

UJI AKURASI *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Siti Lailatul Farichah

NIM: 1402046006

**PRODI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2018**

Drs. H. Sahidin, M.Si

Jl. Merdeka Utara 1/B.9 Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdri. Siti Lailatul Farichah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syaria'ah dan Hukum

UIN Walisongo

Assalamu 'alaukum Wr.Wb

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

Nama : Siti Lailatul Farichah

NIM : 1402046006

Judul skripsi : Uji Akurasi *Sextant* Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur Dan Ashar

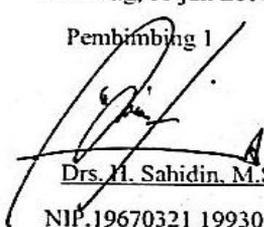
Dengan ini saya memohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahlkan.

Demikian harap dijadikan maklum.

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Semarang, 11 juli 2017

Pembimbing I



Drs. H. Sahidin, M.Si

NIP.19670321 199303 1 005

Dr. Rupi'i Amri, M.Ag.

Perumahan Griya Lestari B.2 No 2 Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdri. Siti Lailatul Farichah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo

Assalamu'alaikum Wr.Wb

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

Nama : Siti Lailatul Farichah

NIM : 1402046006

Judul skripsi : Uji Akurasi *Sextant* Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur Dan Ashar

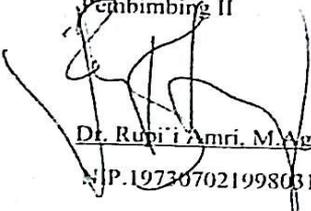
Dengan ini saya memohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahkan.

Demikian harap dijadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Semarang, 03 juli 2017

Pembimbing II


Dr. Rupi'i Amri, M.Ag.

NIP.197367021998031002



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

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

PENGESAHAN

Nama : Siti Lailatul Farichah
NIM : 1402046006
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul : Uji Akurasi *Sextant* Dalam Penentuan Awal Waktu Salat
Zuhur Dan Ashar

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

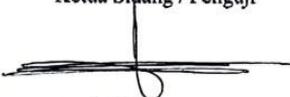
20 Juli 2018

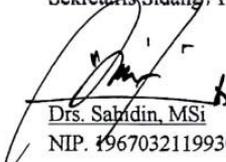
Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan Studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2017/2018 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.

Semarang, 20 Juli 2018

Dewan Penguji,
Ketua Sidang / Penguji

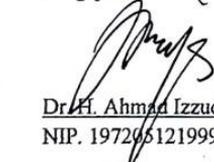
Sekretaris Sidang / Penguji


Amir Tajrid, M.Ag.
NIP. 197204202003121002


Drs. Sahidin, MSi
NIP. 196703211993031005

Penguji I

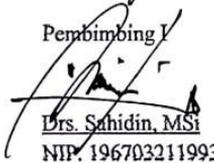
Penguji II

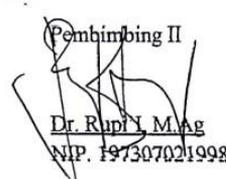

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag.
NIP. 197206121999031003


Dr. Rokhmadi, M.Ag.
NIP. 196605181994031002

Pembimbing I

Pembimbing II


Drs. Sahidin, MSi
NIP. 196703211993031005


Dr. Rupi N, M.Ag.
NIP. 19730702199801002



MOTTO

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى عَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ
مَشْهُودًا (٧٨)

Artinya:“Laksanakanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) Subuh. Sungguh, salat Subuh itu di saksikan (oleh malaikat).”¹

¹Kementrian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h. 524

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

AYAH DAN IBU TERCINTA

Ayah Mahmud dan Ibu Sri Utami

Sebagai tanda bukti, hormat, dan tanda terima kasih yang tiada hingga ku persembahkan karya kecil ini kepada ayah dan ibu yang do'a-do'anya selalu mengiringi setiap langkah perjuangan, memberikan kasih sayang, segala dukungan, motivasi, dan cinta kasih yang tak terhingga yang tidak bisa ku balas dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ayah dan ibu selalu dalam lindungan Allah SWT. Aamiin

ADIKKU-ADIKKU TERSAYANG

Muhammad Nur Faiq dan Putri Rachama Wati

Terima kasih tiada tara atas segala support yang telah diberikan selama ini. Kedua adik ku yang sedang mencari ilmu, yang menjadi alasan penulis sebagai kakak untuk senantiasa berusaha menjadi yang terbaik agar dapat dicontoh.

Semoga adik-adik ku kelak dapat menggapaikan keberhasilan juga dan diberi kelancaran dalam segala urusan serta diberi keberkahan oleh Allah SWT. Aaminn

Para guru penulis yang telah memberikan ilmu hingga tak terhitung jumlahnya, semoga ilmu-ilmu itu menjadi manfaat dan maslahat, yang senantiasa dapat mengalirkan amal jariyah kepada sang empunya.

Para pegiat Ilmu Falak semoga ilmunya memberkahi dan memuliakan kita di dunia dan di akhirat

DEKLARASI

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

Semarang, 11 Juli 2018

Deklarator:

METERAI
TUNJUK
2020/07/11/1402046006
6000
RUPIAH

Siti Lailatul Farichah
NIM: 1402046006

PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB – LATIN²

A. Konsonan

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

B. Vokal

اَ-	a
اِ-	i
اُ-	u

C. Diftong

اي	ay
او	Aw

D. Syaddah (ّ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطَّبّ *at-thibb*.

E. Kata Sandang (... ال)

Kata Sandang (... ال) ditulis dengan *al*-... misalnya الصنّاعه = *al-shina'ah*. *Al*- ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

F. Ta' Marbutah (ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h” misalnya المعيشه الطبيعىة = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

² Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo Semarang Tahun 2012, h. 61.

ABSTRAK

Sextant merupakan sebuah alat navigasi yang sering digunakan para pelayar untuk mencari posisi kapal dengan cara mengukur ketinggian benda langit di atas cakrawala. Alat tersebut lebih praktis untuk digunakan mencari ketinggian Matahari daripada alat yang sudah biasa digunakan oleh kalangan akademisi Ilmu Falak. Dalam mencari ketinggian Matahari bergantung pada keadaan cuaca yang cerah. Pengaplikasian *Sextant* dalam mencari tinggi Matahari menggunakan metode langsung baca pada busur derajat dan busur menit. Sistem pengkoreksian *Sextant* yaitu dengan menggunakan rumus koreksi dari data Daftar ilmu pelayaran (DIP).

Skripsi ini mengkaji dua permasalahan dalam *Sextant* yaitu: 1) pengaplikasian *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar, dan 2) tingkat keakuratan *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar.

Penulis dalam melakukan penelitian menggunakan metode kualitatif dengan penelitian lapangan, dalam artian penulis melakukan observasi untuk mengumpulkan data-data primer. Adapun data sekundernya diperoleh dengan buku panduan penggunaan *Sextant* dan buku-buku yang berkaitan tentang *sextant*, Daftar Ilmu Pelayaran (DIP), data Ephemeris 2018 dan literatur lain yang berkaitan langsung dengan *Sextant*. Data yang terkumpul dari observasi dianalisis oleh penulis dengan metode analisis deskriptif uji akurasi, yaitu menggambarkan hasil penelitian dari *Sextant* yang dikomparasikan dengan *Theodolite* dalam penentuan ketinggian Matahari yang berkaitan dengan awal waktu salat Zuhur dan Ashar.

Penelitian yang dilakukan oleh penulis menghasilkan selisih waktu Zuhur yaitu dari $0^{\circ} 02' 00''$ sampai $0^{\circ} 08' 55''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 02' 03''$ sampai $0^{\circ} 10' 20''$. Kemelencengan tinggi sejati antara *Sextant* yang dikoreksi menggunakan Daftar Ilmu Pelayaran (DIP) dengan *Theodolite* yang dikoreksi dengan Ephemeris terdapat selisih relatif sedikit. Selisih waktu Zuhur $0^{\circ} 10' 20''$ sampai $00^{\circ} 15' 07,04''$. Selisih waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 03' 31,92''$ sampai $0^{\circ} 12' 18,75''$. Dari hasil kemelencengan tersebut menunjukkan bahwa *Sextant* masih akurat karena nilai kemelencengan tidak melebihi 1 derajat. Akurasi 1 derajat berdasarkan kajian pelayaran.

Kata kunci : *Sextant*, Tinggi Matahari, Salat Zuhur dan Ashar

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Zuhur dan Ashar** dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada Rasulullah SAW yang telah membawa cahaya Islam dan masih berkembang hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis hendak sampaikan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua ayah, Ibu dan adik-adikku yang senantiasa memberikan do'a, kasih sayang, semangat, kesabaran yang tiada hentinya, serta nasehat yang telat diberikan kepada penulis dalam memperlancar penulisan skripsi ini.
2. Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan beliau juga sebagai dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan didikan dengan tulus kepada penulis selama kuliah.
3. Drs. H. Sahidin, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau Alhamdulillah skripsi ini terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.
4. Dr. Rupi'i Amri, M.Ag. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau Alhamdulillah skripsi ini terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.

5. Capt. Soepomo Soengeng selaku dosen jurusan Nautika AKPELNI Semarang yang bersedia membimbing dan mengajari dari awal dalam penulisan skripsi ini.
6. Cpt. Suryo Guritno, M.Mar selaku dosen jurusan Nautika STIMART AMNI Semarang yang bersedia membimbing dan mengajari dari awal dalam penulisan skripsi ini.
7. Bu yustin selaku ketua Lab PIP Semarang yang telah memberi izin kepada penulis untuk meminjam alat *Sextant*
8. Drs. H. Maksun, M. Ag selaku Ketua Program Studi Ilmu Falak, Dra. Hj. Noor Rosyidah, M. S. I selaku sekretaris Program Studi Ilmu Falak dan Ibu Siti Rofiah, S.Hi, SH, M.Hi, M.Si selaku Bendahara Program Studi Ilmu Falak serta seluruh Dosen Pengajar di lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah membekali berbagai pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi.
9. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag. selaku Pengasuh Ponpes Life Skill Daarun Najaah, yang banyak memberi motivasi, Ibu Nyai yang penyabar dan seluruh teman yang di pondok.
10. Teman-teman santri PIUT Cunyak yang telah menyemangati untuk lulus dan yang telah menjelma menjadi keluargaku di tanah rantau : Mbak Nazla, Mbak Fitri, Mbak Iqna, Mbak Nopi, Mbak Haya, Mbak Endang, Mbak Rini, Mbak Akatina, Mbak Rohmah, Teh Keke, Mbak Linda, Mbak Titin, Fika, kiswah, Zuma, Nila, Maulida, Isna, Ita, Uyun, Naila, Aida, Rizqin, Aping, shofi, Mbak Nana, kalian semua kocak, rame.
11. Teman-teman santri Ummu Kulsum yang telah menyemangati untuk lulus dan yang telah menjelma menjadi keluargaku di tanah rantau : kak Uyun, Winda, Isna, Friska, Putri, Shofi, Nila, Mahturoh, ninik, isma, Ilma, nisful, Apina, Labib.
12. Keluarga Besar BIDIK MISSI UIN WALISONGO SEMARANG yang selalu menyemangati, memberi bimbingan dalam berbagai hal, dan yang senantiasa menjadi keluarga besar di kampus UIN Walisongo Semarang.
13. Keluarga Besar ter khusus yaitu BIDIK MISSI UIN WALISONGO SEMARANG ANGKATAN 2014, mereka adalah teman seperjuangan dalam berbagai hal, yang selalu menyemangati untuk lulus tepat waktu.

14. Keluarga AURORA teman seperjuangan dalam belajar ILMU FALAK yaitu: Husain, Abu, Ghifari, Tauhid, Cilman, Darmawan, Bahctiar, Shofa, Yasir, Rozak, Ije, Ruston, Fathan, Hilmi, Zaky, Fauzan, Sa'adah, Khana, Fiki, Hidayah, Ikrimah, Nizma, Kiswah, Isma, Ulfa, Unee, Rahma, Asya, Hadisti, Ahdina.
15. Keluarga besar KKN ke- 69 UIN WALISONGO SEMARANG posko 02 Desa Waru kec. Mrangen Kab. Demak, merekalah yang mengajarkan pentingnya dalam berkehidupan di masyarakat pokoknya luar biasa bersama kalian dan akhirnya banyak fakta-fakta yang muncul dalam sebuah kisah kkn kita. Mereka adalah pak kordes Fairus, pak wakil kordes mas daniel ayi', bu bendes kakak April, bu Sekdes Ina, dan devisi – devisi yang lain yaitu pak Anas, pak Rizqon, bu mifti, miss, bu zajil, bu fia, bu titi, bu yulia, bu imut.
16. Teruntuk Moh. Hilmi Sulhan Maulana yang selalu menyemangati, menemani dan menuntun penulis ketika tertatih tatih dalam menyelesaikan skripsi
17. Serta seluruh pihak- pihak yang turut dalam mensukseskan proses penelitian penulis yaitu Mas farid, mas rozi, mbk iqna, mbk aka, kakak kiswah, mbak Dina, kakak uyun, mas Riza, Mas Rofiq.
18. Dan seluruh pihak-pihak yang telah memberikan semangat do'a dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berdoa semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 11 Juli 2018
Penulis

Siti Lailatul Faricahah
NIM. 1402046006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	viii
HALAMAN ABSTRAK	ix
HALAMAN KATA PENGANTAR	x
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xiii
HALAMAN DAFTAR GAMBAR	xv
HALAMAN DAFTAR TABEL.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masala.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
E. Telaah Pustaka	9
F. Metode Penelitian	15
1. Jenis Penelitian	15
2. Sumber Data	16
3. Metode Pengumpulan Data.....	17
4. Metode Analisis Data.....	19
G. Sistem Penulisan	20

BAB II TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

A. Definisi Salat	23
B. Waktu-waktu Salat.....	26
1. Dasar Hukum Waktu Salat.....	26
2. Kajian Astronomi Waktu-waktu Salat	30
C. Pendapat Ulama tentang Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar	37
D. Metode Perhitungan Awal Waktu Salat	44

BAB III PENGAPLIKASIAN *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

A. Sejarah Sextant	53
B. Gambaran <i>Sextant</i> Secara Umum.....	60
C. Bagian- Bagian <i>Sextant</i>	61
D. Metode Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar Menggunakan <i>Sextant</i>	65
E. Pembagian Waktu-waktu Salat Zuhur dan Ashar.	76

BAB IV ANALISIS UJI AKURASI *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU ZUHUR DAN ASHAR

A. Analisis Pengaplikasian <i>Sextant</i>	79
dalam Penentuan Tinggi Matahari	
B. Analisis Akurasi <i>Sextant</i> dalam Penentuan Awal Waktu Zuhur dan Ashar	88

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	99
B. Saran-Saran.....	100
C. Penutup	100

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN-LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagian <i>Sextant</i>	4
Gambar 1.2	Penggunaan <i>Sextant</i>	4
Gambar 3.1	<i>Sextant</i> Al- Fakhry	56
Gambar 3.2	Astrolabe al- Khujandi	59
Gambar 3.3	<i>Octant</i>	58
Gambar 3.4	<i>Sextant</i>	59
Gambar 3.5	Bagian <i>Sextant</i>	62
Gambar 3.6	Prinsip kerja <i>Sextant</i>	65
Gambar 3.7	<i>Side error</i>	68
Gambar 3.8	<i>Perpendicurity</i>	69
Gambar 3.9	Lower Limb dan Upper Limb.....	76
Gambar 4.1	Mencari Tinggi Ukur.....	82
Gambar 4.2	Cara Pembacaan DIP	85
Gambar 4.3	Mencari Tinggi Matahari Pada Waktu Zuhur ..	90
Gambar 4.4	Mencari Tinggi Matahari Pada Waktu Ashar ..	92

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pengukuran Tinggi Ukur Matahari Waktu Zuhur	91
Tabel 4.2	Pengukuran Tinggi Ukur Matahari Waktu Ashar	92
Tabel 4.3	Tinggi Sejati Waktu Zuhur	94
Tabel 4.4	Tinggi Sejati Waktu Zuhur	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring berjalannya waktu, ilmu pengetahuan mengalami perkembangan menuju masa yang lebih canggih dan modern. Hal ini turut berdampak pada perkembangan instrumen yang semakin canggih dalam keilmuan falak. Dalam menentukan awal waktu salat, seorang pengamat dalam hal ini praktisi falak menggunakan instrumen optik yaitu *Theodolite*¹, dan instrumen non optik yaitu *Rubu' Mujayab*², *Tongkat Istiwa*³, dan *Jam Matahari (bencet)*⁴.

¹*Theodolite* adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur sudut kedudukan benda langit dalam tata koordinat horisontal, yakni tinggi dan Azimut. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm 83

² *Rubu' Mujayab* adalah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran, berguna untuk menghitung fungsi geneometris serta berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004 hlm 16

³*Tongkat Istiwa* adalah alat sederhana yang terbuat dari sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar yang diletakkan ditempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Alat ini berguna untuk menentukan waktu Matahari hakiki, menentukan titik arah mata angin, menentukan tinggi Matahari, dan melukis arah kiblat. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm 84-85

⁴*Bencet* adalah Alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan ditempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Alat ini berguna untuk mengetahui waktu Matahari hakiki, tanggal syamsiah, serta untuk mengetahui pranotomongso. Lihat *ibid* hlm 12

Terdapat juga instrumen pelayaran yang berkaitan dengan ilmu falak. Salah satu instrumen pelayaran yang berkaitan dengan ilmu falak yaitu *Sextant*. Namun instrumen pelayaran tersebut belum diimplikasikan dalam ilmu falak.

Sextant merupakan sebuah alat navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi kapal dengan cara mengukur ketinggian benda langit di atas cakrawala. Fungsi utama *Sextant* adalah untuk menentukan sudut antara benda astronomi dan cakrawala, yang disebut juga penampakan (menembak) objek benda angkasa. Sudut dan waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran dari benda angkasa, digunakan untuk menghitung garis posisi di laut atau *aeronautical graphic*. Penggunaan umum dari *Sextant* adalah untuk mengukur tinggi Matahari pada saat cuaca cerah pada siang hari, dan bintang polaris pada saat malam hari yang cerah (di belahan Bumi utara) untuk mendapatkan lintang posisi kapal.⁵

Instrumen ini disebut *Sextant* karena bentuknya seperenam lingkaran dan salah satu kakinya berbentuk busur. *Sextant* antara lain berguna untuk mengukur jarak sudut antara dua titik seperti

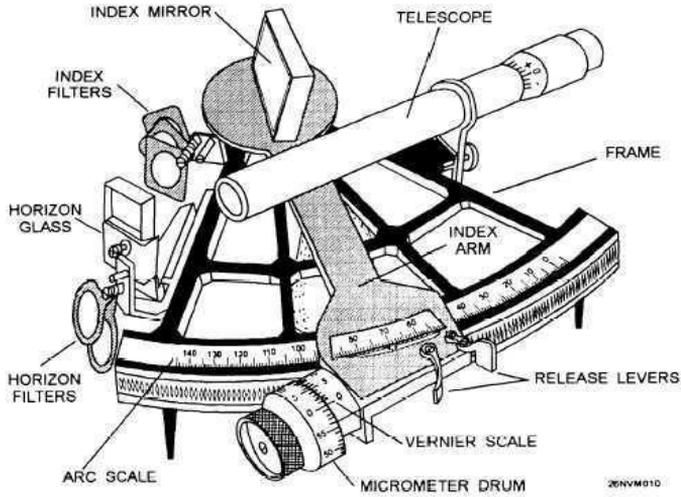
⁵ Rain Mardiansyaf, *Ilmu Pelayaran*, Jakarta: Maritim Djangkar, 2017 hlm 99

mengukur jarak Matahari dengan ufuk. *Sextant* dapat digunakan dalam navigasi sebagai penunjuk arah angin dan pengukur jarak. Dahulu para pelaut menggunakan alat ini untuk mengukur sudut ketinggian Matahari. Konon instrumen ini merupakan sarana pertama yang digunakan di sebuah kapal laut dan pesawat terbang hingga pertengahan abad 20 M sebelum berkembangnya instrumen-instrumen elektronik modern.⁶

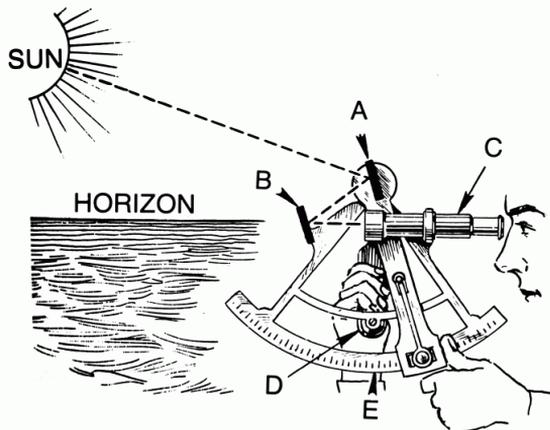
Sextant terdiri atas sebuah teleskop, cermin separuh yang dilapisi perak dan sebuah lengan ayun yang memiliki cermin indeks. Untuk menentukan keakuratan suatu *Sextant*, dapat dilakukan dengan mengatur sekrup pada mikrometernya. Nilai yang terdapat pada bagian kaki *Sextant* adalah 0 sampai dengan 60 derajat.⁷

⁶ Arwin Juli Rakmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, Purwokerto: UM purwokerto press, 2016 hlm 405

⁷ Rain Mardiansyaf, *Ilmu Pelayaran...* hlm 100



Gambar 1.1 bagian *Sextant*⁸



Gambar 1.2 penggunaan *Sextant*⁹

⁸

Secara umum *Sextant* digunakan untuk mengukur tinggi Matahari, maka dari itu dapat digunakan untuk menghitung awal waktu salat. Karena tinggi Matahari merupakan salah satu data yang diperlukan dalam menentukan awal waktu salat. Persoalan salat merupakan persoalan fundamental dan signifikan dalam Islam. Dalam menunaikan kewajiban salat, kaum muslimin terikat pada waktu-waktu yang sudah ditentukan. Anjuran untuk melaksanakan salat dengan waktu tertentu terkandung dalam QS. An-Nisa' [4]: 103

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا (١٠٣)

Artinya: Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.¹⁰

Konsekuensi logis dari ayat ini adalah salat (lima waktu) tidak bisa dilakukan dalam sembarang waktu, tetapi harus

⁹https://www.google.co.id/search?q=cara+penggunaan+sextant&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFxZ7RtLvYAhUJLo8KHdFICI0Q_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgsrc=cfEjMwORFwFHUM: , diakses 3 Januari 2018

¹⁰ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an dan Tafsirnya* , Jilid 2, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, hal 253

mengikuti atau berdasarkan dalil-dalil baik dari Al-Qur'an maupun Hadis.¹¹

Landasan dalam menetapkan awal waktu salat bersifat interpretatif. Sebagai implikasinya muncul perbedaan dalam menetapkan awal waktu salat.¹² Dalil mengenai waktu pelaksanaan salat terdapat dalam QS. Al-Isra':78

أَفِمْ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَىٰ عَسْقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنِ الْفَجْرِ ۖ إِنَّ قُرْآنَ
الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Artinya : Dirikanlah Salat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula salat) subuh. Sesungguhnya salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).¹³

Dalil Ilmu falak memahami bahwa waktu-waktu salat didasarkan pada fenomena Matahari, kemudian diterjemahkan dengan kedudukan atau posisi Matahari pada saat-saat membuat atau mewujudkan keadaan-keadaan yang merupakan pertanda bagi awal atau akhir waktu salat.¹⁴

¹¹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Teori dan Praktek*, Yogyakarta:Lazuardi,2001, hlm 73

¹²Susiknan Azhari, *ILMU FALAK Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: SuaraMuhammadiyah, 2007, hlm. 64.

¹³Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Bandung: Diponegoro, 2007, hlm. 436.

¹⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, hlm 87

Awal waktu salat yang dipengaruhi oleh fenomena kedudukan Matahari di antaranya :

1. Waktu Zuhur : dimulai sejak Matahari tergelincir, yaitu saat setelah Matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya, sampai tiba waktu Ashar.
2. Waktu Ashar : dimulai saat panjang bayang-bayang suatu benda sama dengan panjang bayang-bayang pada saat Matahari berkulminasi sampai tiba waktu Magrib.
3. Waktu Magrib : dimulai sejak Matahari terbenam sampai tiba waktu Isya'.
4. Waktu Isya': dimulai sejak hilangnya mega merah sampai separuh malam dan akhir salat isya' adalah terbitnya fajar.
5. Waktu Shubuh : dimulai sejak terbit fajar sampai terbitnya Matahari.¹⁵

Dari penjelasan mengenai fungsi *Sextant* tersebut, penulis merasa tertarik untuk mengkaji dan menganalisis kegunaan *Sextant*. *Sextant* ini merupakan alat klasik yang belum banyak dipelajari terutama dalam menentukan ketinggian

¹⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Riski Putra, 2012, hlm 83

Matahari awal waktu salat. Karena tinggi Matahari merupakan salah satu data yang diperlukan dalam menentukan awal waktu salat Zuhur dan Ashar. Apakah *Sextant* mendapat hasil yang akurat dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar dibanding dengan *Theodolite*, sebagai pembanding untuk mengetahui tingkat akurasinya. Karena pada saat sekarang ini banyak ilmuwan falak yang menggunakan *Theodolite*, khususnya untuk menentukan ketinggian. Oleh karena itu, penulis mencoba mengkaji metode penentuan awal waktu salat dengan *Sextant* dalam suatu penelitian ilmiah yang dituangkan dalam bentuk skripsi dengan judul *Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar*.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaplikasian *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar?
2. Bagaimana tingkat keakuratan *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui aplikasi *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar
2. Mengetahui tingkat keakuratan *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar

D. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebuah alternatif baru dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar menggunakan *Sextant*.
2. Bagi kalangan akademisi, dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber informasi ilmiah guna melakukan pengkajian lebih lanjut dan mendalam tentang akurasi *Sextant*.
3. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan sebuah kontribusi dalam perkembangan ilmu falak di masa yang akan datang.

E. Kajian Pustaka

Banyak penelitian yang membahas tentang awal waktu salat secara global, akan tetapi belum terdapat penelitian yang secara mendetail dalam membahas *Sextant* untuk menentukan awal

waktu salat Zuhur dan Ashar. Namun demikian ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan masalah awal waktu salat Zuhur dan Ashar, diantaranya adalah:

Skripsi Siti Mufarrohah Fakultas Syariah dengan judul *“Konsep Awal Waktu Salat Ashar Imam Syafi’i dan Hanafi (Uji Akurasi Berdasarkan Ketinggian Bayang-bayang Matahari di Kabupaten Semarang)”*. Kesimpulan dari skripsi ini yaitu kedudukan bayang-bayang Matahari awal waktu salat Ashar diantara daerah yang datarannya tinggi dan rendah di Kabupaten Semarang yaitu Kecamatan Ungaran dan Getasan mengalami pergeseran akan tetapi tetap sejajar. Pergeseran ini disebabkan waktu penelitian dengan tanggal yang berbeda dan deklinasi Matahari sudah mengalami pergeseran. Dua tempat yang mengalami ketinggian yang berbeda ketika masuk awal waktu salat Ashar lebih condong pendapat Imam Syaf’i sedangkan uji akurasi bayang-bayang Matahari awal waktu salat sesuai dengan kedudukan Matahari dan pengamatan secara langsung terhadap posisi Matahari, menunjukkan sesuai dengan pendapat imam Syafi’i yaitu ketika bayang-bayang tongkat panjang sama dengan

panjang bayangan waktu tengah hari ditambah satu kali panjang tongkat sebenarnya.¹⁶

Skripsi Moelki Fahmi Ardiansyah dengan judul “*Studi Akurasi Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Salat*”. Disimpulkan bahwa waktu Zuhur saat Matahari Translit di meridian, waktu Ashar mengambil dari penjumlahan panjang bayangan saat kulminasi dengan panjang tongkat, waktu Magrib dan terbit menggunakan garis horison, sedangkan waktu Isya’ dan waktu subuh menggunakan garis *twilight* (-18 derajat) dan untuk hasil waktu Subuhdikurangi 2 menit untuk mengetahui kriteria -20 derajat. Waktu yang ditunjukkan astrolabe merupakan waktu hakiki, sehingga harus di konversikan ke waktu daerah.¹⁷

Skripsi Nur Rohmah berjudul “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Zuhur dan Ashar*”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode penentuan awal waktu Salat Zuhur dan Ashar dengan menggunakan *Astrolabe RHI*

¹⁶ Siti Mufarrohah, “*Konsep Awal waktu Shalat Ashar Imam Syafi’i dan Hanafi (Uji Akurasi Berdasarkan Bayang-Bayang Matahari di Kabupaten Semarang)*”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2010

¹⁷ Moelki Fahmi Ardliansyah, *Studi Akurasi Penggunaan Astrolabe Dalam Hisab Awal Waktu Salat*, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2015

adalah menggunakan metode langsung baca pada *plate* Astrolabe RHI, karena pengguna langsung dapat membaca panjang bayangan dengan teliti dan jelas. Hasil bayang-bayang awal waktu Zuhur dan Ashar menggunakan Astrolabe RHI dengan praktek di lapangan menggunakan *mizwala* terdapat selisih 0,1 cm-0,8 cm. Hal ini dipengaruhi oleh *equation of time* dan deklinasi Matahari setara diameter Astrolabe RHI itu sendiri. Semakin besar diameter interval derajat pada Astrolabe RHI semakin terbaca dengan mudah dan jelas.¹⁸

Skripsi Novi Ariyanti yang berjudul “*Penggunaan Klinometer dalam menentukan tinggi awal waktu Zuhur dan Ashar*”. Skripsi ini menghasilkan dua temuan penting. Pertama, bahwa metode penentuan tinggi Matahari awal waktu Zuhur dan Ashar pada *klinometer* menggunakan metode observasi di mana cara penggunaannya adalah dengan mengarahkan ujung *klinometer* ke objek yang akan dibidik, membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang, kemudian hasil akan langsung terbaca

¹⁸ Nur Rohmah, “*Astrolabe RHI Dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Shalat Zuhur dan Ashar*”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang:2017

pada busur derajat tersebut. Kedua, tingkat akurasi metode pengukuran tinggi Matahari awal waktu Zuhur dan Ashar menggunakan *klinometer* dengan praktek di lapangan menggunakan *Theodolite* terdapat selisih $0^{\circ} 07' 55''$ hingga $1^{\circ} 72' 65''$. Selisih tersebut dipengaruhi karena tidak adanya tiang penyangga pada *klinometer*, bandul yang mudah bergeser ketika tertiup angin, dan skala pada *klinometer* yang terlalu jauh yaitu sebesar 5° .¹⁹

Jurnal Moelki Fahmi Ardliansyah yang berjudul Implementasi Titik Koordinat Tengah Kabupaten Atau Kota Dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat. membandingkan perhitungan jadwal waktu salat dengan menggunakan titik koordinat tengah dan selain titik koordinat tengah. Penelitian ini menemukan bahwa, dampaknya jadwal waktu salat dapat diberlakukan untuk satu wilayah kabupaten atau kota. Sedangkan jadwal waktu salat yang diperhitungkan menggunakan selain titik koordinat tengah belum tentu dapat diberlakukan untuk satu wilayah kabupaten atau kota, apalagi selisih koordinatnya diatas

¹⁹ Novi Ariyanti, “Penggunaan *Klinometer* Dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Zuhur Dan Ashar”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang:2017

0,5° dan posisinya berada di sebelah selatan dan timur dari titik koordinat tengah. Titik koordinat tengah perlu diimplementasikan, karena pada dasarnya titik koordinat ini telah mempertimbangkan aspek geografis. Dimana dalam segi luas untuk bagian utara, selatan dan timur, baratnya telah dipertimbangkan dan jaraknya pun seimbang.²⁰

Journal Ari Srientini yang berjudul “*Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit*”. Journal ini mengemukakan bahwa penentuan posisi astronomi merupakan suatu sistem penentuan posisi kapal melalui observasi benda angkasa seperti Matahari, bulan bintang dan planet. Instrumen yang salah satunya digunakan yaitu *Sextant*.²¹

Buku Ilmu Pelayaran yang membahas *Sextant*. Ini dapat menjadi panduan dalam skripsi penulis yang berkaitan tentang alat *Sextant*, buku-buku lainnya yang membahas *sextant* serta artikel-artikel navigasi yang membahas tentang alat *Sextant* dan

²⁰ Moelki Fahmi Ardliansyah, implementasi titik koordinat tengah kabupaten atau kota dalam perhitungan jadwal waktu salat, *Jurnal Al-ahkam Walisongo*, Volume 27, Nomor 2, Oktober 2017

²¹ Ari Srientini, “Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit”, *Jurnal aplikasi pelayaran dan kepelabuhan*, vol. 1, no. 2, Tahun 2011, hlm 77, Jurusan Nautika Program Diploma Pelayaran Universitas Hang Tuah

penggunaan *Sextant*. Dapat juga menjadi acuan dalam skripsi penulis mengenai alat tersebut.

Selain karya tersebut penulis juga menggunakan tulisan-tulisan berupa jurnal dan artikel-artikel tentang tinggi Matahari serta menelaah kumpulan materi dari sumber-sumber yang terkait seperti makalah hisab rukyah dan beberapa sumber yang diambil dari hasil penelusuran di internet.

Melihat karya-karya di atas, sepanjang penelusuran dan pengetahuan penulis, belum ada tulisan atau penelitian berupa skripsi yang secara spesifik membahas tentang penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar dengan menggunakan *Sextant*. Sehingga menurut penulis tema ini layak dan sangat menarik serta dapat dikaji dan diteliti lebih lanjut.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif yang bersifat diskriptif,

yaitu jenis penelitian yang mendiskripsikan suatu data-data, peristiwa, kejadian yang terjadi saat ini dan cenderung induktif.²² Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*) yaitu observasi untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti menerangkan kajian uji akurasi *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar di Perumahan BIP Ngaliyan Semarang.

2. Sumber dan Jenis Data

a. Data primer

Data primer untuk penelitian yang bersifat *field research* ini adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang dikumpulkan secara khusus dan tentu berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti,²³ yaitu data yang didapat melalui observasi dengan menggunakan *Sextant* secara langsung untuk

²² Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, hlm 34

²³ Tim penyusun Fakultas Syari'ah, *pedoman penulisan skripsi*, Semarang : IAIN Walisongo, 2010, hlm 12.

penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar, yang menjadi kajian utama dalam penelitian ini.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh peneliti dari objek penelitian. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari buku panduan penggunaan *Sextant*, penelitian terdahulu, buku *Ilmu Pelayaran* karya Rain Mardiansaf, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan* karya Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar Serta buku-buku yang membahas metode Ilmu Falak seperti *Ilmu Falak (Dalam Teori dan Praktik)* karya Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Praktis* karya Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak 1* karya Slamet Hambali dan yang lainnya. Dan artikel-artikel ilmiah yang berkaitan tentang penelitian penulis.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan yang bersifat *field research* ini adalah sebagai berikut :

a. Observasi

Observasi dilakukan untuk mengamati tinggi Matahari awal waktu salat Zuhur dan Ashar. Observasi dilakukan terhadap objek yang akan diteliti untuk memperoleh hasil yang fakta. Pengukuran dapat dilakukan dengan mengecek *sextant* dan menggunakannya sesuai dengan buku panduan yang ada. Setelah itu baru dapat membidik Matahari menggunakan *Sextant*. Pemegang alat juga harus di perhatikan, agar dapat digunakan dengan baik dan pengamatan yang baik pula.

b. Wawancara

Wawancara yaitu suatu cara untuk mengumpulkan data atau informasi dengan cara langsung bertatap muka dengan informan, yang bermaksud mendapatkan gambaran lengkap dan mendalam tentang topik yang diteliti²⁴. Wawancara ini akan di lakukan secara terstruktur dengan mewawancarai Tenaga

²⁴ Burhan Bungin, *Metode Penelitian Kualitatif*, Jakarta :Raja Grafindo Persada, 2001, hlm 157-158

Pengajar Nautika AMNI dan Tenaga Pengajar Nautika AKPELNI Semarang.

c. Dokumentasi

Metode dokumentasi, dokumentasi berasal dari kata dokumen, yaitu rekaman peristiwa yang lebih dekat dengan percakapan, menyangkut persoalan pribadi, dan memerlukan interpretasi yang berhubungan sangat dekat dengan konteks rekaman peristiwa tersebut.²⁵ Metode ini dipakai untuk memperoleh berbagai sumber tertulis terkait dengan alat pelayaran yaitu *Sextant*, baik dari sumber dokumen, buku-buku, jurnal ilmiah, majah, koran *wibsite* dan lain-lain.

4. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan oleh penulis adalah metode kualitatif. Tehnik yang digunakan setelah data yang diperlukan terkumpul semua, akan dipelajari dan dianalisa menggunakan metode *analisis deskriptif*²⁶. Analisis deskriptif

²⁵ Sudarwan Danim, *Menjadi Peneliti Kualitatif*, Bandung: Pustaka Setia, 2002, hlm 122-123

²⁶ Sugio, *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D*, Bandung: CV beta, 2014, hlm 147

yaitu menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan objek dalam sebuah penelitian. Metode deskriptif ini digunakan untuk menjelaskan kebenaran dan kesalahan dari suatu analisis yang dikembangkan secara berimbang dengan melihat kelebihan dan kekurangan objek yang diteliti.

Proses analisis dimulai dari pengumpulan data untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dan Ashar, kemudian hasilnya disamakan dengan *Theodolite*, sehingga nanti hasilnya dapat disimpulkan untuk mengetahui tingkat akurasinya.

G. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada penelitian ini akan peneliti susun dalam lima bab yang terdiri atas beberapa sub pembahasan :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan membahas mengenai latar belakang penelitian yang dilakukan, rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan dan manfaat penelitian, kajian pustaka, dan metode penelitian yang menjelaskan teknis analisis yang dilakukan dalam penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

Dalam bab ini membahas waktu Salat yang didalamnya meliputi penjelasan tentang pengertian waktu salat, waktu – waktu Salat, pandangan ulama’ mengenai waktu salat serta cara atau metode penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar.

BAB III PENGAPLIKASIAN *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR.

Bab ini menjelaskan tentang sejarah *Sextant*, penggunaan *Sextant* secara umum, bagian-bagian *Sextant*, fungsi dari *Sextant*, dan metode penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar menggunakan *Sextant*.

BAB IV ANALISIS TINGKAT AKURASI *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

Bab ini merupakan hasil dari analisis penggunaan *Sextant* dalam menentukan tinggi Matahari awal waktu salat Zuhur dan Ashar dan uji akurasi tinggi Matahari

awal waktu salat Zuhur dan Ashar yang kemudian dicocokkan dengan kondisi di lapangan menggunakan *Theodolite*.

BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan atas bahasan dan hasil penelitian yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

A. Definisi Salat

Salat merupakan rukun Islam yang kedua. Salat termasuk salah satu bentuk ibadah yang amat penting. As-Sarkhasi menegaskan bahwa salat merupakan unsur agama terkuat sesudah iman kepada Allah swt.¹ Para ulama mengatakan bahwa salat merupakan tiang agama. Barang siapa menegakkannya berarti menengakkan agama dan barang siapa meruntuhkannya berarti meruntuhkan agama.²

Salat menurut bahasa mempunyai arti do'a.³ Sebagaimana yang terdapat dalam Al-Qur'an surat at-Taubat [9] ayat 103:

خُذْ مِنْ أَمْوَالِهِمْ صَدَقَةً تُطَهِّرُهُمْ وَتُزَكِّيهِمْ بِهَا وَصَلِّ عَلَيْهِمْ إِنَّ
صَلَاتَكَ سَكَنٌ لَهُمْ وَاللَّهُ سَمِيعٌ عَلِيمٌ

Artinya: "Ambillah Zakat dari sebagai harta mereka, dengan zakat itu kamu membersihkan dan mensucikan mereka dan berdoalah untuk mereka. Sesungguhnya doa kamu itu

¹As-Sarkhasi, *Al-Mabsut* (Beirut: Dar al-Ma'arif, t.t), 1:4

²As-Sakhawi, *Al-Maqasid al-Hasanah fi Bayani Kasirin min Al-Ahadis al-Musyahirah ala Al-Alsinah*, Beirut: Dar al-Kitab Al-Arabi, 1405/1985, 1:427

³Abu Bakar bin Muhammad Taqiyuddin, *Kifayah al-Akhyar*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2001, Juz 1 hlm 127

(menjadi) ketentraman jiwa bagi mereka. Dan Allah SWT maha mendengar lagi maha mengetahui.”⁴

Salat juga mempunyai arti rahmat, dan juga mempunyai arti memohon ampunan.⁵ Sebagaimana yang terdapat dalam Al-Qur’an surat Al-Ahzab [33] ayat 56:

إِنَّ اللَّهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ
وَسَلِّمُوا تَسْلِيمًا

Artinya: “Sesungguhnya Allah dan malaikat-malaikat-Nya bershalawat untuk Nabi. Hai orang-orang yang beriman, bershalawatlah kamu untuk Nabi dan ucapkanlah salam penghormatan kepadanya.”⁶

Menurut istilah salat berarti suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan takbiratul ihram dan diakhiri dengan salam, dengan syarat-syarat dan rukun tertentu.⁷

Anjuran untuk mengerjakan salat terdapat dalam suatu dalil, maka secara lahirnya kembali kepada salat dan pengertian syari’at.

⁴Kementerian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 4, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, hlm 198.

⁵Muhammad bin Jarir At-Tabari, *Jami’ al-Bayan fi Ta’wil al-Qur’an*, Riyad: Muassasah Risalah, 2000, Jilid 6 hlm 426

⁶Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 8, 2012, hlm 37.

⁷Imam Taqiyuddin Abi Bakar Muhammad Khusain, *Khifayah Al-Ahyar Fi Halli Gayah Al-Ihtisar*, Surabaya: Dar al Kitab Al Islam, Juz 1, hlm 82

Karena, salat merupakan suatu kewajiban sebagaimana yang terdapat dalam Al-Qur'an dan hadis.

Salat dalam Islam mempunyai tempat yang khusus dan fundamental, karena salat merupakan salah satu rukun Islam, yang harus ditegakkan.⁸ Sebagaimana yang terdapat dalam surat An-Nisa' [4] ayat 103:

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا
 اطمأننتم فأقيموا الصلاة ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا
 مَوْفُوتًا

Artinya : “Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat (mu), ingatlah Allah diwaktu berdiri, di waktu duduk dan diwaktu berbaring. Kemudian dirinkanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”⁹

Ayat tersebut menganjurkan untuk melaksanakan salat sesuai dengan waktunya, artinya tidak boleh menunda dalam menjalankannya, sebab waktu-waktunya telah ditentukan dan kita wajib untuk melaksanakannya. Sebagaimana yang terdapat dalam Al-Qur'an dan sunnah.¹⁰

⁸ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktis*, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2013, hlm 79.

⁹ Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, 2012, hlm 252.

¹⁰ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktis*, hlm 80.

B. Waktu-waktu Salat

1. Dasar Hukum Waktu Salat

Menurut para ulama bahwa salat merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan pada batas-batas waktu yang telah ditentukan, sehingga salat termasuk ibadah *muwaqqat*, yaitu ibadah yang telah ditentukan waktu-waktunya. Waktu-waktu salat secara terinci sudah banyak disinggung dalam Al-Qur'an dan Hadis-hadis Nabi Muhammad Saw.

Salat disyariatkan di dalam Islam pada bulan Rajab pada tahun ke 11 kenabian, saat Rasulullah SAW. diisro' dan dimi'rojkan ke *Sidrotul Muntaha*. Salat diwajibkan bagi umat Islam dalam sehari semalam sebanyak lima kali, yaitu Subuh, Zuhur, Ashar, Magrib dan Isya'.¹¹

a. Dasar hukum dari Al-Qur'an antara lain:

QS. Ar-Ruum [30]: 17-18

فَسُبْحَانَ اللَّهِ حِينَ تُمْسُونَ وَحِينَ تُصْبِحُونَ ﴿١٧﴾ وَآلَهُ الْحَمْدُ فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَعَشِيًّا وَحِينَ تُظْهِرُونَ ﴿١٨﴾

Artinya: “ Maka bertasbihlah kepada Allah pada petang hari dan pada pagi hari (waktu subuh).” (17). “Dan segala

¹¹Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Lukita), 2012 hlm 31-32

puji bagi-Nya baik dilangit, di bumi, pada malam hari dan pada waktu zuhur (tengah hari). (18)¹²

Ayat ini mengisyaratkan waktu salat Zuhur dan Ashar. Ibnu ‘Abbas berpendapat bahwa yang dimaksud dengan tasbih (menyucikan Tuhan) adalah salat lima waktu yang diwajibkan kepada kaum muslimin. Perkataan “*dan di waktu kamu berada pada petang hari*”, maksudnya adalah salat Ashar, dan perkataan “*dan di waktu kamu berada di waktu Zuhur*”, yaitu Zuhur¹³

QS. Al-Isra’ [17]: 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ
الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

Artinya: “Laksanakanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) Subuh. Sungguh, salat Subuh itu di saksikan (oleh malaikat).”¹⁴

Pada ayat ini memerintahkan agar Rasulullah Saw. mendirikan salat sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam, mendirikan salat subuh. Maksudnya adalah

¹²Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, 2012, hlm 471

¹³Muhammad bin Jarir At-Tabari, *Jami’ ...*, 2000, hlm 376

¹⁴Kementerian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h. 524

mendirikan salat lima waktu, yaitu salat Zuhur, Ashar, Magrib, Isya dan Subuh.¹⁵

b. Dasar hukum dari Hadis antara lain:

Dari Jabir bin Abdullah r.a. :

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَمَّنِي جِبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ عِنْدَ الْبَيْتِ مَرَّتَيْنِ فَصَلَّى بِي الظُّهْرَ حِينَ زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَتْ قَدَرِ الشِّرَاكِ وَصَلَّى بِي الْعَصْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ وَصَلَّى بِي يَعْنِي الْمَغْرِبَ حِينَ أَفْطَرَ الصَّائِمُ وَصَلَّى بِي الْعِشَاءَ حِينَ غَابَ الشَّفَقُ وَصَلَّى بِي الْفَجْرَ حِينَ حَرَمَ الطَّعَامَ وَالشَّرَابَ عَلَى الصَّائِمِ فَلَمَّا كَانَ الْعَدُوُّ صَلَّى بِي الظُّهْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ وَصَلَّى بِي الْعَصْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلِيهِ وَصَلَّى بِي الْمَغْرِبَ حِينَ أَفْطَرَ الصَّائِمُ وَصَلَّى بِي الْعِشَاءَ إِلَى ثُلُثِ اللَّيْلِ وَصَلَّى بِي الْفَجْرَ فَأَسْفَرَ ثُمَّ التَفَتَ إِلَيَّ فَقَالَ يَا مُحَمَّدُ هَذَا وَقْتُ الْأَنْبِيَاءِ مِنْ قَبْلِكَ وَالْوَقْتُ مَا بَيْنَ هَذَيْنِ الْوَقْتَيْنِ¹⁶

Artinya : “Dari Ibnu Abbas RA, dia berkata, “Rasulullah SAW bersabda, Malaikat Jibril telah mengimamiku di dekat Baitullah sebanyak dua kali. Dia mengajarkan salat Zuhur bersamaku, sewaktu Matahari condong ke barat, sepanjang tali sandal, juga mengerjakan salat Ashar ketika bayangan (suatu benda) sama panjang bendanya. Dia mengerjakan salat bersamaku, yakni Magrib ketika

¹⁵Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, 2012, hlm525

¹⁶Abu Dawud Sulaiman, *Sunan Abu Daud*, Beirut: Maktabah Ashriyah, tt, jilid 2, hlm: 175

orang berpuasa. Dan dia mengerjakan salat Isya' bersamaku, ketika mega merah telah hilang, dan mengerjakan salat Subuh bersamaku, ketika tiba waktu haram makan dan minum bagi orang yang berpuasa. Maka keesokan harinya, dia mengajarkan salat Zuhur bersamaku, ketika bayangan suatu benda sama panjang dengan bendanya. Dia mengajarkan salat Ashar bersamaku, ketikabayangan suatu benda sepanjang dua kali benda itu. Dia mengajarkan salat Magrib bersamaku, ketika orang berpuasa berbuka. Dia mengerjakan salat Isya' bersamaku sampai sepertiga malam. Dan mengerjakan salat subuh bersamaku, ketika waktu pagi mulai bercahaya. Kemudian Jibril menoleh kepadaku, seraya berkata, "Wahai Mihammad, inilah waktu para nabi sebelum kamu, dan waktu lapang adalah kedua waktu"

Dari 'Abdullah bin 'Umar :

عن عبد الله بن عمرو رضى الله عنهما; أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى
 اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: (وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ. وَكَانَ ظِلُّ
 الرَّجُلِ كَطَوْلِهِ. مَا لَمْ يَحْضُرِ العَصْرُ. وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَ
 الشَّمْسُ. وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ. وَوَقْتُ صَلَاةِ
 العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ. وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ
 طُلُوعِ الفَجْرِ. مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ) (رواه مسلم)¹⁷

Artinya; "Dari Abdullah Ibnu Amr r.a bahwa Rasulullah saw bersabda; " waktu salat Zuhur dimulai saat Matahari tergelincir dan bayangan seseorang sama dengan tinggi tubuhnya, selama waktu Ashar belum tiba. Waktu Ashar

¹⁷Imam Abi Husain Muslim bin Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz 1, Bairut-Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah, 1992, h. 427 hadits no. 612

maksuk selama Matahari belum menguning. Waktu salat Magrib selama awan merah belum menghilang, waktu salat Isya' hingga tengah malam dan waktu salat subuh semenjak terbitnya fajar hingga sebelum terbit" (HR. Muslim).

2. Kajian Astronomi Waktu-waktu Salat

Dasar normatif, masuknya awal waktu salat selalu berkaitan dengan posisi atau kedudukan suatu tempat dan perjalanan peredaran semu Matahari, yaitu rekayasa peredaran harian Matahari akibat dari adanya rotasi Bumi.¹⁸ Secara normatif berdasarkan dalil-dalil Al-Qur'an dan teks hadis Nabi Saw, waktu-waktu salat dalam fikih diperinci sebagai berikut:

a. Waktu Zuhur

Waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tepat berada di atas kepala, namun sudah mulai agak condong ke arah barat. Istilah yang sering digunakan dalam terjemahan bahasa Indonesia adalah tergelincirnya Matahari. Sebagai terjemahan bebas dari kata *zawalus syamsi*. Namun istilah ini sering kali membingungkan karena kalau dikatakan

¹⁸Zainul Arifin, *Ilmu Falak*..... hlm 32-33

bahwa “Matahari tergelincir”, sebagian orang akan berkerut keningnya, *zawalus syamsi* adalah waktu di mana posisi Matahari ada di atas kepala kita, namun sedikit sudah mulai bergerak ke arah barat. Jadi tidak tepat diatas kepala.¹⁹

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°/360°. Ketiga, tidak ada bayangan sama sekali, yaitu ketika Matahari melintasi *zawal*, posisi tepat berada di atas zenit yakni posisi Matahari berada pada sudut 90° diukur dari ufuk. Pada saat kondisi pertama dan kedua, bayangan suatu benda sudah ada pada saat *zawal*, sehingga masuknya waktu Zuhur adalah bertambah panjangnya bayangan

¹⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang),2011 hlm125-126

suatu benda tersebut sesaat setelah *zawal*. Pada kondisi ketiga, pada saat *zawal*, suatu benda terdiri tegak tidak menimbulkan bayangan sedikit pun. Masuknya waktu Zuhur adalah ketika terbentuknya atau muncul bayangan suatu benda saat setelah *istiwa* atau *zawal*.²⁰

Waktu pertengahan pada saat matahari berada di meridian (*Meridian Pas*) dirumuskan dengan $MP = 12 - e$. Sesaat setelah waktu inilah sebagai permulaan waktu Zuhur menurut waktu pertengahan dan waktu ini pula sebagai pangkal hitungan waktu-waktu salat lainnya.²¹

b. Waktu Ashar

Waktu Ashar dimulai ketika bayangan Matahari sama dengan benda tegaknya, artinya apabila Matahari berkulminasi atas membuat bayangan senilai 0 (tidak ada bayangan), maka awal waktu Ashar dimulai sejak bayangan Matahari sama panjang dengan benda tegaknya. Apabila Matahari berkulminasi sudah mempunyai bayangan sepanjang benda tegaknya maka awal waktu

²⁰Zainul Arifin, *Ilmu Falak*..... hlm 32-34

²¹Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka), cetakan III, hlm 88

Ashar dimulai sejak panjang bayangan Matahari itu dua kali panjang benda tegaknya.

Kedudukan Matahari atau tinggi Matahari pada posisi awal waktu Ashar dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal (h_{as}) dirumuskan:

$$\boxed{\text{Cotg } h_{as} = \tan [\phi - \delta_o] + 1}$$

[.....] = harga mutlak

Φ = lintang tempat

δ_o = Deklinasi Matahari²²

c. Waktu Magrib

Waktu Magrib adalah waktu Matahari terbenam. Dikatakan Matahari terbenam apabila menurut pandangan mata, piringan atas Matahari bersinggungan dengan ufuk.

Perhitungan tentang kedudukan Matahari terbenam kiranya perlu memasukan *Horizontal Parallaks* Matahari, kerendahan ufuk atau Dip, refraksi cahaya dan semi diameter Matahari. Hanya saja karena parallaks Matahari

²²Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak teori dan Praktik..... hlm 88-89

terlalu kecil nilainya yaitu sekitar $00^{\circ}00'8''$ sehingga parallaks dalam perhitungan waktu Magrib diabaikan.

Kedudukan Matahari atau tinggi Matahari pada posisi awal waktu Magrib dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal (h_{mg}) dirumuskan dengan:

$$\mathbf{h_{mg} = -(SD + Refraksi + Dip)}$$

$$SD = 0^{\circ}16' 00''$$

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

$$\text{Dip} = 0,0293$$

Perhitungan harga tinggi Matahari pada awal waktu Magrib dengan rumus di atas sangat dianjurkan apabila untuk perhitungan awal bulan. Apabila untuk perhitungan waktu salat cukup $h_{mg} = -1^{\circ}$.²³

d. Waktu Isya'

Begitu Matahari terbenam di ufuk barat, permukaan Bumi tidak otomatis langsung menjadi gelap. Hal demikian terjadi karena ada partikel-partikel berada di

²³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik.....* hlm

angkasa yang membiaskan sinar Matahari, walaupun sinar Matahari sudah tidak mengenai Bumi namun masih ada bias cahaya dari partikel-partikel itu.²⁴

Ilmu Astronomi mengenal istilah masa segera setelah Matahari terbenam dan sebuah matahari terbit, yaitu *twilight*, yang dibagi menjadi tiga tingkatan, secara berturut-turut:

1) *Civil twilight*

Batas *Civil twilight* jika Matahari 06° di bawah horizon, benda-benda di lapangan terbuka masih tampak batas-batas bentuknya, bintang yang paling terang dapat dilihat.²⁵

2) *Nautical twilight*

Batas *Nautical twilight* adalah 12° di bawah horizon, jika di luar ufuk hampir tidak kelihatan maka semua bintang terang dapat dilihat.²⁶

²⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*..... hlm 91

²⁵ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, (Jakarta: Sinar Grafika offset), 2009 hlm 45

²⁶ A. Jamil, *Ilmu Falak*.... hlm 46

3) *Astronomical twilight*

Batas *Astronomical twilight*, jika Matahari 18° di bawah ufuk maka gelap malam sudah sempurna (awal waktu salat Isya').²⁷

Posisi Matahari -18° di bawah ufuk malam sudah gelap karena telah hilang bias partikel (mega merah), maka ditetapkan bahwa awal waktu Isya' apabila tinggi Matahari -18° . Oleh sebab itu $h_{is} = -18^\circ$.²⁸

e. Waktu Subuh

Waktunya setelah terbit fajar shadiq sampai terbit sang mentari. Pertanda munculnya fajar shadiq dengan adanya sinar putih yang terbentang di ufuk timur. Fajar inilah yang dijadikan patokan beberapa ritus ibadah, seperti dimulainya waktu salat Subuh, berakhirnya waktu salat Isya' dan dimulainya *Imsak* (menahan diri) dari segala yang membatalkan puasa.²⁹

²⁷ A. Jamil, *Ilmu Falak*.... hlm 46

²⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*.....hlm 92

²⁹ A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap dan Praktis hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana*, (Jakarta: Amzah), 2012 hlm 60

Keadaan sesudah waktu Subuh pun ada bias Cahaya partikel, yang disebut *Cahaya Fajar*. Hanya saja cahaya fajar lebih kuat dari pada cahaya senja sehingga pada posisi Matahari - 20° di bawah ufuk timur bintang-bintang sudah mulai redup karena kuatnya cahaya fajar itu. Oleh karenanya ditetapkan bahwa tinggi Matahari pada awal waktu Subuh (h_{sb}) adalah - 20° .³⁰

C. Pendapat Ulama tentang Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar

1. Waktu Salat Zuhur

Permulaan waktunya sejak tergelincirnya Matahari.

Hal ini telah disepakati oleh fuqoha', berdasarkan firman Allah Ta'ala:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ

Artinya: "Dirikanlah Salat (Zuhur), ketika tergelincirnya Matahari" (Al-Isro', ayat 78)

Akhir waktu Zuhur menurut *jumhurul fuqoha'* (mayoritas) termasuk mayoritas Hanafiyah adalah ketika panjang bayangan suatu benda sama dengan tinggi benda. Ketentuan ini hanya berlaku ketika Matahari berkulminasi

³⁰Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*.....hlm 92

tepat di titik zenith, sehingga pada saat itu benda yang terpancang tegak lurus tidak mempunyai bayangan sama sekali. Matahari berkulminasi di titik zenith hanya terjadi apabila harga lintang tempat yang bersangkutan sama besarnya dengan deklinasi matahari. Jika tidak, maka matahari akan berkulminasi di utara atau di selatan titik zenith, sehingga benda yang terpancang tegak lurus pada saat matahari berkulminasi akan mempunyai bayangan dengan panjang tertentu. Dalam keadaan seperti ini ketentuan akhirnya waktu Zuhur di atas perlu ditakwil, yaitu bahwa akhir waktu Zuhur adalah ketika panjang bayangan suatu benda sama dengan tinggi benda tersebut ditambah (selain) panjang bayangan suatu benda saat kulminasi.

Awal permulaan waktu salat Zuhur ini terjadi perbedaan dikalangan para Fuqaha. Menurut Imam Abu Hanifah akhir waktu Zuhur jika panjang bayangan suatu benda dua kali panjang benda (selain panjang bayangan suatu benda saat kulminasi). Penyebab perselisihan pendapat dalam

masalah ini karena terdapatnya beragam hadits dari Jabir bin Abdullah:

أَنَّ جِبْرِيْلَ عَلَيْهِ السَّلَامُ صَلَّى بِالتَّيِّبِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فِي الْيَوْمِ
التَّالِي حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ.

Artinya: “Sesungguhnya Jibril salat dengan Nabi pada hari kedua ketika panjang bayangan benda sama dengan tinggi bendanya.”

Masalah seperti ini kesepakatan ulama berpegang kepada hadis pertama (hadis Jabir), sedang Abu Hanifah memegang hadits yang kedua, karena di lingkungan Abu Hanifah pada saat panjang bayangan benda sama dengan tinggi bendanya, panasnya menyengat. Sebaiknya untuk ummat Islam di Indonesia menggunakan pendapatnya jumah fuqoha’, karena hujjah yang dipakai oleh jumah lebih kuat, apalagi di Indonesia ini pada saat panjang bayangan benda sama dengan tinggi bendanya, suhunya tidak terlalu panas.³¹

2. Waktu Salat Ashar

Permulaan waktu Ashar dimulai ketika berakhirnya waktu Zuhur. Karena fuqoha’ berbeda pendapat mengenai

³¹M. Hasbi Ash Shiddiqi, *Koleksi Hadits Hadits Hukum*, Jakarta : PT, Magenta Bhakti Guna, 1994, hlm 46

akhir waktu Zuhur, maka permulaan waktu Ashar juga terdapat perbedaan.

Jika bayangan suatu benda panjangnya sama dengan tinggi benda tersebut, maka dikatakan akhir waktu Zuhur dan permulaan waktu Ashar. Namun, pasti ada tambahan bayangan benda walaupun hanya sedikit, karena keluarnya waktu Zuhur itu tidak mungkin dapat diketahui jika tidak ada tambahan itu. Hal ini merupakan pendapat mayoritas ulama' ahli fiqh.

Menurut mayoritas *fuqoha'* termasuk mayoritas Hanafiyah waktu Ashar dimulai ketika bayangan suatu benda sedikit lebih panjang dari tinggi benda selain panjang bayangan benda yang ada ketika Matahari berkulminasi. Fuqoha' telah sepakat bahwa akhir waktu Ashar adalah sesaat sebelum terbenamnya Matahari.³²

3. Waktu Salat Magrib

Para ulama berbeda pendapat tentang akhir waktu shalat Magrib. Imam Hanafi, Hambali, dan Syâfi'i,

³²IbnuHajar Al-Asqolany, *BulugulMarom*, tt, hlm .43

berpendapat bahwa waktu Magrib adalah antara tenggelamnya Matahari sampai tenggelamnya mega atau sampai hilangnya cahaya merah di arah barat.³³

Sedangkan Imam Mâlik berpendapat, sesungguhnya waktu Magrib sempit, ia hanya khusus dari awal tenggelamnya Matahari sampai diperkirakan dapat melaksanakan salat Magrib itu, yang termasuk di dalamnya, cukup untuk bersuci dan adzan dan tidak boleh mengakhirkannya (mengundurnya) dari waktu ini, ini hanya pendapat Mâliki saja.³⁴

4. Waktu Salat Isya'

Imam Syâfi'i dan mayoritas ulama berpendapat bahwa awal waktu Isya' ialah ketika hilangnya mega merah, sedangkan Imam Hanafi berpendapat bahwa awal waktu Isya'

³³Al Faqih Abul Walid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujtahid*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, tt, hlm. 206.

³⁴Muhammad Jawa Mughniyyah, *Fiqh Lima*. hlm. 75. Untuk akhir waktu Maghrib, ada riwayat mengatakan pada hilangnya mega merah (*Asy Syafaq Al Ahmar*) menurut kaul jadid yang sependapat dengan Abu Ishaq, Ats Tsaur, Abu Tsaur, Ashab Ar Ra'yi dan seba-gian Ashab Asy Syafi'i. Dan ada juga riwayat yang mengatakan bahwa waktu Maghrib hanya seukuran Wudhu, adzan, iqamat, shalat Maghrib, dzikir dan shalat sunnah dua raka'at. Pendapat kedua ini menurut Kaul kadim Imam Syafi'i.

ialah ketika munculnya mega hitam atau di-saat langit benar-benar telah gelap.

Di Indonesia, para ulama sepakat bahwa waktu Isya' ditandai dengan mulai memudarnya mega merah (*asy-Syafaq al-Ahmar*) di bagian langit sebelah barat, yaitu tanda masuknya gelap malam. Peristiwa ini dalam *falaq 'ilmiy* dikenal sebagai akhir senja astronomi (*astronomical twilight*).³⁵

5. Awal Waktu Shalat Subuh

Waktu Subuh adalah waktu mulai terbitnya *fajar shadiq* dan berlangsung hingga terbitnya Matahari. Para ahli *fiqh* sepakat dengan pendapat tersebut, meskipun ada beberapa ahli *fiqh* Syâfi'iyah yang menyimpulkan bahwa

³⁵Al Faqih Abul Wahid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujtahid*. hlm. 210. Pendapat pertama bahwa akhir waktu Isya' adalah pada pertengahan malam dilansir oleh Ats Tsaury, *Ashab ar Ra'yi* (ulama yang condong pada akal dalam proses ijtihadnya), Ibnu Al Mubarak, Ishaq bin Rawaih dan Abu Hanifah. Sedangkan akhir waktu Isya' ialah sepertiga malam seperti yang dilansir oleh Umar bin Khattab, Abu Hurairah, Umar bin Abdul Aziz dan Asy Syafi'i (pada salah satu riwayat dari Ishaq bin Ibrahim dari Jarir dari Manshur). Untuk akhir waktu Isya' saat terbitnya fajar sebagaimana dilansir oleh Asy Syafi'i (pada riwayat lain), Abdullah bin Abbas, Atha', Thawus, Ikrimah dan *Ahlu Ar Rifahiyyah*. Selengkapnya lihat pada Sa'id bin Muhammad Ba'asyun, *Busyr Al Karim Syarh Al Muqadimah Al Hadhramiyah* (Beirut: Dâr Ihya Al Kutub Al Arabiyah. t.th.), hlm. 56.

batas akhir waktu Shubuh adalah sampai tampaknya sinar Matahari.³⁶

Fajar shadiq dapat dipahami sebagai *dawn astronomical twilight* (fajar astronomi), yaitu ketika langit tidak lagi gelap di mana atmosfer Bumi mampu membiaskan cahaya Matahari dari bawah ufuk. Cahaya ini mulai muncul di ufuk timur menjelang terbit Matahari pada saat Matahari berada sekitar 18° di bawah ufuk (atau jarak zenit matahari= 108° derajat). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya fajar shadiq dimulai pada saat posisi matahari 20° di bawah ufuk atau jarak zenit matahari adalah 110° ($90^\circ + 20^\circ$).

Umumnya di Indonesia, Shubuh dimulai pada saat kedudukan Matahari 20° di bawah ufuk hakiki (*true horizon*). Hal ini bisa dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia, yaitu Sadoeddin Djambek disebut-sebut oleh banyak kalangan sebagai *mujaddid al-hisab* (pembaharu pemikiran hisab) di Indonesia. Ia menyatakan bahwa waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar di bawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan

³⁶Al Faqih Abul Walid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujtahid*. hlm. 213.

terbitnya Matahari. Menurutnya dalam ilmu falak saat tampaknya fajar didefinisikan dengan posisi Matahari sebesar 20° di bawah ufuk sebelah timur.³⁷ Sementara itu batas akhir waktu Subuh adalah waktu *syuruq* (terbit), yaitu -1° .

D. Metode Perhitungan Awal Waktu Salat

Awal dan akhir waktu salat ditentukan oleh posisi Matahari dilihat dari suatu tempat di Bumi. Awal waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tergelincir, awal Ashar sejak Matahari membuat bayang-bayang sama panjang sama bendanya, awal Magrib sejak Matahari terbenam, awal Isya' sejak hilangnya mega merah (itu pun pengaruh posisi Matahari) dan akhirnya Subuh ketika Matahari terbit.³⁸

³⁷Fajar *shadiq* disebabkan oleh hamburan cahaya matahari di atmosfer atas. Berbeda dengan fajar *kidzib* 33Saadoe'ddin Djambek, *op cit*, hlm. 45. Untuk h matahari saat terbitnya *fajar shadiq* dan *fajar kizhib* sendiri terdapat perbedaan dari beberapa kalangan ahli falak dan ahli astronomi. Abu Raihan Al Biruni berpendapat h matahari untuk waktu Subuh adalah sekitar -15° hingga -18° . Dalam *Al-khulashatul Wafiyah fil falaki Jadawidil Lughritimiyah* (Zubair umar al-jaelani) hlm. 176, dan *Ilmu Falak (Kosmografi)* (P. Sima-Mora) hlm.82 disebutkan bahwa h matahari saat Subuh adalah -18° . Sedangkan dalam *Taqribul Maqshad fil 'amali bir rubu'il Mujayyab* (Muhammad Muhtar bin Atharid al-Jawi al-Bogori) hlm. 20, *ad-Durusul Falakiyah* (Muhammad Ma'shumm bin Ali al-Maskumambang) hlm.12, dan *Ilmu Hisab dan Falak* (KRT Muhammad Wardan Diponingrat) hlm. 72, menyebutkan bahwa h matahari saat Subuh adalah -19° sebagaimana Ibnu Yunus, Al Khalily, Ibnu Syathhir dan Ath Thusiy.

³⁸*Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*, Departemen Agama RI, 1994/1995 hlm 16

Perhitungan awal waktu salat pada hakikatnya adalah perhitungan untuk menentukan kapan (jam berapa) Matahari mencapai kedudukan atau ketinggian tertentu sesuai dengan kedudukannya pada awal waktu-waktu salat.³⁹ Adapun data yang diperlukan diantaranya:

1. Perhatikan dengan cermat Bujur (λ^x) baik BB atau BT, lintang (ϕ^x) dan tinggi tempat (TT) dari permukaan laut. Bujur (λ^x atau BT^x) dan lintang (ϕ^x) dapat diperoleh melalui tabel, peta, *Global Position System* (GPS) dll. Tinggi tempat dapat diperoleh (TT) dapat diperoleh dengan bantuan Altimeter atau juga dengan GPS. Tinggi Tempat (TT) diperlukan guna menentukan besar kecilnya kerendahan ufuk (ku). Untuk mendapatkan kerendahan ufuk (ku) dapat dipergunakan rumus:

$$\mathbf{ku = 0^{\circ}1'76 \sqrt{m}}$$

m= TT, yaitu tinggi tempat yang dinyatakan dalam satuan meter.

³⁹Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*.....hlm 93

2. Tentukan tinggi Matahari (h_0) saat terbit atau terbenam dengan rumus⁴⁰:

$$h_0 \text{ terbit / terbenam} = -(\text{ku} + \text{ref} + \text{sd})$$

Keterangan:

h_0 : Tinggi Matahari

ku : Kerendahan ufuk

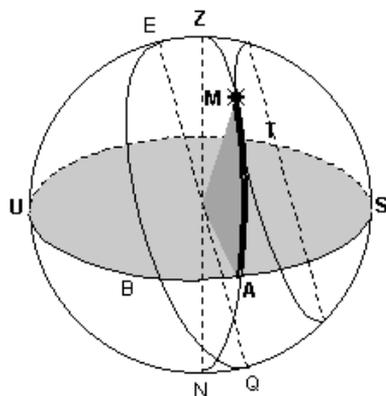
ref : Refraksi

sd : Semi Diameter

Tinggi Matahari adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai Matahari. Dalam ilmu falak disebut *Irtifa'us Syams* yang biasa diberi notasi h_0 (*hight of Sun*).

Tinggi Matahari bertanda positif (+) apabila posisi Matahari berada di atas ufuk. Demikian pula bertanda negatif (-) apabila Matahari di bawah ufuk.⁴¹

⁴⁰Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang)...hlm.141



- Z = Zenit
 N = Nadir
 U = Utara
 S = Selatan
 EQ = Equator
 UAS = Ufuk
 M = Matahari
 ZMAN = Lingkaran Vertikal
 AM = Tinggi Matahari⁴²

Refraksi dalam ilmu alam dikenal kejadian yang dinamakan pembiasan cahaya. Jika sebuah tongkat yang lurus kita masukkan miring ke dalam air, maka kita lihat pada perbatasan di antara udara dan air, tongkat itu seakan-akan membengkok secara tiba-tiba, hampir-hampir merupakan

⁴² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek.....* hlm 81

tongkat itu tampaknya patah pada tempat itu. Ujung tongkat yang terletak di dalam air seakan-akan terangkat dari kedudukannya yang semestinya, dan bagian tongkat yang di dalam air itu serasa menjadi agak pendek dari yang sebenarnya.⁴³ Refraksi tertinggi adalah ketika Matahari terbenam yaitu: $0^{\circ}34'$.

SD singkatan dari semi diameter Matahari yang besar kecilnya tidak menentu tergantung jauh dekatnya Bumi Matahari, sedangkan semi diameter Matahari (sd) rata-rata adalah $0^{\circ}16'$. Sedangkan tinggi Matahari untuk awal Ashar, pertama, dicari jarak zanit Matahari pada saat Matahari di Meridian langit (zm) yang bertepatan dengan datangnya awal waktu Zuhur dengan menggunakan rumus: $Zm = \delta^m - \phi^x$, dengan catatan zm harus selalu positif, kalau negatif harus dirubah menjadi positif. Kedua, baru menentukan tinggi Matahari untuk awal ashar (h_a) dengan rumus: $h_a = \text{tg } zm + 1$. Kemudian tinggi Matahari untuk awal waktu Isya digunakan rumus: $h_0 \text{ awal Isya} = -17^{\circ} + h_0 \text{ terbit atau terbenam}$.

⁴³ Abdul Rachim, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Liberty), 1983 hlm 27

Kemudian tinggi Matahari untuk awal Subuh digunakan rumus : h_0 awal Subuh = $-19^\circ + h_0$ terbit atau terbenam.⁴⁴

3. Perhatikan Deklinasi Matahari (δ^m) dan *Equation of Time* (e) pada tanggal yang dikehendaki.

Lebih telitinya hendaknya diambilkan δ^m dan e pada jam yang semestinya, contoh: awal waktu Zuhur kurang lebih terjadi pukul 12 WIB (pk. 05 GMT/UT), awal waktu Ashar kurang lebih pukul 15 WIB (pk. 08 GMT/ UT), awal waktu Magrib kurang lebih pukul 18 WIB (pk. 11 GMT/UT), Isya kurang lebih pukul 19 WIB (pk. 12 GMT/UT) dan awal Subuh kurang lebih pukul 04 (atau pukul 21 hari sebelumnya). Akan tetapi untuk memudahkan dan mempercepat perhitungan, dapat menggunakan δ^m dan e pada pukul 12 WIB (pukul 05 UT) atau pukul 12 WITA (pukul 04 UT) atau pukul 12 WIT (pukul 03 UT).⁴⁵

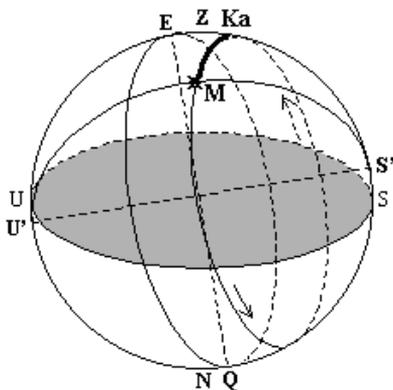
4. Tentukan sudut waktu Matahari (t_0)

Sudut Waktu Matahari adalah busur sepanjang lingkaran harian Matahari dihitung dari titik kulminasi atas

⁴⁴Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 ...*, hlm. 140.

⁴⁵Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 ...*, hlm. 141.

sampai Matahari berada. Atau sudut pada kutub langit selatan atau utara yang diapit oleh garis meridian dan lingkaran deklinasi yang melewati matahari. Dalam ilmu falak disebut *Fadl-lud Da'ir* yang biasa dilambangkan dengan t_o .



Z = Zenit

N = Nadir

U' = Kutub Utara Langit

S' = Kutub Selatan Langit

EQ = Equator

M = Matahari

UEZKaS = Meredian

Ka = Kulminasi atas

Harga atau nilai sudut waktu adalah 0° sampai 180° . Nilai sudut waktu 0° adalah ketika Matahari berada di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit, sedangkan nilai sudut waktu 180° adalah ketika matahari berada di titik kulminasi bawah.

Apabila matahari berada di sebelah barat meridian atau di belahan langit sebelah barat maka sudut waktu bertanda positif (+). Apabila matahari berada di sebelah timur meridian atau di belahan langit sebelah timur maka sudut waktu bertanda negatif (-). Rumus Sudut Waktu Matahari:

$$\mathbf{\cos t_0 = \sin h_0 \div \cos \phi^x \div \cos \delta^m - \tan \phi^x \tan \delta^m}$$

Catatan: Ashar, Magrib dan Isya'; $t_0 = +$ (positif).

Subuh, Terbit dan Dhuha; $t_0 = -$ (negatif).

5. Untuk mengubah Waktu Hakiki atau waktu Istiwa' menjadi waktu daerah (WD), yaitu WIB, WITA, WIT, menggunakan rumus:

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

$\lambda^d = BT^d$ adalah bujur daerah, yaitu: WIB = 105^0 , WITA = 120^0 dan WIT = 135^0 , $\lambda^x = BT^x$ adalah bujur setempat, yaitu bujurnya kota, desa atau tempat yang akan dihitung awal – awal waktu shalatnya.

6. Apabila hasil perhitungan ini hendak digunakan untuk keperluan ibadah, maka hendaknya dilakukan ikhtiyat dengan cara 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 kurangi 2 menit, untuk dzuhur tambah 3 menit.

Contoh : Awal Dzuhur = pk. 11.32.40 WIB. Menjadi pk. 11.35 WIB.

Terbit = pk. 05.13.27 WIB. Menjadi pk. 05.10 WIB.⁴⁶

⁴⁶Slamet Hambali, *Ilmu Falak ...*, hlm. 141.

BAB III

PENGAPLIKASIAN *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASHAR

A. Sejarah *Sextant*

Sextant dalam bahasa Arab disebut dengan *Sudsiyyah* atau disebut juga dengan *'alah al suds*. Disebut demikian karena bentuknya seperti *al-suds al Fakhry*.¹ Para pelaut dahulu menggunakan alat ini biasanya untuk mengukur sudut ketinggian Matahari guna menentukan garis bujur dan lintang suatu tempat yang dilalui oleh sebuah kapal. Selain itu juga dalam rangka menentukan posisi kapal dari sebuah peta.²

Awal mulanya *Sextant* dinding dirancang oleh seorang astronom muslim yang bernama Abu Mahmud Hamid al-Khujandi, ia lahir pada tahun 940 M. Nama belakang al-Khujandi, dinisbatkan terhadap kota asalnya Khudzhand di Rey, Persia. Wilayah kota itu tepatnya berada di tepian Sungai Syrdara.³

¹Arwin Juli Rakmadi Butar-Butar, *Observatorium: Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*, Medan : UMSU press, 2014, hlm 32

²Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto : UMP Press), 2016, hlm 406

³Rahmat Priyono, Koran Republika (5 September 2012) ed: wachidah handasah diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB

Masa awal kehidupan Abu Mahmud Hamid tidak banyak diketahui. Namun melalui komentar Nasir al-Din al-Tusi, astronom terkemuka dari abad ke-10, bahwa ia adalah seorang ahli matematika andal. Seperti yang ditulis sejarawan sains JJ Connor dan EF Robertson dalam buku *The Impact of Muslim Science*, karir intelektual al-Khujandi berlangsung seiring era kekuasaan Dinasti Buwaihi. Saat itu pemimpinya adalah Ahmad ad-Dawlah, yang naik tahta pada 945. Al-Khujandi mengabdikan diri pada salah satu keturunan dinasti ini, yakni Fakhr ad-Dawlah (976-997).⁴

Menurut JJ Connor dan EF Robertson, al-Khujandi dalam mengembangkan bidang astronomi, ia membangun fasilitas observatorium pribadi yang cukup besar di kota Rey. Kemudian ia melengkapi observatoriumnya dengan sebuah peralatan hebat. Ia menyebut temuannya itu sebagai *al-suds al-Fakhr* atau *al-Fakhri Sextant*. Ini merupakan instrumen astronomi yang dimensinya cukup besar dan berat.⁵

⁴ Rahmat Priyono, Koran Republika (5 September 2012) ed: wachidah handasah diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB

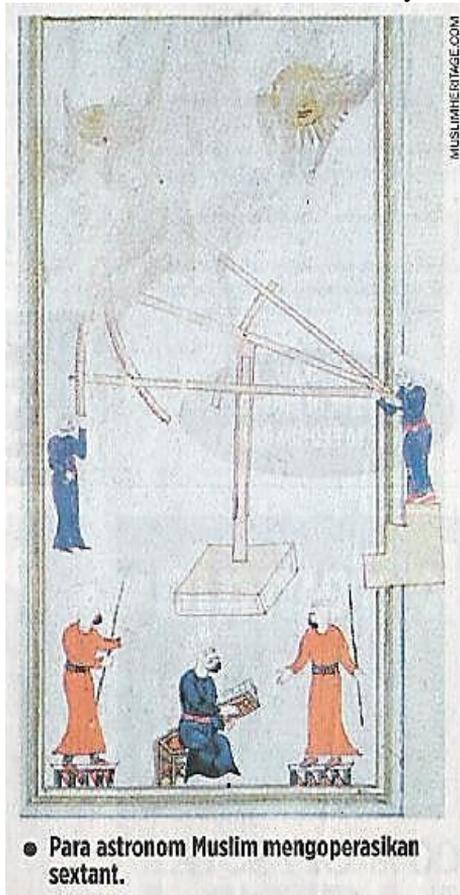
⁵Yusuf Assidiq, Koran Republika (10 Februari 2011) ed: wachidah handasah diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB

Karya al-Khujandi yang terkenal dengan sebutan *al-suds al-Fakhr* atau *al-Fakhri Sextant* termasuk instrumen astronomi terbesar yang pernah ada di dunia Islam abad pertengahan, dengan akurasi perhitungannya yang juga sangat hebat dan akurat.⁶

Instrumen ini dibangun menggunakan rangka kayu dikombinasi dengan bahan kuningan. Alat ini cukup berat, fondasinya harus kuat sehingga harus memakai bahan besi. Hal ini terutama agar kedudukan *Sextant* tidak mudah bergeser saat digunakan yang bisa mempengaruhi hasil perhitungan.⁷

⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad pertengahan.....* hlm 405

⁷ Koran Republika Oleh Yusuf Assidiq ed: wachidah handasah.....
di akses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB

Gambar 3.1 *Sextant* Al-Fakhry

Sumber : www.google.com

Pengerjaan perhitungan *Sextant* dinding biasanya melibatkan dua orang, yang seorang bertindak sebagai navigator dan lainnya adalah asisten. Dijelaskan JJ Connor dan EF Robetson, navigator mengarahkan posisi *Sextant* ke arah Matahari, Bintang, atau Bulan, dan melihat benda angkasa itu lewat kaca pembesar.

kemudian disesuaikan dengan garis horizontal serta memperkirakan ketinggian objek.

Karya paling terkenal milik ilmuwan Beliau adalah Buku berjudul *Risalah fi A'mal al-Amma* (Buku Petunjuk Kontruksi Instrumen Bintang). Ia tak hanya membahas *Sextant* dinding ciptaanya, tetapi juga alat observasi lainnya yang dibuatnya, semisal *Astrolabe* atau *shamila*.⁸

Gambar 3.2 Astrolabe al-Khujandi



Sumber : www.goggle.com

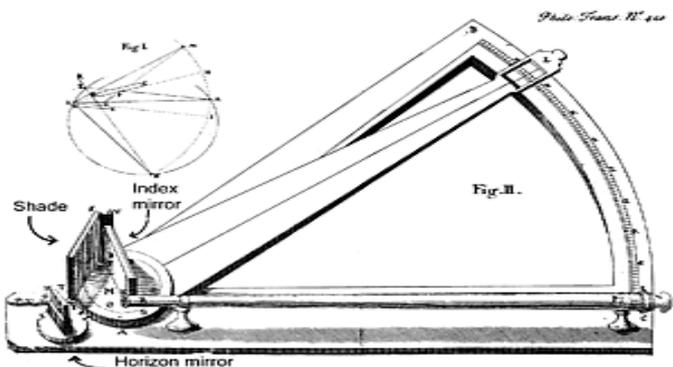
Kegemilangan alat buatan al-Khujandi bertahan hingga beberapa abad kemudian. Ilmuwan besar Ulugh Beg pada 1420

⁸Koran Republika Oleh Yusuf Assidiq ed: wachidah handasah (diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB)

mengembangkan *Sextant* dan menjamin keakuratannya. Ia membangun *Sextant* yang serupa dengan karya al-Khujandi di Gunung Kuhak, Samarkand. Ia membuat instrumen yang lebuah besar. Dimensinya mencapai 84 meter. Selain itu, *Sextant* ini juga mengusung fungsi sebagai Kuadran.⁹

Seorang ilmuwan Inggris yang bernama Jhon Hadley berhasil menemukan *Octant* yang merupakan penerus langsung *Sextant* pada tahun 1731.¹⁰Jhon Hadley adalah sorang Ahli matematika dan Astronomi di mana pada penemuan ini garis *latitude* dapat diprediksi beberapa kilometer lebih akurat.¹¹

Gambar 3.3 *Octant* (Sumber www.google.co.id)



⁹M. Farid Azmi, *Sextant*, Makalah Mahasiswa S2 Ilmu Falak UIN Walisongo (Semarang: 16 Oktober 2017) hlm 3

¹⁰Makalah Yunila Rahmi, Navigasi, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto, hlm 4

¹¹<http://gilangmaritimeboy.wordpress.com/category/uncategorized/diaksestanggal> 27 Maret 2018 pukul 08:38 WIB

Jhon Hadley membuat *Octant* pada tahun 1730, fungsinya untuk mengukur ketinggian Matahari atau Bintang. Pembangunan *Octant* dilakukan bersama-sama dengan saudaranya George Henry. Instrument baru Hadley dipublikasikan untuk mencari lintang atau ketinggian, desain yang berkembang disebut dengan *Sextant*.¹²

Gambar 3.4 *Sextant*



Sumber www.google.co.id

¹²[www.Learn-math.info/Indonesia/historyDetail.htm?id= Hadley](http://www.Learn-math.info/Indonesia/historyDetail.htm?id=Hadley)
diakses tanggal 27 Maret 2018 pukul 08:32 WIB

B. Gambaran *Sextant* Secara Umum

Sextant merupakan sebuah alat navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi kapal, dengan cara mengukur ketinggian benda langit di atas cakrawala. Pada umumnya *Sextant* berbentuk segitiga dan salah satu kakinya berbentuk busur.¹³ *Sextant* adalah alat untuk mengukur sudut dalam bidang datar dan vertikal di kapal di mana sudut diukur dengan cara menjepitkan dua buah benda yang ada di antara sudut yang diukur.¹⁴

Fungsi utama *sextant* adalah untuk menentukan sudut antara benda astronomi dan cakrawala, yang disebut juga penampakan (menembak) *objek* benda angkasa. Sudut dan waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran benda angkasa, digunakan untuk menghitung garis posisi di laut atau *aeronautical graphic*.¹⁵

Penggunaan umum dari *Sextant* adalah untuk mengukur tinggi Matahari pada saat cuaca cerah di siang hari, dan bintang polaris pada saat malam hari yang cerah (di belahan Bumi utara),

¹³ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*, (Jakarta: Maritim Djangkar), 2017, hlm 99

¹⁴ D. Bambang setiono Adi dkk, *Nautika Kapal Penangkapan ikan jilid 1*, (Jakarta: direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan), 2008, hlm 141

¹⁵ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayara...* hlm 99

untuk mendapatkan lintang posisi kapal. *Sextant* dapat juga digunakan untuk mengukur jarak antar Bulan dan objek benda angkasa lainnya (seperti bintang atau planet), guna menentukan *Greenwich Mean Time (GMT)* dan bujur.¹⁶

Fungsi umum dari *Sextant* adalah melihat Matahari di siang hari untuk menemukan lintang seseorang. *Sextant* juga dapat digunakan untuk mengukur jarak lunar antar Bulan dan benda langit lainnya (misalnya bintang, planet) dalam rangka untuk menentukan waktu.¹⁷ *Sextant* dapat digunakan dalam navigasi sebagai petunjuk arah mata angin dan pengukur jarak.¹⁸

C. Bagian- Bagian *Sextant*

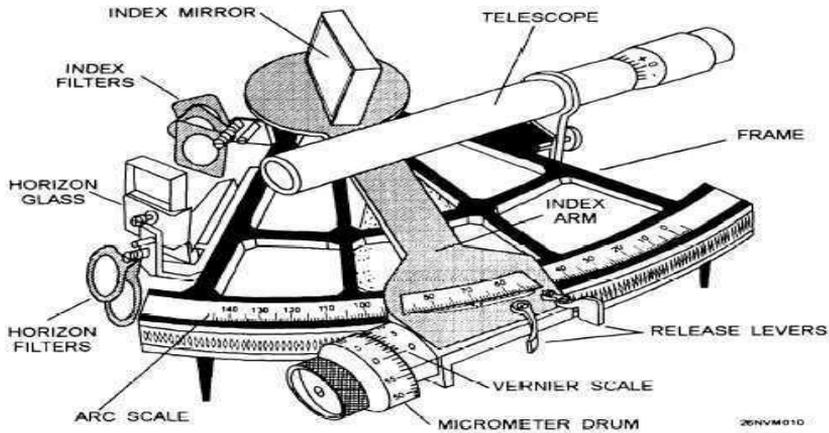
Sextant terdiri dari bagian-bagian yang terbuat dari bahan yang kuat. Terbuat dari bahan tembaga atau padan antara kuningan dan aluminium, dilapisi lak untuk menghindari pengkarat. Apabila tidak dilapisi harus dibersihkan agar pengamatan tidak terganggu diberi warna hitam gelap.¹⁹

¹⁶ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 99

¹⁷ Wawancara dengan Capt. Suryo Guritnopada tanggal 23 Februari 2018

¹⁸ Arwin Juli Rakmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam*, hlm 406

¹⁹ SISTEM_NAVIGASI_ELEKTRONIK_BAB_VII_A

Gambar 3.5 *Sextant*

Sumber: www.google.com

Keterangan:

1. Kaca Filter (*Index Mirror Shades*)

Kaca filter dimaksudkan pada *Sextant* untuk memproteksi atau melindungi mata observer dari radiasi sinar Matahari yang berpotensi merusak mata, di samping itu kaca filter juga berfungsi untuk meredupkan objek agar mudah diamati. Kaca filter ini digunakan pada siang hari.

2. Cermin Index (*Index Mirror*)

Sinar matahari yang diamati oleh observer dengan teleskop di *Sextant*, dipantulkan oleh cermin indeks yang bergeser bersamaan dengan indeks busur.

3. Cermin Horizon (*The Horizon Glass is half of mirror and half glass*)

Cermin horizon mencerminkan citra objek yang diamati dari cermin indeks.

4. Pegangan/Gagang (*Handle*)

Terbuat dari kayu atau plastik, sengaja dibuat untuk dapat dipegang pada tangan kanan. Pegangan dibuat untuk memudahkan mengambil *Sextant* dalam kotak dan menahan *Sextant* saat digunakan.²⁰

5. *Micrometer Drum*

Skala untuk membaca busur menit secara halus. Memutar Drum akan menggerakkan lengan di sepanjang busur atau menggerakkan objek yang diterima dengan pergerakan secara lembut dan halus, biasanya digunakan pada saat pengukuran mendekati nilai *fixc*.²¹

²⁰<http://bp31pjakarta.ac.id/a.achments/artice1/606/sistem%20navigasi%20elektronik%20BAB%20VII%20A.pdf> diunduh pada 13 Mei 2018 pukul 21.51

²¹ Samsul Huda, "Sextant" Artikel Nautika, tth, 4, tidak dipublikasian.

6. Busur Derajat (*Graduated Arc*)

Fungsi dari busur derajat adalah untuk menentukan nilai derajat dari benda langit yang diamati.

7. Teleskop

Teleskop berfungsi untuk membidik objek yang diamati dalam cermin horizontal.

8. Indeks Lengan (*Index Arm*)

Indeks lengan dapat bergerak sepanjang busur *Sextant* di dekat titik pusat lingkaran dengan menekan jepitan yang terdapat di ujung lengan.

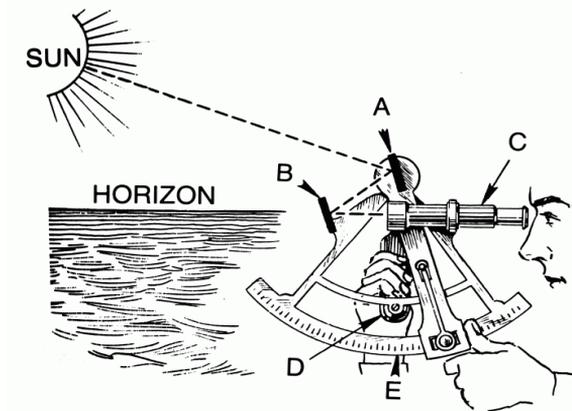
Lengan indeks digunakan untuk mengukur skala busur derajat.

Indeks lengan akan digeser hingga pantulan benda yang diamati sebidang dengan cakrawala.²²

²²<http://bp31pjakarta.ac.id/a.achments/articel/606/sistem%20navigasi%20elektronik%20BAB%20VII%20A.pdf> diunduh pada 13 Mei 2018 pukul 21.51

D. Metode Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar Menggunakan *Sextant*

Gambar 3.6 Prinsip kerja *Sextant*



Sumber google.com

1. Sudut datang sama dengan sudut pantulan, maksudnya cahaya yang datang akan dipantulkan dengan sudut yang sama pada cermin datar.
2. Sudut antara cahaya datang dengan sudut pantulan terakhir adalah sama dengan dua kali sudut yang ada di antara kedua cermin, hal ini terjadi bila cahaya dipantulkan dua kali pada bidang datar yang sama oleh dua buah cermin.²³

²³ Wawancara dengan Capt. Suryo Guritno, Ketua Nautika STIMART AMNI Semarang pada tanggal 23 Februari 2018

Hal ini terjadi karena cahaya dipantulkan dua kali pada bidang datar yang sama oleh dua buah cermin. Dengan demikian, untuk memperoleh hasil pengukuran tinggi benda angkasa secara akurat, pengamatan harus melakukan koreksi-koreksi pada *Sextant*. Beberapa hasil pengukuran tinggi benda angkasa di atas *visible horizon*, antara lain:

1. ***Observer visible horizon***, yaitu cakrawala yang terlihat dari mata penilik di laut, apabila seorang penilik berada pada ketinggian mata kaki 30 kaki di atas permukaan laut, yang memiliki jarak 6,5 mil.²⁴
2. ***Sensible horizon***, yaitu ketinggian mata penilik dan tegak lurus terhadap garis maya vertikal penilik.²⁵
3. ***Rational horiszon***, yaitu buah bidang yang terbentuk paralel dengan *sensible horizon* dan tegak lurus terhadap garis maya yang ditarik dari pusat Bumi menuju posisi pengamat.²⁶
4. ***Dip***, yaitu sudut yang terbentuk di antara *visible horizon* dan *sensible horizon*. Dip mempunyai besaran sudut yang

²⁴ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 100

²⁵ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 100

²⁶ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 100

merupakan penyesuaian pada posisi ketinggian mata dari permukaan air laut.²⁷

5. ***Sextant altitude***, yaitu ketinggian suatu benda angkasa yang diukur dengan *Sextant* oleh penilik, besar sudutnya terbentuk di antara *visible horizon* dan benda angkasa.²⁸

6. ***Observed altitude***, yaitu *sextant altitude* yang telah dikoreksi terhadap kemungkinan adanya *indeks error*. Pada saat melakukan pengukuran, terhadap kesalahan yang terjadi pada *Sextant*, tetapi hal itu dapat dikoreksi. Kesalahan yang sering terjadi pada *Sextant* meliputi:

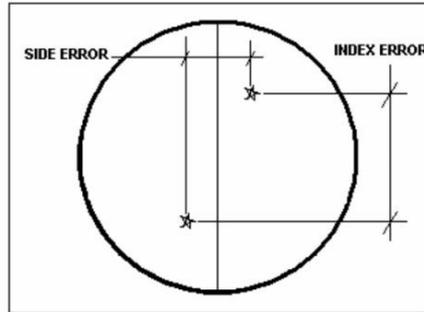
a. ***Side error***, yaitu kesalahan yang disebabkan oleh “*horizon glass*” tegak lurus, maka objek dan refraksinya akan berada pada garis lurus. Untuk mendeteksinya, posisikan lengan ayunan pada titik 0° dan pegang *Sextant* secara miring. Selain itu ada cara lain untuk mendeteksi kesalahan tersebut, yaitu dengan cara memutar tuas mikrometer secara maju mundur di

²⁷ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 100

²⁸ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 101

sekitar angka 0° sambil melihat ke arah benda angkasa.²⁹

Gambar 3.7



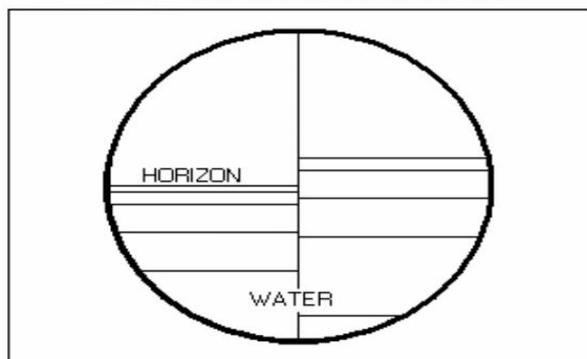
Sumber: Armchair Celestial Navigator.pdf

- b. **Perpendicularity**, yaitu kesalahan yang terjadi pada bagian “*index glass/mirror*”, tidak benar-benar tegak lurus dengan bidang datar *Sextant* tersebut. Kesalahan ini dapat dikoreksi dengan cara memutar “sekrup pengatur” yang berada dibelakang “*index glass*”, sampai busur tersebut tampak segaris dengan refleksinya sendiri. Untuk mendektasnya, dapat dilakukan uji coba, dengan cara memegang *Sextant* secara horisontal sejauh lengan kita dengan busur pada

²⁹ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 101

sisi jauh, kemudian geser letak ayunannya sejauh kurang lebih 35° . Jika sudut yang dibentuk pada “*index glass*” kecil, maka kesalahan tersebut dinamakan dengan *perpendicularity*.³⁰

Gambar 3.8



Sumber: Armchair Celestial Navigator.pdf

- c. ***Error of parallelism***, yaitu kesalahan yang disebabkan oleh posisi “*index glass*” dan “*horison glass*” tidak paralel satu dengan lainnya pada saat posisi lengan ayunan berada diangka 0° . Cara mendeteksinya adalah mempersiapkan lengan ayunan pada sudut 0° , memegang *Sextant* dengan posisi vertikal, dengan mengamati cakrawala. Untuk melakukan koreksi pada

³⁰ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 101

parallelism, gunakan sekrup yang paling dekat dengan bidang kerangka *Sextant*. Jika garis horizon nyata dan reflaksinya tidak berada dalam satu garis, untuk melakukan pengaturan selanjutnya adalah dengan cara menggunakan sekrup, kemudian melakukan pengaturan yang berada di belakang “*horizon glass*”.³¹

Sextant adalah instrumen yang lembut. Jika jatuh, busur itu mungkin tikungan. Setelah satu pernah terjatuh, akurasi adalah tersangka. Sertifikasi ulang mungkin dengan instrumen *survey* dan lapangan besar, atau dengan instrumen *persisi optik* perbaikan dari busur membungkuk umumnya tidak praktis.³² Maka *Sextant* harus mengalami perawatan khusus, seperti:

1. *Sextant* jangan sampai jatuh, harus dijaga benar-benar, hindari mendapat getaran yang berlebihan.
2. Bersihkan dengan kain lap apabila *Sextant* telah selesai digunakan, dan simpan kembali ke dalam kotaknya dengan baik, serta kunci rapat, jauhkan dari suhu tinggi (misalnya

³¹ Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 101

³² Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*..... hlm 99

terkena sinar Matahari langsung) dan jauhkan dari uap air.³³

3. Pegang kerangkanya atau pegangannya (*handle*), jangan pegang bagian busur, *alhidade*, atau teropongnya pada saat hendak mengeluarkan *Sextant* dari kotaknya.
4. Beri minyak pelumas secara periodik pada bagian-bagian yang bergerak.
5. Lem bidang busur jangan dibuat mengkilap
6. Lapisan busur jangan dibuat mengkilap³⁴
7. Apabila *Sextant* disimpan dalam waktu yang panjang hendaknya busur dan porod berulir dilapisi dengan veselin.³⁵

Cara pengoprasian *Sextant* adalah sebagai berikut:

1. Ambil *Sextant* dari kotak penyimpanan dengan menggunakan tangan kiri pada bagian pangkalnya, lalu pindahkan ke tangan kanan (pegang pada bagian *handle/* peganganganya).

³³Wawancara Suryo Guritno pada tanggal 23 Februari 2018

³⁴Rain Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*.....

³⁵Wawancara Suryo Guritno padatanggal 23 Februari 2018

2. Atur *alhidade* dan *nonius* pada kedudukan 0, sisihkan kaca berwarna yang tidak perlu.
3. Cari nilai koreksi indeks benda yang akan diukur, yaitu dengan cara memutar *nonius* dan dicatat.
4. Atur *alhidade* sedemikian rupa untuk mengukur sudut benda yang akan dihitung.
5. Putar skrup halus sehingga bayangan benda menjadi satu dengan benda lain. Dalam pengukuran secara vertikal, atur bayangan benda angkasa tepat menyinggung cakrawala/ horizon.
 - a. Pada pengukuran Matahari yang disinggungkan pada cakrawala adalah tepi bawah atau tepi atas,
 - b. Pada pengukuran Bulan yang disinggungkan dengan cakrawala tepi atas.
 - c. Pada pengukuran Bintang dan Planet, yang disinggungkan pada cakrawala atau horizon adalah titik pusatnya.

6. Catat hasil pengukuran dan pada saat pengukuran benda angkasa catat pula waktu saat benda angkasa tersebut menyinggung cakrawala.³⁶

Langkah-langkah dalam penentuan ketinggian Matahari waktu Salat Zuhur dan Ashar menggunakan *Sextant* antra lain:

1. Ambil *Sextant* dari kotak penyimpanan, pegang pada bagian *handle* atau pegangan dengan menggunakan tangan kanan.
2. Atur kedua skala yang ada di indeks lengan dengan drum pada skala 0 (nol) .
3. Pinggirkan kaca filter yang tidak digunakan. Penggunaan kaca filter sesuai dengan kekuatan mata pengguna terhadap cahaya Matahari.
4. Bidik Matahari menggunakan *sextant*.
5. Lakukan kalibrasi sehingga objek dan reflaksinya terlihat menjadi satu gambar itu bidang cermin horizon.
6. Geser indeks lengan sehingga gambar refraksi hampir menyentuh ufuk horizon

³⁶Wawancara Suryo Guritno, Ketua Akpelni Semarang pada tanggal 23 Februari 2018

7. Perhalus menggunakan micrometer drum supaya bisa tepat menyentuh ufuk.
8. Baca skala yang ada pada indeks dengan lengan drum. Untuk derajat ditunjukkan pada skala indeks lengan dan untuk menit ditunjukkan pada drum.³⁷

Hasil dari pengukuran yang hanya dibaca dengan skala, itu dinamakan dengan tinggi *mar'i* atau maya. Untuk mengetahui tinggi hakiki atau tinggi sejati itu menggunakan koreksi atau perbaikan tinggi Matahari yang menggunakan rumus di bawah ini :

$$\begin{aligned} ts \ominus &= tu \underline{O} - p_{\text{tlm}} - ra + p + \frac{1}{2} \text{ gt } O \\ &= tu \underline{O} - p_{\text{tlm}} - ra + p + 16' + \frac{1}{2} \text{ gt } O \\ &\quad \text{Daftar V} \quad \text{kor.} \end{aligned}$$

Tanggal

$$\begin{aligned} ts \underline{O} &= tu \ominus - p_{\text{tlm}} - ra + p + \frac{1}{2} \text{ gt } O \\ &= tu \underline{O} - p_{\text{tlm}} - ra + p + 16' - \frac{1}{2} \text{ gt } O \\ &\quad \text{Daftar V} \quad \text{kor. Tanggal} \end{aligned}$$

Keterangan:

ts \ominus = tinggi sejati Matahari

³⁷Wawancara Capt. Suryo Guritno, Ketua Nautika pada tanggal 23 Februari 2018

tu \underline{O} = tinggi ukur tepi bawah

tu \overline{O} = tinggi ukur tepi atas

ptlm = Penundukan tepi langit maya

ra = refraksi

p = paralak

gt O = garis tengah matahari³⁸

Penjelasan

1. Tinggi ukur

Dimana ketinggian benda langit diukur langsung dengan *sextant* secara langsung

2. Ptlm atau penundukan tepi langit maya

$$1,77' \times \sqrt{h}$$

3. ra atau refraksi dihitung dengan rumus

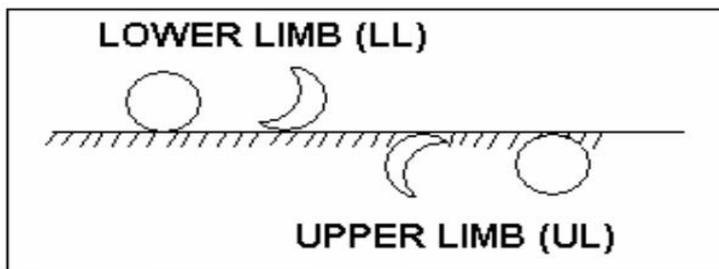
$$\begin{aligned} ra = & (p: (T+ 273,15)) \times (0,1594+0,0196 h \\ & + 0,00002 h^2) : (1 + 0,505 h + \\ & 0,0845 h^2) \end{aligned}$$

4. p atau paralak

$$p = HP \cos$$

³⁸Wawancara Soepomo sugeng pada tanggal 21 Maret 2018

Gambar 3.9



Sumber Armchair Celestial Navigator.pdf

E. Pembagian Waktu-waktu Salat Zuhur dan Ashar

Ijtihad yang diselenggarakan para fukahah mengenai kriteria masuknya awal waktu salah fardu diwarnai oleh ragam pembincangan sebagai berikut:

1. Pembagian waktu sahat Zuhur

Dalil shara' menetapkan tergelincirnya Matahari atau *zawal al-shams (zawal)* sebagai fenomena penanda masuknya awal waktu Zuhur. Zawal lazim dipahami sebagai momen yang terjadi sesudah tengah hari, tengah hari sendiri secara sederhana dipahami sebagai pertengahan waktu antar Matahari terbit dan terbenam.

Waktu salat Zuhur terbagi menjadi 6 bagian :

- a. Waktu *fadhilah* (waktu paling utama) dari waktu awal masuk salat sampai sekitar ukuran persiapan saat dia akan memulai salat.
- b. Waktu *ihtiar*, mulai dari awal waktu masuk Zuhur sampai tersisa seukuran waktu yang mencukupi untuk salat.
- c. Waktu *jawas*, mulai dari awal waktu masuk duhur sampai tersisa seukuran waktu yang mencukupi untuk salat.
- d. Waktu *haram* yaitu tidak mencukupi dari waktu itu seukuran salat.
- e. Waktu *udzur* yaitu waktu ashar secara keseluruhan.
- f. Waktu *darurat* yaitu bagi orang yang haid dan nifas atau semisal mereka, ketika hilang penghalang untuk shalatnya dan tersisa waktu hanya untuk takbiratul ihram.

2. Pembagian waktu Ashar

Dalil syara' menetapkan bahwa awal waktu asar, masuk ketika, bayang-bayang sesuatu telah menjadi sepanjang bendanya. Panjang bayang-bayang benda dipermukaan bumi yang tercahayai matahari adalah fenomena yang terus berubah selaras dengan variabel posisinya terhadap matahari. Pada pagi hari bayang-bayang benda muncul dengan ukuran terpanjang

dan terus berubah kian memendek seiring dengan kian tingginya posisi matahari. Ukuran bayang-bayang terpendek tercapai pada saat tengah hari, yaitu kala matahari berkulminasi atau ketika titik pusat matahari berhimpit dengan meridian (*Istiwa*). Sesudah itu, dan seiring dengan kian rendahnya posisi matahari, bayang-bayang benda di muka bumi kembali berubah kian memanjang.

Para ulama mazhab Syafi'i membagi waktu shalat Asar menjadi empat bagian yakni :

- a. Waktu *fadhilah* (waktu utama) yakni dari awal waktu sampai dengan ketika panjang bayangan benda sama dengan dua kali panjang objek.
- b. Waktu *jawaz* bila karohah (bisa dan tidak makruh), yaitu saat panjang bayangan sudah dua kali panjang benda sampai matahari berwarna kuning.
- c. Waktu *karohah* (makruh), yaitu dari matahari berwarna kuning sampai mendekati terbenam.
- d. Waktu *tahrim* (haram), yaitu salat di akhir waktu salat sampai dengan waktu yang tidak diijinkan.

BAB IV

ANALISIS UJI AKURASI *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU ZUHUR DAN ASHAR

A. Analisis Pengaplikasian *Sextant* dalam Penentuan Tinggi Matahari

Sebagaimana pada penjelasan sebelumnya, bahwa fungsi utama *Sextant* adalah untuk menentukan sudut antara benda astronomi dan cakrawala. Pada saat cuaca cerah di siang hari, *sextant* dapat difungsikan untuk mengukur tinggi Matahari. Adapun waktu-waktu salat yang telah disebutkan dalam hadits Nabi Muhammad, seperti tergelincirnya Matahari, terbenam Matahari, fenomena *syafaq* (mega), terbitnya fajar *shadiq* adalah fenomena-fenomena astronomis, yang dalam hal ini adalah gerak semu Matahari.

Kehadiran instrumen-instrumen astronomi mempunyai peran yang sangat signifikan dalam penentuan awal waktu salat. Pada hakikatnya, awal waktu salat yang ditentukan dengan perhitungan adalah observasi terhadap pergerakan benda langit, yaitu Matahari. Dalam kaitannya dengan awal waktu salat, yang penting diperhatikan adalah tinggi Matahari pada saat fenomena yang

diisyaratkan oleh hadis Nabi Muhammad di atas. Tinggi Matahari tersebut dapat dihitung dan diamati dengan instrumen astronomi.

Penelitian ini memfokuskan pada penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar yang diteliti dengan menggunakan *Sextant* dan dikomparasikan dengan instrumen astronomi modern lain yang dikategorikan akurat dalam penelitian astronomis pada era sekarang ini, yaitu *Theodolite*.

Pengaplikasian *Sextant* dalam penentuan tinggi Matahari terdapat dua metode. Metode yang pertama dinamakan metode Tinggi Ukur (TU) dan metode yang kedua dinamakan Tinggi Sejati (TS). Masing-masing mempunyai cara yang berbeda dalam proses pengamatan tinggi Matahari. Dari kedua metode tersebut juga memiliki kelebihan dan kekurangan.¹

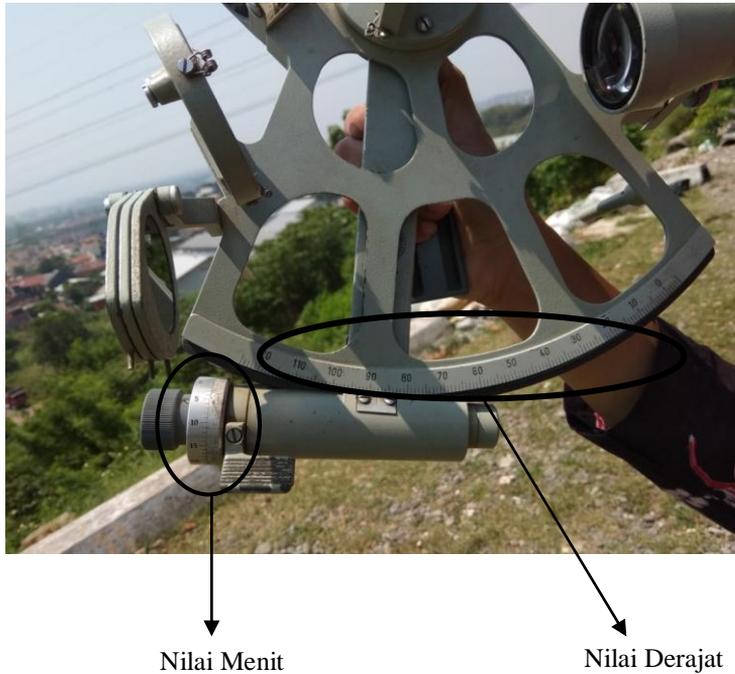
Metode yang pertama yakni metode Tinggi Ukur. Untuk pencarian tinggi Matahari dengan metode ini diperoleh dari pembacaan pada busur derajat dan *mirometer drum* yang memperoleh menit. Dalam hal ini Ketinggian Matahari yang diperoleh dari Tinggi Ukur hasilnya masih merupakan ketinggian

¹Wawancara dengan Supomo Sugeng, Ketua Nautika Akpelni Semarang, pada tanggal 21 Maret 2018

mar'i, Ketinggian *mar'i* ini relatif masih bersifat kasar sehingga memerlukan koreksi yang akan menghasilkan tinggi sejati.

Pengukuran tinggi Matahari menggunakan metode yang pertama ini diperoleh dengan cara membidik Matahari sembari menggeser busur derajat dan memperhalusnya dengan *mirometer drum* atau bisa disebut dengan nonius ketika pandangan pengamat dari sextant sudah sejajar dengan ufuk. Perlu diperhatikan dalam hal ini ketika pengamatan Matahari terdapat lensa filter yang harus digunakan agar mata terlindungi dari radiasi Matahari. Namun saat *Sextant* hampir sampai di ufuk lensa filter tersebut di geser ke atas sehingga ufuk yang dibidik dapat terlihat jelas oleh pandangan pengamat. Dari proses yang telah dijelaskan di atas ini akan menghasilkan nilai derajat dari busur derajat dan *mirometer drum* untuk mendapatkan nilai menit.

Gambar 4.1: Mencari Tinggi Ukur (TU)



Sumber: Penulis

Koreksi terhadap Tinggi Ukur tersebut dilanjutkan pada metode yang kedua yaitu metode Tinggi Sejati (TS). Sudah dipaparkan sebelumnya bahwasanya dari metode Tinggi Ukur masih menghasilkan ketinggian mar'i dan dalam metode yang kedua ini tinggi mar'i tersebut akan dikoreksi menjadi tinggi hakiki atau tinggi sejati(dalam bahasa pelayaran sering disebut perbaikan tinggi Matahari).

Tinggi sejati dalam pembidikan Matahari ini terdapat dua tepi yakni tepi bawah dan tepi atas, dari dua tepi tersebutlah maka dihasilkan dua rumus untuk menentukan tinggi sejati. Berikut penjelasan kedua rumus tersebut:

1. Rumus yang pertama untuk tepi atas²

Rumus tepi atas secara manual

$$TS O = tu \underline{Q} - ptlm - ra - p + \frac{1}{2} gtO$$

Rumus tepi atas secara ringkas

$$TS O = tu \underline{Q} - \text{daftar V} + \text{koreksi tanggal}$$

2. Rumus yang kedua untuktepi bawah

Rumus tepi bawahsecara manual

$$TS O = tu \underline{Q} - ptlm - ra - p + \frac{1}{2} gtO$$

Rumus tepi bawah secara ringkas

$$TS O = tu \underline{Q} - \text{daftar V} + \text{koreksi tanggal}$$

² Hasil wawancara Soepomo Sugeng ketua Nautika Akpelni pada tanggal 21 Maret 2018

Pengkoreksian Tinggi Matahari dari dua rumus diatas memerlukan data yang di input dari table Daftar Ilmu Pelayaran (DIP). Cara pengambilan data Matahari di daftar ilmu pelayaran tersebut yaitu mengambil daftar V dari Tinggi Ukur(TU) dengan jarak mata pengamat dengan ufuk. Kemudian dilakukan koreksi tanggal yang juga didapat dari daftar V. Koreksi tanggal tersebut disesuaikan dengan waktu observasi. Data perbaikan tanggal pada tinggi ukur tepi bawah Matahari disediakan pada tabel atas, sedangkan data perbaikan tanggal pada tinggi ukur tepi atas Matahari disediakan pada tabel bawah.

perhitungan tinggi sejati merupakan perhitungan yang jatuh tepat pada pusat Bumi.³

Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam observasi Matahari dengan menggunakan *Sextant*. Seorang pengamat yang menggunakan alat ini dituntut mempunyai kecermatan dan ketelitian yang tinggi, supaya tidak mengakibatkan *human error* atau kesalahan pada peneliti dan menghasilkan perhitungan yang presisi. Adapun faktor yang mempengaruhi yaitu:

1. Keadaan cuaca

Terdapat banyak partikel yang bias menghambat pandangan mata terhadap Matahari di udara, seperti kabut, hujan, debu, dan asap. Gangguan-gangguan ini mempunyai dampak terhadap pandangan pada kuatnya sinar Matahari⁴. Keadaan cuaca ini sangat mempengaruhi dalam penelitian. Jika cuacanya kurang baik, maka observasi tidak bisa dilakukan secara maksimal dan akan menghasilkan data yang tidak valid. Baik atau buruknya cuaca yang kita butuhkan bisa

³Hasil wawancara dengan Soepomo Sugeng, Ketua Nautika Akpelni Semarang pada 21 Maret 2018

⁴ Jaenal Arifin, "Fiqih Hisb Rukyah di Indonesia (Telaah Sistem Penetapan Awal Bulan Qamariyah)" dalam jurnal pemikiran hukum Islam, YUDISIA, Vol. 5, No.2, Desember 2014, hlm. 417

diketahui melalui website Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Dengan demikian kondisi cuaca adalah faktor yang dominan mempengaruhi keberhasilan observasi ketinggian Matahari.

2. Tempat Observasi

Tempat Observasi merupakan salah satu faktor yang penting, karena dari keadaan lokasi tersebut dapat mempengaruhi hasil observasi. Jadi, dianjurkan untuk mencari tempat yang bebas pandang.

3. Posisi kekuatan tangan dan badan

Kekuatan tangan dalam memegang *sextant* sangat mempengaruhi output atau hasil pengamatan dalam menentukan tinggi Matahari. Jika tangan kita tidak memiliki kekuatan yang cukup tangguh untuk menopang instrumen *sextant* maka menghasilkan data yang kurang akurat. Dikarenakan ketika tangan kita bergerak walaupun sedikit, maka akan mempengaruhi pergeseran busur yang otomatis akan berpengaruh pada hasil observasi penentuan tinggi Matahari.

B. Analisis Akurasi *Sextant* dalam Penentuan Awal Waktu Zuhur dan Ashar

Uji keakurasian *Sextant* dalam penentuan awal waktu salat Zuhur dan Ashar mengambil markaz di Semarang tepatnya di daerah Perumahan BPI Ngaliyan Semarang dengan lintang tempat $6^{\circ} 59' 32,7''$ LS dan Bujur tempat $110^{\circ} 21' 26,3''$ BT. Penelitian ini dilakukan selama tiga hari tetapi tidak berturut-turut. Penelitian yang pertama dilakukan pada hari Rabu tanggal 28 Pebruari 2018. Penelitian yang kedua dilakukan pada hari Selasa tanggal 17 April 2018. Penelitian yang ketiga pada hari Sabtu tanggal 21 April 2018. Penelitian ini dilakukan tidak secara berturut-turut dikarenakan adanya masalah peminjaman alat dan cuaca yang tidak menentu.

Dalam peminjaman alat tersebut, peneliti meminjam di dua instansi yang berbeda, di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang dan di Stimart Amni. Disaat peneliti sudah mendapatkan alat, keadaan cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan observasi dikarenakan mendung dan hujan. Jadi, faktor cuaca sangat mempengaruhi.

Pada dasarnya semakin besar polusi cahaya maka semakin cerlang langitnya sehingga Matahari akan sangat sulit diamati. Begitulah menurut salah satu peneliti di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pencemaran udara mempunyai sumbangsih dalam menghambat proses kegiatan manusia seperti pada saat pengamatan ketinggian Matahari.⁵

Keadaan cuaca sangat erat kaitannya dengan awan, karena keadaan awan menjadi penentu banyak atau sedikitnya sinar Matahari yang diterima oleh permukaan Bumi. Jika cuaca dalam keadaan mendung atau berawan maka sebagian sinar Matahari akan diserap oleh awan, sehingga sinar Matahari yang diterima oleh permukaan Bumi tidak maksimal.

Penelitian ini dikomparasikan dengan instrumen optik yang selalu digunakan ahli falak yaitu Theodolit. *Sextant* dikomparasikan dengan Theodolite dan Daftar ilmu pelayaran (DIP) dikomparasikan dengan Ephemeris. Theodolit dan Ephemeris mempunyai keakuran dalam penentuan tinggi Matahari.

⁵Ahdina Constantinia, *Studi Analisis Kriteria Tempat Rukyatul Hilal Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*, Skripsi, S1 Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2017, hlm: 53

Gambar 4.3: Mencari Tinggi Matahari Pada Waktu Zuhur



Sumber: Penulis

Pengamatan pada saat penentuan ketinggian awal waktu Zuhur dengan menggunakan dua alat yaitu Theodolite dan Sextant. Pada pengamatan ini *Theodolite* difungsikan untuk mencari nilai ketinggian ufuk di atas permukaan Bumi. Penentuan tinggi Matahari diperoleh dari nilai displai ufuk dikurangi dengan nilai displai vertikal.

Pengamatan ini tidak dilakukan sendiri, akan tetapi pengamat dibantu orang lain dalam mengamati tinggi Matahari

dengan instrumen *Theodolite*. Hasil pengamatan tersebut diolah sebagaimana dalam tabel berikut:

Tabel 4.1
Pengukuran tinggi ukur Matahari waktu Zuhur

No.	Tanggal	<i>Sextant</i>	<i>Theodolite</i>	Selisih
1.	28 Februari 2018	89° 11'	89° 16' 50"	0° 05' 50"
2.	17 April 2018	72° 49'	72° 53' 55"	0° 08' 55"
3.	21 April 2018	71° 30'	71° 32' 25"	0° 02' 25"

Pengamatan tinggi Matahari awal waktu Ashar dimulai membidik ketinggian ufuk di arah Timur, kemudian ufuknya dipindah ke sebelah Barat, dengan cara kita mencari nilai ufuk di arah Timur kemudian dari nilai tersebut dipindah ke arah Barat. Hal ini dilakukan karena pengamat dapat langsung melihat ufuk di sebelah Barat sebab terhalang oleh bangunan. Lalu pembidikan Matahari dilakukan pada saat masuknya waktu Ashar sebagaimana yang dihasilkan dengan perhitungan awal waktu salat. Pembidikan Matahari dilakukan dengan menggunakan dua alat, yaitu *Theodolite* dan *Sextant*.

Gambar 4.4: Mencari Tinggi Matahari Waktu Asar



Sumber: Penulis

Tabel 4.2
Pengukuran Tinggi Ukur Matahari Waktu Ashar

No.	Tanggal	<i>Sextant</i>	<i>Theodolite</i>	Selisih
1.	28 Februari 2018	44° 35'	44° 40' 20"	0° 05' 20"
2.	17 April 2018	37° 23'	37° 26' 03"	0° 03' 03"
3.	21 April 2018	37° 15'	37° 20' 37"	0° 5' 37"

Pengamatan tinggi Matahari menggunakan *Sextant* dari data tinggi ukur akan dilakukan koreksi untuk mengetahui Tinggi Sejati menggunakan data Daftar Ilmu Pelayaran (DIP) dan akan dikomparasikan dengan Ephemeris.

1. Observasi Pertama

Mencari tinggi sejati Matahari waktu Zuhur

Tinggi ukur $89^{\circ} 11'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 89^{\circ} 11' + 0^{\circ} 6,3' - 0^{\circ} 32,2'$$

$$= 88^{\circ} 45' 06''$$

Mencari tinggi sejati Matahari waktu Ashar

Tinggi ukur $44^{\circ} 35'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 44^{\circ} 35' + 0^{\circ} 5,3' - 0^{\circ} 32,2'$$

$$= 44^{\circ} 08' 06''$$

2. Observasi kedua

Mencari tinggi sejati Matahari waktu Zuhur

Tinggi ukur $72^{\circ} 49'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 72^{\circ} 49' + 0^{\circ} 6,3' - 0^{\circ} 32,0'$$

$$= 72^{\circ} 23' 00''$$

Mencari tinggi sejati Matahari waktu Ashar

Tinggi ukur $37^{\circ} 23'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 37^{\circ} 24' + 0^{\circ} 5,0' - 0^{\circ} 32,0'$$

$$= 36^{\circ} 57' 00''$$

3. Observasi ketiga

Mencari tinggi sejati Matahari Zuhur

Tinggi ukur $71^{\circ} 30'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 71^{\circ} 30' + 0^{\circ} 6,0' - 0^{\circ} 32,0'$$

$$= 71^{\circ} 04' 00''$$

Mencari tinggi sejati Matahari Ashar

Tinggi ukur $37^{\circ} 15'$

$ts = tu + \text{Daftar V} - \text{koreksi tanggal}$

$$= 37^{\circ} 15' + 0^{\circ} 6,0' - 0^{\circ} 32,0'$$

$$= 36^{\circ} 49' 00''$$

Tabel 4.3

Tinggi Sejati Waktu Zuhur

No.	Tanggal	<i>Sextant</i>	<i>Theodolite</i>	Selisih
1.	28 Februari 2018	$88^{\circ} 45' 06''$	$89^{\circ} 00' 13,06''$	$00^{\circ} 15' 07,04''$
2.	17 April 2018	$72^{\circ} 23' 00''$	$72^{\circ} 33' 38,45''$	$00^{\circ} 10' 38,45''$
3.	21 April 2018	$71^{\circ} 04' 00''$	$71^{\circ} 10' 34,15''$	$00^{\circ} 06' 34,15''$

Tabel 4.4

Tinggi Sejati Waktu Ashar

No.	Tanggal	<i>Sextant</i>	<i>Theodolite</i>	Selisih
1.	28 Februari 2018	$44^{\circ} 08' 06''$	$44^{\circ} 26' 12,75''$	$0^{\circ} 18' 06,75''$
2.	17 April 2018	$36^{\circ} 57' 00''$	$37^{\circ} 16' 49,13''$	$0^{\circ} 19' 49,13''$
3.	21 April 2018	$36^{\circ} 49' 00''$	$36^{\circ} 53' 36,08''$	$0^{\circ} 04' 36,08''$

Berdasarkan hasil penelitian di atas, nilai kemelencengan tinggi Matahari yang dihasilkan *Sextant* dengan *Theodolite* terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh *Sextant* yang tidak ada penyangganya, sehingga berakibat pada kurang fokusnya pengguna saat pembidikan Matahari. Hal ini menyebabkan terjadinya kemelencengan pada nilai *Sextant* yang diperoleh saat pembidikan tinggi Matahari.

Kemelencengan dalam tinggi ukur Matahari menggunakan *Sextant* dengan *Theodolite* terdapat selisih relatif sedikit. Selisih waktu Zuhur yaitu dari $0^{\circ} 02' 00''$ sampai $0^{\circ} 08' 55''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 02' 03''$ sampai $0^{\circ} 10' 20''$.

Kemelencengan tinggi sejati antara *Sextant* yang dikoreksi menggunakan Daftar Ilmu Pelayaran (DIP) dengan *Theodolite* yang dikoreksi dengan Ephemeris terdapat selisih relatif sedikit. Selisih waktu Zuhur $0^{\circ} 10' 20''$ sampai $00^{\circ} 15' 07,04''$. Selisih waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 03' 31,92''$ sampai $0^{\circ} 12' 18,75''$. Hasil *Sextant* dalam penentuan tinggi sejati berdasarkan hasil observasi. Jadi, data dari tinggi ukur diolah menggunakan Daftar Ilmu Pelayaran (DIP). Data dari Daftar Ilmu Pelayaran terdapat perbedaan dengan

Ephemeris sehingga terjadi kemelencengan, karena data yang ada di Daftar Ilmu Pelayaran hanya terjadi sampai menit sedangkan data dalam Ephemeris sampai detik.

Menurut Cpt. Suryo Gutitno ketua Nautika Stimart Amni, hasil dari observasi penulis mengenai kemelencengan pengukuran *Sextant* menilai wajar karena kemelencengan tidak sampai satu yang dalam dunia pelayaran masih ditolerir. Hasil kemelencengan yang didapat dinilai masih wajar karena kedua metode ini mempunyai keakuratan yang sama dan keduanya sama-sama menggunakan acuan Matahari.

Pada dasarnya *sextant* merupakan alat bantu bagi kita yang tidak mengetahui awal serta akhir waktu salat secara presisi, dengan demikian *sextant* dapat digunakan untuk mencari awal serta akhir waktu salat zuhur dan Ashar agar kita dapat menjalankan ibadah sesuai ketentuan yang telah ditetapkan oleh para ulama. Alat ini dapat digunakan di tengah lautan yang tidak bisa mendengarkan kumandang adzan secara langsung ataupun di daratan seperti halnya saat kita berada di tengah hutan.

Sebagaimana diketahui bahwa salat itu adalah ibadah yang erat kaitannya dengan waktu yang ditandai dengan fenomena Matahari. Ulama telah menjelaskan dalam kitab-kitab fikih mengenai fenomena Matahari yang menandai masuknya waktu salat. Waktu salat yang terbentang dari awal hingga akhir waktu salat itu terdapat waktu yang utama (*fadhilah*) dalam melaksanakan salat. *Sextant* yang fungsi utamanya adalah menentukan tinggi Matahari, dapat digunakan untuk mengincar waktu utama (*fadhilah*) tersebut atau mengetahui bahwa waktu salat sudah memasuki waktu yang diharamkan (*tahrim*).

Sebagaimana yang terdapat dalam instrumen-instrumen astronomi yang lain, *Sextant* juga memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengukur atau menentukan tinggi Matahari. Beberapa kelebihan *Sextant* diantaranya adalah:

1. *Sextant* dapat digunakan untuk pengukuran tinggi Matahari, penentuan lintang dan bujur, dan pengukuran Azimut Bulan.
2. *Sextant* dapat dibawa kemana-mana.
3. Metode pengukuran *Sextant* menggunakan metode langsung baca.

4. *Sextant* dapat dioperasikan pada siang dan malam hari.
5. *Sextant* tidak tergantung pada listrik.

Beberapa kekurangan *Sextant*, diantaranya:

6. Penggunaan *Sextant* tidak bisa dalam cuaca buruk.
7. Pemegangan *Sextant* cukup berat saat melakukan observasi.

Hal ini dapat mempengaruhi keakuratan hasil observasi.

8. Tidak semua tangan seseorang kuat untuk memegang *Sextant* yang cukup berat. Oleh karena itu, *Sextant* seharusnya dilengkapi tripod supaya tidak bergoyang ketika digunakan dalam membidik Matahari yang dapat mempengaruhi keakuratan hasilnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi penggunaan *Sextant* dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan dua metode. Metode yang pertama membaca langsung pada busur derajat dan busur menit dan itu akan menghasilkan nilai derajat dan menit yang dalam bahasa pelayaran dinamakan mencari tinggi ukur. Metode yang kedua yaitu mencari tinggi sejati, berawal dari tinggi ukur kemudian dikoreksi menjadi tinggi sejati.
2. Hasil dari penggunaan *Sextant* dengan *Theodolite* dalam menentukan awal waktu Zuhur mendapatkan selisih $0^{\circ}2'00''$ sampai $0^{\circ}08'55''$. Sedangkan hasil dari penggunaan *Sextant* dengan *Theodolite* dalam menentukan awal waktu Ashar mendapatkan selisih $0^{\circ}03'03''$ sampai $0^{\circ}5'37''$. Hasil dari Daftar Ilmu Pelayaran dengan Ephemeris dalam menentukan koreksi tinggi Sejati Matahari awal waktu Zuhur mendapatkan selisih $0^{\circ}06'34,15''$ sampai $0^{\circ}15'07,04''$. Kemudian hasil dari Daftar

Ilmu Pelayaran dengan Ephemeris dalam menentukan koreksi tinggi Sejati Matahari awal waktu ashar mendapatkan selisih $0^{\circ}04'36,08''$ sampai $0^{\circ}19'49,13''$. Selisih masih dalam batas toleransi manakala tidak mencapai 1 derajat, dan hasilnya masih akurat.

B. Saran-Saran

1. Dalam pengaplikasiannya *Sextant* membutuhkan alat bantu lain seperti Tripod untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Data yang dihasilkan oleh *Sextant* berupa derajat dan menit, sehingga *Sextant* perlu modifikasi untuk mendapatkan ketelitian sampai detik.

C. Penutup

Segala puji penulis panjatkan kepada Dzat yang maha kuasa yang senantiasa melimpahkan nikmat sehat dan sempat sehingga penulis dapat merampungkan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi penulis sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu saran dan kritik konstruktif sangat penulis harapkan dari pembaca yang budiman. Namun demikian penulis tetap optimis skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi khususnya dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D. Bambang Setiono, dkk. *Nautika Kapal Penangkapan Ikan Jilid 1*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008
- Ardliansyah, Moelki Fahmi. *Studi Akurasi Penggunaan Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Salat*, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2015
- Arifin, Jaenal. *Fiqih Hisab Rukyah di Indonesia*, Yogyakarta: Lukita, 2012.
- Ariyanti, Novi. “*Penggunaan Klinometer dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Zuhur dan Ashar*”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2017
- Asqolany, Ibnu Hajar. *Bulugul Marom*, tt
- Assidiq, Yusuf. Koran Republika (10 Februari 2011) ed: wachidah handasah diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB
- Awal Bulan Qamariyah dalam jurnal pemikiran Hukum Islam, YUDISIA, Vol. 5, No.2, Desember 2014.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Lazuardi, 2001.
- Azmi, M. Farid, *Sextant*, Makalah Mahasiswa S2 Ilmu Falak UIN Walisongo, Semarang: 16 Oktober 2017.
- Ba’asyun, Sa’id bin Muhammad. *Busyr Al Karim Syarh Al Muqadimah Al Hadhramiyah*, Beirut: Dâr Ihya Al Kutub Al Arabiyah, t.t

- Bungin, Burhan. *Metode Penelitian Kualitatif*, Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2001.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, Purwokerto : UMP Press, 2016.
- _____, *Observatorium: Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*, Medan : UMSU press, 2014.
- Constantinia, Ahdina. *Studi Analisis Kriteria Tempat Rukyatul Hilal Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*, Skripsi, S1 Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2017.
- Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Bandung: Diponegoro, 2007.
- _____, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*, 1994/1995
- _____, *Ilmu Falak Praktis*, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2013.
- Hajjaj, Imam Abi Husain Muslim. *Shahih Muslim*, Juz 1, Bairut-Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah, 1992.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Riski Putra, 2012.
- Jamil, A. *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, Jakarta: Sinar Grafika offset, 2009.
- Kadir,A. *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap dan Praktis hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana*, Jakarta: Amzah, 2012.
- Kementerian Agama RI. *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 4, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012.

Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005.

_____, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

Khusain, Imam Taqiyuddin Abi Bakar Muhammad. *Kifayah Al-Ahyar Fi Al-Ihtisar, Halli Gayah*. Surabaya: Dar al Kitab Al Islam, t.t.

Mardiansaf, Rain. *Ilmu Pelayaran*, Jakarta: Maritim Djangkar, 2017.

Mufarrohah, Siti. “ *Konsep Awal waktu Shalat Ashar Imam Syafi’i dan Hanafi (Uji Akurasi Berdasarkan Bayang-Bayang Matahari di Kabupaten Semarang)*”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2010

Noor, Juliansyah. *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011

Rachim, Abdul. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983

Rahmi, Yunila. Makalah Navigasi, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto

Rohmah, Nur. “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Shalat Zuhur dan Ashar*”, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang: 2017

Rusyd, Al Faqih Abul Walid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu. *Bidayatul Mujtahid*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, tt.

Sakhawi. *al-Maqasid al-Hasanah fi Bayani Kasirin min Al-Ahadis al-Alsinah*, Beirut: Dar al-Kitab Al-Arabi, 1405/1985.

Sarkhasi. *Al-Mabsut*, Beirut: Dar al-Ma’arif, t.t

Shiddiqi, M. Hasbi Ash. *Koleksi Hadits Hadits Hukum*, Jakarta : PT Magenta Bhakti Guna, 1994

Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2012.

Sulaiman, Abu Dawud. *Sunan Abu Daud*, Beirut: Maktabah Ashriyah, tt.

Tabari, Muhammad bin Jarir. *Jami' al-Bayan fi Ta'wil al-Qur'an*, Riyad: Muassasah Risalah, 2000, Jilid 6.

Taqiyuddin, Abu Bakar bin Muhammad. *Kifayah al-Akhyar*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2001.

Tim penyusun Fakultas Syari'ah, *pedoman penulisan skripsi*, Semarang : IAIN Walisongo, 2010.

Koran:

Koran Republika Oleh Yusuf Assidiq ed: wachidah handasah (diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB)

Priyono, Rahmat. Koran Republika (5 September 2012) ed: wachidah handasah diakses pada tanggal 24 Maret 2018 pukul 11:15 WIB

Jurnal:

Sriantini, Ari. "Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit", *Jurnal aplikasi pelayaran dan kepelabuhan*, vol. 1, no. 2, Tahun 2011, hlm 77, Jurusan Nautika Program Diploma Pelayaran Universitas Hang Tuah

Wawancara:

Wawamcara dengan Cpt. Soepomo Sugeng pada tanggal 21 Maret 2018

Wawancara dengan Capt. Suryo Guritno pada tanggal 23 Februari 2018

Artikel:

Huda,Samsul."Sextant" Artikel Nautika, tth, 4, tidak dipublikasikan.

Internet

http://gilangmaritimeboy.wordpress.com/category/uncategorized/diakses_tanggal_27_Maret_2018_pukul_08:38_WIB

<http://bp31pjakarta.ac.id/a.achments/articel/606/sistem%20navigasi%20elektronik%20BAB%20VII%20A.pdf> diunduh pada 13 Mei 2018 pukul 21.51 https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=0ZZMWOLYMIvTvASKka7ICg&q=bagiansextant&oq=bagiansextant&gs_l=psy-ab.3...117946.120066.0.120596.6.6.0.0.0.248.782.0j3j1.4.0..0...1c.1.64.psy-ab..2.1.243...0i13k1j0i7_i30k1.0.9C_Ruk7jY1Gw#imgrc=071H3sNA4di3-M; diakses 3 Januari 2018

https://www.google.co.id/search?q=cara+penggunaan+sextant&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFxZ7RtLvYAhUJLo8KHdFICI0Q_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgrc=cfEjMwORFwFHUM: , diakses 3 Januari 2018

www.learn-math.info/Indonesia/history_Detail.htm?id=Hadley diakses tanggal 27 Maret 2018 pukul 08:32 WIB

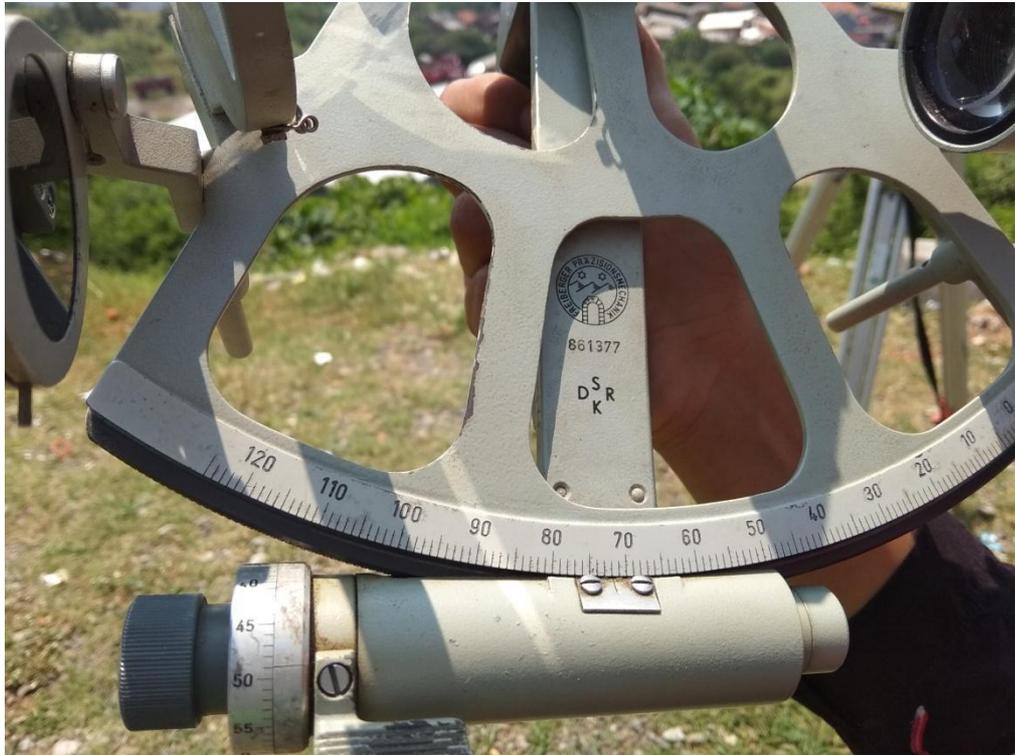
Observasi 1 (Waktu Zuhur) tanggal 28 Februari 2018



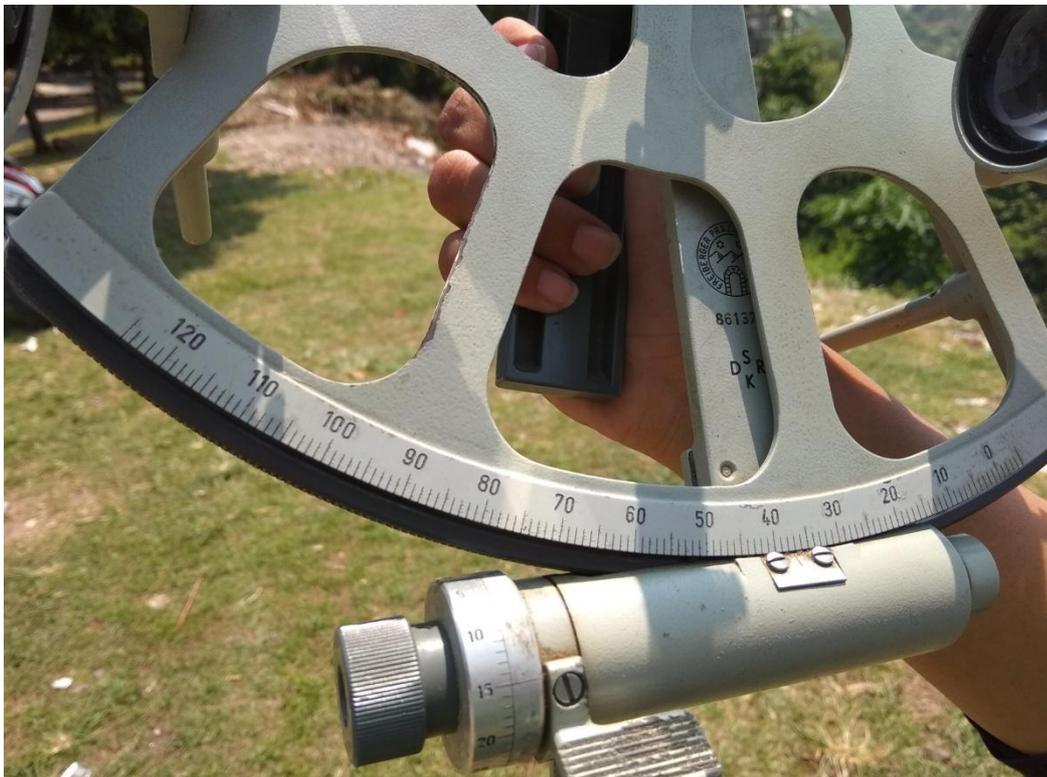
Observasi 1 (waktu Ashar) tanggal 28 Februari 2018



Observasi 2 (Waktu Zuhur) tanggal 17 April 2018



Observasi 2 (Waktu Ashar) tanggal 17 April 2018



Observasi 3 (Waktu Zuhur) tanggal 21 April 2018



Observasi 3 (Waktu Ashar) tanggal 21 April 2018





28 Februari 2018

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	339° 20' 53"	-0.06"	340° 54' 55"	-8° 04' 00"	0.9904907	16' 08.84"	23° 26' 07"	-12 m 37 s
1	339° 23' 24"	-0.06"	340° 57' 16"	-8° 03' 04"	0.9905005	16' 08.83"	23° 26' 07"	-12 m 37 s
2	339° 25' 55"	-0.05"	340° 59' 37"	-8° 02' 07"	0.9905103	16' 08.82"	23° 26' 07"	-12 m 36 s
3	339° 28' 25"	-0.04"	341° 01' 58"	-8° 01' 10"	0.9905201	16' 08.81"	23° 26' 07"	-12 m 36 s
4	339° 30' 56"	-0.04"	341° 04' 19"	-8° 00' 14"	0.9905299	16' 08.80"	23° 26' 07"	-12 m 35 s
5	339° 33' 26"	-0.03"	341° 06' 40"	-7° 59' 17"	0.9905398	16' 08.80"	23° 26' 07"	-12 m 35 s
6	339° 35' 57"	-0.03"	341° 09' 01"	-7° 58' 20"	0.9905496	16' 08.79"	23° 26' 07"	-12 m 34 s
7	339° 38' 28"	-0.02"	341° 11' 22"	-7° 57' 24"	0.9905594	16' 08.78"	23° 26' 07"	-12 m 34 s
8	339° 40' 58"	-0.02"	341° 13' 43"	-7° 56' 27"	0.9905693	16' 08.77"	23° 26' 07"	-12 m 34 s
9	339° 43' 29"	-0.01"	341° 16' 04"	-7° 55' 30"	0.9905792	16' 08.76"	23° 26' 07"	-12 m 33 s
10	339° 45' 59"	-0.01"	341° 18' 24"	-7° 54' 34"	0.9905890	16' 08.75"	23° 26' 07"	-12 m 33 s
11	339° 48' 30"	-0.00"	341° 20' 45"	-7° 53' 37"	0.9905989	16' 08.74"	23° 26' 07"	-12 m 32 s
12	339° 51' 01"	0.00"	341° 23' 06"	-7° 52' 40"	0.9906088	16' 08.73"	23° 26' 07"	-12 m 32 s
13	339° 53' 31"	0.01"	341° 25' 27"	-7° 51' 43"	0.9906187	16' 08.72"	23° 26' 07"	-12 m 31 s
14	339° 56' 02"	0.01"	341° 27' 48"	-7° 50' 47"	0.9906286	16' 08.71"	23° 26' 07"	-12 m 31 s
15	339° 58' 32"	0.02"	341° 30' 08"	-7° 49' 50"	0.9906385	16' 08.70"	23° 26' 07"	-12 m 30 s
16	340° 01' 03"	0.03"	341° 32' 29"	-7° 48' 53"	0.9906484	16' 08.69"	23° 26' 07"	-12 m 30 s
17	340° 03' 33"	0.03"	341° 34' 50"	-7° 47' 56"	0.9906583	16' 08.68"	23° 26' 07"	-12 m 29 s
18	340° 06' 04"	0.04"	341° 37' 11"	-7° 46' 59"	0.9906682	16' 08.67"	23° 26' 07"	-12 m 29 s
19	340° 08' 34"	0.04"	341° 39' 31"	-7° 46' 02"	0.9906782	16' 08.66"	23° 26' 07"	-12 m 28 s
20	340° 11' 05"	0.05"	341° 41' 52"	-7° 45' 06"	0.9906881	16' 08.65"	23° 26' 07"	-12 m 28 s
21	340° 13' 36"	0.05"	341° 44' 13"	-7° 44' 09"	0.9906980	16' 08.64"	23° 26' 07"	-12 m 27 s
22	340° 16' 06"	0.06"	341° 46' 33"	-7° 43' 12"	0.9907080	16' 08.63"	23° 26' 07"	-12 m 27 s
23	340° 18' 37"	0.06"	341° 48' 54"	-7° 42' 15"	0.9907180	16' 08.62"	23° 26' 07"	-12 m 26 s
24	340° 21' 07"	0.07"	341° 51' 15"	-7° 41' 18"	0.9907279	16' 08.61"	23° 26' 07"	-12 m 26 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	131° 45' 36"	0° -16' 57"	134° 08' 15"	16° 59' 11"	1° 00' 14"	16' 24.85"	285° 32' 19"	0.94343
1	132° 22' 12"	0° -13' 35"	134° 45' 59"	16° 52' 13"	1° 00' 14"	16' 24.79"	285° 49' 15"	0.94570
2	132° 58' 48"	0° -10' 14"	135° 23' 39"	16° 45' 08"	1° 00' 14"	16' 24.72"	286° 6' 21"	0.94792
3	133° 35' 24"	0° -6' 52"	136° 01' 17"	16° 37' 56"	1° 00' 13"	16' 24.64"	286° 23' 40"	0.95010
4	134° 11' 60"	0° -3' 30"	136° 38' 51"	16° 30' 37"	1° 00' 13"	16' 24.56"	286° 41' 10"	0.95223
5	134° 48' 35"	0° 00' -9"	137° 16' 23"	16° 23' 12"	1° 00' 13"	16' 24.47"	286° 58' 55"	0.95432
6	135° 25' 10"	0° 03' 10"	137° 53' 50"	16° 15' 38"	1° 00' 12"	16' 24.37"	287° 16' 49"	0.95636
7	136° 01' 45"	0° 06' 32"	138° 31' 15"	16° 07' 60"	1° 00' 12"	16' 24.27"	287° 35' 04"	0.95836
8	136° 38' 19"	0° 09' 53"	139° 08' 37"	16° 00' 15"	1° 00' 12"	16' 24.16"	287° 53' 38"	0.96031
9	137° 14' 53"	0° 13' 15"	139° 45' 55"	15° 52' 24"	1° 00' 11"	16' 24.05"	288° 12' 31"	0.96221
10	137° 51' 27"	0° 16' 36"	140° 23' 10"	15° 44' 26"	1° 00' 11"	16' 23.92"	288° 31' 46"	0.96407
11	138° 28' 00"	0° 19' 57"	141° 00' 21"	15° 36' 23"	1° 00' 10"	16' 23.79"	288° 51' 24"	0.96589
12	139° 04' 33"	0° 23' 18"	141° 37' 30"	15° 28' 13"	1° 00' 10"	16' 23.66"	289° 11' 28"	0.96765
13	139° 41' 05"	0° 26' 38"	142° 14' 34"	15° 19' 57"	1° 00' 09"	16' 23.51"	289° 32' 01"	0.96937
14	140° 17' 37"	0° 29' 59"	142° 51' 35"	15° 11' 35"	1° 00' 09"	16' 23.37"	289° 53' 05"	0.97105
15	140° 54' 08"	0° 33' 19"	143° 28' 33"	15° 03' 07"	1° 00' 08"	16' 23.21"	290° 14' 43"	0.97267
16	141° 30' 39"	0° 36' 39"	144° 05' 27"	14° 54' 34"	1° 00' 08"	16' 23.05"	290° 37' 00"	0.97425
17	142° 07' 09"	0° 39' 58"	144° 42' 18"	14° 45' 54"	1° 00' 07"	16' 22.88"	290° 59' 59"	0.97579
18	142° 43' 38"	0° 43' 17"	145° 19' 04"	14° 37' 09"	1° 00' 06"	16' 22.70"	291° 23' 45"	0.97727
19	143° 20' 07"	0° 46' 36"	145° 55' 48"	14° 28' 18"	1° 00' 06"	16' 22.52"	291° 48' 24"	0.97871
20	143° 56' 35"	0° 49' 55"	146° 32' 27"	14° 19' 22"	1° 00' 05"	16' 22.33"	292° 13' 60"	0.98010
21	144° 33' 02"	0° 53' 13"	147° 09' 03"	14° 10' 21"	1° 00' 04"	16' 22.13"	292° 40' 41"	0.98145
22	145° 09' 29"	0° 56' 30"	147° 45' 35"	14° 01' 14"	1° 00' 03"	16' 21.93"	293° 8' 35"	0.98274
23	145° 45' 55"	0° 59' 47"	148° 22' 03"	13° 52' 01"	1° 00' 03"	16' 21.72"	293° 37' 51"	0.98399
24	146° 22' 20"	1° 03' 04"	148° 58' 28"	13° 42' 44"	1° 00' 02"	16' 21.51"	294° 8' 38"	0.98519

17 April 2018

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	26° 56' 41"	-0.72°	24° 59' 39"	10° 22' 43"	1.0037252	15' 56.07"	23° 26' 07"	0 m 19 s
1	26° 59' 08"	-0.72°	25° 01' 59"	10° 23' 36"	1.0037367	15' 56.06"	23° 26' 07"	0 m 20 s
2	27° 01' 34"	-0.72°	25° 04' 18"	10° 24' 29"	1.0037482	15' 56.05"	23° 26' 07"	0 m 20 s
3	27° 04' 01"	-0.72°	25° 06' 37"	10° 25' 22"	1.0037598	15' 56.04"	23° 26' 07"	0 m 21 s
4	27° 06' 28"	-0.72°	25° 08' 56"	10° 26' 15"	1.0037713	15' 56.02"	23° 26' 07"	0 m 21 s
5	27° 08' 55"	-0.72°	25° 11' 15"	10° 27' 08"	1.0037828	15' 56.01"	23° 26' 07"	0 m 22 s
6	27° 11' 21"	-0.72°	25° 13' 35"	10° 28' 00"	1.0037944	15' 56.00"	23° 26' 07"	0 m 22 s
7	27° 13' 48"	-0.72°	25° 15' 54"	10° 28' 53"	1.0038059	15' 55.99"	23° 26' 07"	0 m 23 s
8	27° 16' 15"	-0.72°	25° 18' 13"	10° 29' 46"	1.0038174	15' 55.98"	23° 26' 07"	0 m 24 s
9	27° 18' 42"	-0.72°	25° 20' 33"	10° 30' 39"	1.0038289	15' 55.97"	23° 26' 07"	0 m 24 s
10	27° 21' 09"	-0.72°	25° 22' 52"	10° 31' 31"	1.0038404	15' 55.96"	23° 26' 07"	0 m 25 s
11	27° 23' 35"	-0.72°	25° 25' 11"	10° 32' 24"	1.0038519	15' 55.95"	23° 26' 07"	0 m 25 s
12	27° 26' 02"	-0.72°	25° 27' 30"	10° 33' 17"	1.0038634	15' 55.94"	23° 26' 07"	0 m 26 s
13	27° 28' 29"	-0.72°	25° 29' 50"	10° 34' 10"	1.0038749	15' 55.93"	23° 26' 07"	0 m 26 s
14	27° 30' 56"	-0.71°	25° 32' 09"	10° 35' 02"	1.0038864	15' 55.91"	23° 26' 07"	0 m 27 s
15	27° 33' 22"	-0.71°	25° 34' 28"	10° 35' 55"	1.0038979	15' 55.90"	23° 26' 07"	0 m 28 s
16	27° 35' 49"	-0.71°	25° 36' 48"	10° 36' 48"	1.0039094	15' 55.89"	23° 26' 07"	0 m 28 s
17	27° 38' 16"	-0.71°	25° 39' 07"	10° 37' 40"	1.0039208	15' 55.88"	23° 26' 07"	0 m 29 s
18	27° 40' 43"	-0.71°	25° 41' 27"	10° 38' 33"	1.0039323	15' 55.87"	23° 26' 07"	0 m 29 s
19	27° 43' 09"	-0.71°	25° 43' 46"	10° 39' 25"	1.0039438	15' 55.86"	23° 26' 07"	0 m 30 s
20	27° 45' 36"	-0.71°	25° 46' 05"	10° 40' 18"	1.0039552	15' 55.85"	23° 26' 07"	0 m 30 s
21	27° 48' 03"	-0.71°	25° 48' 25"	10° 41' 10"	1.0039667	15' 55.84"	23° 26' 07"	0 m 31 s
22	27° 50' 29"	-0.71°	25° 50' 44"	10° 42' 03"	1.0039781	15' 55.83"	23° 26' 07"	0 m 31 s
23	27° 52' 56"	-0.70°	25° 53' 04"	10° 42' 55"	1.0039896	15' 55.82"	23° 26' 07"	0 m 32 s
24	27° 55' 23"	-0.70°	25° 55' 23"	10° 43' 48"	1.0040010	15' 55.81"	23° 26' 07"	0 m 33 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	38° 45' 58"	-5° 00' 54"	38° 00' 36"	9° 39' 50"	0° 58' 35"	15' 57.86"	274° 20' 16"	0.01254
1	39° 20' 58"	-5° 01' 03"	38° 34' 14"	9° 50' 37"	0° 58' 36"	15' 58.20"	273° 33' 59"	0.01353
2	39° 55' 58"	-5° 01' 09"	39° 07' 55"	10° 01' 21"	0° 58' 38"	15' 58.53"	272° 51' 36"	0.01457
3	40° 31' 00"	-5° 01' 14"	39° 41' 40"	10° 12' 02"	0° 58' 39"	15' 58.86"	272° 12' 43"	0.01566
4	41° 06' 04"	-5° 01' 17"	40° 15' 28"	10° 22' 41"	0° 58' 40"	15' 59.19"	271° 37' 02"	0.01678
5	41° 41' 08"	-5° 01' 18"	40° 49' 20"	10° 33' 16"	0° 58' 41"	15' 59.51"	271° 4' 14"	0.01795
6	42° 16' 15"	-5° 01' 18"	41° 23' 16"	10° 43' 48"	0° 58' 42"	15' 59.83"	270° 34' 04"	0.01917
7	42° 51' 22"	-5° 01' 15"	41° 57' 15"	10° 54' 16"	0° 58' 43"	16' 00.14"	270° 6' 20"	0.02043
8	43° 26' 31"	-5° 01' 10"	42° 31' 18"	11° 04' 42"	0° 58' 45"	16' 00.45"	269° 40' 47"	0.02173
9	44° 01' 41"	-5° 01' 04"	43° 05' 25"	11° 15' 03"	0° 58' 46"	16' 00.76"	269° 17' 17"	0.02308
10	44° 36' 52"	-5° 00' 55"	43° 39' 35"	11° 25' 22"	0° 58' 47"	16' 01.07"	268° 59' 38"	0.02447
11	45° 12' 04"	-5° 00' 45"	44° 13' 49"	11° 35' 37"	0° 58' 48"	16' 01.36"	268° 35' 44"	0.02590
12	45° 47' 18"	-5° 00' 33"	44° 48' 06"	11° 45' 48"	0° 58' 49"	16' 01.66"	268° 17' 25"	0.02738
13	46° 22' 33"	-5° 00' 19"	45° 22' 27"	11° 55' 55"	0° 58' 50"	16' 01.95"	268° 0' 35"	0.02890
14	46° 57' 49"	-5° 00' 02"	45° 56' 52"	12° 05' 59"	0° 58' 51"	16' 02.24"	267° 45' 07"	0.03047
15	47° 33' 06"	-4° 59' 44"	46° 31' 21"	12° 15' 59"	0° 58' 52"	16' 02.52"	267° 30' 57"	0.03208
16	48° 08' 24"	-4° 59' 24"	47° 05' 53"	12° 25' 54"	0° 58' 53"	16' 02.80"	267° 17' 59"	0.03373
17	48° 43' 43"	-4° 59' 03"	47° 40' 29"	12° 35' 46"	0° 58' 54"	16' 03.08"	267° 6' 08"	0.03543
18	49° 19' 04"	-4° 58' 39"	48° 15' 09"	12° 45' 34"	0° 58' 55"	16' 03.35"	266° 59' 20"	0.03717
19	49° 54' 25"	-4° 58' 13"	48° 49' 53"	12° 55' 17"	0° 58' 56"	16' 03.62"	266° 45' 31"	0.03895
20	50° 29' 47"	-4° 57' 45"	49° 24' 40"	13° 04' 56"	0° 58' 57"	16' 03.88"	266° 36' 38"	0.04078
21	51° 05' 11"	-4° 57' 16"	49° 59' 31"	13° 14' 31"	0° 58' 58"	16' 04.14"	266° 28' 37"	0.04265
22	51° 40' 35"	-4° 56' 44"	50° 34' 26"	13° 24' 01"	0° 58' 59"	16' 04.40"	266° 21' 25"	0.04456
23	52° 16' 00"	-4° 56' 11"	51° 09' 24"	13° 33' 27"	0° 59' 00"	16' 04.65"	266° 15' 01"	0.04651
24	52° 51' 27"	-4° 55' 36"	51° 44' 26"	13° 42' 48"	0° 59' 01"	16' 04.90"	266° 9' 20"	0.04851

21 April 2018

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	30° 51' 17"	-0.48°	28° 43' 10"	11° 45' 57"	1.0048133	15'55.03"	23° 26' 07"	1 m 11 s
1	30° 53' 43"	-0.48°	28° 45' 30"	11° 46' 48"	1.0048244	15'55.02"	23° 26' 07"	1 m 12 s
2	30° 56' 09"	-0.47°	28° 47' 50"	11° 47' 39"	1.0048356	15'55.01"	23° 26' 07"	1 m 12 s
3	30° 58' 36"	-0.47°	28° 50' 10"	11° 48' 30"	1.0048467	15'55.00"	23° 26' 07"	1 m 13 s
4	31° 01' 02"	-0.46°	28° 52' 31"	11° 49' 21"	1.0048578	15'54.99"	23° 26' 07"	1 m 13 s
5	31° 03' 29"	-0.46°	28° 54' 51"	11° 50' 12"	1.0048689	15'54.98"	23° 26' 07"	1 m 14 s
6	31° 05' 55"	-0.45°	28° 57' 11"	11° 51' 03"	1.0048801	15'54.97"	23° 26' 07"	1 m 14 s
7	31° 08' 22"	-0.45°	28° 59' 31"	11° 51' 54"	1.0048912	15'54.96"	23° 26' 07"	1 m 15 s
8	31° 10' 48"	-0.45°	29° 01' 52"	11° 52' 45"	1.0049023	15'54.95"	23° 26' 07"	1 m 15 s
9	31° 13' 14"	-0.44°	29° 04' 12"	11° 53' 36"	1.0049134	15'54.94"	23° 26' 07"	1 m 16 s
10	31° 15' 41"	-0.44°	29° 06' 32"	11° 54' 27"	1.0049245	15'54.93"	23° 26' 07"	1 m 16 s
11	31° 18' 07"	-0.43°	29° 08' 53"	11° 55' 18"	1.0049356	15'54.92"	23° 26' 07"	1 m 17 s
12	31° 20' 34"	-0.43°	29° 11' 13"	11° 56' 08"	1.0049467	15'54.91"	23° 26' 07"	1 m 17 s
13	31° 23' 00"	-0.42°	29° 13' 33"	11° 56' 59"	1.0049577	15'54.90"	23° 26' 07"	1 m 18 s
14	31° 25' 26"	-0.42°	29° 15' 54"	11° 57' 50"	1.0049688	15'54.89"	23° 26' 07"	1 m 18 s
15	31° 27' 53"	-0.41°	29° 18' 14"	11° 58' 41"	1.0049799	15'54.87"	23° 26' 07"	1 m 19 s
16	31° 30' 19"	-0.41°	29° 20' 34"	11° 59' 32"	1.0049910	15'54.86"	23° 26' 07"	1 m 19 s
17	31° 32' 46"	-0.40°	29° 22' 55"	12° 00' 22"	1.0050021	15'54.85"	23° 26' 07"	1 m 20 s
18	31° 35' 12"	-0.40°	29° 25' 15"	12° 01' 13"	1.0050131	15'54.84"	23° 26' 07"	1 m 20 s
19	31° 37' 38"	-0.39°	29° 27' 35"	12° 02' 04"	1.0050242	15'54.83"	23° 26' 07"	1 m 21 s
20	31° 40' 05"	-0.39°	29° 29' 56"	12° 02' 55"	1.0050353	15'54.82"	23° 26' 07"	1 m 21 s
21	31° 42' 31"	-0.38°	29° 32' 16"	12° 03' 45"	1.0050463	15'54.81"	23° 26' 07"	1 m 22 s
22	31° 44' 57"	-0.38°	29° 34' 37"	12° 04' 36"	1.0050574	15'54.80"	23° 26' 07"	1 m 22 s
23	31° 47' 24"	-0.37°	29° 36' 57"	12° 05' 26"	1.0050684	15'54.79"	23° 26' 07"	1 m 23 s
24	31° 49' 50"	-0.37°	29° 39' 18"	12° 06' 17"	1.0050795	15'54.78"	23° 26' 07"	1 m 23 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	95° 40' 04"	-2° 56' 14"	96° 02' 22"	20° 22' 46"	0° 59' 28"	16' 12.22"	273° 46' 55"	0.28854
1	96° 13' 42"	-2° 53' 40"	96° 40' 25"	20° 23' 45"	0° 59' 28"	16' 12.18"	273° 58' 45"	0.29292
2	96° 51' 19"	-2° 51' 06"	97° 18' 28"	20° 24' 36"	0° 59' 28"	16' 12.15"	274° 10' 38"	0.29731
3	97° 28' 57"	-2° 48' 30"	97° 56' 32"	20° 25' 19"	0° 59' 27"	16' 12.11"	274° 22' 34"	0.30173
4	98° 02' 33"	-2° 45' 53"	98° 34' 35"	20° 25' 53"	0° 59' 27"	16' 12.07"	274° 34' 33"	0.30615
5	98° 38' 10"	-2° 43' 15"	99° 12' 38"	20° 26' 20"	0° 59' 27"	16' 12.03"	274° 46' 34"	0.31060
6	99° 13' 46"	-2° 40' 36"	99° 50' 41"	20° 26' 38"	0° 59' 27"	16' 11.98"	274° 58' 39"	0.31507
7	99° 49' 21"	-2° 37' 56"	100° 28' 44"	20° 26' 47"	0° 59' 27"	16' 11.93"	275° 10' 45"	0.31955
8	100° 24' 56"	-2° 35' 15"	101° 06' 47"	20° 26' 49"	0° 59' 27"	16' 11.87"	275° 22' 54"	0.32404
9	101° 00' 30"	-2° 32' 33"	101° 44' 49"	20° 26' 42"	0° 59' 26"	16' 11.82"	275° 35' 05"	0.32856
10	101° 36' 04"	-2° 29' 50"	102° 22' 51"	20° 26' 27"	0° 59' 26"	16' 11.76"	275° 47' 18"	0.33308
11	102° 11' 38"	-2° 27' 07"	103° 00' 52"	20° 26' 04"	0° 59' 26"	16' 11.70"	275° 59' 32"	0.33762
12	102° 47' 10"	-2° 24' 22"	103° 38' 52"	20° 25' 32"	0° 59' 26"	16' 11.63"	276° 11' 49"	0.34218
13	103° 22' 43"	-2° 21' 36"	104° 16' 52"	20° 24' 52"	0° 59' 25"	16' 11.57"	276° 24' 07"	0.34675
14	103° 58' 15"	-2° 18' 50"	104° 54' 51"	20° 24' 04"	0° 59' 25"	16' 11.50"	276° 36' 26"	0.35133
15	104° 33' 46"	-2° 16' 02"	105° 32' 50"	20° 23' 08"	0° 59' 25"	16' 11.42"	276° 48' 46"	0.35593
16	105° 09' 17"	-2° 13' 14"	106° 10' 47"	20° 22' 04"	0° 59' 25"	16' 11.35"	277° 1' 08"	0.36054
17	105° 44' 47"	-2° 10' 25"	106° 48' 43"	20° 20' 51"	0° 59' 24"	16' 11.27"	277° 13' 30"	0.36516
18	106° 20' 16"	-2° 07' 35"	107° 26' 38"	20° 19' 31"	0° 59' 24"	16' 11.19"	277° 25' 54"	0.36979
19	106° 55' 45"	-2° 04' 44"	108° 04' 32"	20° 18' 02"	0° 59' 24"	16' 11.10"	277° 38' 18"	0.37443
20	107° 31' 14"	-2° 01' 53"	108° 42' 25"	20° 16' 25"	0° 59' 23"	16' 11.02"	277° 50' 42"	0.37909
21	108° 06' 42"	-1° 59' 01"	109° 20' 16"	20° 14' 40"	0° 59' 23"	16' 10.93"	278° 3' 07"	0.38375
22	108° 42' 09"	-1° 56' 08"	109° 58' 06"	20° 12' 47"	0° 59' 23"	16' 10.84"	278° 15' 32"	0.38842
23	109° 17' 32"	-1° 53' 14"	110° 35' 51"	20° 10' 46"	0° 59' 22"	16' 10.74"	278° 27' 56"	0.39309
24	109° 52' 58"	-1° 50' 20"	111° 13' 38"	20° 08' 36"	0° 59' 22"	16' 10.65"	278° 40' 22"	0.39778

Lampiran

Praktek 1

Awal waktu Zuhur

Lintang Tempat = $6^{\circ} 59' 32,7''$ LS

Bujur Tempat = $110^{\circ} 21' 26,3''$

Deklinasi = $-7^{\circ} 59' 17''$

Equation of time = $-0^{\circ} 12' 35''$

Meridian Pass = $12 - \epsilon$

$$= 12 - (-0^{\circ} 12' 35'')$$

$$= 12^{\circ} 12' 35''$$

KWD = (Bujur Tempat – Bujur Daerah) : 15

$$= (110^{\circ} 21' 26,3'' - 105) : 15$$

$$= -0^{\circ} 21' 25,75''$$

Awal waktu zuhur = MP + KWD

$$= 12^{\circ} 12' 35'' + (-0^{\circ} 21' 25,75'')$$

$$= 11^{\circ} 51' 09,25''$$

$$= 11: 51 \text{ WIB}$$

Awal waktu Ashar

$$\text{Lintang Tempat} = 6^{\circ} 59' 32,7'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur Tempat} = 110^{\circ} 21' 26,3''$$

$$\text{Deklinasi} = -7^{\circ} 56' 27''$$

$$\text{Equation of time} = -0^{\circ} 12' 34''$$

$$Z_m = \text{Deklinasi} - \text{Lintang Tempat}$$

$$= 7^{\circ} 56' 27'' - (-6^{\circ} 59' 32,7'')$$

$$= -0^{\circ} 56' 54,3''$$

$$\text{Cotan } h_a = \tan z_m + 1$$

$$= \tan -0^{\circ} 56' 54,3'' + 1$$

$$= 44^{\circ} 31' 46,75''$$

$$\text{Cos } t_o = \sin h_a : \cos \text{ lintang tempat} : \cos \text{ deklinasi} - \tan \text{ lintang tempat} \times \tan \text{ deklinasi}$$

$$= \sin 44^{\circ} 31' 46,75'' : \cos 6^{\circ} 59' 32,7'' - : \cos -7^{\circ} 56' 27'' - \tan 6^{\circ} 59' 32,7'' \times \tan -7^{\circ} 56' 27''$$

$$= 45^{\circ} 52' 18,69''$$

$$t_o = 45^{\circ} 52' 18,69'' : 15$$

$$= 3^{\circ} 03' 29,25''$$

$$\begin{aligned}
\text{Awal waktu Ashar} &= 12 - \text{equation} + \text{KWD} + \text{to} \\
&= 12 - (-0^\circ 12' 34'') + (-0^\circ 21' 25,75'') + 3^\circ 03' 29,25'' \\
&= 14: 54: 37,5
\end{aligned}$$

Koreksi

$$\text{Awal waktu Zuhur} = 11:54 \text{ wib}$$

Ambil data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\text{Deklinsi 1} = -8^\circ 00' 14''$$

$$\text{Deklinasi 2} = -7^\circ 59' 17''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1}$$

$$= (-7^\circ 59' 17'' - (-8^\circ 00' 14'')) \times 0^\circ 54' + (-8^\circ 00' 14'')$$

$$= -7^\circ 59' 17''$$

$$\text{Equation 1} = -0^\circ 12' 35''$$

$$\text{Equation 2} = -0^\circ 12' 35''$$

Interpolasi equation

$$= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1}$$

$$= (-0^\circ 12' 35'' - (-0^\circ 12' 35'')) \times 0^\circ 54' + -0^\circ 12' 35''$$

$$= -0^\circ 12' 35''$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((11^\circ 54' + (-0^\circ 12' 35'')) \times 15 - 105 + 110^\circ 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 0^\circ 02' 18,7''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif sin} (\sin \text{ lintang tempat} \times \sin \text{ deklinasi} + \cos \text{ lintang tempat} \times \cos \text{ deklinasi} \times \cos \text{ ha})$$

$$= \text{shif sin} (\sin -6^\circ 59' 32,7'' \times \sin -7^\circ 59' 17'' + \cos -6^\circ 59' 32,7'' \times \cos -7^\circ 59' 17'' \times \cos 0^\circ 02' 18,7''$$

$$= 89^\circ 00' 13,06''$$

Awal waktu Ashar = 14:55

Ambil data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\text{Deklinsi 1} \quad = -7^\circ 57' 24''$$

$$\text{Deklinasi 2} \quad = -7^\circ 56' 27''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1}$$

$$= (-7^\circ 57' 24'' - (-7^\circ 56' 27'')) \times 0^\circ 55' + (-7^\circ 57' 24'')$$

$$= -7^\circ 56' 31,75''$$

$$\text{Equation 1} = -0^{\circ} 12' 34''$$

$$\text{Equation 2} = -0^{\circ} 12' 34''$$

Interpolasi equation

$$= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1}$$

$$= (-0^{\circ} 12' 34'' - (-0^{\circ} 12' 34'')) \times 0^{\circ} 55' + -0^{\circ} 12' 34''$$

$$= -0^{\circ} 12' 34''$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((14^{\circ} 55' + (-0^{\circ} 12' 34'')) \times 15 - 105 + 110^{\circ} 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 45^{\circ} 57' 56,3''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif} \sin (\sin \text{lintang tempat} \times \sin \text{deklinasi} + \cos \text{lintag tempat} \times \cos \text{deklinasi} \times \cos \text{ha}$$

$$= \text{shif} \sin (\sin -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \sin -7^{\circ} 56' 31,75'' + \cos -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \cos -7^{\circ} 56' 31,75'' \times \cos 45^{\circ} 57' 56,3''$$

$$= 44^{\circ} 26' 12,75''$$

Praktek 2

Awal waktu Zuhur

$$\text{Lintang Tempat} = 6^{\circ} 59' 32,7 \text{ " LS}$$

$$\text{Bujur Tempat} = 110^{\circ} 21' 26,3 \text{ "}$$

$$\text{Deklinasi} = 10^{\circ} 27' 08 \text{ "}$$

$$\text{Equation of time} = 0^{\circ} 0' 22 \text{ "}$$

$$\text{Meridian Pass} = 12 - \theta$$

$$= 12 - (0^{\circ} 0' 22 \text{ "})$$

$$= 11^{\circ} 59' 38 \text{ "}$$

$$\text{KWD} = (\text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Daerah}) : 15$$

$$= (110^{\circ} 21' 26,3 \text{ "} - 105) : 15$$

$$= -0^{\circ} 21' 25,75 \text{ "}$$

$$\text{Awal waktu zuhur} = \text{MP} + \text{KWD}$$

$$= 11^{\circ} 59' 38 \text{ "} + (-0^{\circ} 21' 25,75 \text{ "})$$

$$= 11^{\circ} 38' 12,25 \text{ "}$$

$$= 11:38 \text{ WIB}$$

Awal waktu Ashar

$$\text{Lintang Tempat} = 6^{\circ} 59' 32,7'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur Tempat} = 110^{\circ} 21' 26,3''$$

$$\text{Deklinasi} = 10^{\circ} 29' 46''$$

$$\text{Equation of time} = 0^{\circ} 0' 24''$$

$$Z_m = \text{Deklinasi} - \text{Lintang Tempat}$$

$$= 10^{\circ} 29' 46'' - (-6^{\circ} 59' 32,7'')$$

$$= 17^{\circ} 29' 18,7''$$

$$\text{Cotan } h_a = \tan z_m + 1$$

$$= \tan 17^{\circ} 29' 18,7'' + 1$$

$$= 37^{\circ} 14' 02,74''$$

$\cos t_o = \sin h_a : \cos \text{lintang tempat} : \cos \text{deklinasi} - \tan \text{lintang tempat} \times \tan \text{deklinasi}$

$$= \sin 37^{\circ} 14' 02,74'' : \cos 6^{\circ} 59' 32,7'' - \tan 6^{\circ} 59' 32,7'' \times \tan 10^{\circ} 29' 46''$$

$$= 49^{\circ} 59' 22,41''$$

$$t_o = 49^{\circ} 59' 22,41'' : 15$$

$$= 3^{\circ} 19' 57,49''$$

$$\begin{aligned}
 \text{Awal waktu Ashar} &= 12 - \text{equation} + \text{KWD} + \text{to} \\
 &= 12 - (0^\circ 0' 24'') + (-0^\circ 21' 25,75'') + 3^\circ 19' 57,49'' \\
 &= 14: 58: 07,74
 \end{aligned}$$

Koreksi

$$\text{Awal waktu Zuhur} = 11:38$$

Ambil data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\text{Deklinsi 1} = 10^\circ 26' 15''$$

$$\text{Deklinasi 2} = 10^\circ 27' 08''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$\begin{aligned}
 &= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1} \\
 &= (10^\circ 27' 08'' - 10^\circ 26' 15'') \times 0^\circ 38' + 10^\circ 26' 15'' \\
 &= 10^\circ 26' 48,57''
 \end{aligned}$$

$$\text{Equation 1} = 0^\circ 0' 21''$$

$$\text{Equation 2} = 0^\circ 0' 22''$$

Interpolasi equation

$$\begin{aligned}
 &= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1} \\
 &= (0^\circ 0' 22'' - 0^\circ 0' 21'') \times 0^\circ 38' + 0^\circ 0' 21'' \\
 &= 0^\circ 00' 21,63''
 \end{aligned}$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((11^\circ 38' + 0^\circ 00' 21,63'') \times 15 - 105 + 110^\circ 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 0^\circ 03' 09,2''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif sin} (\sin \text{lintang tempat} \times \sin \text{deklinasi} + \cos \text{lintang tempat} \times \cos \text{deklinasi} \times \cos \text{ha})$$

$$= \text{shif sin} (\sin -6^\circ 59' 32,7'' \times \sin 10^\circ 26' 48,57'' + \cos -6^\circ 59' 32,7'' \times \cos 10^\circ 26' 48,57'' \times \cos 0^\circ 03' 09,2'')$$

$$= 72^\circ 33' 38,45''$$

$$\text{Awal waktu Ashar} = 14:58 \text{ wib}$$

Ambil data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\text{Deklinsi 1} = 10^\circ 28' 53''$$

$$\text{Deklinasi 2} = 10^\circ 29' 46''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1}$$

$$= (10^\circ 29' 46'' - (10^\circ 28' 53'')) \times 0^\circ 58' + (10^\circ 28' 53'')$$

$$= 10^\circ 29' 44,23''$$

$$\text{Equation 1} = 0^{\circ} 0' 23''$$

$$\text{Equation 2} = 0^{\circ} 0' 24''$$

Interpolasi equation

$$= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1}$$

$$= (0^{\circ} 0' 24'' - 0^{\circ} 0' 23'') \times 0^{\circ} 58' + 0^{\circ} 0' 23''$$

$$= 0^{\circ} 0' 23,97''$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((14^{\circ} 58' + 0^{\circ} 0' 23,97'') \times 15 - 105 + 110^{\circ} 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 49^{\circ} 57' 25,8''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif sin} (\sin \text{lintang tempat} \times \sin \text{deklinasi} + \cos \text{lintag tempat} \times \cos \text{deklinasi} \times \cos \text{ha}$$

$$= \text{shif sin} (\sin -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \sin 10^{\circ} 29' 44,23'' + \cos -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \cos 10^{\circ} 29' 44,23'' \times \cos 49^{\circ} 57' 25,8''$$

$$= 37^{\circ} 16' 49,13''$$

Praktek 3

Awal waktu Zuhur

$$\text{Lintang Tempat} = 6^{\circ} 59' 32,7'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur Tempat} = 110^{\circ} 21' 26,3''$$

$$\text{Deklinasi} = 11^{\circ} 50' 12''$$

$$\text{Equation of time} = 0^{\circ} 1' 14''$$

$$\text{Meridian Pass} = 12 - \delta$$

$$= 12 - 0^{\circ} 1' 14''$$

$$= 11^{\circ} 48' 46''$$

$$\text{KWD} = (\text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Daerah}) : 15$$

$$= (110^{\circ} 21' 26,3'' - 105) : 15$$

$$= -0^{\circ} 21' 25,75''$$

$$\text{Awal waktu zuhur} = \text{MP} + \text{KWD}$$

$$= 11^{\circ} 48' 46'' + (-0^{\circ} 21' 25,75'')$$

$$= 11^{\circ} 37' 20,25''$$

$$= 11: 37 \text{ WIB}$$

Awal waktu Ashar

$$\text{Lintang Tempat} = 6^{\circ} 59' 32,7'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur Tempat} = 110^{\circ} 21' 26,3''$$

$$\text{Deklinasi} = 11^{\circ} 52' 45''$$

$$\text{Equation of time} = 0^{\circ} 1' 15''$$

$$Z_m = \text{Deklinasi} - \text{Lintang Tempat}$$

$$= 11^{\circ} 52' 45'' - (-6^{\circ} 59' 32,7'')$$

$$= 18^{\circ} 52' 17,7''$$

$$\text{Cotan } h_a = \tan z_m + 1$$

$$= \tan 18^{\circ} 52' 17,7'' + 1$$

$$= 36^{\circ} 41' 43,82''$$

$$\text{Cos } t_o = \sin h_a : \cos \text{ lintang tempat} : \cos \text{ deklinasi} - \tan \text{ lintang tempat} \times \tan \text{ deklinasi}$$

$$= \sin 36^{\circ} 41' 43,82'' : \cos -6^{\circ} 59' 32,7'' : \cos 11^{\circ} 52' 45''$$

$$- \tan 6^{\circ} 59' 32,7'' \times \tan 11^{\circ} 52' 45''$$

$$= 50^{\circ} 07' 56,7''$$

$$t_o = 50^{\circ} 07' 56,7'' : 15$$

$$= 3^{\circ} 20' 31,78''$$

$$\begin{aligned}
\text{Awal waktu Ashar} &= 12 - \text{equation} + \text{KWD} + \text{to} \\
&= 12 - 0^\circ 1' 15'' + (-0^\circ 21' 25,75'') + 3^\circ 20' 31,78'' \\
&= 14: 57: 51,03
\end{aligned}$$

Koreksi

$$\text{Awal waktu Zuhur} = 11:37$$

Ambil data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\text{Deklinsi 1} = 11^\circ 49' 21''$$

$$\text{Deklinasi 2} = 11^\circ 50' 12''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1}$$

$$= (11^\circ 50' 12'' - 11^\circ 49' 21'') \times 0^\circ 37' + 11^\circ 49' 21''$$

$$= 11^\circ 49' 52,45''$$

$$\text{Equation 1} = 0^\circ 1' 13''$$

$$\text{Equation 2} = 0^\circ 1' 14''$$

Interpolasi equation

$$= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1}$$

$$= (0^\circ 1' 14'' - 0^\circ 1' 13'') \times 0^\circ 37' + 0^\circ 1' 13''$$

$$= 0^\circ 1' 13,63''$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((11^\circ 37' + 0^\circ 1' 13,63'') \times 15 - 105 + 110^\circ 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 0^\circ 5' 09,45''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif sin} (\sin \text{lintang tempat} \times \sin \text{deklinasi} + \cos \text{lintang tempat} \times \cos \text{deklinasi} \times \cos \text{ha})$$

$$= \text{shif sin} (\sin -6^\circ 59' 32,7'' \times \sin 11^\circ 49' 52,45'' + \cos -6^\circ 59' 32,7'' \times \cos 11^\circ 49' 52,45'' \times \cos 0^\circ 5' 09,45'')$$

$$= 71^\circ 10' 34,15''$$

$$\text{Awal waktu Ashar} = 14:57 \text{ wib}$$

Ambil data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\text{Deklinsi 1} = 11^\circ 51' 54''$$

$$\text{Deklinasi 2} = 11^\circ 52' 45''$$

Interpolasi deklinasi Matahari

$$= (\text{deklinasi 2} - \text{deklinasi 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{deklinasi 1}$$

$$= (11^\circ 52' 45'' - 11^\circ 51' 54'') \times 0^\circ 57' + 11^\circ 51' 54''$$

$$= 11^\circ 52' 42,45''$$

$$\text{Equation 1} = 0^{\circ} 1' 15''$$

$$\text{Equation 2} = 0^{\circ} 1' 15''$$

Interpolasi equation

$$= (\text{equation 2} - \text{equation 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{equation 1}$$

$$= (0^{\circ} 1' 15'' - 0^{\circ} 1' 15'') \times 0^{\circ} 57' + 0^{\circ} 1' 15''$$

$$= 0^{\circ} 1' 15''$$

Sudut waktu Matahari (ha)

$$= \text{Abs}((\text{waktu observasi} + \text{equation}) \times 15 - \text{bujur daerah} + \text{bujur tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((14^{\circ} 58' + 0^{\circ} 1' 15'') \times 15 - 105 + 110^{\circ} 21' 26,3'' - 180)$$

$$= 49^{\circ} 55' 11,3''$$

Tinggi Matahari

$$= \text{Shif sin} (\sin \text{lintang tempat} \times \sin \text{deklinasi} + \cos \text{lintag tempat} \times \cos \text{deklinasi} \times \cos \text{ha}$$

$$= \text{shif sin} (\sin -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \sin 11^{\circ} 52' 42,45'' + \cos -6^{\circ} 59' 32,7'' \times \cos 11^{\circ} 52' 42,45'' \times \cos$$
$$49^{\circ} 55' 11,3''$$

$$= 37^{\circ} 16' 49,13''$$



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Siti Lailatul Farichah
Tempat, Tgl Lahir : Rembang, 13 Agustus 1996
Alamat Asal : Ds. Jolotundo RT 11 RW 05 Kec. Lasem
Kab. Rembang
Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Jl.
Bukit Beringin Lestari blok C21 Wonosari
Ngaliyan Semarang
Email : lailafarichah966@gmail.com

Jenjang Pendidikan:

A. Pendidikan Formal :

1. TK Tejorini II (lulus tahun 2002)
2. SD Jolotundo 1 (lulus tahun 2008)
3. SMP N 1 Lasem (lulus tahun 2011)
4. MA Riyadlotud Thalabah Sedan (lulus tahun 2014)
5. UIN Walisongo Semarang (2014 – 2018)

B. Pendidikan Non Formal :

1. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah (tahun 2013-sekarang)

C. Pengalaman Organisasi :

1. Anggota ASTROFISIKA (Asosiasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak Indonesia Merdeka) tahun 2014 – sekarang
2. Anggota KFPI (Komunitas Falak Perempuan Indonesia)
3. Anggota THR MAJT (Tim Hisab Rukyat Masjid Agung Jawa Tengah) tahun 2015 – sekarang
4. Anggota Bidik Missi Uin Walisongo Semarang tahun 2014-2018

Semarang, Juli 2018

Siti Lailatul Farichah
1402046006