	6,87 cm	6,8 cm	0,07 cm
24-08-2020	6,61 cm	6,6 cm	0,01 cm
25-08-2020	6,58 cm	6,5 cm	0,08 cm
26-08-2020	6,55 cm	6,4 cm	0,15 cm
27-08-2020	6,52 cm	6,6 cm	0,08 cm
31-08-2020	6,38 cm	6,5 cm	0,12 cm
08-11-2020	5,85 cm	5,9 cm	0,05 cm
11-11-2020	5,92 cm	5,9 cm	0,02 cm

Berdasarkan hasil panjang bayangan awal waktu Asar yang tercantum pada tabel nomor 4.6, selisih panjang bayangan tersebut berkisar antara 0,01 cm – 0,15 cm. Artinya selisih tersebut tidak terlalu signifikan. Secara perhitungan matematis, rumus bayangan waktu Asar adalah sebagai berikut:

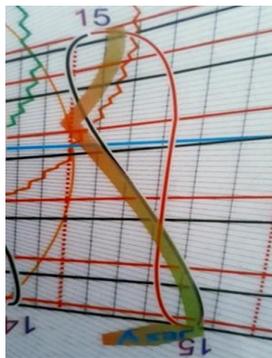
¹³⁴ Perhitungan panjang bayangan saat Asar dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu tinggi Matahari waktu Asar dengan rumus: $\cotan h_{\text{asar}} = \tan [\phi - \delta_0] + 1$. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 89.

Kemudian panjang bayangan didapat dengan rumus: panjang bayangan = panjang benda : $\tan h$.

Panjang bayangan Asar = panjang benda + panjang bayangan
saat kulminasi

Pada bidang dial *Mizun* awal waktu Asar ini ditunjukkan dengan kurva Asar dengan bentuk desain sebagaimana gambar pada nomor 4.2 berikut ini:

Gambar 4.4 : Gambar Kurva Asar



Berdasarkan kurva pada gambar nomor 4.4, awal waktu Asar adalah ketika bayangan gnomon menyentuh kurva Asar. Setelah dilakukan pengamatan, menghasilkan kesimpulan bahwasannya bayangan gnomon yang mulai menyentuh kurva Asar tersebut mempunyai tanda bahwa saat itu telah masuk waktu Asar, namun belum termasuk ikhtiyat. Sementara jika bayangan gnomon menutup keseluruhan kurva tersebut, maka saat itu adalah waktu Asar dan sudah ditambah dengan nilai ikhtiyat.

Mizun sebagai alat bantu yang bisa digunakan dalam penentuan awal waktu Zuhur dan Asar layak digunakan, karena selisih waktu yang dihasilkan *Mizun* dan perhitungan

menggunakan data Ephemeris hanya sebesar 3 menit. Adapun kurva pada bidang dialnya juga cukup akurat untuk menunjukkan awal waktu Zuhur dan Asar. Dalam tataran praktis, selisih hasil yang didapat dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar ini terjadi karena beberapa faktor, yaitu:

1. Pengaturan bidang dial *Mizun* tidak benar-benar datar.
2. Penempatan *Mizun* yang tidak benar-benar tepat mengarah ke utara sejati.
3. Pembidikan dan pembacaan panjang bayang-bayang saat Zuhur maupun Asar rawan dengan *human eror*.

Dalam fungsinya untuk menentukan waktu Zuhur dan Asar, *Mizun* menampilkan kurva Zuhur dan Asar yang tidak dimiliki oleh perangkat non optik yang lain, serta pada *Mizun* ini, penggunaanya bisa mengetahui nilai deklinasi matahari dan *equation of time* pada tanggal tertentu. Pada dasarnya, instrumen Falak itu memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, begitu juga yang ada pada *Mizun* karena adanya beberapa faktor tertentu. Menurut hasil pengamatan dari

Mizun (Mizwala-Sundial) sebagai alat non optik dalam bidang ilmu falak yang merupakan salah satu karya dari Arjuna Hiqmah Lubis mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya yaitu:

1. Praktis dan mudah dalam penggunaannya

Mizun karya Arjuna Hiqmah Lubis pada bidang dialnya memiliki diameter 29,9 cm. *Mizun* mudah dibawa kemana saja, karena bidang dialnya berbentuk seperti gasing sehingga bisa dimasukkan ke dalam tas.

Penggunaan *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar hanya membutuhkan perhitungan untuk mencari arah utara sejati saja. Waktu Zuhur dan Asar ditunjukkan dengan kurva yang ada pada bidang dial *Mizun*, yang mana ketika bayangan gnomon sudah menyentuh kurva Zuhur dan Asar maka telah masuk kedua waktu salat tersebut.

2. Memiliki enam fungsi dalam satu instrumen

Mizun adalah sebuah alat yang diciptakan untuk mengumpulkan fungsi-fungsi yang ada di Sundial Horizontal dan Mizwala. Sehingga bisa meringkas dua instrumen menjadi satu alat saja, tanpa mengurangi fungsi-fungsinya.

3. Bisa digunakan kapan saja dan dimana saja selama ada sinar Matahari

Mizun yang merupakan karya Arjuna Hiqmah Lubis dalam penggunaannya membutuhkan sinar Matahari. Oleh karenanya *Mizun* dalam penentuan waktu Zuhur dan Asar bisa digunakan dimana saja dengan syarat masih ada sinar Matahari.

4. Bisa dimiliki dengan harga yang murah dan terjangkau

Mizun bisa menjadi salah satu alternatif sebagai alat untuk melakukan observasi di lapangan terkait penentuan waktu salat Zuhur dan Asar, penentuan arah kiblat, bisa digunakan untuk mengetahui waktu hakiki dan fungsi-fungsi lainnya dengan hasil yang akurat. Melihat berbagai macam fungsi dari satu alat ini, maka bisa dikatakan bahwa harga alat ini cukup terjangkau untuk dimiliki.

5. Dilengkapi dengan *rule* atau penggaris

Agar mudah dalam membaca panjang bayangan pada saat pengamatan waktu Zuhur dan Asar, maka *Mizun* dilengkapi dengan *rule* atau penggaris. Data yang bisa didapatkan dari panjang bayangan menggunakan *rule* pada *Mizun* ini adalah radius derajat dan radius sentimeter. Selain itu, *rule* ini juga berfungsi sebagai alat bantu untuk mengetahui nilai deklinasi matahari dan *equation of time* pada tanggal yang akan dicari.

Sebagai perangkat rukyat non optik, disamping mempunyai beberapa kelebihan, *Mizun* juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya:

1. *Mizun* tidak bisa digunakan pada saat cuaca mendung atau Matahari sedang terhalangi sesuatu, dan juga pada malam hari.

Dalam penggunaannya *Mizun* membutuhkan sinar Matahari. Sehingga saat Matahari sedang terhalang oleh sesuatu atau pada malam hari, maka *Mizun* tidak dapat digunakan. Namun demikian, *Mizun* ini memiliki satu fungsi yang tidak memerlukan cahaya Matahari, yaitu dalam fungsinya untuk mencari nilai deklinasi matahari dan *equation of time*.

2. Rawan *human eror* dalam mengukur panjang bayangan.

Pada saat pengukuran panjang bayangan saat kulminasi, pada waktu zawal, maupun pada waktu Asar, jika pengamat tidak berhati-hati dalam mengukur panjang bayangannya, bisa saja bidang dial *Mizun* bergeser. Hal

ini bisa terjadi karena *rule* yang digunakan untuk mengukur panjang bayangan diletakkan dengan cara memasukkan lobang yang ada pada tengah *rule* ke gnomon. Sehingga dalam hal ini pengamat harus berhati-hati agar bidang dial maupun gnomon tidak bergerak.

3. *Mizun* hanya berlaku untuk satu lintang tempat tertentu.

Salah satu fungsi *Mizun* ini adalah untuk mengetahui waktu hakiki dan waktu daerah, yang bisa dilihat dari kurva dan analema yang ada pada bidang dialnya. Adapun kurva dan analema didesain menyesuaikan lintang tempat tertentu, sehingga jika *Mizun* digunakan untuk menunjukkan waktu, maka hanya berlaku untuk wilayah lintang tempat tersebut.

4. Warna kuning untuk skala sentimeter pada *rule* menyulitkan untuk membaca panjang bayangan.

Pada saat pengamatan secara otomatis pengamat memperhatikan panjang bayang-bayang gnomon. Untuk memudahkan dalam pengukuran panjang bayangan tersebut, maka digunakanlah *rule*. Sementara warna kuning yang dipilih pada *rule* untuk skala sentimeter menyebabkan mata remang-remang, sehingga menyebabkan pengamat kesusahan untuk membaca panjang bayangan.

Hal yang demikian mungkin dikarenakan warna kuning tidak menyerap cahaya, sehingga memantul ke mata. Maka akan lebih baiknya jika skala sentimeter pada *rule* tersebut didesain dengan warna gelap dan tetap mempertimbangkan garis skalanya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa penulis, terdapat beberapa kesimpulan mengenai penentuan awal waktu Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun* (Mizwala-Sundial), yaitu:

1. *Mizun* sebagai instrumen untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar membutuhkan sinar Matahari dalam penggunaannya. Cara menentukan awal waktu Zuhur dan Asar menggunakan *Mizun* adalah dengan melakukan perhitungan dahulu untuk menentukan arah utara sejati, yang kemudian diamati panjang bayangan gnomonnya. Waktu Zuhur dimulai sesaat setelah Matahari berkulminasi atau disebut dengan *zawal asy-syamsi* (tergelincirnya Matahari). Tandai berapa panjang bayangan saat itu dan catat jamnya. Adapun jam yang digunakan peneliti adalah jam yang telah disesuaikan dengan jam bmkg (bisa diakses melalui link: <http://ntp.bmkg.go.id/Jam.BMKG>) atau bisa disesuaikan dengan time.is (bisa diakses melalui link: <http://time.is/>). Sementara untuk awal waktu Asar adalah panjang bayangan gnomon pada saat Zuhur ditambah dengan panjang bendanya. Misalnya saat Zuhur panjang bayangan gnomon 1 cm ditambah dengan panjang bayangan gnomon 5 cm, maka hasilnya adalah 6 cm. Jadi awal Asar adalah ketika panjang bayangan gnomon senilai 6 cm.

Lebih mudahnya adalah dengan melihat kurva waktu Asar pada bidang dial *Mizun*.

2. Penggunaan *Mizun* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar merupakan perangkat non optik yang akurat. Hasil yang ditunjukkan terkait waktu salat Zuhur dan Asar antara hasil pengamatan menggunakan *Mizun* dengan hasil perhitungan dari data Ephemeris menunjukkan selisih paling banyak 3 menit. Sementara hasil panjang bayangan waktu Zuhur antara *Mizun* dengan hasil perhitungan, berselisih antara 0,01 cm sampai 0,18 cm. Sedangkan untuk waktu Asar, selisih panjang bayangannya berkisar antara 0,01 cm – 0,15 cm. Selisih dengan nilai tersebut masih dalam batasan wajar, karena juga tidak melebihi 1 cm. Dalam melakukan pengamatan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain: kedataran tempat pegamatan, kondisi cuaca, penyesuaian jam yang digunakan saat pengamatan, serta kecermatan dan ketelitian dalam mengukur panjang bayangan.

B. Saran

1. Instrumen Falak klasik harus terus dimodifikasi dan dikembangkan agar kaya akan fungsi dan kegunaannya. Misalnya dengan menggabungkan dua instrumen dalam satu alat saja, sehingga lebih praktis tanpa mengurangi fungsinya. Atau dengan menambahkan fungsi pada alat ini agar bisa digunakan untuk menentukan lima waktu salat.
2. Warna kuning pada desain *rule* atau penggaris untuk menunjukkan panjang bayangan dalam skala radius sentimeter menyebabkan mata remang-remang. Alangkah

lebih baiknya skala sentimeter ini didesain dengan warna agak gelap, sehingga dapat dipergunakan sebagai fungsinya untuk mempermudah membaca panjang bayangan pada saat pengamatan berlangsung,

3. Walaupun saat ini penentuan awal waku salat bisa ditentukan dengan mudah dan mencapai hasil yang akurat tanpa harus melakukan observasi, akan tetapi penggunaan *Mizun* sebagai salah satu hasil modifikasi alat rukyat non optik harus tetap dilestarikan untuk menjaga khazanah klasik dalam ilmu Falak.

C. Penutup

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan nikmat berupa kesehatan serta kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala daya upaya yang optimal sudah penulis arahkan dalam menyusun tugas akhir sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata 1 jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang ini, namun tidak dapat dipungkiri bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan demi kemaslahatan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diterapkan oleh penulis terutama dalam bidang Ilmu Falak.

Demikianlah skripsi ini, penulis berharap bisa bermanfaat bagi semua orang, terlebih kepada para pembaca yang telah meluangkan waktu untuk membaca tulisan ini. *Wallahu a'lam bi al-shawab.*

DAFTAR PUSTAKA

Aplikasi

Google Earth aplikasi versi 9.3.25.5

KBBI aplikasi versi V 0.4.0 Beta (40) tahun 2016-2020 Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan, Kemendikbud RI.

Buku

Agama RI, Kementerian. *Ilmu Falak Praktik*. Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat, 2013.

Ahmad, Syifaul Anam. *Perangkat Rukyah Non Optik: Kajian terhadap Model Penggunaan dan Akurasinya*. Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015.

Al-Ghazi, Muhammad bin Qasim. *Fath al-Qarib al-Mujib*. Surabaya: Maktabah Imarat Allah, th.

Al-Qurthubi, Abu ‘Abdillah. *Tafsir Al-Qurthubi*, juz 5. tp: tt, th.

Amrullah, Haji Abdul Malik Abdul Karim. *Tafsir Al-Azhar*, jilid 2. Singapura: Pustaka Nasional, th.

an-Nawawi, Imam. *Al-Minhaj Syarhu Shahih Muslim ibni al-Hajjaj*, terj. Agus Ma'mun. Jakarta: Darus Sunnah Press, 2014.

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

Asy-Syafi’i, Imam Abi Abdillah Muhammad bin Idris. *Al-Umm*, juz.1. Beirut Libanon, Dar al-Kitab, tth.

- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005.
- _____, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011.
- Az-Zuhaili, Wahbah. *Fiqh Islam Wa Adillatuhu*, Jilid 1. tt: Darul Fikir, th.
- Az-Zuhaili, Wahbah. *Tafsir Al-Munir*, jilid 3. Jakarta: Gema Insani, 2016.
- Bashori, Muh. Hadi. *Penanggalan Islam*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013.
- _____, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab , Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah dan Gerhana*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Problematika Penentuan Awal Bulan Diskursus antara Hisab dan Rukyat*. Malang: Madani, 2014.
- _____, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*. Purwokerto: UM Purwokerto Press, 2016.
- Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT. Sygma Examedia Arkanleema, 2009.
- Djamaluddin, Thomas. *Semesta Pun Berthawaf*. Bandung: Mizan, 2018.
- Echols, John M, dan Hassan Shadily. *Kamus Inggris-Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, Cet. XXIX, 2010.
- Gunawan, Imam. *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*. Jakarta: PT Bumi Aksara, 2013.

- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, cet.1, 2011.
- _____, *Pengantar Ilmu Falak*. Banyuwangi: Bismillah Publisher, cet.1, 2012.
- Herdiansyah, Haris. *Metodologi Penelitian Kualitatif untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Jakarta: Salemba Humanika, 2012.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- _____, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Semarang: Walisongo Press, 2010.
- Johr, Rene R. *Sundial: History, Theory, and Practice*. New York: Dover Publications, 1996.
- Kementerian Agama RI. *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*. Jakarta: 2019.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, th.
- Kiki, Rahmad Zailani, dkk., *Materi Dasar Pendidikan Falakiah*. Jakarta: Jakarta Islamic Centre, 2019.
- Manzilati, Asfi. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Malang: UB Press, 2017.
- Munawwir, Ahmad Warson. *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonsia Terlengkap*, edisi ke-2. Surabaya: Pustaka Progressif, 1997.
- Muslim bin Hajjaj, Imam Abi Husain. *Shahih Muslim*, Juz I. Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah, 1992.

- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak: Metode Hisab Awal Waktu Salat, Arah Kiblat Hisab Urfi dan Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Prastowo, Andi. *Metode Penelitian Kualitatif dalam Perspektif Rancangan Penelitian*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media, 2016
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers, 2017.
- Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: Liberty, 1983.
- Rusyd, Ibnu. *Bidayatul Mujtahid*, jilid 1. tt: Putaka Azzam, tth.
- Sangadji, Etta Mamang dan Sopiah, *Metodologi Penelitian-Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Yogyakarta: ANDI Offset, 2010.
- Sarakhsi, Syamsudin. *Kitab Al-Mabsuth*, juz 1-2. Beirut Libanon: Darul Kitab Al-Ilmiyah, tth.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*, jilid 2. Jakarta: Lentera Hati, cet. V 2012.
- Solikhin, Muhammad. *The Miracle of Shalat*. Jakarta: Erlangga, 2011.
- Sugiyono. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2012.
- Suyanto, Bagong. *Metode Penelitian Sosial*. Jakarta: Kencana, 2005.
- Syahrana, Moh. Uzal. *Ilmu Falak Metode As-Syahr*. Blitar: Gunung Tidar Press, 2018.

Yunus, Mahmud. *Kamus Arab-Indonesia*. Jakarta: Mahmud Yunus Wa Dzurriyah, 2007.

Jurnal

Rahmadani, Dini. “Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat: Tinjauan Parameter dan Algoritma”, *Jurnal Al-Marshad*, vol. 4, No. 2, 2018.

Razak, Encep Abdul, dkk. “Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung”, *Al-Ahkam*, xxvii, no. 2, Oktober 2017.

Materi Seminar

Riyadi, AR Sugeng. “Mempertanyakan Temuan Waktu Sholat Isya’ dan Shubuh Baru” disampaikan dalam acara Seminar Nasional UIN Walisongo Semarang, pada Kamis, 3 Mei 2018.

Skripsi

Farichah, Siti Lailatul. “Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang: 2018.

Listianingsih, Rini. “Uji Akurasi Istiwaa’ini Karya Slamet Hambali dalam Penentuan Titik Koordinat suatu tempat”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang: 2017.

Riza, Muhammad Himmatur. “Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang: 2018.

Rohmah, Nur. “Astrolabe RHI dalam Menentukan Panjang Bayangan Awal Waktu Zuhur dan Asar”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang: 2017.

Sari, Endang Ratna. “Studi Analisis Jam Bencet karya Kiai Misbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo. Semarang: 2012.

Website

<http://ntp.bmkg.go.id/Jam.BMKG>

<https://arjunahiqmahlubis.wordpress.com/2019/02/04/alat-falak-produksi-arfa-berkah/>

<https://arjunahiqmahlubis.wordpress.com/2020/03/31/arjuna-hiqmah-lubis-biodata/>

<https://time.is/>

<https://wartapoldasu.wordpress.com/2020/03/21/inilah-dia-penemu-beberapa-instrumen-falak-penentu-waktu-sholat-dari-kota-padangsidempuan/>

Wawancara

Lubis, Arjuna Hiqmah. *Wawancara* via *whats app*, 25 Juli 2020, pukul 10: 25 WIB

_____, *Wawancara* via *whats app*, 3 Maret 2020, pukul 11:19 WIB.

Lampiran 1:

Lembar Interview

Dalam Rangka Penelitian Skripsi Berjudul

Uji Akurasi Mizun (Mizwala-Sundial) Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Asar

Tanggal : 03 Maret 2020 dan 25 Juli 2020

Penulis : Faizatuz Zulfa

Narasumber : Arjuna Hiqmah Lubis

Daftar pertanyaan dan jawaban wawancara pada hari Selasa tanggal 03 Maret 2020:

1. Kapan pertama kali alat ini dibuat?

Pertama kali pembuatan alat ini pada tahun 2019 dan langsung dipublikasikan. Alat ini telah banyak dibeli oleh mahasiswa Falak dan dua orang dari Malaysia.

2. Apa saja karya-karya yang telah dibuat oleh Arjuna Hiqmah Lubis?

Instrumen yang telah dibuat berkisar 13 alat, seperti *Mizun*, Sun Recorder, Kartu kalender 200 tahun dan lain-lain.

3. Bagaimana ide awal pembuatan *Mizun*?

Pemberian nama *Mizun* ini diberikan oleh teman-teman yang telah membeli alat tersebut, karena di alat ini terdapat fungsi yang seperti di Mizwala dan Sundial, jadi disingkat menjadi *Mizun*. Meskipun di dalam alat ini masih ada fungsi lain, seperti digunakan untuk menentukan nilai *equation of*

time dan deklinasi matahari, menentukan waktu saat ini menggunakan kurva analema yang kurvanya itu sendiri seperti model angka 8. Yang membedakan alat ini dengan Sundial adalah adanya analema.

4. Apakah ada tujuan khusus dimodifikasinya Mizwala dan Sundial menjadi satu instrumen ini?

Sebenarnya tidak ada hubungannya sama sekali dengan Mizwala (alat yang dibuat oleh Bapak Hendro Setyanto). Karena alat tersebut (Mizwala) yang biasa orang kenal, sehingga orang mengenal alat ini dengan sebutan *Mizun* (Mizwala-Sundial). Karena alat ini merupakan alat yang sangat komplit yaitu bisa digunakan untuk menentukan arah kiblat, menentukan awal waktu Zuhur dan Asar, menentukan *equation of time* dan deklinasi matahari, menentukan waktu Matahari hakiki dan waktu daerah (analema).

Sehingga tujuan diciptakannya *Mizun* ini hanya untuk mengumpulkan fungsi-fungsi dari instrumen klasik yang memanfaatkan sinar Matahari menjadi satu alat. Dari segi pembuatannya, membutuhkan perhitungan yang lama dan membutuhkan kreatifitas supaya susunan dari kurva-kurva tersebut, dan warna-warna dari kurva tersebut mudah untuk digunakan. Karena selain dial dan gnomon, disediakan juga *rule* atau penggaris untuk menentukan radius derajat dan radius centimeter dari panjang bayangan.

Daftar pertanyaan dan jawaban wawancara pada hari Sabtu tanggal 25 Juli 2020:

1. Apa fungsi bidang dial dibentuk menyerupai gasing?

Dalam menciptakan alat dibuat unik namun ada fungsi yang tersirat. Dial *Mizun* ini dibentuk seperti gir (roda gigi), fungsinya adalah agar tidak memakan banyak tempat, supaya mudah dimasukkan ke dalam tas. Kalau yang terdapat pada alat lain, dialnya ada yang berbentuk persegi delapan, ada yang bulat. Namun bentuk yang demikian itu bisa memakan tempat, karena semua sisi pada dialnya sama besarnya. Sehingga *Mizun* ini diciptakan berbeda dengan alat yang lain dilihat dari segi fisik dialnya.

2. Untuk data *equation of time* dan deklinasi matahari, datanya diambil darimana?

Datanya diambil dari salah satu situs astronomi dan sudah dicek dengan rata-rata nilai *equation of time* pada buku-buku falak, jadi sudah sesuai dengan standar. Data tersebut diolah di Microsoft excel dalam bentuk grafik radar.

3. Untuk kurva Asar, bagaimana rumus yang digunakan?

Jadi waktu Asar ialah panjang bayang-bayang benda ditambah dengan panjang bayang-bayang pasa saat Zuhur. Jadi, mencari waktu Zuhur dahulu kemudian ditambah dengan panjang gnomon 5 cm. Misalnya panjang bayangan saat Zuhur 1 cm ditambah panjang gnomon 5 cm, maka hasilnya adalah 6 cm. Dicari arah dari bayang-bayang gnomon tersebut, sehingga jika dikumpulkan data satu tahun dari titik-titik panjang bayangan Asar itu, maka terbentuklah kurva seperti sayap burung, sebagaimana yang tertera pada bidang dial *Mizun*.

4. Pada bidang dialnya terdapat nama-nama bulan dalam satu tahun masehi. Apa fungsinya dan bagaimana cara membacanya?

Cara membacanya sama dengan yang ada pada Astrolabe. Misalnya jika kita ingin mengetahui *equation of time* pada tanggal 1 Januari, maka tinggal kita arahkan rule atau penggaris ke arah 1 Januari. Maka garis yang bersilangan pada kurva *equation of time* adalah nilai yang kita dapatkan.

Lampiran 2:

**LAMPIRAN PERHITUNGAN AWAL WAKTU
ZUHUR DAN ASAR MENGGUNAKAN DATA
EPHEMERIS**

1. Praktek ke-1 di YPMI Al-Firdaus pada hari Ahad, tanggal 16 Agustus 2020

Data:

Lintang : $-7^{\circ} 00' 33''$

Bujur : $110^{\circ} 20' 10''$ ¹³⁵

Waktu bidik : 11:36 WIB

Deklinasi matahari hari Ahad (16 Agustus 2020) pukul 11:36 WIB / 04.36 GMT adalah:

Rumus interpolasi $\delta_o = \delta_1 + k (\delta_2 - \delta_1)$

δ_1 (pk. 11 WIB / 04 GMT) = $13^{\circ}36'08''$

δ_2 (pk. 12 WIB / 05 GMT) = $13^{\circ}35'20''$

k (selisih waktu) = $00^j 36^m$

$\delta_o = 13^{\circ}36'08'' + 00^j 36^m \times (13^{\circ}35'20'' - 13^{\circ}36'08'')$
 $= 13^{\circ}35'39,2''$

Equation of time hari Ahad (16 Agustus 2020) pukul 11:36 WIB / 04.36 GMT adalah:

Rumus interpolasi $e = e_1 + k (e_2 - e_1)$

e_1 (pk. 11 WIB / 04 GMT) = $-0^{\circ}4'16''$

e_2 (pk. 12 WIB / 05 GMT) = $-0^{\circ}4'15''$ ¹³⁶

k (selisih waktu) = $00^j 36^m$

¹³⁵ Data-data astronomis diambil dari aplikasi Google Earth versi Android

¹³⁶ Data-data astronomis diambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, (Jakarta: Kementerian Agama, 2020), 259

$$e = -0^{\circ}4'16'' + 00^j 36^m \times (-0^{\circ}4'15'' - (-0^{\circ}4'16'')) \\ = -0^{\circ}4'15,4''$$

Perhitungan:

$$t = WD + e - (BD - BT) \div 15 - 12 = x \ 15 \\ = 11^{\circ}36' + 0^{\circ}4'15,4'' - (105^{\circ} - 110^{\circ}20'10'') \div 15 - 12 = x \ 15 \\ = -1^{\circ}43'41''$$

$$\text{Cotan A} = \tan \delta \cdot \cos \varphi^x \div \sin t - \sin \varphi^x \div \tan t \\ = \tan 13^{\circ} 35' 39,2'' \times \cos -7^{\circ} 0' 33'' \div \sin 1^{\circ}43'41'' - \\ \sin -7^{\circ}0'33'' \div \tan 1^{\circ}43'41'' \\ = 4^{\circ}45'43,64''$$

Nilai azimuth matahari adalah arah matahari yaitu $4^{\circ}45'43,64''$.

Nilai *Mizwah* adalah nilai azimuth matahari + 180. Maka $4^{\circ}45'43,64'' + 180 = 184^{\circ}45'43,64''$.

Sehingga nilai mizwah sebesar $188^{\circ}45'11,83''$, dan otomatis nilai 0 pada bidang dial Mizun sudah mengarah ke utara sejati.

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - (-0^{\circ}4'15'') = 12^j 04^m 15^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^{\circ} 20' 10'' - 105^{\circ}) : 15 = 0^j 21^m 20,67^d$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 04^m 15^d \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 20,67^d} \\ 11^j 42^m 54,33^d = 11^j 43^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 03^m} + \\ 11^j 46^m \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

a. h_a (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned}\text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [13^\circ 35' 20'' - (-) 7^\circ 00' 33''] + 1 \\ h_{\text{asar}} &= 36^\circ 00' 38,87''\end{aligned}$$

b. t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\begin{aligned}\text{Cos } t &= -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o \\ \text{Cos } t &= -\tan (-) 7^\circ 00' 33'' \times \tan 13^\circ 35' 20'' + \\ &\quad \sin 36^\circ 00' 38,87'' : \cos (-) 7^\circ 00' 33'' : \cos 13^\circ 35' 20'' \\ t &= 50^\circ 16' 19,32''\end{aligned}$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 04^m 15^d$$

$$\begin{aligned}t : 15 &= \underline{3^j 21^m 05,29^d} + \\ &= 15^j 25^m 20,29^d \text{ (LMT)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Interpolasi} &= \underline{0^j 21^m 20,67^d} - \\ &\quad 15^j 03^m 59,62^d = 15^j 04^m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ikhtiyat} &= \underline{00^j 2^m} + \\ &\quad 15^j 06^m \text{ (WIB)}\end{aligned}$$

2. Praktek ke-2 di Masjid Agung Jawa Tengah pada hari Senin tanggal 24 Agustus 2020

Data:

Lintang : $-6^\circ 59' 0''$

Bujur : $110^\circ 26' 42''$ ¹³⁷

Waktu bidik : 11:17 WIB

Deklinasi matahari hari Senin (24 Agustus 2020) pukul 11:17 WIB / 04.17 GMT adalah:

$$\text{Rumus interpolasi } \delta_o = \delta_1 + k (\delta_2 - \delta_1)$$

$$\delta_1 \text{ (pk. 11 WIB / 04 GMT)} = 10^\circ 57' 23''$$

$$\delta_2 \text{ (pk. 12 WIB / 05 GMT)} = 10^\circ 56' 31''$$

¹³⁷ Data-data astronomis diambil dari aplikasi Google Earth versi Android

$$\begin{aligned}
 k \text{ (selisih waktu)} &= 00^j 17^m \\
 \delta_o &= 10^\circ 57' 23'' + 00^j 17^m \times (10^\circ 56' 31'' - 10^\circ 57' 23'') \\
 &= 10^\circ 57' 8,27'' \\
 e &= -0^\circ 2' 20''^{138}
 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 t &= 11^\circ 17' + (-0^\circ 2' 20'') - (105^\circ - 110^\circ 26' 42'') \div 15 - 12 = x \quad 15 \\
 &= -5^\circ 53' 18''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= \tan 10^\circ 57' 8,27'' \times \cos -6^\circ 59' 00'' \div \sin 5^\circ 53' 18'' - \sin \\
 &\quad -6^\circ 59' 00'' \div \tan 5^\circ 53' 18'' \\
 &= 18^\circ 08' 46,24''
 \end{aligned}$$

Nilai azimuth matahari adalah arah matahari yaitu $18^\circ 08' 46,24''$

Nilai *Mizwah* adalah nilai azimuth matahari + 180. Maka $18^\circ 08' 46,24'' + 180 = 198^\circ 08' 46,24''$

Sehingga nilai mizwah sebesar $188^\circ 45' 11,83''$, dan otomatis nilai 0 pada bidang dial Mizun sudah mengarah ke utara sejati.

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - (-0^\circ 2' 20'') = 12^j 02^m 20^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^\circ 26' 42'' - 105^\circ) : 15 = 0^j 21^m 46,8^d$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 02^m 20^d \text{ (LMT)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Interpolasi} &= \underline{0^j 21^m 46,8^d} \text{ -} \\
 &\quad 11^j 40^m 33,62^d = 11^j 41^m
 \end{aligned}$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 03^m} +$$

¹³⁸ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 267

11^j 44^m (WIB)

Awal Waktu Asar:

c. h_a (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned}\text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [10^\circ 56' 31'' - (-) 6^\circ 59' 00''] + 1\end{aligned}$$

$$h_{\text{asar}} = 37^\circ 05' 28,72''$$

d. t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\begin{aligned}\text{Cos } t &= -\tan (-)6^\circ 59' 00'' \times \tan 10^\circ 56' 31'' + \\ &\quad \sin 37^\circ 05' 28,72'' : \cos (-) 6^\circ 59' 00'' : \cos 10^\circ 56' 31''\end{aligned}$$

$$t = 50^\circ 01' 10,5''$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 02^m 20^d$$

$$\begin{aligned}t : 15 &= \underline{3^j 20^m 04,7^d} + \\ &= 15^j 22^m 24,7^d (\text{LMT})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Interpolasi} &= \underline{0^j 21^m 46,8^d} - \\ &\quad 15^j 00^m 37,9^d = 15^j 01^m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ikhtiyat} &= \underline{00^j 2^m} + \\ &\quad 15^j 03^m (\text{WIB})\end{aligned}$$

3. Praktek ke-3 di YPMI Al-Firdaus pada hari Selasa, tanggal 25 Agustus 2020

Data:

Lintang : $-7^\circ 00' 33''$

Bujur : $110^\circ 20' 10''$ ¹³⁹

δ_o : $10^\circ 35' 50''$

e : $-0^\circ 2' 03''$ ¹⁴⁰

¹³⁹ Data-data astronomis diambil dari aplikasi Google Earth versi Android

¹⁴⁰ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 268

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - (-) 0^{\circ} 2' 03'' = 12^j 02^m 03^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^{\circ} 20' 10'' - 105^{\circ}) : 15 = 0^j 20^m 21,67^d$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 02^m 03^d \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 20,67^d} \text{ -}$$

$$11^j 40^m 42,33^d = 11^j 41^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 03^m} +$$

$$11^j 44^m \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned} \text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [10^{\circ} 35' 50'' - (-) 7^{\circ} 0' 33''] + 1 \end{aligned}$$

$$h_{\text{asar}} = 37^{\circ} 12' 07,89''$$

t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\text{Cos } t = -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } t &= -\tan(-) 7^{\circ} 0' 33'' \times \tan 10^{\circ} 35' 50'' + \sin 37^{\circ} 12' 07,89'' : \\ &\quad \cos (-) 7^{\circ} 0' 33'' : \cos 10^{\circ} 35' 50'' \end{aligned}$$

$$t = 50^{\circ} 00' 08,7''$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 02^m 03^d$$

$$\begin{aligned} t : 15 &= \underline{3^j 20^m 00,58^d} + \\ &= 15^j 22^m 03,58^d \text{ (LMT)} \end{aligned}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 46,8^d} \text{ -}$$

$$15^j 00^m 42,91^d = 15^j 01^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \frac{00^j 2^m}{15^j 03^m (\text{WIB})} +$$

4. Praktek ke-4 di Masjid at-Taqwa Karonsih Utara, Ngaliyan pada hari Rabu, tanggal 26 Agustus 2020

Data:

Lintang : $-6^\circ 59' 50''$

Bujur : $110^\circ 21' 04''$ ¹⁴¹

Waktu bidik : 11:15 WIB

Deklinasi matahari hari Rabu (26 Agustus 2020) pukul 11:15 WIB / 04.15 GMT adalah:

$$\text{Rumus interpolasi } \delta_o = \delta_1 + k (\delta_2 - \delta_1)$$

$$\delta_1 (\text{pk. 11 WIB / 04 GMT}) = 10^\circ 15' 51''$$

$$\delta_2 (\text{pk. 12 WIB / 05 GMT}) = 10^\circ 14' 59''$$

$$k (\text{selisih waktu}) = 00^j 15^m$$

$$\begin{aligned} \delta_o &= 10^\circ 15' 51'' + 00^j 15^m \times (10^\circ 14' 59'' - 10^\circ 15' 51'') \\ &= 10^\circ 15' 38'' \end{aligned}$$

Equation of time hari Rabu (26 Agustus 2020) pukul 11:15 WIB / 04.15 GMT adalah:

$$\text{Rumus interpolasi } e = e_1 + k (e_2 - e_1)$$

$$e_1 (\text{pk. 11 WIB / 04 GMT}) = -0^\circ 1' 47''$$

$$e_2 (\text{pk. 12 WIB / 05 GMT}) = -0^\circ 1' 46''$$
¹⁴²

$$k (\text{selisih waktu}) = 00^j 15^m$$

$$\begin{aligned} e &= -0^\circ 1' 47'' + 00^j 15^m \times (-0^\circ 1' 46'' - -0^\circ 1' 47'') \\ &= -0^\circ 01' 46,75'' \end{aligned}$$

¹⁴¹ Data-data astronomis diambil dari aplikasi Google Earth versi Android

¹⁴² Data-data astronomis diambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, (Jakarta: Kementerian Agama, 2020), 269

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 t &= \text{WD} + e - (\text{BD} - \text{BT}) \div 15 - 12 = x \ 15 \\
 &= 11^{\circ}15' + 0^{\circ}01'46,75'' - (105^{\circ} - 110^{\circ}21'04'') \div 15 - 12 = x \ 15 \\
 &= -6^{\circ}20'37,25''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= \tan \delta \cdot \cos \varphi^x \div \sin t - \sin \varphi^x \div \tan t \\
 &= \tan 10^{\circ}15'38'' \times \cos -6^{\circ}59'50'' \div \sin 6^{\circ}20'37,25'' - \sin - \\
 &\quad 6^{\circ}59'50'' \div \tan 6^{\circ}20'37,25'' \\
 &= 20^{\circ}10'22,59''
 \end{aligned}$$

Nilai azimuth matahari adalah arah matahari yaitu $20^{\circ}10'22,59''$

Nilai *Mizwah* adalah nilai azimuth matahari + 180. Maka $20^{\circ}10'22,59'' + 180 = 200^{\circ}10'22,59''$.

Sehingga nilai mizwah sebesar $200^{\circ}10'22,59''$, dan otomatis nilai 0 pada bidang dial Mizun sudah mengarah ke utara sejati.

$$\text{Mer. Pass} = 12^{\text{j}}00^{\text{m}}00^{\text{d}} - (-)0^{\circ}1'46'' = 12^{\text{j}}01^{\text{m}}46^{\text{d}}$$

$$\text{Interpolasi} = (110^{\circ}21'04'' - 105^{\circ}) : 15 = 0^{\text{j}}20^{\text{m}}21,67^{\text{d}}$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^{\text{j}}01^{\text{m}}46^{\text{d}} \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^{\text{j}}21^{\text{m}}24,27^{\text{d}}}$$

$$11^{\text{j}}40^{\text{m}}21,73^{\text{d}} = 11^{\text{j}}41^{\text{m}}$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^{\text{j}}03^{\text{m}}} +$$

$$11^{\text{j}}44^{\text{m}} \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned}\text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [10^\circ 14' 59'' - (-) 6^\circ 59' 50''] + 1\end{aligned}$$

$$h_{\text{asar}} = 37^\circ 20' 49,69''$$

t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\text{Cos } t = -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

$$\begin{aligned}\text{Cos } t &= -\tan(-)6^\circ 59' 50'' \times \tan 10^\circ 14' 59'' + \sin 37^\circ 20' 49,69'' : \\ &\quad \cos (-) 6^\circ 59' 50'' : \cos 10^\circ 14' 59''\end{aligned}$$

$$t = 49^\circ 57' 41,94''$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 01^m 46^d$$

$$\begin{aligned}t : 15 &= \underline{3^j 19^m 50,8^d} + \\ &= 15^j 21^m 36,8^d \text{ (LMT)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Interpolasi} &= \underline{0^j 21^m 24,27^d} - \\ &15^j 00^m 12,53^d = 15^j 01^m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ikhtiyat} &= \underline{00^j 2^m} + \\ &15^j 03^m \text{ (WIB)}\end{aligned}$$

5. Praktek ke-5 di Masjid at-Taqwa Karonsih Utara, Ngaliyan pada hari Kamis, tanggal 27 Agustus 2020

Data:

$$\delta_o : 9^\circ 54' 51''$$

$$e : -0^\circ 1' 30''^{143}$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - (-)0^\circ 1' 30'' = 12^j 01^m 30^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^\circ 21' 04'' - 105^\circ) : 15 = 0^j 21^m 24,27^d$$

¹⁴³ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 270

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 01^m 30^d \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 24,27^d} \text{ -}$$

$$11^j 40^m 05,73^d = 11^j 41^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 03^m} \text{ +}$$

$$11^j 44^m \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned} \text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [9^{\circ}54'51'' - (-) 6^{\circ} 59' 50''] + 1 \end{aligned}$$

$$h_{\text{asar}} = 37^{\circ}28'57,73''$$

t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\text{Cos } t = -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } t &= -\tan(-)6^{\circ}59'50'' \times \tan 9^{\circ}54'51'' + \sin 37^{\circ}28'57,73'' : \\ &\cos (-) 6^{\circ} 59' 50'' : \cos 9^{\circ}54'51'' \end{aligned}$$

$$t = 49^{\circ} 55' 18''$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 01^m 30^d$$

$$\begin{aligned} t : 15 &= \underline{3^j 19^m 41,2^d} \text{ +} \\ &= 15^j 21^m 11,2^d \text{ (LMT)} \end{aligned}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 24,27^d} \text{ -}$$

$$14^j 59^m 46,93^d = 15^j 00^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 2^m} \text{ +}$$

$$15^j 02^m \text{ (WIB)}$$

6. Praktek ke-6 di Masjid Agung Jawa Tengah pada hari Senin, tanggal 31 Agustus 2020

Data:

$$\delta_o : 8^{\circ} 28' 25''$$

$$e : -0^{\circ} 0' 17''^{144}$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - (-) 0^{\circ} 0' 17'' = 12^j 0^m 17^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^{\circ} 26' 42'' - 105^{\circ}) : 15 = 0^j 21^m 46,8^d$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 0^m 17^d \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \frac{0^j 21^m 46,8^d}{11^j 38^m 30,2^d} = 11^j 39^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \frac{00^j 03^m}{11^j 42^m \text{ (WIB)}}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\begin{aligned} \text{Cotan } h_{\text{asar}} &= \tan [\delta^m - \phi^x] + 1 \\ &= \tan [8^{\circ} 28' 25'' - (-) 6^{\circ} 59' 0''] + 1 \end{aligned}$$

$$h_{\text{asar}} = 38^{\circ} 05' 14,17''$$

t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\begin{aligned} \text{Cos } t &= -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o \\ \text{Cos } t &= -\tan(-) 6^{\circ} 59' 0'' \times \tan 8^{\circ} 28' 25'' + \sin 38^{\circ} 05' 14,17'' : \end{aligned}$$

$$\cos (-) 6^{\circ} 59' 0'' : \cos 8^{\circ} 28' 25''$$

$$t = 49^{\circ} 42' 57,06''$$

$$\text{Mer. Pas} = 12^j 00^m 17^d$$

¹⁴⁴ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 274

$$\begin{aligned}
 t : 15 &= \underline{3^j 18^m 51,8^d} + \\
 &= 15^j 19^m 08,8^d \text{ (LMT)} \\
 \text{Interpolasi} &= \underline{0^j 21^m 46,8^d} - \\
 &14^j 57^m 22^d = 14^j 58^m \\
 \text{Ikhtiyat} &= \underline{00^j 2^m} + \\
 &15^j 00^m \text{ (WIB)}
 \end{aligned}$$

7. Praktek ke-7 di YPMI Al-Firdaus pada hari Ahad , tanggal 8 November 2020

Data:

$$\delta_o : -16^\circ 41' 43''$$

$$e : 0^\circ 16' 17''^{145}$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^j 00^m 00^d - 0^\circ 16' 17'' = 11^j 43^m 43^d$$

$$\text{Interpolasi} = (110^\circ 20' 10'' - 105^\circ) : 15 = 0^j 21^m 20,67^d$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 11^j 43^m 43^d \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \underline{0^j 21^m 20,67^d} -$$

$$11^j 22^m 22,33^d = 11^j 23^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \underline{00^j 03^m} +$$

$$11^j 26^m \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\text{Cotan } h_{\text{asar}} = \tan [\phi^x - \delta^m] + 1$$

$$= \tan [-7^\circ 00' 33'' - (-)16^\circ 41' 43''] + 1$$

$$h_{\text{asar}} = 40^\circ 30' 14,44''$$

t_o (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\text{Cos } t = -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

¹⁴⁵ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 343

$$\cos t = -\tan (-7^{\circ} 00' 33'') \times \tan (-16^{\circ} 41' 43'') + \sin 40^{\circ} 30' 14,44'' : \cos(-7^{\circ} 00' 33'') : \cos (-16^{\circ} 41' 43'')$$

$$t = 49^{\circ} 44' 08,08''$$

$$\text{Mer. Pass} = 11^{\text{j}} 43^{\text{m}} 43^{\text{d}}$$

$$t : 15 = \frac{3^{\text{j}} 18^{\text{m}} 56,54^{\text{d}}}{15} + \\ = 15^{\text{j}} 02^{\text{m}} 39,54^{\text{d}} \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \frac{0^{\text{j}} 21^{\text{m}} 20,67^{\text{d}}}{14^{\text{j}} 41^{\text{m}} 18,87^{\text{d}}} = 14^{\text{j}} 42^{\text{m}}$$

$$\text{Ikhtiyat} = \frac{00^{\text{j}} 2^{\text{m}}}{14^{\text{j}} 44^{\text{m}}} + \\ 14^{\text{j}} 44^{\text{m}} \text{ (WIB)}$$

8. Praktek ke-8 di YPMI Al-Firdaus pada hari Rabu, tanggal 11 November 2020

Data:

$$\delta_0 : -17^{\circ} 32' 20''$$

$$e : 0^{\circ} 15' 60''^{146}$$

$$\text{Mer. Pass} = 12^{\text{j}} 00^{\text{m}} 00^{\text{d}} - 0^{\circ} 15' 60'' = 11^{\text{j}} 44^{\text{m}} 00^{\text{d}}$$

$$\text{Interpolasi} = (110^{\circ} 20' 10'' - 105^{\circ}) : 15 = 0^{\text{j}} 21^{\text{m}} 20,67^{\text{d}}$$

Awal Waktu Zuhur:

$$\text{Mer. Pass} = 11^{\text{j}} 44^{\text{m}} 00^{\text{d}} \text{ (LMT)}$$

$$\text{Interpolasi} = \frac{0^{\text{j}} 21^{\text{m}} 20,67^{\text{d}}}{11^{\text{j}} 22^{\text{m}} 39,33^{\text{d}}} = 11^{\text{j}} 23^{\text{m}}$$

$$\text{Ikhtiyat} = \frac{00^{\text{j}} 03^{\text{m}}}{11^{\text{j}} 26^{\text{m}}} + \\ 11^{\text{j}} 26^{\text{m}} \text{ (WIB)}$$

Awal Waktu Asar:

ha (tinggi Matahari pada awal Asar)

$$\text{Cotan } h_{\text{asar}} = \tan [\phi^{\text{x}} - \delta^{\text{m}}] + 1$$

¹⁴⁶ Data-data astronomis Matahari diambil dari Ephemeris Hisab Rukyat 2020, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2020), 346

$$= \tan [-7^{\circ}00'33'' - (-)17^{\circ}32'20''] + 1$$

$$h_{\text{asar}} = 40^{\circ}08'22,39''$$

t_0 (sudut waktu Matahari) awal Asar

$$\text{Cos } t = -\tan \phi^x \tan \delta_o + \sin h_{\text{asar}} : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

$$\text{Cos } t = -\tan (-)7^{\circ}00'33'' \times \tan (-)17^{\circ}32'20'' + \sin 40^{\circ}08'22,39'' : \cos(-)7^{\circ}00'33'' : \cos (-)17^{\circ}32'20''$$

$$t = 50^{\circ}02'07,33''$$

$$\text{Merr. Pass} = 11^j 44^m 00^d$$

$$t : 15 = \frac{3^j 20^m 08,49^d}{15} +$$

$$= 15^j 02^m 39,54^d (\text{LMT})$$

$$\text{Interpolasi} = \frac{0^j 21^m 20,67^d}{15}$$

$$14^j 42^m 47,82^d = 14^j 43^m$$

$$\text{Ikhtiyat} = \frac{00^j 2^m}{15} +$$

$$14^j 45^m (\text{WIB})$$

Lampiran 3:

Data-Data Ephemeris

16 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	143° 36' 04"	0.06°	145° 58' 56"	13° 39' 18"	1.0126540	15° 47' 64"	23° 26' 13"	-4 m 18 s
1	143° 38' 39"	0.07°	145° 57' 16"	13° 38' 30"	1.0126464	15° 47' 65"	23° 26' 13"	-4 m 17 s
2	143° 40' 53"	0.07°	145° 59' 36"	13° 37' 43"	1.0126388	15° 47' 65"	23° 26' 13"	-4 m 17 s
3	143° 43' 17"	0.08°	146° 01' 56"	13° 36' 55"	1.0126312	15° 47' 66"	23° 26' 13"	-4 m 16 s
4	143° 45' 41"	0.08°	146° 04' 16"	13° 36' 08"	1.0126236	15° 47' 67"	23° 26' 13"	-4 m 16 s
5	143° 48' 06"	0.09°	146° 06' 36"	13° 35' 20"	1.0126160	15° 47' 67"	23° 26' 13"	-4 m 15 s
6	143° 50' 30"	0.09°	146° 08' 56"	13° 34' 33"	1.0126083	15° 47' 68"	23° 26' 13"	-4 m 15 s
7	143° 52' 54"	0.10°	146° 11' 16"	13° 33' 45"	1.0126007	15° 47' 69"	23° 26' 13"	-4 m 14 s
8	143° 55' 18"	0.10°	146° 13' 36"	13° 32' 57"	1.0125930	15° 47' 70"	23° 26' 13"	-4 m 14 s
9	143° 57' 42"	0.10°	146° 15' 56"	13° 32' 10"	1.0125854	15° 47' 70"	23° 26' 13"	-4 m 13 s
10	144° 00' 07"	0.11°	146° 18' 16"	13° 31' 22"	1.0125777	15° 47' 71"	23° 26' 13"	-4 m 13 s
11	144° 02' 31"	0.11°	146° 20' 36"	13° 30' 34"	1.0125700	15° 47' 72"	23° 26' 13"	-4 m 12 s
12	144° 04' 55"	0.12°	146° 22' 56"	13° 29' 46"	1.0125623	15° 47' 72"	23° 26' 13"	-4 m 12 s
13	144° 07' 19"	0.12°	146° 25' 16"	13° 28' 59"	1.0125547	15° 47' 73"	23° 26' 13"	-4 m 11 s
14	144° 09' 44"	0.13°	146° 27' 36"	13° 28' 11"	1.0125469	15° 47' 74"	23° 26' 13"	-4 m 10 s
15	144° 12' 08"	0.13°	146° 29' 56"	13° 27' 23"	1.0125392	15° 47' 75"	23° 26' 13"	-4 m 10 s
16	144° 14' 32"	0.14°	146° 32' 16"	13° 26' 35"	1.0125315	15° 47' 75"	23° 26' 13"	-4 m 09 s
17	144° 16' 56"	0.14°	146° 34' 36"	13° 25' 47"	1.0125238	15° 47' 76"	23° 26' 13"	-4 m 09 s
18	144° 19' 21"	0.15°	146° 36' 56"	13° 24' 59"	1.0125161	15° 47' 77"	23° 26' 13"	-4 m 08 s
19	144° 21' 45"	0.15°	146° 39' 16"	13° 24' 11"	1.0125083	15° 47' 77"	23° 26' 13"	-4 m 08 s
20	144° 24' 09"	0.16°	146° 41' 35"	13° 23' 23"	1.0125006	15° 47' 78"	23° 26' 13"	-4 m 07 s
21	144° 26' 33"	0.16°	146° 43' 55"	13° 22' 36"	1.0124929	15° 47' 79"	23° 26' 13"	-4 m 07 s
22	144° 28' 58"	0.16°	146° 46' 15"	13° 21' 48"	1.0124850	15° 47' 80"	23° 26' 13"	-4 m 06 s
23	144° 31' 22"	0.17°	146° 48' 35"	13° 20' 60"	1.0124773	15° 47' 80"	23° 26' 13"	-4 m 06 s
24	144° 33' 46"	0.17°	146° 50' 55"	13° 20' 12"	1.0124695	15° 47' 81"	23° 26' 13"	-4 m 05 s

*) For mean equinox of date

24 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	151° 18' 16"	0.25°	153° 19' 25"	11° 00' 48"	1.0110412	15° 49' 15"	23° 26' 13"	-2 m 23 s
1	151° 20' 41"	0.25°	153° 21' 42"	10° 59' 57"	1.0110320	15° 49' 16"	23° 26' 13"	-2 m 22 s
2	151° 23' 06"	0.25°	153° 24' 00"	10° 59' 06"	1.0110229	15° 49' 17"	23° 26' 13"	-2 m 22 s
3	151° 25' 30"	0.24°	153° 26' 18"	10° 58' 14"	1.0110137	15° 49' 18"	23° 26' 13"	-2 m 21 s
4	151° 27' 55"	0.24°	153° 28' 35"	10° 57' 23"	1.0110045	15° 49' 18"	23° 26' 13"	-2 m 20 s
5	151° 30' 20"	0.24°	153° 30' 53"	10° 56' 31"	1.0109953	15° 49' 19"	23° 26' 13"	-2 m 20 s
6	151° 32' 44"	0.23°	153° 33' 11"	10° 55' 40"	1.0109861	15° 49' 20"	23° 26' 13"	-2 m 19 s
7	151° 35' 09"	0.23°	153° 35' 28"	10° 54' 48"	1.0109769	15° 49' 21"	23° 26' 13"	-2 m 18 s
8	151° 37' 33"	0.23°	153° 37' 46"	10° 53' 57"	1.0109677	15° 49' 22"	23° 26' 13"	-2 m 18 s
9	151° 39' 58"	0.22°	153° 40' 04"	10° 53' 05"	1.0109584	15° 49' 23"	23° 26' 13"	-2 m 17 s
10	151° 42' 23"	0.22°	153° 42' 21"	10° 52' 13"	1.0109492	15° 49' 24"	23° 26' 13"	-2 m 16 s
11	151° 44' 47"	0.21°	153° 44' 39"	10° 51' 22"	1.0109400	15° 49' 25"	23° 26' 13"	-2 m 15 s
12	151° 47' 12"	0.21°	153° 46' 57"	10° 50' 30"	1.0109307	15° 49' 25"	23° 26' 13"	-2 m 15 s
13	151° 49' 37"	0.20°	153° 49' 14"	10° 49' 39"	1.0109215	15° 49' 26"	23° 26' 13"	-2 m 14 s
14	151° 52' 02"	0.20°	153° 51' 32"	10° 48' 47"	1.0109122	15° 49' 27"	23° 26' 13"	-2 m 13 s
15	151° 54' 26"	0.20°	153° 53' 49"	10° 47' 55"	1.0109030	15° 49' 28"	23° 26' 13"	-2 m 13 s
16	151° 56' 51"	0.19°	153° 56' 07"	10° 47' 04"	1.0108937	15° 49' 29"	23° 26' 13"	-2 m 12 s
17	151° 59' 16"	0.19°	153° 58' 24"	10° 46' 12"	1.0108844	15° 49' 30"	23° 26' 13"	-2 m 11 s
18	152° 01' 40"	0.18°	154° 00' 42"	10° 45' 20"	1.0108751	15° 49' 31"	23° 26' 13"	-2 m 11 s
19	152° 04' 05"	0.18°	154° 02' 60"	10° 44' 28"	1.0108659	15° 49' 31"	23° 26' 13"	-2 m 10 s
20	152° 06' 30"	0.17°	154° 05' 17"	10° 43' 37"	1.0108566	15° 49' 32"	23° 26' 13"	-2 m 09 s
21	152° 08' 54"	0.17°	154° 07' 35"	10° 42' 45"	1.0108473	15° 49' 33"	23° 26' 13"	-2 m 09 s
22	152° 11' 19"	0.17°	154° 09' 52"	10° 41' 53"	1.0108380	15° 49' 34"	23° 26' 13"	-2 m 08 s
23	152° 13' 44"	0.16°	154° 12' 10"	10° 41' 01"	1.0108287	15° 49' 35"	23° 26' 13"	-2 m 07 s
24	152° 16' 08"	0.16°	154° 14' 27"	10° 40' 09"	1.0108193	15° 49' 36"	23° 26' 13"	-2 m 07 s

*) For mean equinox of date

25 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	152° 16' 08"	0.16°	154° 14' 27"	10° 40' 09"	1.0108193	19 49.36"	23° 26' 13"	-2 m 07 s
1	152° 18' 33"	0.15°	154° 16' 44"	10° 39' 18"	1.0108100	19 49.37"	23° 26' 13"	-2 m 06 s
2	152° 20' 58"	0.15°	154° 19' 02"	10° 38' 26"	1.0108007	19 49.38"	23° 26' 13"	-2 m 05 s
3	152° 23' 22"	0.14°	154° 21' 19"	10° 37' 34"	1.0107914	19 49.38"	23° 26' 13"	-2 m 05 s
4	152° 25' 47"	0.14°	154° 23' 37"	10° 36' 42"	1.0107820	19 49.39"	23° 26' 13"	-2 m 04 s
5	152° 28' 12"	0.13°	154° 25' 54"	10° 35' 50"	1.0107727	19 49.40"	23° 26' 13"	-2 m 03 s
6	152° 30' 37"	0.13°	154° 28' 12"	10° 34' 58"	1.0107633	19 49.41"	23° 26' 13"	-2 m 02 s
7	152° 33' 01"	0.12°	154° 30' 29"	10° 34' 06"	1.0107540	19 49.42"	23° 26' 13"	-2 m 02 s
8	152° 35' 26"	0.12°	154° 32' 46"	10° 33' 14"	1.0107446	19 49.43"	23° 26' 13"	-2 m 01 s
9	152° 37' 51"	0.11°	154° 35' 04"	10° 32' 22"	1.0107352	19 49.44"	23° 26' 13"	-2 m 00 s
10	152° 40' 15"	0.11°	154° 37' 21"	10° 31' 30"	1.0107258	19 49.45"	23° 26' 13"	-1 m 59 s
11	152° 42' 40"	0.11°	154° 39' 38"	10° 30' 38"	1.0107165	19 49.46"	23° 26' 13"	-1 m 59 s
12	152° 45' 05"	0.10°	154° 41' 56"	10° 29' 46"	1.0107071	19 49.46"	23° 26' 13"	-1 m 58 s
13	152° 47' 30"	0.10°	154° 44' 13"	10° 28' 54"	1.0106977	19 49.47"	23° 26' 13"	-1 m 58 s
14	152° 49' 54"	0.09°	154° 46' 30"	10° 28' 02"	1.0106883	19 49.48"	23° 26' 13"	-1 m 57 s
15	152° 52' 19"	0.09°	154° 48' 48"	10° 27' 10"	1.0106789	19 49.49"	23° 26' 13"	-1 m 56 s
16	152° 54' 44"	0.08°	154° 51' 05"	10° 26' 18"	1.0106695	19 49.50"	23° 26' 13"	-1 m 55 s
17	152° 57' 08"	0.08°	154° 53' 22"	10° 25' 26"	1.0106601	19 49.51"	23° 26' 13"	-1 m 55 s
18	152° 59' 33"	0.07°	154° 55' 40"	10° 24' 34"	1.0106506	19 49.52"	23° 26' 13"	-1 m 54 s
19	153° 01' 58"	0.07°	154° 57' 57"	10° 23' 41"	1.0106412	19 49.53"	23° 26' 13"	-1 m 53 s
20	153° 04' 23"	0.06°	155° 00' 14"	10° 22' 49"	1.0106318	19 49.53"	23° 26' 13"	-1 m 53 s
21	153° 06' 47"	0.06°	155° 02' 31"	10° 21' 57"	1.0106223	19 49.54"	23° 26' 13"	-1 m 52 s
22	153° 09' 12"	0.05°	155° 04' 49"	10° 21' 05"	1.0106129	19 49.55"	23° 26' 13"	-1 m 51 s
23	153° 11' 37"	0.05°	155° 07' 06"	10° 20' 13"	1.0106035	19 49.56"	23° 26' 13"	-1 m 51 s
24	153° 14' 02"	0.04°	155° 09' 23"	10° 19' 20"	1.0105940	19 49.57"	23° 26' 13"	-1 m 50 s

*) for mean equinox of date

26 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	153° 14' 02"	0.04°	155° 09' 23"	10° 19' 20"	1.0105940	19 49.57"	23° 26' 13"	-1 m 50 s
1	153° 16' 26"	0.03°	155° 11' 40"	10° 18' 28"	1.0105845	19 49.58"	23° 26' 13"	-1 m 49 s
2	153° 18' 51"	0.03°	155° 13' 57"	10° 17' 36"	1.0105751	19 49.59"	23° 26' 13"	-1 m 48 s
3	153° 21' 16"	0.02°	155° 16' 15"	10° 16' 44"	1.0105656	19 49.60"	23° 26' 13"	-1 m 48 s
4	153° 23' 41"	0.02°	155° 18' 32"	10° 15' 51"	1.0105561	19 49.61"	23° 26' 13"	-1 m 47 s
5	153° 26' 05"	0.01°	155° 20' 49"	10° 14' 59"	1.0105467	19 49.61"	23° 26' 13"	-1 m 46 s
6	153° 28' 30"	0.01°	155° 23' 06"	10° 14' 07"	1.0105372	19 49.62"	23° 26' 13"	-1 m 46 s
7	153° 30' 55"	0.00°	155° 25' 23"	10° 13' 14"	1.0105277	19 49.63"	23° 26' 13"	-1 m 45 s
8	153° 33' 20"	-0.00°	155° 27' 40"	10° 12' 22"	1.0105182	19 49.64"	23° 26' 13"	-1 m 44 s
9	153° 35' 44"	-0.01°	155° 29' 58"	10° 11' 30"	1.0105087	19 49.65"	23° 26' 13"	-1 m 43 s
10	153° 38' 09"	-0.01°	155° 32' 15"	10° 10' 37"	1.0104992	19 49.66"	23° 26' 13"	-1 m 43 s
11	153° 40' 34"	-0.02°	155° 34' 32"	10° 09' 45"	1.0104897	19 49.67"	23° 26' 13"	-1 m 42 s
12	153° 42' 59"	-0.02°	155° 36' 49"	10° 08' 52"	1.0104802	19 49.68"	23° 26' 13"	-1 m 41 s
13	153° 45' 23"	-0.03°	155° 39' 06"	10° 07' 60"	1.0104706	19 49.69"	23° 26' 13"	-1 m 41 s
14	153° 47' 48"	-0.03°	155° 41' 23"	10° 07' 07"	1.0104611	19 49.70"	23° 26' 13"	-1 m 40 s
15	153° 50' 13"	-0.04°	155° 43' 40"	10° 06' 15"	1.0104516	19 49.70"	23° 26' 13"	-1 m 39 s
16	153° 52' 38"	-0.04°	155° 45' 57"	10° 05' 22"	1.0104420	19 49.71"	23° 26' 13"	-1 m 38 s
17	153° 55' 03"	-0.05°	155° 48' 14"	10° 04' 30"	1.0104325	19 49.72"	23° 26' 13"	-1 m 38 s
18	153° 57' 27"	-0.06°	155° 50' 31"	10° 03' 37"	1.0104230	19 49.73"	23° 26' 13"	-1 m 37 s
19	153° 59' 52"	-0.06°	155° 52' 48"	10° 02' 45"	1.0104134	19 49.74"	23° 26' 13"	-1 m 36 s
20	154° 02' 17"	-0.07°	155° 55' 05"	10° 01' 52"	1.0104039	19 49.75"	23° 26' 13"	-1 m 36 s
21	154° 04' 42"	-0.07°	155° 57' 22"	10° 00' 59"	1.0103943	19 49.76"	23° 26' 13"	-1 m 35 s
22	154° 07' 07"	-0.08°	155° 59' 39"	10° 00' 07"	1.0103847	19 49.77"	23° 26' 13"	-1 m 34 s
23	154° 09' 31"	-0.08°	156° 01' 56"	9° 59' 14"	1.0103752	19 49.78"	23° 26' 13"	-1 m 33 s
24	154° 11' 56"	-0.09°	156° 04' 13"	9° 58' 22"	1.0103656	19 49.78"	23° 26' 13"	-1 m 33 s

*) for mean equinox of date

27 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	154° 11' 56"	-0.09°	156° 04' 13"	9° 58' 22"	1.0104656	15° 49' 78"	23° 26' 13"	-1 m 33 s
1	154° 14' 21"	-0.09°	156° 06' 30"	9° 57' 29"	1.0103560	15° 49' 79"	23° 26' 13"	-1 m 32 s
2	154° 16' 46"	-0.10°	156° 08' 47"	9° 56' 36"	1.0103464	15° 49' 80"	23° 26' 13"	-1 m 31 s
3	154° 19' 10"	-0.11°	156° 11' 04"	9° 55' 44"	1.0103368	15° 49' 81"	23° 26' 13"	-1 m 30 s
4	154° 21' 35"	-0.11°	156° 13' 21"	9° 54' 51"	1.0103273	15° 49' 82"	23° 26' 13"	-1 m 30 s
5	154° 24' 00"	-0.12°	156° 15' 38"	9° 53' 58"	1.0103177	15° 49' 83"	23° 26' 13"	-1 m 29 s
6	154° 26' 25"	-0.12°	156° 17' 55"	9° 53' 05"	1.0103081	15° 49' 84"	23° 26' 13"	-1 m 28 s
7	154° 28' 50"	-0.13°	156° 20' 11"	9° 52' 13"	1.0102985	15° 49' 85"	23° 26' 13"	-1 m 28 s
8	154° 31' 15"	-0.13°	156° 22' 28"	9° 51' 20"	1.0102889	15° 49' 86"	23° 26' 13"	-1 m 27 s
9	154° 33' 39"	-0.14°	156° 24' 45"	9° 50' 27"	1.0102793	15° 49' 87"	23° 26' 13"	-1 m 26 s
10	154° 36' 04"	-0.14°	156° 27' 02"	9° 49' 34"	1.0102697	15° 49' 88"	23° 26' 13"	-1 m 25 s
11	154° 38' 29"	-0.15°	156° 29' 19"	9° 48' 42"	1.0102600	15° 49' 88"	23° 26' 13"	-1 m 25 s
12	154° 40' 54"	-0.16°	156° 31' 36"	9° 47' 49"	1.0102504	15° 49' 89"	23° 26' 13"	-1 m 24 s
13	154° 43' 19"	-0.16°	156° 33' 53"	9° 46' 56"	1.0102407	15° 49' 90"	23° 26' 13"	-1 m 23 s
14	154° 45' 43"	-0.17°	156° 36' 09"	9° 46' 03"	1.0102311	15° 49' 91"	23° 26' 13"	-1 m 22 s
15	154° 48' 08"	-0.17°	156° 38' 26"	9° 45' 10"	1.0102215	15° 49' 92"	23° 26' 13"	-1 m 22 s
16	154° 50' 33"	-0.18°	156° 40' 43"	9° 44' 17"	1.0102118	15° 49' 93"	23° 26' 13"	-1 m 21 s
17	154° 52' 58"	-0.18°	156° 42' 60"	9° 43' 24"	1.0102022	15° 49' 94"	23° 26' 13"	-1 m 20 s
18	154° 55' 23"	-0.19°	156° 45' 17"	9° 42' 31"	1.0101925	15° 49' 95"	23° 26' 13"	-1 m 20 s
19	154° 57' 48"	-0.20°	156° 47' 33"	9° 41' 38"	1.0101829	15° 49' 96"	23° 26' 13"	-1 m 19 s
20	155° 00' 12"	-0.20°	156° 49' 50"	9° 40' 45"	1.0101732	15° 49' 97"	23° 26' 13"	-1 m 18 s
21	155° 02' 37"	-0.21°	156° 52' 07"	9° 39' 52"	1.0101635	15° 49' 97"	23° 26' 13"	-1 m 17 s
22	155° 05' 02"	-0.21°	156° 54' 24"	9° 38' 60"	1.0101539	15° 49' 98"	23° 26' 13"	-1 m 17 s
23	155° 07' 27"	-0.22°	156° 56' 40"	9° 38' 07"	1.0101442	15° 49' 99"	23° 26' 13"	-1 m 16 s
24	155° 09' 52"	-0.22°	156° 58' 57"	9° 37' 13"	1.0101345	15° 50' 00"	23° 26' 13"	-1 m 15 s

*) for mean equinox of date

31 Agustus 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	158° 03' 47"	-0.59°	159° 42' 36"	8° 32' 56"	1.0094288	15° 50' 67"	23° 26' 13"	0 m -20 s
1	158° 06' 12"	-0.60°	159° 44' 53"	8° 32' 02"	1.0094189	15° 50' 68"	23° 26' 13"	0 m -20 s
2	158° 08' 37"	-0.60°	159° 47' 09"	8° 31' 08"	1.0094090	15° 50' 69"	23° 26' 13"	0 m -19 s
3	158° 11' 02"	-0.61°	159° 49' 25"	8° 30' 14"	1.0093991	15° 50' 69"	23° 26' 13"	0 m -18 s
4	158° 13' 27"	-0.61°	159° 51' 41"	8° 29' 19"	1.0093891	15° 50' 70"	23° 26' 13"	0 m -17 s
5	158° 15' 52"	-0.62°	159° 53' 57"	8° 28' 25"	1.0093792	15° 50' 71"	23° 26' 13"	0 m -17 s
6	158° 18' 17"	-0.62°	159° 56' 13"	8° 27' 31"	1.0093693	15° 50' 72"	23° 26' 13"	0 m -16 s
7	158° 20' 42"	-0.62°	159° 58' 29"	8° 26' 37"	1.0093594	15° 50' 73"	23° 26' 13"	0 m -15 s
8	158° 23' 07"	-0.63°	160° 00' 45"	8° 25' 43"	1.0093494	15° 50' 74"	23° 26' 13"	0 m -14 s
9	158° 25' 32"	-0.63°	160° 03' 01"	8° 24' 48"	1.0093395	15° 50' 75"	23° 26' 13"	0 m -13 s
10	158° 27' 57"	-0.64°	160° 05' 17"	8° 23' 54"	1.0093296	15° 50' 76"	23° 26' 13"	0 m -13 s
11	158° 30' 22"	-0.64°	160° 07' 33"	8° 22' 60"	1.0093196	15° 50' 77"	23° 26' 13"	0 m -12 s
12	158° 32' 47"	-0.64°	160° 09' 49"	8° 22' 06"	1.0093097	15° 50' 78"	23° 26' 13"	0 m -11 s
13	158° 35' 12"	-0.65°	160° 12' 05"	8° 21' 11"	1.0092997	15° 50' 79"	23° 26' 13"	0 m -10 s
14	158° 37' 37"	-0.65°	160° 14' 20"	8° 20' 17"	1.0092898	15° 50' 80"	23° 26' 13"	0 m -9 s
15	158° 40' 02"	-0.65°	160° 16' 36"	8° 19' 23"	1.0092798	15° 50' 81"	23° 26' 13"	0 m -9 s
16	158° 42' 28"	-0.66°	160° 18' 52"	8° 18' 28"	1.0092699	15° 50' 82"	23° 26' 13"	0 m -8 s
17	158° 44' 53"	-0.66°	160° 21' 08"	8° 17' 34"	1.0092599	15° 50' 83"	23° 26' 13"	0 m -7 s
18	158° 47' 18"	-0.66°	160° 23' 24"	8° 16' 40"	1.0092500	15° 50' 83"	23° 26' 13"	0 m -6 s
19	158° 49' 43"	-0.67°	160° 25' 40"	8° 15' 45"	1.0092400	15° 50' 84"	23° 26' 13"	0 m -6 s
20	158° 52' 08"	-0.67°	160° 27' 56"	8° 14' 51"	1.0092301	15° 50' 85"	23° 26' 13"	0 m -5 s
21	158° 54' 33"	-0.68°	160° 30' 12"	8° 13' 57"	1.0092201	15° 50' 86"	23° 26' 13"	0 m -4 s
22	158° 56' 58"	-0.68°	160° 32' 28"	8° 13' 02"	1.0092101	15° 50' 87"	23° 26' 13"	0 m -4 s
23	158° 59' 23"	-0.68°	160° 34' 44"	8° 12' 08"	1.0092002	15° 50' 88"	23° 26' 13"	0 m -3 s
24	159° 01' 48"	-0.69°	160° 36' 60"	8° 11' 13"	1.0091902	15° 50' 89"	23° 26' 13"	0 m -2 s

*) for mean equinox of date

8 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	226° 02' 43"	0.19°	223° 34' 07"	-16° 38' 06"	0.9907600	16'08.58"	23° 26' 13"	16m 18s
1	226° 05' 14"	0.20°	223° 36' 38"	-16° 38' 50"	0.9907502	16'08.59"	23° 26' 13"	16m 18s
2	226° 07' 45"	0.20°	223° 39' 09"	-16° 39' 33"	0.9907404	16'08.60"	23° 26' 13"	16m 18s
3	226° 10' 15"	0.20°	223° 41' 39"	-16° 40' 17"	0.9907306	16'08.61"	23° 26' 13"	16m 18s
4	226° 12' 46"	0.20°	223° 44' 10"	-16° 40' 60"	0.9907208	16'08.62"	23° 26' 13"	16m 17s
5	226° 15' 16"	0.21°	223° 46' 40"	-16° 41' 43"	0.9907110	16'08.63"	23° 26' 13"	16m 17s
6	226° 17' 47"	0.21°	223° 49' 11"	-16° 42' 26"	0.9907012	16'08.64"	23° 26' 13"	16m 17s
7	226° 20' 18"	0.21°	223° 51' 42"	-16° 43' 10"	0.9906914	16'08.65"	23° 26' 13"	16m 17s
8	226° 22' 48"	0.22°	223° 54' 12"	-16° 43' 53"	0.9906817	16'08.66"	23° 26' 13"	16m 17s
9	226° 25' 19"	0.22°	223° 56' 43"	-16° 44' 36"	0.9906719	16'08.67"	23° 26' 13"	16m 16s
10	226° 27' 50"	0.22°	223° 59' 14"	-16° 45' 19"	0.9906621	16'08.68"	23° 26' 13"	16m 16s
11	226° 30' 20"	0.22°	224° 01' 44"	-16° 46' 02"	0.9906524	16'08.68"	23° 26' 13"	16m 16s
12	226° 32' 51"	0.23°	224° 04' 15"	-16° 46' 45"	0.9906426	16'08.69"	23° 26' 13"	16m 16s
13	226° 35' 21"	0.23°	224° 06' 46"	-16° 47' 28"	0.9906329	16'08.70"	23° 26' 13"	16m 16s
14	226° 37' 52"	0.23°	224° 09' 17"	-16° 48' 11"	0.9906231	16'08.71"	23° 26' 13"	16m 15s
15	226° 40' 23"	0.24°	224° 11' 48"	-16° 48' 54"	0.9906134	16'08.72"	23° 26' 13"	16m 15s
16	226° 42' 53"	0.24°	224° 14' 18"	-16° 49' 37"	0.9906037	16'08.73"	23° 26' 13"	16m 15s
17	226° 45' 24"	0.24°	224° 16' 49"	-16° 50' 20"	0.9905939	16'08.74"	23° 26' 13"	16m 15s
18	226° 47' 55"	0.24°	224° 19' 20"	-16° 51' 03"	0.9905842	16'08.75"	23° 26' 13"	16m 15s
19	226° 50' 25"	0.25°	224° 21' 51"	-16° 51' 46"	0.9905745	16'08.76"	23° 26' 13"	16m 14s
20	226° 52' 56"	0.25°	224° 24' 22"	-16° 52' 29"	0.9905648	16'08.77"	23° 26' 13"	16m 14s
21	226° 55' 27"	0.25°	224° 26' 53"	-16° 53' 11"	0.9905551	16'08.78"	23° 26' 13"	16m 14s
22	226° 57' 57"	0.25°	224° 29' 24"	-16° 53' 54"	0.9905454	16'08.79"	23° 26' 13"	16m 14s
23	227° 00' 28"	0.25°	224° 31' 55"	-16° 54' 37"	0.9905357	16'08.80"	23° 26' 13"	16m 14s
24	227° 02' 59"	0.26°	224° 34' 26"	-16° 55' 20"	0.9905260	16'08.81"	23° 26' 13"	16m 13s

*) For mean equinox of date

11 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	229° 03' 35"	0.30°	226° 35' 42"	-17° 28' 54"	0.9900656	16'09.26"	23° 26' 13"	15m 01s
1	229° 06' 06"	0.30°	226° 38' 14"	-17° 29' 35"	0.9900561	16'09.27"	23° 26' 13"	15m 01s
2	229° 08' 37"	0.30°	226° 40' 46"	-17° 30' 16"	0.9900466	16'09.28"	23° 26' 13"	15m 01s
3	229° 11' 08"	0.30°	226° 43' 19"	-17° 30' 57"	0.9900371	16'09.29"	23° 26' 13"	15m 00s
4	229° 13' 39"	0.30°	226° 45' 51"	-17° 31' 38"	0.9900276	16'09.30"	23° 26' 13"	15m 00s
5	229° 16' 10"	0.30°	226° 48' 23"	-17° 32' 20"	0.9900181	16'09.31"	23° 26' 13"	15m 00s
6	229° 18' 41"	0.30°	226° 50' 55"	-17° 33' 01"	0.9900086	16'09.31"	23° 26' 13"	15m 59s
7	229° 21' 11"	0.30°	226° 53' 28"	-17° 33' 42"	0.9899992	16'09.32"	23° 26' 13"	15m 59s
8	229° 23' 42"	0.30°	226° 55' 60"	-17° 34' 23"	0.9899897	16'09.33"	23° 26' 13"	15m 59s
9	229° 26' 13"	0.29°	226° 58' 32"	-17° 35' 04"	0.9899802	16'09.34"	23° 26' 13"	15m 59s
10	229° 28' 44"	0.29°	227° 01' 05"	-17° 35' 45"	0.9899708	16'09.35"	23° 26' 13"	15m 58s
11	229° 31' 15"	0.29°	227° 03' 37"	-17° 36' 25"	0.9899613	16'09.36"	23° 26' 13"	15m 58s
12	229° 33' 46"	0.29°	227° 06' 09"	-17° 37' 06"	0.9899519	16'09.37"	23° 26' 13"	15m 58s
13	229° 36' 17"	0.29°	227° 08' 42"	-17° 37' 47"	0.9899424	16'09.38"	23° 26' 13"	15m 57s
14	229° 38' 48"	0.29°	227° 11' 14"	-17° 38' 28"	0.9899330	16'09.39"	23° 26' 13"	15m 57s
15	229° 41' 18"	0.29°	227° 13' 47"	-17° 39' 09"	0.9899235	16'09.40"	23° 26' 13"	15m 57s
16	229° 43' 49"	0.29°	227° 16' 19"	-17° 39' 49"	0.9899141	16'09.41"	23° 26' 13"	15m 56s
17	229° 46' 20"	0.29°	227° 18' 52"	-17° 40' 30"	0.9899046	16'09.42"	23° 26' 13"	15m 56s
18	229° 48' 51"	0.28°	227° 21' 24"	-17° 41' 11"	0.9898952	16'09.43"	23° 26' 13"	15m 56s
19	229° 51' 22"	0.28°	227° 23' 57"	-17° 41' 51"	0.9898858	16'09.44"	23° 26' 13"	15m 56s
20	229° 53' 53"	0.28°	227° 26' 29"	-17° 42' 32"	0.9898763	16'09.44"	23° 26' 13"	15m 55s
21	229° 56' 24"	0.28°	227° 29' 02"	-17° 43' 13"	0.9898669	16'09.45"	23° 26' 13"	15m 55s
22	229° 58' 55"	0.28°	227° 31' 34"	-17° 43' 53"	0.9898575	16'09.46"	23° 26' 13"	15m 55s
23	229° 01' 26"	0.28°	227° 34' 07"	-17° 44' 34"	0.9898481	16'09.47"	23° 26' 13"	15m 54s
24	229° 03' 57"	0.28°	227° 36' 40"	-17° 45' 14"	0.9898387	16'09.48"	23° 26' 13"	15m 54s

*) For mean equinox of date

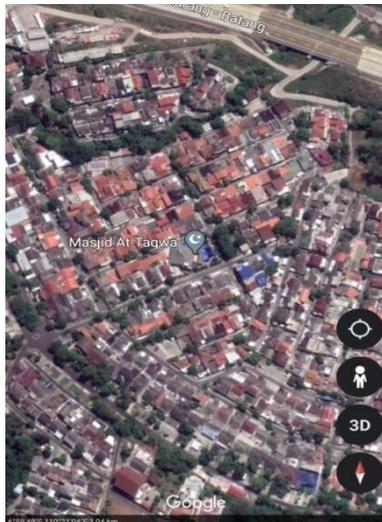
Lampiran 4:

Foto Tempat Pengamatan dana Data Google Earth

Pondok YPMI Al-Firdaus



Masjid At-Taqwa Karonsih Utara, Ngaliyan

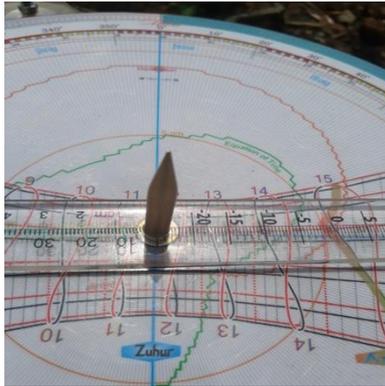


Masjid Agung Jawa Tengah

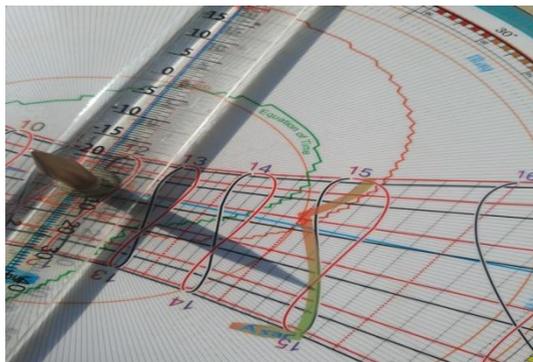


Lampiran 5:

Foto Penggunaan *Mizun* Saat Observasi



Observasi penentuan waktu Zuhur menggunakan *Mizun*



Observasi penentuan waktu Asar menggunakan *Mizun*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengka : Faizatuz Zulfa
Nama Orang Tua : Munandar (alm), Ro'sun Nur Rosikin
Alamat Asal : Dukuh Mojomati 1 Rt 01 Rw 02 Desa
Mojomati Kecamatan Jetis Kabupaten
Ponorogo
Alamat Domisili : YPMI Al-Firdaus Bukit Silayur Permai
Desa Duwet Bringin Rt 02 Rw 04
Ngaliyan Semarang
No. Hp : 085335726504
e-mail : faizatuzzulfa98@gmail.com

Riwayat Pendidikan

A. Pendidikan Formal

1. RA Al-Ishlah Mojomati, lulus tahun 2004
2. SDN Mojomati, lulus tahun 2010
3. MTs Al-Islam Joresan Mlarak, lulus tahun 2013
4. MA Al-Islam Joresan Mlarak, lulus tahun 2016

B. Pendidikan Non Formal

1. TPQ Al-Hidayah (tahun 2003 - 2008)
2. Pondok Pesantren Hudatul Muna Jenes (Juli, 2014)
3. Language Center, Pare, Kediri (Januari, 2018)
4. YPMI Al-Firdaus Semarang (tahun 2016 – sekarang)

Pengalaman Organisasi

1. Anggota Palang Merah Remaja (PMR) Pondok Pesantren Al-Islam Joresan periode 2014
2. Anggota Ikatan Pelajar Putri Nahdlatul Ulama (IPPNU) Kecamatan Jetis
3. Anggota PSDM PMR Al-Islam periode 2014-2015
4. Anggota *Qismu Ta'lim* Organisasi Pelajar Madrasah Al-Islam (OPMI) periode 2015-2016
5. Anggota PSDM CSSMoRA UIN Walisongo periode 2018-2019

Semarang, 28 November 2020



Faizatuz Zulfa

NIM: 1602046106