

**UJI AKURASI *BACKSTAFF* DALAM PENENTUAN AWAL
WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:



FRISKA LINIA SARI

1602046026

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2020

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C131 Wonosari Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdri. Friska Linia Sari

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Friska Linia Sari

NIM : 1602046026

Judul Skripsi : **Uji Akurasi *Backstaff* Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Dzuhur dan Ashar**

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

Demikian harap menjadikan maklum dan saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 24 Desember 2020

Pembimbing I



DR. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

NIP: 19720512 199903 1 003

Drs. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I
Jl. Kp. Kebon Arum 78, Kota Semarang Timur 50123

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdri. Friska Linia Sari

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Friska Linia Sari

NIM : 1602046026

Judul Skripsi : **Uji Akurasi *Backstaff* Dalam Penentuan Awal Waktu
Shalat Dzuhur dan Ashar**

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

Demikian harap menjadikan maklum dan saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 24 Desember 2020
Pembimbing II



Drs. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I

NIP: 19650909 199403 2 002

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Alamat : Jl. Prof. DR. H. MKA Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 7601291, 7624691 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-182/Un.10.1/D.1/PP.00.9/1/2021

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

Nama : Friska Linia Sari
NIM : 1602046026
Judul Skripsi : Uji Akurasi Backstaff Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat
Dzuhur Dan Ashar
Pembimbing 1 : Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Pembimbing 2 : Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I.

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

Penguji I / Ketua Sidang : Novita Dewi Masyithoh, S.H., M.H.
Penguji II / Sekretaris Sidang : Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Penguji III : Drs. H. Maksun, M.Ag.
Penguji IV : Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.

dan dinyatakan LULUS serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S.1) pada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.

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

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

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

Semarang, 13 Januari 2021
Ketua Program Studi,

Moh. Khasan, M. Ag.

MOTTO

..... إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا ﴿٤٣﴾

“..... *Sesungguhnya shalat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman*”.¹ (Q.S. An-Nisa' [4]: 103)

¹ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, (Bandung: Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 95

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua

Bapak Lilik Aslori dan Ibu Suwarni

Beliau berdua yang selalu menuntun, memotivasi dan mendoakan tanpa henti setiap perjalanan penulis dari kecil sampai sekarang.

Adik

Karil Hari Latu

Dia-lah alasan penulis untuk senantiasa berusaha menjadi teladan dan contoh yang baik sebagai seorang kakak.

Dan

Para Guru Penulis

Guru-guru mulya yang telah membekali ilmu pengetahuan dengan ikhlas dari awal menimba ilmu sampai sekarang ini. Semoga senantiasa dapat mengalirkan amal jariyah kepada beliau semua.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, 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, 24 Desember 2020

Deklarator,



Friska Linia Sari

1602046026

PEDOMAN TRANSLITERASI

A. Konsonan

Arab	Latin	Arab	Latin
ء	a	ض	dl
ب	b	ط	th
ت	t	ظ	zh
ث	ts	ع	'
ج	j	غ	gh
ح	h	ف	f
خ	kh	ق	q
د	d	ك	k
ذ	dz	ل	l
ر	r	م	m
ز	z	ن	n
س	s	و	w
ش	sy	هـ	h
ي	h	ي	y

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

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

F. Ta' Marbutah

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

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi, para praktisi falak menggunakan bahkan memodifikasi alat-alat pelayaran ke dalam khazanah keilmuan dalam Ilmu Falak. Salah satu alat pelayaran yang pernah digunakan dalam Ilmu Falak yaitu *sextant*. Ada lagi alat pelayaran kuno yang belum banyak orang ketahui yaitu *backstaff*. Namun di pelayaran tidak digunakan lagi, karena dianggap kuno dan sudah muncul banyak alat yang lebih canggih, modern dan akurat. Di Indonesia alat ini belum ada. Oleh karena itu penulis ingin memunculkan, mereformulasi *backstaff* dalam khasanah keilmuan dalam ilmu falak.

Backstaff adalah alat navigasi pelayaran yang digunakan untuk mengukur ketinggian benda langit, khususnya Matahari dan Bulan. Ketika mengamati Matahari, posisi pengamat membelakangi Matahari, hal ini sesuai dengan nama alatnya yaitu back-staff, kemudian pengamat mengamati bayangan yang dilemparkan oleh baling-baling bayangan pada baling-baling horizon. Dalam pengamatan tinggi Matahari sangatlah bergantung pada keadaan cuaca yang cerah. *Backstaff* ini menggunakan metode langsung baca pada busur sehingga pengamat bisa langsung mengetahui ketinggian Matahari. Studi ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan: (1) Bagaimana pengaplikasian *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar? (2) Bagaimana tingkat keakuratan *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar?

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan metode kualitatif dengan penelitian lapangan atau *field research*. Dalam hal ini penulis melakukan observasi untuk mengumpulkan data primer. Sedangkan data sekundernya diperoleh dari buku dan jurnal yang berhubungan dengan *Backstaff*. Untuk teknik analisis data, penulis menggunakan metode analisis deskriptif komparatif yaitu menggambarkan hasil penelitian dari *Backstaff* yang divalidasi dengan *Mizwala* dan hasil perhitungan *Ephemeris* 2020 dalam penentuan ketinggian Matahari yang berkaitan dengan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selisih waktu Dzuhur yaitu dari $0^{\circ} 05' 45,69''$ sampai $0^{\circ} 12' 14,31''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 07' 12,49''$ sampai $0^{\circ} 09' 30,42''$. Ini merupakan hasil penelitian *backstaff* yang divalidasi dengan *mizwala*. Sedangkan hasil penelitian *backstaff* yang dikoreksi dengan perhitungan *Ephemeris* memiliki selisih yaitu waktu Dzuhur $0^{\circ} 01' 46,43''$ sampai $0^{\circ} 31' 12,27''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 02' 14,81''$ sampai $0^{\circ} 35' 16,24''$. Dari hasil kemelencengan tersebut menunjukkan bahwa *backstaff* masih akurat karena nilai kemelencengan tidak sampai 1 derajat.

Kata kunci: *Backstaff*, Tinggi Matahari, Shalat Dzuhur dan Ashar.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: ***“Uji Akurasi Backstaff Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Dzuhur dan Ashar”*** dengan baik tanpa adanya kendala yang berarti.

Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat serta umatnya dan yang kita nantikan syafa'atnya baik di dunia maupun di akhirat kelak.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis secara pribadi. Akan tetapi semua itu dapat terwujud berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Lilik Aslari dan Ibu Suwarni atas segala doa, dukungan dan kasih sayang yang selama ini mengalir tanpa henti kepada penulis dan segenap keluarga penulis yang senantiasa memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., selaku pembimbing I, dan Ibu Drs. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I., selaku pembimbing II, terimakasih atas segala waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, koreksi dan arahan dengan tulus dan ikhlas dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Slamet Hambali, M.S.I dan Bapak Ahmad Fuad Al-Anshary, selaku dosen wali yang selalu memberikan bimbingan, arahan serta ilmunya kepada penulis.
4. Ketua Jurusan Ilmu Falak beserta staf-stafnya atas segala bimbingan, bantuan dan kerjasamanya.

5. Seluruh Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum khususnya dan Dosen UIN Walisongo secara umum atas ilmu dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis.
6. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang, khususnya kepada pak kyai Ahmaad Izzuddin dan bu nyai Aisyah Andayani, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis untuk menjadi santri yang sukses, sholeh dan selamat.
7. Keluarga Besar Ilmu Falak B 2016, terimakasih untuk kebersamaan dan pengalaman yang akan selalu dirindukan.
8. Teman-teman KKN KE-73 Posko 32 Desa Keseneng, Kabupaten Semarang, terimakasih atas kebersamaan dan pengalaman yang tak terlupakan.
9. Bapak Zarkoni dan Keluarga yang telah membantu dalam pembuatan alat *backstaff*.
10. Teman-teman Sayyidatuna Hafshoh yang telah menyemangati untuk lulus dan telah menjadi keluarga di tanah rantau : Mba Makhturoh, Mba Labib, Putri, Nisful, Isna, Ilma, Shofi, Riza, Ullayya, Sofiatun, Tiara, Arinda, Muslimah.
11. Keluarga Candra Birawa Padma Pertiwi Angkatan 2014/2015 yang selalu menjadi teman terbaik, yang selalu memotivasi menjadi orang yang lebih baik, yang selalu menyemangati untuk cepat lulus, semoga menjadi sahabat *antiljannah*.
12. Seluruh pihak-pihak yang turut dalam mensukseskan proses penelitian penulis yaitu Mas Riza, Maulida, Arsyita, Yumna, Dian, Aping, Fikri, Afiq, Mas Didin, Ikmal.
13. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan serta do'anya kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo yang tidak bisa disebut 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 menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 24 Desember 2020

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Friska Linia Sari', with a stylized flourish at the end.

Friska Linia Sari
1602046026

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI	vi
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Telaah Pustaka	7
F. Metode Penelitian	10
G. Sistematika Penulisan Skripsi.....	13
BAB II TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR	
A. Fiqh Waktu Shalat	15
1. Pengertian Shalat	15
2. Dasar Hukum Waktu Shalat	18
3. Pendapat Ulama tentang Awal dan Akhir Waktu Shalat.....	22
B. Konsep Astronomi Waktu Shalat	24
1. Waktu Shalat Dzuhur.....	24
2. Waktu Shalat Ashar	26
3. Waktu Shalat Maghrib.....	26
4. Waktu Shalat Isya'	26

5. Waktu Shalat Subuh	27
C. Metode Perhitungan Waktu Shalat	28
1. Input Data	28
2. Proses Perhitungan	36
3. Rumus Perhitungan Awal Waktu Shalat	41
BAB III REFORMULASI BACKSTAFF	
A. Sejarah Backstaff	44
B. Gambaran <i>Backstaff</i> secara Umum.....	49
C. Bagian- Bagian <i>Backstaff</i>	51
D. Pembuatan <i>Backstaff</i>	56
E. Langkah-langkah dalam Penentuan Tinggi Matahari.....	58
BAB IV ANALISIS UJI AKURASI BACKSTAFF DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR	
A. Analisis Pengaplikasian <i>Backstaff</i> dalam Penentuan Tinggi Matahari.....	60
B. Analisis Akurasi <i>Backstaff</i> dalam Penentuan Awal Waktu Dzuhur dan Ashar	62
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
C. Penutup	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagian <i>Backstaff</i> dan Penggunaan <i>Backstaff</i>	1
Gambar 1.2 Gambar <i>Backstaff</i>	3
Gambar 2.1 Lintang	29
Gambar 2.2 Bujur	30
Gambar 2.3 Bujur Derah	30
Gambar 2.4 Deklinasi Matahari	33
Gambar 2.5 Semidiameter Matahari	34
Gambar 2.6 Refraksi	35
Gambar 2.7 Ufuk	39
Gambar 2.8 Ketinggian Matahari	40
Gambar 3.1 <i>Backstaff</i> 45 derajat	47
Gambar 3.2 <i>Backstaff</i> 90 derajat	48
Gambar 3.3 Pembidikan Matahari dengan <i>Backstaff</i>	49
Gambar 3.4 Gambar <i>Backstaff</i> 2 Dimensi	52
Gambar 3.5 Gambar <i>Backstaff</i> 3 Dimensi	52
Gambar 3.6 Busur 30 derajat	53
Gambar 3.7 Busur 60 derajat	54
Gambar 3.8 Baling-baling Horizon	54
Gambar 3.9 Baling-baling Penglihatan	55
Gambar 3.10 Baling-baling Bayangan	56
Gambar 4.1 Mencari Tinggi Matahari Waktu Dzuhur	64
Gambar 4.2 Mencari Tinggi Matahari Waktu Ashar	65
Gambar 4.3 Mencari Tinggi Matahari Waktu Dzuhur di Kapal	66
Gambar 4.4 Mencari Tinggi Matahari Waktu Ashar di Kapal	67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Tinggi Matahari Waktu Dzuhur.....	64
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Tinggi Matahari Waktu Ashar	64
Tabel 4.3 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Pertama.....	66
Tabel 4.4 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Kedua.....	67
Tabel 4.5 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Ketiga	68
Tabel 4.6 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Keempat.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring perkembangan teknologi, para praktisi falak menggunakan bahkan memodifikasi alat-alat pelayaran ke dalam khazanah keilmuan dalam Ilmu Falak. Salah satu alat pelayaran yang pernah digunakan dalam Ilmu Falak yaitu *sextant*¹. Ada lagi alat pelayaran kuno yang belum banyak orang ketahui yaitu *backstaff*. Namun di pelayaran tidak digunakan lagi, karena dianggap kuno dan sudah muncul banyak alat yang lebih canggih, modern dan akurat. Di Indonesia alat ini belum ada. Oleh karena itu penulis ingin memunculkan, mereformulasi *backstaff* dalam khasanah keilmuan dalam ilmu falak.

Backstaff adalah alat navigasi yang digunakan untuk mengukur ketinggian benda langit, khususnya Matahari dan Bulan. Ketika mengamati Matahari, posisi pengamat membelakangi Matahari, hal ini sesuai dengan nama alatnya yaitu back-staff, kemudian pengamat mengamati bayangan yang dilemparkan oleh baling-baling atas pada bilah cakrawala. *Backstaff* ditemukan oleh navigator Inggris John Davis pada tahun 1595. Namun alat ini dikenal setelah *crossstaff*.² *Crossstaff* merupakan sebuah alat pengukur yang sangat tua, terkadang disebut *Jacob's staff*. *crossstaff* digunakan untuk

¹ *Sextant* merupakan sebuah alat navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi kapal dengan cara mengukur ketinggian benda langit diatas cakrawala. Siti Lailatul Farichah, "Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar", *Skripsi Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang*, (Semarang, 2018), 1, tidak dipublikasikan.

² *Crossstaff* merupakan alat terdiri dari staf yang panjang dengan baling yang tegak lurus yang meluncur bolak-balik di atasnya. Staf ditandai dengan pengukuran tingkatan dihitung dengan trigonometri. Duane A. Cline, "[The Pilgrims & Plymouth Colony: 1620](http://sites.rootsweb.com/~mosmd/crstaff.htm)" <http://sites.rootsweb.com/~mosmd/crstaff.htm> diakses pada tanggal 4 Maret 2020.

membaca ketinggian Matahari, bintang kutub, atau benda langit lainnya. *Crossstaff* diperkenalkan di laut oleh *Potuguese* sekitar tahun 1515.³

Backstaff tidak berkembang lagi setelah kemunculan *oktan*. *Oktan* ini muncul pada tahun 1731, ditemukan oleh John Hadley. Alat ini terdiri dari rangka kayu berbentuk seperdelapan lingkaran, dengan bandul penunjuk poros/ ujung lancip rangka. Di poros bandul terdapat cermin yang akan bergerak mengikuti ayunan bandul. Cermin kedua, setengah kaca tembus pandang dan setengah cermin lagi terletak di salah satu rangka kayu. Pada satu masa di tempat yang berbeda, Thomas Godfrey, tukang kayu dari Philadelphia juga menciptakan alat seperti *oktan* yaitu *sextant*. *Sextant* ini bisa mengukur hingga 120 derajat sedangkan *oktan* hanya bisa mengukur hingga 45 derajat saja.⁴

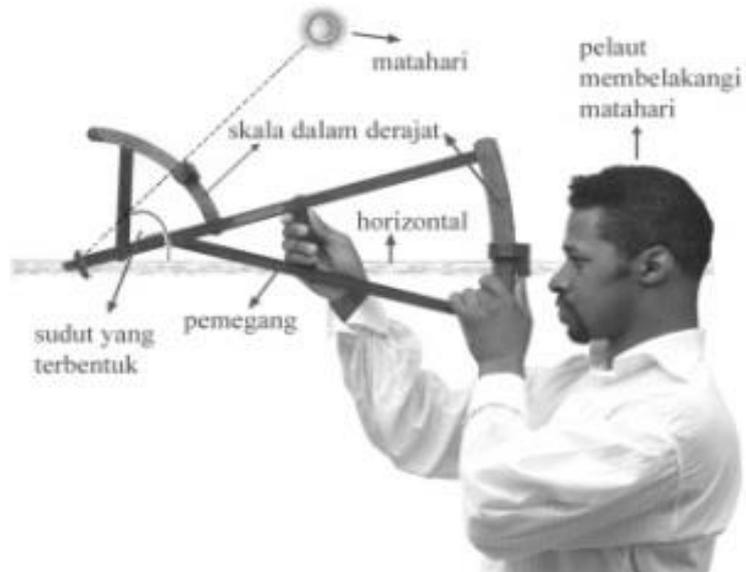
Secara umum *Backstaff* terdiri dari dua buah rangka segitiga, rangka besar dengan skala 30 derajat, sedangkan rangka kecil dengan skala 60 derajat. Cara menggunakannya dengan berdiri membelakangi Matahari, kemudian pengamat memperhatikan horizon melalui baling-baling penglihatan yang ada pada busur bawah yaitu busur yang mempunyai skala 30 derajat. Selanjutnya pengamat menggeser-geser baling-baling bayangan pada busur atas (busur yang mempunyai skala 60 derajat sampai bayangan Matahari jatuh pada baling-baling horizon. Kemudian jumlahkan angka yang ditunjukkan skala rangka besar dan kecil. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari.⁵

³ Robert Bud, “*Instruments of Science An Historical Encyclopedia*”, Jurnal : Garland Publishing, Inc. 1998, 159.

⁴ <https://www.scribd.com/document/361212249/Celestial-Navigation>, diakses pada 10 Maret 2020

⁵<https://exploration.marinersmuseum.org/object/back-staff/> diakses pada 4 Maret 2020

Gambar 1.1 Bagian *Backstaff* dan Penggunaan *Backstaff*



Sumber: <https://exploration.marinersmuseum.org/object/back-staff/>

Gambar 1.2 Gambar *Backstaff*



Sumber: <https://www.penobscotmarinemuseum.org/pbho-1/collection/backstaff-reproduction>

Dilihat dari fungsi *backstaff* yaitu untuk menentukan ketinggian Matahari, sedangkan ketinggian Matahari merupakan salah satu data yang digunakan untuk menentukan awal waktu shalat. Prinsip dalam penentuan awal waktu shalat itu berkaitan dengan posisi Matahari, fenomena awal fajar (*morning twilight*), Matahari terbit (*sunrise*), Matahari melintasi meridian (*culmination*), Matahari terbenam (*sunset*) dan akhir senja (*evening twilight*)

yang berkaitan dengan tinggi Matahari dan jarak zenith Matahari ($Z_m = 90^\circ - h$).⁶

Tinggi Matahari adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai Matahari. Dalam Ilmu Falak tinggi Matahari disebut *Irtifa'us Syams*. Tinggi Matahari bernilai positif (+) apabila Matahari berada di atas ufuk. Bernilai negative (-) apabila Matahari berada di bawah ufuk.⁷ Ketinggian Matahari ini dapat diketahui dengan metode perhitungan atau melakukan observasi. Banyak instrument-instrument yang dapat digunakan untuk observasi, misalnya *Teleskop*⁸, *Theodolite*⁹, *Tongkat Istiwak*¹⁰, *Sundial*,¹¹ *Astrolabe*,¹² *Rubu' Mujayyab*¹³, dan *Mizwala*¹⁴.

⁶ Susikhnan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), 66.

⁷ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka), 80.

⁸ Teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda langit yang jauh dan kecil, agar menghasilkan bayangan yang besar dan jelas. *Ibid.*, 56.

⁹ Theodolite adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur sudut kedudukan benda langit dalam tata koordinat horizontal, yakni tinggi dan azimuth. Muhyiddin Khazin, *Ibid*, hlm. 83.

¹⁰ Tongkat Istiwak 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. *Ibid*, 84-85.

¹¹ Sundial (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 syamsiyah, serta untuk mengetahui pranotomongso. *Ibid*, 12.

¹² Astrolabe adalah perkakas atau peralatan yang biasa digunakan untuk mengukur kedudukan benda langit pada bola langit. Perkakas ini mula-mula dibuat oleh orang Arab. Pada umumnya perkakas ini terdiri dari satu buah lobang pengintai dan dua buah piringan dengan berskala derajat yang diletakkan sedemikian rupa untuk menyatakan ketinggian dan azimuth suatu benda langit. *Ibid*, 9.

¹³ Rubu' Mujayyab adalah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran yang sangat berguna untuk menghitung fungsi goneometris serta berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. *Ibid.*,16.

Selain dilihat dari sisi astronomi, waktu shalat juga sudah dijelaskan dalam Al-Qur'an. Untuk mengetahui waktu shalat, Allah telah mengutus Malaikat Jibril untuk memberikan arahan kepada Rasulullah SAW tentang waktu-waktu shalat dengan acuan Matahari dan fenomena cahaya langit yang juga disebabkan oleh pancaran sinar Matahari. Jadi petunjuk awal waktu shalat yaitu dengan melihat peredaran semu Matahari.¹⁵ Shalat sangatlah penting bagi umat Islam, karena shalat adalah ibadah yang tidak bisa ditinggalkan dalam keadaan apapun. Shalat merupakan kewajiban bagi seluruh umat muslim dan merupakan perintah langsung dari Allah SWT yang diberikan kepada nabi Muhammad SAW, ketika melaksanakan Isra' Mi'raj. Dalam peristiwa tersebut, Allah memberikan tanggung jawab kepada manusia khususnya umat Muhammad untuk melaksanakan shalat lima waktu dalam sehari semalam, yaitu Subuh, Dzuhur, Ashar, Maghrib dan Isya'. Sebenarnya pelaksanaan ibadah shalat sudah ada pada zaman nabi-nabi sebelum Nabi Muhammad, namun jumlah rakaat dan waktunya berbeda-beda.¹⁶

Melihat dari penjelasan yang telah Penulis bahas sebelumnya, Penulis tertarik untuk mereformulasikan *backstaff* dalam khazanah ilmu falak dan mengetahui lebih lanjut mengenai fungsi *backstaff*, terutama dalam menentukan ketinggian matahari pada awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar. Karena Matahari merupakan salah satu data yang diperlukan dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar. Serta keakurasian *backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar. Penulis menggunakan *Mizwala* untuk memvalidasi keakurasian *backstaff*. Alasan pemilihan

¹⁴ Mizwala adalah jam Matahari yang sudah mengalami modifikasi. Mizwala merupakan alat praktis karya Hendro Setyanto, M.Si untuk menentukan arah kiblat secara praktis dengan menggunakan sinar Matahari. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 72.

¹⁵ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, (Yogyakarta: Teras, 2011), 58.

¹⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 103.

mizwala untuk pembanding yaitu alat *mizwala* dan *backstaff* sama-sama alat klasik, dan *mizwala* ini sering digunakan dalam kajian ilmu falak serta sudah teruji keakurasiannya. Demikianlah penulis mengangkat skripsi mengenai penentuan awal waktu Shalat Dzuhur dan Ashar dengan menggunakan *backstaff*, dengan judul “*Uji Akurasi Backstaff dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Dzuhur dan Ashar*”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaplikasian *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar?
2. Bagaimana tingkat keakuratan *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui bagaimana pengaplikasian *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar?
2. Mengetahui tingkat keakuratan *Backstaff* dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar?

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai literature khazanah ilmu dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur.
2. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan sebuah kontribusi dalam perkembangan ilmu falak di masa yang akan datang.
3. Mengetahui tingkat keakurasi awal waktu shalat Dzuhur dengan menggunakan *Backstaff*.
4. Bagi kalangan akademisi, dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber ilmiah guna melakukan pengkajian lebih lanjut dan mendalam tentang *Backstaff*.

E. Telaah Pustaka

Banyak literatur Ilmu Falak terkait dengan awal waktu shalat, mulai dari perhitungan, pengaplikasian, ikhtiyat serta tingkat akurasi yang dihasilkan oleh beberapa rumus yang ada. Namun masih sedikit bahkan jarang yang membahas mengenai *backstaff*. Ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan masalah awal waktu shalat Dzuhur adalah :

Skripsi Novi Ariyanti yang berjudul “*Penggunaan Klinometer dalam Menentukan Tinggi Awal Waktu Dzuhur dan Ashar*”. Skripsi ini menghasilkan dua temuan penting. Pertama, tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar pada klinometer menggunakan metode observasi, cara penggunaannya adalah dengan mengarahkan ujung klinometer ke objek yang akan dibidik, membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang, kemudian hasil akan langsung terbaca pada busur derajat tersebut. Kedua, tingkat akurasi metode pengukuran tinggi Matahari awal waktu Dzuhur 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° .¹⁷

Skripsi Siti Lailatul Farichah dengan judul : “*Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Dzuhur dan Ashar*”. Skripsi ini menyimpulkan dua kesimpulan yaitu *pertama*, aplikasi penggunaan sextant dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan dua metode. Metode yang pertama membaca langsung pada busur 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. *Kedua*, hasil dari penggunaan *Sextant* dengan *Theodolite* dalam menentukan awal waktu Dzuhur mendapatkan selisih $0^{\circ} 2' 00''$ sampai $0^{\circ} 08' 55''$. Sedangkan hasil dari penggunaan *Sextant* dengan *Theodolite* dalam

¹⁷ Novi Ariyanti, “Penggunaan Klinometer dalam Menentukan Tinggi Awal Waktu Dzuhur dan Ashar”, *Skripsi Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2018), tidak dipublikasikan.

menentukan awal waktu Ashar mendapatkan selisih $0^{\circ} 03' 03''$ sampai $0^{\circ} 05' 37''$. Hasil dari Daftar Ilmu Pelayaran dengan Ephemeris dalam menentukan koreksi tinggi Sejati Matahari awal waktu Dzuhur mendapatkan selisih $0^{\circ} 07' 34,15''$ sampai $0^{\circ} 07' 47,1''$. Selisih masih dalam batas toleransi manakala tidak mencapai 1 derajat, dan hasilnya masih akurat.¹⁸

Skripsi Nur Rohmah berjudul “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Dzuhur dan Ashar*”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar dengan menggunakan *Astrolabe RHI* 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 Dzuhur dan Ashar menggunakan *Astrolabe RHI* dengan praktek di lapangan menggunakan *mizwala* terdapat selisih 0,1 - 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.¹⁹

Skripsi Akatina dengan judul “*Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan*”. Dalam skripsi ini disimpulkan bahwa: Metode penentuan azimuth dan tinggi bulan dengan menggunakan sextant adalah metode langsung baca pada busur derajat sextant. Dengan metode langsung baca pada busur derajat sextant pengguna langsung dapat membaca nilai azimuth dan tinggi bulan dengan lebih teliti dan jelas. Ketelitian yang ditunjukkan pada busur derajat adalah 1 menit. Serta Sextant dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan maya merupakan alat yang akurat. Hasil tinggi bulan maya menggunakan sextant dengan praktek menggunakan theodolite terdapat selisih $00^{\circ} 01'$ sampai $00^{\circ} 30' 40''$ busur derajat. Sedangkan selisih azimuth antara sextant dengan theodolite sebesar $00^{\circ} 00'$

¹⁸ Siti Lailatu Farichah, “Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Dzuhur dan Ashar”, *Skripsi Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2018), 1, tidak dipublikasikan.

¹⁹ Nur Rohmah, “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Dzuhur dan Ashar*”, *Skripsi Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2018), tidak dipublikasikan.

30” sampai 00° 02’ 10””. Selisih tersebut dipengaruhi oleh faktor beda penglihat dan sextant yang mungkin bergerak sedikit saat pengguna bernapas. Untuk tinggi benda sejati, terdapat koreksi sextant. Koreksi sextant berguna untuk mengetahui tinggi benda sejati (hakiki). Hasil tinggi bulan menggunakan sextant yang di koreksi melalui perhitungan menggunakan data Almanak Nautika dengan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris terdapat selisih 0° 0’ 17,8” sampai 0° 9’ 41,84”. Hal ini disebabkan karena penentuan tinggi sejati menggunakan sextant berdasar pada hasil observasi yang kemudian diolah dengan bantuan data Almanak Nautika. Data yang tersaji dalam Almanak Nautika terdapat perbedaan dengan Ephemeris sehingga memungkinkan untuk terjadinya kemelencengan. Data Almanak Nautika hanya tersaji sampai menit sedangkan data Ephemeris tersaji sampai detik.²⁰

Skripsi Muallifah Nur Hidayah dengan judul “*Analisis Metode Hisab Awal Waktu Shalat dalam Kitab Tashil Al-Muamalat Li Ma’rifah Al-Auqat*”. Skripsi ini menyimpulkan mengenai metode hisab awal waktu salat dalam kitab *Tashil al-Muamalat Li Ma’rifah al-Auqat* dan keakuratannya sebagai berikut: Metode hisab yang digunakan dalam kitab *Tashil al-Muamalat Li Ma’rifah al-Auqat* adalah *Hakiki bi Tahqiq*. Perhitungan dalam kitab *Tashil al-Muamalat Li Ma’rifah al-Auqat* menggunakan perhitungan yang masih klasik, yaitu menggunakan daftar logaritma 5 desimal dan penggunaannya masih manual belum diganti dengan rumus trigonometri dengan perhitungan scientific calculator. Data-data yang digunakan bersumber dari kitab *Mathla’ al-Said* dengan epoch Kediri. Nilai *Darajah al-Syams* dan *al-Mail al-Awal* menggunakan perhitungan yang teliti. Apabila dibandingkan dengan data kontemporer mempunyai selisih yang sedikit, yaitu kurang dari 2 derajat untuk *Darajah al-Syams* dan berkisar 37 menit untuk *al-Mail al-Awal*. Koreksi ketinggian tempat yang akan mempengaruhi kerendahan ufuk belum terdapat dalam perhitungan awal waktu salat dalam kitab ini. Acuan waktu

²⁰ Akatina, “Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan”, *Skripsi Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2018), tidak dipublikasikan.

yang digunakan adalah waktu istiwa'. Serta hasil perbandingan hisab waktu salat dalam kitab *Tashil al-Muamalat Li Ma'rifah al-Auqat* dengan Ephemeris mempunyai selisih 0-1 menit untuk waktu salat Asar, Maghrib, Isya, Subuh, Duha dan waktu Terbit. Sedangkan untuk salat Zuhur dan waktu Imsak memiliki selisih yang berkisar 3-4 menit. Selisih tersebut dikarenakan perbedaan data deklinasi, ketinggian Matahari dan perbedaan ketentuan dalam perhitungannya. Selisih terbanyak terdapat pada waktu Zuhur karena terdapat koreksi Daqaiq al-Tamkinyah dan juga waktu Imsak yang dikurang 15 menit dengan waktu Subuh. Namun, selisih-selisih tersebut masih bisa ditolerir karena selisihnya tidak terlalu signifikan. Oleh karena itu, hasil perhitungan waktu salat masih bisa disandingkan dengan perhitungan kontemporer seperti Ephemeris.²¹

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jenis penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif, yaitu metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah dan mengumpulkan data-data dengan melihat fakta-fakta yang ditemukan pada saat penelitian di lapangan.²² Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*) yaitu observasi untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrument penelitian. Observasi disini yaitu melakukan pengamatan Matahari untuk mencari Tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar. Dalam penelitian ini, peneliti menekankan kajian terhadap penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

²¹Mualifah Nur Hidayah, "Analisis Metode Hisab Awal Waktu Shalat dalam Kitab *Tashil Al-Muamalat Li Ma'rifah Al-Auqat*", *Skripsi* Sarjana Strata UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2019), tidak dipublikasikan.

²² Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2015), hlm. 1-3.

2. Sumber Data

Sumber data adalah sumber dari mana data akan digali. Sumber data yang di maksudkan adalah semua informasi yang merupakan benda nyata, sesuatu yang abstrak, peristiwa atau gejala baik secara kuantitatif atau pun kualitatif. Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.²³ Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu :

a. Sumber Primer

Data primer untuk penelitian ini langsung dari sumber yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti. Sumber primer diperoleh melalui observasi menggunakan *Backstaff* untuk mencari tinggi Matahari saat awal waktu Dzuhur dan Ashar. Observasi dilakukan di 2 tempat yaitu di darat (Pelabuhan Kendal) dan di laut (berlayar ke Lombok). Untuk pemilihan tempat observasi harus ditempat yang terbuka tidak tehalang oleh pepohonan dan gedung-gedung.

b. Sumber Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari objek penelitian. Sehingga untuk memperjelas penelitian ini, dilakukan praktek pengaplikasian alat *mizwala* untuk mengetahui keakuratan *backstaff*. Selain itu data sekunder diperoleh dari buku dan jurnal yang berhubungan dengan *Backstaff* dan penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi adalah peneliti melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian. Observasi dilakukan terhadap objek yang akan diteliti yaitu Matahari, untuk memperoleh data tinggi Matahari awal

²³ Sukandarrumidi, *Metodologi Penelitian*, (Yogyakarta:Gadjah Mada University Press, 2012), 44.

waktu shalat Dzuhur dan Ashar. Langkah pertama adalah membuat alat *backstaff* sesuai dengan panduan atau langkah-langkah yang terdapat di buku “*The Lo-tech Navigator*”. Selanjutnya mengecek alat apakah sudah akurat atau belum. Pengecekan alat ini harus dilakukan berulang kali agar alat tersebut dinyatakan akurat. Untuk standart keakuratan alat, alat *backstaff* ini disesuaikan dengan panduan yang ada di buku “*The Lo-tech Navigator*”. Sedangkan untuk keakuratan hasil pengamatan disesuaikan dengan instrument *mizwala* dan perhitungan Ephemeris. Supaya hasil pengamatan dinyatakan akurat saat melakukan observasi, pengamat harus tahu bagaimana cara penggunaan *backstaff* dengan tepat. Setelah itu membidik Matahari dengan menggunakan *backstaff*.

b. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan usaha penulis untuk mencari informasi mengenai *backstaff*. Informasi tersebut dapat berbentuk tulisan maupun gambar. Informasi yang berbentuk tulisan misalnya buku-buku, laporan penelitian, jurnal-jurnal, majalah dan sumber-sumber tertulis lainnya baik yang tercetak maupun tidak. Informasi yang berbentuk gambar, misalnya foto. Dalam penelitian ini penulis menggunakan buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan *backstaff* dan awal waktu shalat.

4. Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh sehingga dapat dipahami dengan mudah dan temuannya dapat diinformasikan kepada orang lain²⁴

Data diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Tujuan dari metode tersebut adalah untuk memberi deskripsi

²⁴ Tim Penyusun Fakultas Syari’ah, *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang*, (Semarang: UIN Walisongo, 2019), tidak dipublikasikan.

terhadap objek yang diteliti yaitu menggambarkan hasil yang diperoleh dalam pengamatan menggunakan *backstaff* dan *mizwala*. Berikut adalah proses analisis data, yaitu:

- a. Pengumpulan data, mengumpulkan data tinggi Matahari awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar menggunakan *backstaff*.
- b. Menyamakan data, menyamakan data hasil pengamatan menggunakan *backstaff* dengan hasil pengamatan menggunakan *mizwala* dan perhitungan ephemeris, apakah sama atau berbeda sehingga diketahui selisih antara *backstaff* dengan *mizwala*.
- c. Menyimpulkan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil perbandingan antara *backstaff* dan *mizwala* untuk mengetahui tingkat akurasi *Backstaff*.

G. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan pada penelitian ini akan peneliti susun dalam lima bab, yang terdiri atas:

BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian pustaka, metode penelitian, kerangka teori dan yang terakhir yaitu sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR

Dalam bab ini membahas waktu shalat, yang didalamnya meliputi penjelasan tentang pengertian waktu shalat, waktu-waktu shalat, pandangan ulama' mengenai waktu shalat serta cara atau metode penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

BAB III: REFORMULASI *BACKSTAFF*

Bab ini menjelaskan tentang sejarah *backstaff*, gambaran *backstaff* secara umum, bagian-bagian *backstaff*, fungsi dari *backstaff*, dan pembuatan *backstaff*.

BAB IV: ANALISIS TINGKAT AKURASI *BACKSTAFF* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR

Bab ini merupakan hasil dari analisis penggunaan *backstaff* dalam menentukan tinggi Matahari pada awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar serta uji akurasi tinggi Matahari awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar yang kemudian divalidasi dengan kondisi lapangan dengan menggunakan *mizwala*.

BAB V: PENUTUP

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

BAB II

TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR

A. Fiqh Waktu Shalat

1. Pengertian Shalat

Shalat merupakan ibadah yang sangat penting, sehingga di dalam rukun Islam, shalat menempati urutan kedua setelah syahadat.¹ Shalat menurut bahasa (lughat) berasal dari kata *shala*, *yashilu*, *shalatan*, yang mempunyai makna do'a², sebagaimana yang terkandung dalam Al-Qur'an Surah At-Taubat [9] ayat 103:

خُذْ مِنْ أَمْوَالِهِمْ صَدَقَةً تُطَهِّرُهُمْ وَتُزَكِّيهِمْ بِهَا وَصَلِّ عَلَيْهِمْ إِنَّ
صَلَوَاتِكَ سَكَنٌ لَّهُمْ وَاللَّهُ سَمِيعٌ عَلِيمٌ

“Ambillah zakat dari sebagian harta mereka, dengan zakat itu kamu membersihkan dan mensucikan mereka dan mendoalah untuk mereka. Sesungguhnya doa kamu itu (menjadi) ketenteraman jiwa bagi mereka. dan Allah Maha mendengar lagi Maha Mengetahui.” (Q.S. At-Taubat [9]: 103).

Shalat menurut istilah adalah ibadah yang terdiri dari perkataan dan perbuatan tertentu yang dimulai dengan takbiratul ikhram dan diakhiri dengan salam. Shalat dalam agama Islam menempati kedudukan yang tak dapat ditandingi oleh ibadah manapun. Shalat merupakan tiang agama di mana agama tidak dapat tegak kecuali dengan shalat, Rasulullah bersabda:

عَنْ مُعَاذِ بْنِ جَبَلٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قُلْتُ يَا رَسُولَ اللَّهِ أَخْبِرْنِي بِعَمَلٍ
يُدْخِلُنِي الْجَنَّةَ وَيُبَاعِدُنِي عَنِ النَّارِ، قَالَ: "لَقَدْ سَأَلْتُ عَنْ عَظِيمٍ، وَإِنَّهُ لَيَسِيرٌ
عَلَى مَنْ يَسْرَهُ اللَّهُ عَلَيْهِ: تَعْبُدُ اللَّهَ لَا تُشْرِكُ بِهِ شَيْئًا، وَتُقِيمُ الصَّلَاةَ، وَتُؤْتِي
الرِّزْقَاةَ، وَتَصُومُ رَمَضَانَ، وَتَحُجُّ الْبَيْتَ، ثُمَّ قَالَ: أَلَا أَدُلُّكَ عَلَى أَبْوَابِ
الْخَيْرِ؟ الصَّوْمُ جَنَّةٌ، وَالصَّدَقَةُ تُطْفِئُ الْخَطِيئَةَ كَمَا يُطْفِئُ الْمَاءُ النَّارَ،
وَصَلَاةُ الرَّجُلِ فِي جَوْفِ اللَّيْلِ، ثُمَّ تَلَا: "تَتَجَافَى جُنُوبُهُمْ عَنِ الْمَضَاجِعِ"

¹ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, (Yogyakarta: Teras, 2011), 57.

² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), 77.

حَتَّىٰ بَلَغَ "يَعْمَلُونَ"، [سورة السجدة (٣٢) / الأيتان : ١٦ و ١٧] ثُمَّ قَالَ: أَلَا أُخْبِرُكَ بِرَأْسِ الْأَمْرِ وَعَمُودِهِ وَذُرُوعِهِ وَسَنَامِهِ؟ قُلْتُ: بَلَىٰ يَا رَسُولَ اللَّهِ. قَالَ: رَأْسُ الْأَمْرِ الْإِسْلَامُ، وَعَمُودُهُ الصَّلَاةُ، وَذُرُوعُهُ سَنَامُهُ الْجِهَادُ، ثُمَّ قَالَ: أَلَا أُخْبِرُكَ بِمَلَكَ ذَلِكَ كُلِّهِ؟ قُلْتُ: بَلَىٰ يَا رَسُولَ اللَّهِ، فَأَخَذَ بِلِسَانِهِ وَقَالَ: كُفَّ عَلَيْكَ هَذَا. قُلْتُ: يَا نَبِيَّ اللَّهِ وَإِنَّا لَمُؤَاخِدُونَ بِمَا نَتَكَلَّمُ بِهِ؟ فَقَالَ: تَكَلَّمَ أُمَّكَ وَهَلْ يَكُتُبُ النَّاسَ عَلَىٰ وُجُوهِهِمْ -أَوْ قَالَ عَلَىٰ مَنَاخِرِهِمْ- إِلَّا حَصَائِدُ السِّنِّيهِمْ؟ رواه الترمذي [رقم: ٢٦١٦] وقال حديث حسن صحيح³

“Dari Mu’adz bin Jabal Radhiyallahu anhu, ia berkata “Wahai Rasulullah, jelaskan kepadaku amal perbuatan yang memasukkan ke surga dan menjauhkanmu dari neraka?” Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda, “Sungguh, engkau telah bertanya tentang sesuatu yang besar, namun itu mudah bagi orang yang dimudahkan oleh Allah di dalamnya, yaitu: engkau beribadah kepada Allah dan tidak mempersekutukannya dengan sesuatu apapun, melaksanakan shalat, membayar zakat, berpuasa Ramadhan, dan haji ke Baitullah.” Kemudian Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda, “Maukah engkau aku tunjukkan pintu-pintu kebaikan? Puasa adalah perisai, sedekah memadamkan api, dan shalat seseorang di tengah malam.” Kemudian Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam membaca firman Allah, “Lambung mereka jauh dari tempat tidurnya, mereka berdo’a kepada Rabb-Nya dengan rasa takut dan penuh harap, dan mereka menginfakan sebagian dari rezeki yang Kami berikan kepada mereka. Maka, tidak seorang pun mengetahui apa yang disembunyikan untuk mereka yaitu (bermacam-macam nikmat) yang menyenangkan hati sebagai balasan terhadap apa yang mereka kerjakan.” [As-Sajdah (32): 16-27]. Kemudian beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda “Maukah engkau aku jelaskan tentang pokok segala perkara, tiang-tiang dan puncaknya?” Aku berkata, “Mau, wahai Rasulullah.” Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda “**Pokok segala perkara adalah Islam, tiangnya adalah shalat, dan puncaknya adalah jihad.**” Kemudian beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda “Maukah engkau aku jelaskan mengenai hal yang menjaga itu semua?” Aku menjawab, “Mau, wahai Rasulullah.” Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam memegang lidahnya kemudian bersabda, “Jagalah ini (lidah).” Aku berkata, “Wahai Nabiullah, apakah kita kan disiksa karena apa yang kita katakan?” Beliau Shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda “Mudah-mudahan Allah menyayangi ibumu, wahai Mu’adz, bukanlah manusia terjungkir

³ Muhyiddin Yahya bin Syaraf Nawawi, *Hadits Arba'in Nawawiyah*, (Riyadh: Ta'awuni li ad-Dakwah wa Tau'iyah al-Jaliyah bi ar-Rubuwah, 2010), 86.

di neraka di atas wajah mereka –atau beliau bersabda: di atas hidung mereka- melainkan dengan sebab lisan mereka.” (Diriwayatkan oleh at-Tirmidzi. Beliau mengatakan, Hadits ini Hasan Shahih).

Shalat adalah ibadah yang diwajibkan oleh Allah yang disampaikan langsung kepada Nabi Muhammad pada malam Isra' Mi'raj setelah sembilan tahun Rasulullah diutus menjadi Nabi. Para ahli fiqh sepakat bahwa shalat lima waktu dimulai dengan shalat Dzuhur, karena shalat Dzuhur merupakan shalat yang pertama diperintahkan atau difardhlukan oleh Allah. Setelah shalat Dzuhur diperintahkan shalat Ashar kemudian Maghrib, Isya' dan Subuh. Perintah melaksanakan shalat telah tercantum pada Surah Al-Isra' ayat 78:⁴

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ

قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

“Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) Subuh. Sesungguhnya shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat).” (Q.S. Al-Isra' [17]: 78).

Ayat Ini menerangkan waktu-waktu shalat. Dimulai setelah tergelincir Matahari untuk waktu shalat Dzuhur dan Ashar, gelap malam untuk waktu Magrib dan Isya. Dan sebelum terbitnya Matahari untuk shalat Subuh.

⁴ Muhammad Jawad Mughniyah, *Al-Fiqh 'ala Al-Mazahib Al-Khamsah*, Ter. Masykur, et al. *“Fiqh Lima Madzhab”*, (Jakarta: Basrie Press, 1991), 111.

2. Dasar Hukum Waktu Shalat

a. Dasar Hukum Al-Qur'an

1) Surah An-Nisa [4] ayat 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ
جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ
كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا ﴿١٠٣﴾

“Maka apabila kamu Telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian apabila kamu Telah merasa aman, Maka Dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman”. (Q.S. An-Nisa' [4]: 103).

Dari ayat di atas menjelaskan bahwa kita diperintahkan untuk selalu ingat kepada Allah (Dzikir kepada Allah) dalam keadaan apapun. Selain itu ada perintah untuk menjalankan shalat, karena shalat merupakan kewajiban bagi orang Islam yang telah ditentukan waktu-waktunya. Sehingga tidak boleh menunda, meninggalkan bahkan melaksanakan shalat tidak pada waktu yang telah ditetapkan, misalnya shalat Dzuhur dilaksanakan di waktu Maghrib.

2) Surah Thoha [20] ayat 130

فَاصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ
الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا ۖ وَمِنْ آنَايِ الْآلِ الْفَسِّحِ وَأَطْرَافِ
الْيَوْمِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ ﴿١٣٠﴾

“Maka sabarlah kamu atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum terbit

Matahari dan sebelum terbenamnya dan bertasbih pulalah pada waktu-waktu di malam hari dan pada waktu-waktu di siang hari, supaya kamu merasa senang. (Q.S. Thoha [20]: 130).

Dari ayat di atas diperintahkan untuk shalat lima waktu dari sebelum terbit Matahari sampai waktu malam. Yang dimaksud قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ adalah shalat Subuh, قَبْلَ غُرُوبِ adalah shalat Ashar, مِنْ أَطْرَافِ النَّهَارِ adalah shalat Maghrib dan shalat Isya', dan أَطْرَافِ النَّهَارِ adalah shalat Dzuhur.

3) Surah Al-Baqarah [2] ayat 43

وَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ وَآتُوا الزَّكَاةَ وَارْكَعُوا مَعَ الرَّاكِعِينَ ﴿٤٣﴾

“Dan Dirikanlah shalat, tunaikanlah zakat dan ruku'lah beserta orang-orang yang ruku'”. (Q.S. Al-Baqarah [2]: 43).

Dalam ayat di atas diperintahkan dengan jelas untuk melaksanakan shalat, zakat dan melaksanakan shalat berjama'ah.

4) Surah Al-Isra [17] ayat 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ ۖ
إِنْ قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

“Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) Subuh. Sesungguhnya shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”. (Q.S. Al-Isra [17]: 78).

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa kita diperintahkan untuk shalat lima waktu dalam sehari semalam mulai sesudah Matahari tergelincir sampai gelapnya malam. Dalam ayat لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ mengandung kewajiban shalat yaitu Dzuhur, Ashar, Maghrib dan Isya'.

5) Surah Hud [11] ayat 114

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ
يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ ذَلِكَ ذِكْرٌ لِلذَّاكِرِينَ ﴿١١٤﴾

“Dan Dirikanlah sembahyang itu pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bahagian permulaan daripada malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan (dosa) perbuatan-perbuatan yang buruk. Itulah peringatan bagi orang-orang yang ingat”. (Q.S. Hud [11]: 114).

Seperti yang di kutip oleh Moelki Fahmi Ardliansyah dalam skripsi “Studi Akurasi Penggunaan Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Shalat”, Kalimat طَرَفِي النَّهَارِ tepi siang “pagi dan petang”, mujahid berkata, “Tepi yang pertama adalah salat Subuh dan yang kedua adalah salat Zuhur dan Asar”. Pendapat ini dipilih oleh Ibnu Atiyyah Al-Ṭabari menegaskan bahwa yang dimaksud dengan kedua tepi itu adalah Subuh dan Magrib. Sedangkan kalimat زُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ dalam tafsir al-Misbah, kata (زُلْفًا) merupakan jama’ dari kata (زلفة) berarti waktu-waktu yang saling berdekatan, ada yang memahami sebagaimana berdekatan antara Makkah dan Arafah dalam hal lempar jumroh yang disebut dengan Muzdalifah. Atas dasar tersebut para ulama sepakat waktu salat yang dimaksud adalah shalat yang dilaksanakan pada waktu gelap yaitu magrib dan Isya’.⁵

b. Dasar Hukum Hadits

1) Hadis riwayat Jabir bin Abdullah r.a

عن جابر بن عبد الله رضي الله عنه قال ان النبي ﷺ جاءه جبريل عليه السلام فقال له قم فصله فصلى الظهر حتى زالت الشمس ثم

⁵ Moelki Fahmi Ardliansyah, “Studi Akurasi Penggunaan Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Shalat”, *Skripsi Sarjana Program Strata 1 UIN Walisongo Semarang*, (Semarang, 2015), 24, tidak dipublikasikan.

جاءه العصر فقال قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شيء مثله ثم جاءه المغرب فقال قم فصله فصلى المغرب حين وجبت الشمس ثم جاءه العشاء فقال قم فصله فصلى العشاء حين غاب الشفق ثم جاءه الفجر فقال قم فصله فصلى الفجر حين برق الفجر وقال سطع البحر ثم جاءه بعد الغد للظهر فقال قم فصله فصلى الظهر حين صار ظل كل شيء مثله ثم جاءه العصر فقال قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شيء مثليه ثم جاءه المغرب وقتنا واحدا لم يزل عنه ثم جاءه العشاء حين ذهب نصف الليل اوقال ثلث الليل فصلى العشاء حين جاءه حين اسفر جدا فقال قم فصله فصلى الفجر ثم قال ما بين هذين الوقتين وقت⁶ (رواه احمد والنسائي والترمذي ينحوه)

“Dari Jabir bin Abdullah r.a. berkata telah datang kepada Nabi saw, Jibril a.s lalu berkata kepadanya ; bangunlah! lalu salatlah, kemudian Nabi saw salat Zuhur di kala Matahari tergelincir. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Asar lalu berkata : bangunlah lalu salatlah!. Kemudian Nabi saw salat Asar di kala bayang-bayang sesuatu sama dengannya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Magrib lalu berkata : bangunlah lalu salatlah, kemudian Nabi saw salat Magrib di kala Matahari terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Isya lalu berkata : bangunlah dan salatlah! Kemudian Nabi salat Isya di kala Matahari telah terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu fajar lalu berkata : bangunlah dan salatlah! kemudian Nabi saw salat fajar di kala fajar menyingsing. Ia berkat : di waktu fajar bersinar. Kemudian ia datang pula esok harinya pada waktu Zuhur, kemudian berkata kepadanya : bangunlah lalu salatlah, kemudian Nabi saw salat Zuhur di kala bayang-bayang sesuatu sama dengannya. Kemudian datang lagi kepadanya di waktu Asar dan ia berkata : bangunlah dan salatlah! kemudian Nabi saw salat Asar di kala bayangbayang Matahari dua kali sesuatu itu. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Magrib dalam waktu yang sama, tidak bergeser dari waktu yang sudah. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Isya di kala telah lalu separuh malam, atau ia berkata : telah hilang sepertiga malam, Kemudian Nabi saw salat Isya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di kala telah bercahaya benar dan ia berkata ; bangunlah lalu salatlah, kemudian Nabi salat fajar. Kemudian Jibril

⁶ Al-Hafiz Jalal al-Din al-Suyuthi, *Sunan al-Nasa'i*, (Beirut – Libanon : Dar al-Kutub alAlamiah, t.th), 263.

berkata : saat dua waktu itu adalah waktu salat.” (HR. Imam Ahmad, Nasa’i dan Thirmizi).

2) Hadits riwayat Abdullah bin Amar r.a

عن عبد الله بن عمر رضي الله عنه قال ان النبي صلى الله عليه وسلم قال وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ العَصْرُ وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَّ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغْرِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ⁷
(رواه مسلم)

“Dari Abdullah bin Amar r.a. berkata: Sabda Rasulullah SAW: waktu Dzuhur apabila Matahari tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu Ashar. Waktu Ashar selama Matahari belum menguning. Dan waktu Maghrib selama mega merah belum hilang. Waktu Isya’ sampai tengah malam. Waktu Subuh mulai terbit fajar selama Matahari belum terbit” (HR. Muslim).

3. Pendapat Ulama tentang Awal dan Akhir Waktu Shalat

Para ulama’ sepakat bahwa shalat tidak boleh dilaksanakan sebelum memasuki waktunya, karena mengetahui masuknya waktu shalat merupakan syarat sah shalat. Berikut adalah pendapat ulama tentang awal dan akhir waktu shalat.

a. Waktu Dzuhur

Pada hadits yang diriwayatkan oleh Jabir, disebutkan bahwa Malaikat Jibril datang menyuruh Nabi shalat Dzuhur pada hari pertama setelah tergelincir Matahari, dan datang lagi di waktu Ashar saat bayangan benda sama dengan benda tersebut. Pada hari kedua, Malaikat Jibril datang menyuruh shalat Dzuhur pada waktu bayangan benda sama dengan benda itu sendiri, tepat pada waktu melakukan shalat Ashar pada hari pertama.

Para ulama sependapat bahwa penentuan awal waktu Dzuhur, adalah pada saat tergelincirnya Matahari. Sedangkan dalam

⁷ Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj al-Qusyairy, *Shahih Muslim*, (Beirut – Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.th), 427.

menentukan akhir waktu Dzuhur ada beberapa pendapat, menurut Imam Mâlik, Syâfi‘i, Abu Tsaur dan Daud Adz-dhahiri akhir waktu Dzuhur yaitu sampai panjang bayang-bayang sebuah benda sama dengan panjang bendanya. Menurut Imam Abu Hanifah yaitu ketika bayang-bayang benda sama dengan dua kali bendanya.⁸

b. Waktu Ashar

Menurut jumhur ulama, awal waktu shalat Ashar dimulai dengan panjang bayangan suatu benda sama dengan aslinya dan ditambah dengan bayangan pada saat zawal. Masuknya waktu Ashar merupakan tanda berakhirnya waktu shalat Dzuhur. Menurut Abu Hanifah, awal waktu Ashar dimulai ketika panjang bayangan suatu benda dua kali dari panjang aslinya. Waktu Ashar berakhir ketika Matahari akan terbenam, sekira masih bisa melaksanakan satu raka‘at di awal shalatnya, maka itu termasuk waktu Ashar.⁹

c. Waktu Maghrib

Para ulama’ sepakat bahwa awal waktu shalat Maghrib adalah ketika Matahari terbenam. Para ulama’ berbeda pendapat mengenai akhir waktu shalat Maghrib. Menurut Imam Syafi‘i dan Imam Hambali akhir waktu shalat Maghrib itu sampai hilangnya cahaya merah atau mega merah di ufuk barat. Sedangkan menurut Imam Malik adalah waktu shalat Maghrib itu sempit hanya dimulai dari tenggelamnya Matahari sampai diperkirakan melaksanakan shalat Maghrib. Di mana waktunya adalah hanya cukup untuk besuci (wudhlu), adzan, dan melaksanakan shalat tiga raka‘at (shalat Maghrib) serta tidak boleh mengakhirinya (mengundur-undur shalat), ini hanya pendapat Mâliki saja.¹⁰

⁸ Tamhid Amri, “Waktu Shalat Perspektif Syar’i”, *Jurnal Asy-Syari‘ah*, vol. 16, no. 3, Desember 2014, 210-211.

⁹ Encep Abdul Rojak, dkk, “Koreksi Ketinggian Tempat terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung”, *Jurnal Al-Ahkam*, vol. 27, no. 2, Oktober 2007, 251.

¹⁰ Muhammad Jawad Mughniyah, *Al-Fiqh*, 112.

d. Waktu Isya'

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

Ada tiga pendapat untuk akhir waktu Isya', yang *pertama* sampai sepertiga malam (menurut Syâfi'i dan Abu Hanifah), *kedua* sampai separoh malam (menurut Imam Mâlik), dan terakhir sampai terbit fajar (menurut Daud Adz-dhahiri).¹¹

e. Waktu Subuh

Para ulama' sepakat bahwa shalat Subuh dimulai dari terbitnya fajar shadiq sampai terbitnya Matahari. Menurut Imam Malik waktu shalat Subuh ada dua: *pertama*, adalah *ihiyari* (memilih) yaitu dari terbitnya fajar sampai terlihatnya wajah. Yang *kedua* adalah *idhtirari* (terpaksa) yaitu terlihatnya wajah sampai terbitnya Matahari.¹²

B. Konsep Astronomi Waktu Shalat

1. Waktu Shalat Dzuhur

Waktu shalat Dzuhur dimulai ketika tergelincirnya Matahari dari tengah langit (*istiwa' / zawal*) ke arah barat ditandai dengan terbentuknya bayangan suatu benda sesaat setelah posisi Matahari di tengah langit, atau bertambah panjangnya bayangan sesaat setelah posisi Matahari di tengah langit. Yang di maksud tengah langit yaitu tengah-tengah langit diukur dari ufuk timur dan barat.

¹¹ Tamhid Amri, "Waktu, 213.

¹² Muhammad Jawa Mughniyyah, *Al-Fiqh*, 113.

Waktu zawal yaitu ketika Matahari melewati garis zawal/ istiwa'¹³. Waktu zawal ini ada tiga kemungkinan arah bayangan benda yang berdiri tegak.

- a. Arah bayangan berada di utara benda, fenomena ini terjadi ketika Matahari melintasi zawal posisinya berada di belahan langit selatan, azimuth 180° .
- b. Arah bayangan berada di selatan benda, fenomena ini terjadi ketika Matahari melintasi zawal posisinya berada di belahan langit utara, azimuth $0^\circ/ 360^\circ$.
- c. Tidak ada bayangan sama sekali, fenomena ini terjadi ketika Matahari melintasi zawal posisinya tepat berada di atas zenith yakni posisi Matahari berada pada sudut 90° diukur dari ufuk.

Pada saat bayangan berada di utara dan selatan benda, bayangan suatu benda sudah ada pada saat zawal. Sehingga masuknya waktu Dzuhur adalah bertambah panjangnya bayangan suatu benda sesaat setelah zawal. Sedangkan pada saat bayangan tidak ada sama sekali, masuknya waktu Dzuhur adalah ketika terbentuknya/ munculnya bayangan sesaat setelah zawal. Fenomena ini biasanya disebut “Hari Tanpa Bayangan”, karena seolah-olah bayangan menjadi hilang. Di wilayah Pulau Jawa fenomena ini hanya terjadi 2 kali setahun. Yang pertama antara tanggal 28 Februari sampai 4 Maret, sedangkan yang kedua antara 9 Oktober sampai 14 Oktober.¹⁴

Dapat disimpulkan saat zawal bayangan suatu benda itu ada dan panjang bayangan ini berubah sesuai posisi Matahari (deklinasi Matahari) kecuali saat Matahari berada di atas zenit, bayangan benda tidak ada sama sekali.

¹³ Garis zawal/ istiwa' yaitu garis langit yang menghubungkan utara dan selatan.

¹⁴ Ali Mustofa, *Ilmu Falak Kontemporer Ephemeris Bulanarium*, (Kediri: Astro Santri, 2020), 40.

2. Waktu Shalat Ashar

Waktu Ashar dimulai ketika panjang bayangan suatu benda sama dengan panjang bendanya. Dalam perhitungan waktu Ashar panjang bayangan pada awal waktu Dzuhur yang merupakan panjang bayangan minimum perlu diperhitungkan, karena suatu saat mungkin panjang bayangan saat Dzuhur itu lebih panjang dari tinggi benda itu sendiri. Seperti di daerah Madinah yang lintangnya $24^{\circ} 28'$, pada akhir bulan Desember deklinasi Matahari kurang lebih 23° sehingga pada saat Dzuhur sudut Matahari sudah mencapai 47° lebih dan panjang bayangan yang terbentuk sudah melebihi panjang benda itu sendiri. Sehingga waktu Ashar adalah ketika panjang bayangan sama dengan panjang benda tersebut ditambah panjang bayangan saat Dzuhur. Atau lebih singkatnya ketika panjang bayangan dua kali panjang bendanya.¹⁵

3. Waktu Shalat Maghrib

Waktu shalat Maghrib dimulai ketika terbenamnya semua piringan Matahari di ufuk barat yaitu tenggelamnya piringan atas Matahari di ufuk barat. Waktu maghrib berakhir ketika masuk waktu Isya'.

4. Waktu Shalat Isya'

Dimulai ketika hilangnya cahaya merah yang disebabkan terbenamnya Matahari. Waktu Isya' berakhir ketika masuk waktu Subuh. Menurut ahli hisab kita posisi Matahari pada saat itu sekitar -18° dari ufuk barat. Sebagian pendapat lainnya berkisar antara -15° sampai $-17,5^{\circ}$, sedangkan menurut Abu Hanifah yaitu ketika hilangnya cahaya putih di mana posisi Matahari sekitar -19° dari ufuk barat.¹⁶

¹⁵ *Ibid.*, 41.

¹⁶ Ahmad Musonnif, *Ilmu*, 64.

Menurut Ilmu Astronomi, sebagaimana yang dijelaskan oleh Rachim, dikenal istilah masa sesaat setelah matahari terbenam dan sebelum matahari terbit, yaitu twilight yang dibagi menjadi tiga tingkatan¹⁷:

a. *Civil Twilight*

Batas *Civil Twilight* jika Matahari 06 derajat di bawah horizon. Cirinya adalah benda-benda di lapangan terbuka masih tampak batas-batas bentuknya, bintang yang paling terang dapat dilihat.¹⁸

b. *Nautical Twilight*

Batas *Nautical Twilight* adalah Matahari 12 derajat di bawah horizon, jika di laut ufuk hampir tidak kelihatan, maka semua bintang terang dapat dilihat.¹⁹

c. *Astronomical Twilight*

Astronomical Twilight, yakni jika Matahari 18 derajat di bawah ufuk. Pada waktu itu gelap malam sudah sempurna. *Astronomical Twilight* berakhir ketika matahari berada 18 derajat di bawah ufuk, setelah semua sinar Matahari yang tersebar menghilang dari atmosfer bagian atas. Inilah yang dikatakan sebagai batas waktu shalat maghrib atau awal waktu Isya'.²⁰

5. Waktu Shalat Subuh

Waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar shadiq (cahaya keputih-putihan yang menyebar di ufuk timur) sampai terbitnya Matahari. Pada saat itu Matahari berada sekitar 18° di bawah ufuk (jarak zenit ke Matahari = 108° {90° + 18°}). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya fajar shadiq dimulai pada saat posisi Matahari 20° di bawah ufuk.

¹⁷ Ahmad Adib Rofiudin, "Penentuan Hari Dalam Sistem Kalender Hijriyah", *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 26, Nomor 1, April 2016, 126.

¹⁸ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, (Jakarta: Amzah, 2009), 45.

¹⁹ *Ibid.*, 46

²⁰ Ahmad Adib Rofiudin, "Penentuan, 126.

Di Indonesia pada umumnya, shalat Subuh dimulai pada saat kedudukan Matahari 20° di bawah ufuk timur. Hal ini dapat dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia yaitu Saadod'din Djambek yang disebut sebagai *mujaddid al-hisab* (pembaru pemikiran hisab) di Indonesia. Beliau menyatakan bahwa waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar di bawah ufuk timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Menurut beliau dalam ilmu falak, saat tampaknya fajar diartikan dengan posisi Matahari sebesar 20° di bawah ufuk timur.²¹

C. Metode Perhitungan Waktu Shalat

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses perhitungan waktu shalat, sebagai berikut:

1. Input Data

a. Lintang Tempat

Lintang (ϕ) dibaca *fi* adalah jarak dari khatulistiwa²² ke kutub²³, diukur melalui lingkaran kutub ke arah utara disebut lintang utara diberi tanda positif (+) dan ke arah selatan disebut lintang selatan diberi tanda negatif (-).²⁴

Lintang tempat (*Latitude/ 'Ard al-Balad*) adalah jarak tempat dihitung dari Khatulistiwa sebagai titik 0 ke arah utara dan selatan. Untuk tempat yang berada di utara khatulistiwa lintangnya bernilai positif (+) sedangkan yang di selatan bernilai negatif (-). Lintang dinyatakan dengan derajat, menit dan detik busur yaitu 0° di khatulistiwa, 90° di kutub utara, dan -90° di kutub selatan.²⁵

²¹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 68-69.

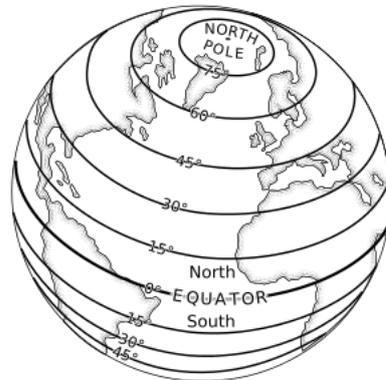
²² Khatulistiwa adalah garis besar yang memotong lingkaran bumi menjadi dua bagian yang sama yaitu belahan bumi utara dan belahan bumi selatan. Ahmad Musonnif, *Ilmu*, 33

²³ Kutub adalah suatu tempat yang menjadi sumbu bumi yang berada di titik utara dan selatan bumi. Titik sebelah utara disebut kutub utara dan titik di sebelah selatan disebut kutub selatan. *Ibid.*, 33

²⁴ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*, (Jakarta: Amzah, 2009), 9

²⁵ Ahmad Musonnif, *Ilmu*, 34-35

Gambar 2.1 Lintang



Sumber: <https://upload.wikimedia.org/>

b. Bujur Tempat

Di permukaan Bumi ini dihayalkan ada lingkaran-lingkaran besar yang ditarik dari kutub utara sampai kutub selatan melewati tempat kita, kemudian kembali lagi ke kutub utara. Lingkaran-lingkaran ini disebut Lingkaran Bujur atau Garis Bujur. Garis bujur itu dapat dibuat sebanyak orang atau tempat yang berjajar dari barat ke timur atau sebaliknya. ada garis bujur yang istimewa yaitu garis bujur yang melewati kota Greenwich di London Inggris, garis bujur ini dijadikan titik pangkal ukur dalam pengukuran bujur tempat, sehingga harga bujur yang melewati kota Greenwich bernilai 0° .²⁶

Bujur adalah Bujur tempat adalah jarak antara garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yang melewati suatu tempat (kota) diukur sepanjang equator (khatulistiwa). Bujur dibagi menjadi dua yaitu bujur timur dan bujur barat. Bujur timur itu diukur dari kota Greenwich ke arah timur, bujur timur bernilai negatif (-). Bujur timur dimulai dari Bujur 0° BT sampai 180° BT. Sedangkan bujur barat diukur dari kota Greenwich ke arah barat, bujur barat bernilai positif (+).²⁷ Bujur Barat dimulai dari Bujur 0° BB sampai 180° BB.

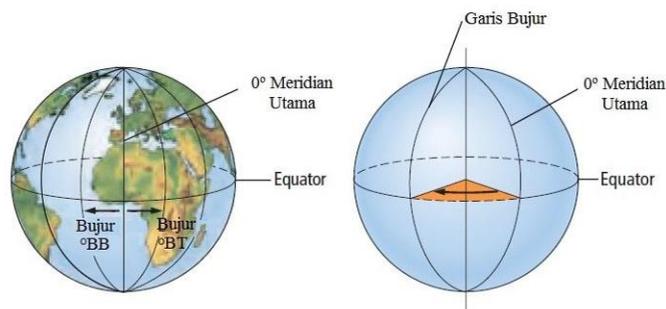
²⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 41.

²⁷ A. Jamil, *Ilmu*, 10

Batas bujur barat dan bujur timur juga merupakan batas hari. Daerah yang mempunyai garis bujur yang sama akan mempunyai waktu yang sama. Akan tetapi berbeda perbandingan siang dan malamnya. Berbeda bujur berbeda pula waktunya sebesar perbedaan bujur keduanya. Setiap perbedaan sebesar 15° akan terjadi perbedaan waktu 1 jam, setiap 1° akan berbeda waktu 4 menit, setiap $15'$ akan berbeda waktu 1 menit, setiap $1'$ akan berbeda waktu 4 detik dan setiap $15''$ akan berbeda waktu 1 detik.²⁸

Dalam ilmu falak bujur tempat dilambangkan dengan λ (*lamdha*). Nilai bujur tempat dapat diperoleh melalui tabel, peta, GPS (*Global Position System*) dan lain-lain.

Gambar 2.2 Bujur



Sumber: <https://www.pelajaran.co.id/>

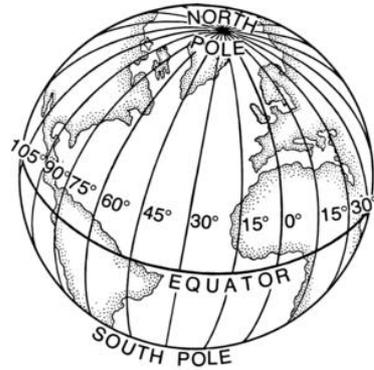
c. Bujur Daerah

Bujur daerah yaitu garis bujur yang berada di suatu daerah dihitung 15° dari Greenwich. Sehingga garis bujur daerah terbagi menjadi 24 bagian yaitu $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ, 105^\circ, 120^\circ, 135^\circ, 150^\circ, 165^\circ, 180^\circ$. Untuk Kota Greenwich bernilai 0° , bernilai negatif untuk tempat di sebelah barat Greenwich dan bernilai positif untuk tempat di sebelah timur Greenwich.²⁹

Gambar 2.3 Bujur Daerah

²⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 96

²⁹ Moelki Fahmi Ardliansyah, "Studi, 38.



Sumber: <https://upload.wikimedia.org/>

d. Tinggi Tempat

Permukaan daratan di muka bumi ini relatif dan tidak semuanya datar. Ada yang berupa dataran tinggi dan dataran rendah. Kedataran dan ketinggian suatu tempat di permukaan bumi ini diukur dengan acuan permukaan laut. Keadaan tempat yang datar atau tinggi akan berpengaruh terhadap acuan ufuk masing-masing tempat. Semakin tinggi suatu tempat, maka semakin besar nilai kerendahan ufuk yang dihasilkan. Semakin tinggi suatu, maka akan semakin lama mendapatkan sinar Matahari. Tempat yang berada di tempat yang tinggi akan lebih awal menyaksikan Matahari terbit serta lebih akhir melihat Matahari terbenam, sedangkan untuk tempat yang lebih rendah akan menyaksikan Matahari terbit lebih akhir dan melihat Matahari terbenam lebih awal.

Ketinggian suatu tempat akan berpengaruh terhadap horizon suatu tempat. Dalam istilah lainnya disebut juga cakrawala, kaki langit, atau ufuk. Horizon/ ufuk didefinisikan sebagai garis yang memisahkan bumi dari langit sehingga garis itu terlihat seperti penghubung antara langit dan bumi.³⁰ Ada 3 macam ufuk yaitu: ufuk hakiki, ufuk hissi dan ufuk mar'i.

³⁰ Encep Abdul Rojak, dkk, "Koreksi Ketinggian Tempat terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung", 253-256.

Dalam penentuan awal waktu shalat, tinggi tempat³¹ ini diperlukan, guna untuk menentukan besar kecilnya kerendahan ufuk. Tinggi tempat dapat diperoleh dari bantuan altimeter dan GPS.³²

e. Deklinasi Matahari

Deklinasi adalah jarak dari suatu benda langit ke equator langit, diukur melalui lingkaran waktu³³ (lingkaran deklinasi) atau dapat diartikan, deklinasi adalah sepotong busur lingkaran deklinasi yang diukur dari perpotongan suatu benda langit ke equator langit pada lingkaran deklinasi. Deklinasi yang berada di sebelah utara equator diberi tanda (+) dan bernilai positif, sedangkan yang berada di sebelah selatan equator diberi tanda (-) dan bernilai negatif.³⁴

Deklinasi Matahari selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu selama satu tahun. Nilai deklinasi Matahari baik positif atau negatif adalah 0° sampai sekitar $23^\circ 27'$. Nilai deklinasi 0° terjadi setiap tanggal 21 Maret dan 23 September, pada saat ini Matahari tepat di khatulistiwa. Dari 21 Maret sampai 23 September deklinasi Matahari bernilai positif dan dari 23 September sampai 21 Maret deklinasi Matahari bernilai negatif.

Nilai deklinasi Matahari terbesar adalah $+23^\circ 27'$, ketika Matahari berada di titik balik utara yang terjadi setiap tanggal 21 Juni. Sedangkan nilai deklinasi Matahari terendah adalah $-23^\circ 27'$, ketika Matahari berada di titik balik selatan yang terjadi setiap tanggal 22 Desember. Nilai deklinasi Matahari dapat diketahui pada tabel-tabel astronomis, misalnya Almanak Nauktika, Ephemeris, dan lain-lain.³⁵

³¹ Tinggi tempat yaitu jarak suatu tempat yang dihitung dari permukaan laut.

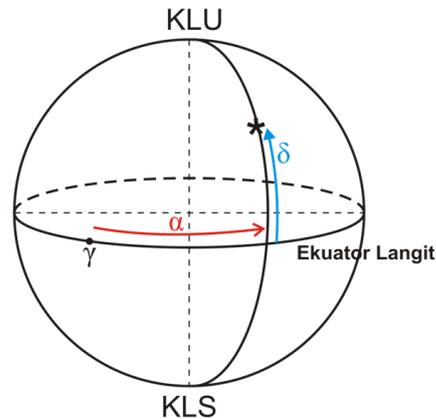
³² Slamet Hambali, *Ilmu*, 141

³³ Lingkaran deklinasi (*Da'iratul Mail*) adalah lingkaran besar yang ditarik dari kutub utara langit ke kutub selatan langit melalui suatu benda langit dan tegak lurus pada lingkaran equator. Lingkaran ini digunakan untuk pengukuran deklinasi suatu benda langit, yakni diukur sepanjang lingkaran deklinasi dari equator langit sampai suatu benda langit. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005), 20.

³⁴ A. Jamil, *Ilmu*, 15.

³⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 66

Gambar 2.4 Deklinasi Matahari



Sumber: <https://dhoniblog.files.wordpress.com/>

f. Equation of Time

Equation of time atau *Ta'dilul Waqti* atau *Ta'diluz-Zaman* yang diterjemahkan dengan “Perata Waktu” adalah selisih waktu antara waktu Matahari hakiki³⁶ dengan waktu Matahari rata-rata (pertengahan)³⁷. Matahari berotasi tidak selalu 24 jam kadang kurang kadang lebih. Hal ini disebabkan karena peredaran bumi mengelilingi Matahari berbentuk ellips. Sehingga suatu saat bumi dekat dengan Matahari (*perhelium/ hadlidl*) yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi kuat sehingga perputaran bumi (rotasi bumi) menjadi cepat yang akibatnya sehari semalam kurang dari 24 jam. Selain itu ketika bumi jauh dari Matahari (*Aphelium/ Au*), gaya gravitasi bumi menjadi lemah sehingga perputaran bumi (rotasi bumi) menjadi lambat yang akibatnya sehari semalam lebih dari 24 jam.³⁸

Rumus equation of time:

Equation of Time = Waktu Hakiki – Waktu Pertengahan
--

g. Semidiameter Matahari

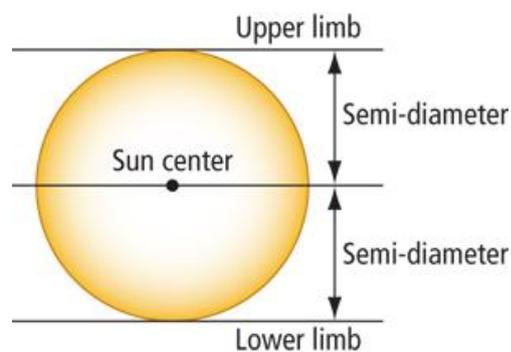
³⁶ Waktu hakiki yaitu waktu yang berdasarkan pada perputaran Bumi pada sumbunya selama sehari semalam tidak tentu 24 jam, melainkan kadang lebih atau kurang dari 24 jam.

³⁷ Waktu pertengahan yaitu waktu perputaran Bumi pada sumbunya sehari semalam dianggap 24 jam. Waktu ini didasarkan pada peredaran matahari khayalan serta peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk lingkaran (bukan ellips).

³⁸ Muhyidin Khazin, *Kamus*, 67-68.

Semidiameter Matahari adalah jarak antara pusat Matahari dengan piringan luarnya. Semidiameter disebut juga jari-jari Matahari.³⁹ Besar kecilnya semidiameter tergantung jauh dekatnya Bumi dengan Matahari. Semakin dekat semakin besar diameter hingga mencapai $0^{\circ} 16' 16,1''$, semakin jauh semakin kecil pula semidiameter $0^{\circ} 15' 43,86''$. Sedangkan nilai semidiameter Matahari rata-rata adalah $0^{\circ} 16'$ yang digunakan untuk menghitung saat Matahari terbit. dan terbenam.⁴⁰

Gambar 2.5 Semidiameter Matahari



Sumber: <https://www.oceannavigator.com/>

h. Refraksi

Refraksi (*Daqa'iqul Ikhtilaf*) artinya pembiasan sinar/ cahaya, adalah perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang terlihat dengan tinggi benda langit yang sebenarnya sebagai akibat adanya pembiasan sinar. Pembiasan sinar ini terjadi karena sinar yang datang ke mata kita telah melalui lapisan-lapisan atmosfer sehingga posisi benda langit tampak lebih tinggi dari posisi yang sebenarnya.⁴¹ Selain itu ada faktor lain yang mengakibatkan adanya refraksi yaitu perbedaan-perbedaan tingkat suhu dan kepadatan udara. Makin dekat dengan bumi, makin padat susunan udara, makin jauh dari bumi, maka makin berkurang susunan udara. Perbedaan suhu dan kepadatan udara ini akan mengakibatkan cahaya yang datang dari sebuah benda langit

³⁹ *Ibid.*, 61.

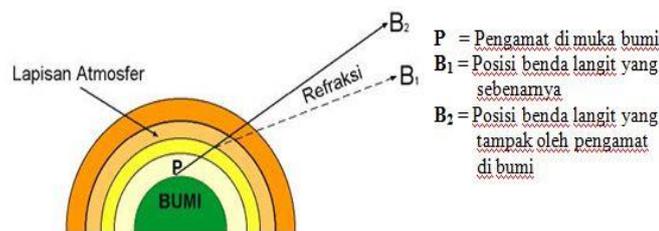
⁴⁰ Moelki Fahmi Ardliansyah, "Studi, 42.

⁴¹ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 19.

menjadi tidak tegak lurus (membelok). Sehingga benda langit tersebut lebih tinggi dari posisi sebenarnya. Semakin rendah posisi suatu benda langit semakin besar nilai refraksinya. Untuk benda langit yang sedang terbit dan terbenam, yaitu piringan benda langit bagian atas bersinggungan dengan ufuk, sebenarnya piringan bagian atas benda langit tersebut sudah berada 34' di bawah ufuk.

Tinggi benda langit 90° atau ketika di titik zenit⁴² nilai refraksinya adalah 0, benda langit tersebut tidak terjadi refraksi. Untuk tinggi benda langit 90° sampai dengan 60° nilai refraksi suatu benda langit masih terlalu kecil, hanya bernilai beberapa detik derajat. Untuk ketinggian 60° sampai 10° nilai refraksi juga masih kecil, hanya bernilai beberapa menit derajat saja. Baru setelah 10° ke bawah nilai refraksi bertambah. Pada saat ketinggian 1° refraksi berjumlah 25', jika tinggi benda langit setengah derajat refraksi bernilai 29'. Kemudian apabila benda langit berada di ketinggian 0° (di ufuk) refraksi bernilai 34'.⁴³

Gambar 2.6 Refraksi



Sumber: <https://mrnrwizky07.files.wordpress.com/>

i. Ikhtiyat

⁴² Zenit adalah suatu titik apabila kita berdiri di suatu tempat di bumi kemudian menarik garis tegak lurus tepat di atas kepala kita hingga mencapai bola langit. Ahmad Musonnif, *Ilmu*, 42.

⁴³ Slamet Hambali, *Ilmu*, 73-75.

Ikhtiyat yang diartikan dengan “pengaman” yaitu suatu langkah pengaman dalam perhitungan awal waktu shalat dengan cara menambah atau mengurangi hasil perhitungan yang sebenarnya. Ikhtiyat ini dimaksudkan agar hasil perhitungan dapat mencakup daerah-daerah sekitar daerah yang dihitung, terutama yang berada di sebelah baratnya. Satu menit = ± 27.5 km. selain itu memberikan koreksi atas kesalahan dalam perhitungan, agar menambah keyakinan bahwa waktu salat benar-benar sudah masuk, sehingga ibadah salat itu benar-benar dilaksanakan dalam waktunya.⁴⁴

Kriteria-kriteria ikhtiyat adalah sebagai berikut:⁴⁵

- 1) Bilangan detik berapapun dibulatkan menjadi satu menit, kecuali untuk terbit detik berapapun harus dihilangi/ dibuang.
- 2) Untuk Ashar, Maghrib, Isya’, Subuh dan Dhuha, hasil perhitungan yang sudah dibulatkan ditambah 2 menit.
- 3) Untuk Dzuhur ditambah 3 menit.
- 4) Untuk terbit dikurangi 2 menit.
- 5) Untuk imsak, Subuh dikurangi 10 menit.

2. Proses Perhitungan

a. Meridian Pass

Meridian Pass (**MP**) adalah waktu pada saat Matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit menurut waktu pertengahan, yang menurut waktu hakiki saat itu menunjukkan tepat jam 12 siang.⁴⁶

Rumus MP:

$$\text{MP} = 12 - e$$

MP = Meridian Pass

12 = Waktu Hakiki

⁴⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 82.

⁴⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 85.

⁴⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 68-69.

e = Equation of Time

b. Waktu Daerah

Waktu daerah adalah waktu pertengahan yang didasarkan pada garis bujur tertentu, sehingga dalam satu wilayah bujur hanya berlaku satu waktu daerah. Pembagian waktu daerah didasarkan pada kelipatan bujur tempat 15° yang dihitung mulai bujur tempat yang melewati kota Greenwich ($\lambda = 0^\circ$).⁴⁷

Di Indonesia digunakan tiga waktu daerah, waktu Indonesia bagian Barat (WIB), waktu Indonesia bagian tengah (WITA), waktu Indonesia bagian Timur (WIT).

- 1) WIB didasarkan pada bujur timur (105°) dengan GMT terpaut 7 jam.
- 2) WITA didasarkan pada bujur timur (120°) dengan GMT tarpaut 8 jam.
- 3) WIT didasarkan pada bujur timur (135°) dengan GMT terpaut 9 jam.

Untuk perubahan Waktu Hakiki menjadi Waktu Daerah bisa digunakan rumus sebagai berikut:⁴⁸

$$\mathbf{WD = WH - e + (\lambda^d - \lambda^x)}$$

Keterangan :

WD = Waktu Daerah

WH = Waktu Hakiki (12)

e = Equation of Time

λ^d = Bujur Daerah

λ^x = Bujur Tempat

c. Zenit Matahari

⁴⁷ *Ibid.*, 69-70.

⁴⁸ Slamet Hambali, *Ilmu*, 101.

Zenit Matahari (z_m) adalah jarak sudut antara zenit dan Matahari ketika berkulminasi sepanjang meridian. Jarak zenit dan Matahari adalah sebesar harga mutlak lintang tempat dikurangi deklinasi Matahari.⁴⁹ Jadi nilai z_m selalu positif.

Rumus z_m yaitu:

$$z_m = |\phi - \delta_0|$$

d. Kerendahan Ufuk

Kerendahan ufuk yaitu perbedaan kedudukan antara ufuk yang sebenarnya dengan ufuk yang terlihat oleh seorang pengamat. Dalam astronomi disebut *Dip* yang dapat dihitung dengan rumus:⁵⁰

$$Dip = 0,0293 \sqrt{TT} \text{ atau } Dip = 0^\circ 1,76' \sqrt{TT}$$

Keterangan: TT = Tinggi tempat dari permukaan laut (meter).

Ufuk dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu Ufuk Hakiki, Ufuk Hissi, dan Ufuk Mar'i.⁵¹

- 1) Ufuk Hakiki atau Horizon Sejati adalah bidang datar yang melalui titik pusat bumi dan membelah bola langit dua bagian yang sama besar. Jarak ufuk sampai titik zenit adalah 90° dan jarak ufuk sampai nadzir⁵² juga 90° . Ufuk hakiki tidak dapat dilihat oleh pengamat.
- 2) Ufuk Hissi atau Horizon Semu adalah bidang datar yang sejajar dengan ufuk hakiki mealalui mata pengamat. Jarak antara ufuk hakiki dan ufuk hissi adalah setengah garis tengah bumi ditambah dengan ketinggian mata si pengamat dari atas permukaan bumi. Ufuk hissi tidak dapat dilihat oleh pengamat.

⁴⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 88

⁵⁰ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 33.

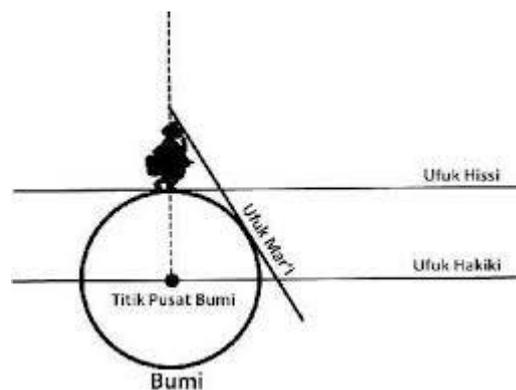
⁵¹ Slamet Hambali, *Ilmu*, 75-76.

⁵² Nadzir adalah suatu titik apabila kita berdiri di suatu tempat di bumi kemudian menarik garis tegak lurus tepat di bawah kaki. Ahmad Musonnif, *Ilmu*, 42.

- 3) Ufuk Mar'i atau Horizon Pandang adalah bidang datar yang terlihat oleh mata kita di mana seakan-akan ada garis pertemuan antara langit dan bumi.

Ufuk mar'i membentuk sudut dengan ufuk hissi dan ufuk hakiki yang kemudian sudut yang terbentuk disebut kerendahan ufuk. Besar kecilnya kerendahan ufuk ditentukan oleh tinggi rendahnya mata dipermukaan bumi, makin tinggi mata di atas permukaan bumi, makin besar pula sudut kerendahan ufuk.⁵³ Oleh karena itu ketika seorang pengamat yang berada di pantai melihat Matahari sudah terbenam, ternyata yang di gunung Matahari belum terbenam.

Gambar 2.7 Ufuk



Sumber: Hosen, Kilas Balik Kalender Hijriyah Indonesia

e. Ketinggian Matahari

Dalam bahasa arab ketinggian Matahari disebut dengan *Irtifa' al-syams*, sedangkan dalam istilah astronomi dikenal dengan Altitude yang biasa diberi notasi h_o (*height of Sun*). adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai Matahari. Ketinggian ini dinyatakan dengan derajat ($^{\circ}$), minimal 0° dan maksimal 90° . Jika Matahari berada di atas ufuk maka nilainya positif (+), sebaliknya jika Matahari di bawah ufuk maka nilainya negatif (-).⁵⁴

$$h_o \text{ Ashar} = \cotan h_o = \tan z_m + 1$$

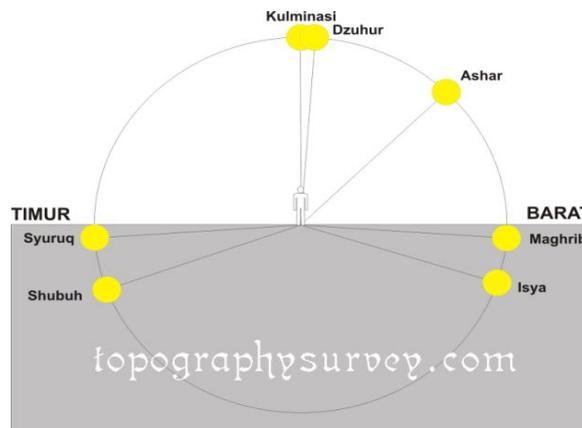
$$h_o \text{ terbit/terbenam} = -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku})$$

⁵³ Slamet Hambali, *Ilmu*, 76.

⁵⁴ Moelki Fahmi Ardliansyah, "Studi, 45.

$$\begin{aligned}
h_o \text{ Isya}' &= -17 + h_o \text{ terbit/terbenam} \\
&= -17 + - (\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\
h_o \text{ Subuh} &= -19 + h_o \text{ terbit/terbenam} \\
&= -19 + - (\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\
h_o \text{ dhuha} &= 4^\circ 30'
\end{aligned}$$

Gambar 2.8 Ketinggian Matahari



Sumber: <https://hazis.files.wordpress.com/>

f. Sudut Waktu Matahari

Sudut waktu Matahari adalah busur sepanjang lingkaran harian Matahari dihitung dari titik kulminasi atas sampai Matahari itu berada. Atau bisa diartikan sudut pada kutub langit selatan atau kutub langit utara yang diapit oleh garis meridian dan lingkaran deklinasi yang melewati Matahari. Dalam Ilmu Falak sudut waktu Matahari disebut *Fadl-lud Da'ir* yang dilambangkan dengan t_o .

Nilai sudut waktu Matahari yaitu 0° sampai 180° . Nilai sudut waktu Matahari 0° itu ketika Matahari berada di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit, sedangkan nilai sudut waktu 180° itu ketika Matahari berada di titik kulminasi bawah. Apabila Matahari berada di sebelah barat meridian atau di belahan langit sebelah barat maka nilai sudut waktu Matahari adalah positif (+). Sedangkan apabila Matahari berada disebelah timur meridian atau di belahan langit

sebelah timur maka nilai sudut waktu Matahari bernilai negative (-).

Rumus mencari sudut waktu Matahari yaitu⁵⁵:

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

Keterangan:

t_o : Sudut Waktu Matahari

h_o : Tinggi Matahari

ϕ^x : Lintang Tempat

δ_o : Deklinasi Matahari

3. Rumus Perhitungan Awal Waktu Shalat

Setelah melakukan semua proses di atas, dimulai mencari data-data yang diperlukan, kemudian mencari meridian pass dan lain-lain. Langkah selanjutnya yaitu proses perhitungan awal waktu shalat.

Langkah pertama adalah tentukan tempat yang ingin dicari awal waktu shalatnya. Data-data yang diperlukan yaitu Lintang tempat, bujur tempat, dan ketinggian tempat. Selanjutnya mencari deklinasi Matahari dan equation of time, data ini dapat dilihat di ephemeris sesuai tanggal yang ingin dicari awal waktu shalatnya, dengan cara melihat pukul 12 WIB (05 UT) atau pukul 12 WITA (04 UT) atau pukul 12 WIT (03 UT).

a. Dzuhur

$$\text{WIB} = \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$$

$$= \text{Pkl. 12} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$$

$$\text{Ikhtiyat} = \text{WIB} + 3 \text{ menit}$$

b. Ashar

1) Mencari jarak zenit (zm)

$$zm = |\delta_o - \phi^x|$$

2) Mencari h_o (Tinggi Matahari pada awal Ashar)

$$\text{Cotan } h_o = \text{Tan } zm + 1$$

3) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari awal Ashar)

⁵⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu*, 81.

$$\begin{aligned}\cos t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o \\ t_o &= \cos t_o : 15\end{aligned}$$

4) Awal waktu Ashar

$$\begin{aligned}\text{Ashar} &= \text{WD} + t_o \\ &= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o \\ \text{Ikhtiyat} &= \text{Ashar} + 2 \text{ menit}\end{aligned}$$

c. Maghrib

1) Mencari h_o terbit/ tenggelam

$$\begin{aligned}\text{Kerendahan ufuk} &= 0^\circ 1,76' \sqrt{TT} \\ h_o &= -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\ &= -(0^\circ 34' + 0^\circ 16' + \text{ku})\end{aligned}$$

2) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari)

$$\begin{aligned}\cos t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o \\ t_o &= \cos t_o : 15\end{aligned}$$

3) Awal waktu Maghrib

$$\begin{aligned}\text{Maghrib} &= \text{WD} + t_o \\ &= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o \\ \text{Ikhtiyat} &= \text{Maghrib} + 2 \text{ menit}\end{aligned}$$

d. Isya'

1) Mencari h_o (Tinggi Matahari waktu Isya')

$$h_o = -17^\circ + h_o \text{ terbit/terbenam}$$

2) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari awal Isya')

$$\begin{aligned}\cos t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o \\ t_o &= \cos t_o : 15\end{aligned}$$

3) Awal waktu Isya'

$$\begin{aligned}\text{Isya}' &= \text{WD} + t_o \\ &= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o \\ \text{Ikhtiyat} &= \text{Isya}' + 2 \text{ menit}\end{aligned}$$

e. Subuh

1) Mencari h_o (Tinggi Matahari waktu Subuh)

$$h_o = -19^\circ + h_o \text{ terbit/terbenam}$$

2) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari awal Subuh)

$$\cos t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o$$

$$t_o = \cos t_o : 15$$

3) Awal waktu Subuh

$$\text{Subuh} = \text{WD} + t_o$$

$$= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o$$

$$\text{Ikhitiyat} = \text{Isya}' + 2 \text{ menit}$$

f. Imsak = Subuh – 10 menit

g. Terbit Matahari

1) Mencari h_o (Tinggi Matahari terbit)

$$h_o \text{ terbit} = h_o \text{ terbenam}$$

2) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari terbit)

$$\cos t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o$$

$$t_o = \cos t_o : 15$$

3) Waktu terbit

$$\text{Terbit} = \text{WD} + t_o$$

$$= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o$$

$$\text{Ikhitiyat} = \text{Terbit} - 2 \text{ menit}$$

h. Dhuha

1) Mencari h_o (Tinggi Matahari waktu dhuha)

$$h_o = + 4^\circ 30'$$

2) Mencari t_o (Sudut waktu Matahari awal dhuha)

$$\cos t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o$$

$$t_o = \cos t_o : 15$$

3) Awal waktu dhuha

$$\text{Dhuha} = \text{WD} + t_o$$

$$= (\text{Pkl. } 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15) + t_o$$

$$\text{Ikhitiyat} = \text{Dhuha} + 2 \text{ menit}$$

BAB III

REFORMULASI *BACKSTAFF*

A. Sejarah Backstaff

Backstaff ditemukan oleh penjelajah Inggris John Davis pada tahun 1595. John Davis lahir di Sandridge, Inggris pada tahun 1550, meninggal pada Desember 1605 dibunuh oleh perampok Jepang ketika ekspedisi ke Hindia.¹ John Davis adalah seorang navigator dari Inggris yang merupakan penjelajah Kutub Utara dan Atlantik Selatan.² Ia juga menjadi orang Eropa pertama yang menemukan dan melakukan perjalanan ke Northwest Passage. Dalam pencarian Northwest Passage, John Davis melakukan tiga kali ekspedisi. Pada tahun 1583, John Davis dan rekan-rekannya mengusulkan misi eksplorasi kepada sekretaris Ratu Elizabeth I. Pada tahun 1585 ia memulai ekspedisi pertamanya, ia datang ke pantai timur Greenland yang berbatu es kemudian menuju ke selatan, memutari Cape Farewell dan kemudian berlayar ke utara di sepanjang pantai Greenland barat. Kemudian berlayar agak jauh ke Cumberland Sound yang memotong ke Pulau Baffin, tetapi akhirnya berbalik.

Pada tahun 1586 dan 1587 dia melakukan ekspedisinya untuk menemukan Northwest Passage. Namun perjalanannya terhenti dan memutuskan kembali lagi ke Inggris karena tidak dapat melewati es. Walaupun ekspedisi kedua gagal karena tidak mengarah ke Northwest Passage, ia meluncurkan ekspedisi ketiga. John Davis berhasil mencapai sekitar 73° LU di sepanjang pantai Greenland dan kemudian berlayar ke barat sebelum berbelok ke selatan di sepanjang pantai Pulau Baffin.³

¹ https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31 (Diakses pada tanggal 3 Agustus 2020 pukul 15.15 WIB)

² <http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.htm> (Diakses pada tanggal 3 Agustus 2020 pukul 14.00 WIB).

³ James H. Marsh dan Daniel Penne-ton, John Davis, (Canada: The Canadian Encyclopedia, 2008), <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/john-davis>.

Pada tahun 1588, John Davis memerintahkan kapal dalam pertempuran melawan Armada Spanyol.⁴ Tiga tahun setelah itu yaitu tahun 1591 ia berlayar bersama Thomas Cavendish, dalam mencari bagian melalui Selat Magellan, Davis menemukan Kepulauan Falkland (9 Agustus 1592). Dia berlayar bersama Sir Walter Raleigh ke Cadiz dan ke Azores (1596-1597) dan menemani ekspedisi ke Hindia Timur pada 1598 dan 1601. Pada perjalanan ke Hindia ia dibunuh oleh perampok Jepang.

Selain perangkat *backstaff* (Kuadran Davis), John Davis menulis risalah tentang navigasi, *The Seaman's Secret* (1594) dan *The World's Hydrographical Description* (1595) yang membahas tentang bagian Barat Laut.⁵

Sebelum adanya *backstaff*, para navigator barat menggunakan instrument navigasi kuadran pelaut dan astrolabe pelaut. Kuadran pelaut awalnya digunakan secara relatif untuk menandai lokasi pesisir, namun tidak bertahan lama alat ini berubah menjadi instrument yang dapat mengukur ketinggian dalam bentuk derajat. Astrolabe pelaut diperkenalkan sebagai instrument untuk mengamati ketinggian, terutama ketinggian Matahari. Oleh karena itu astrolabe dibagi menjadi beberapa derajat. Alat-alat ini muncul sekitar abad ke-15.

Pada awal abad ke-16 tak lama setelah kamal Arab ditunjukkan ke Vasco da Gama oleh pilot Gujarat selama perjalanan Da Gama ke India diperkenalkan instrumen staf lintas pelaut. Pengembangan awal staf lintas pelaut telah dibahas oleh berbagai penulis sehubungan dengan instrumen Levi ben Gerson dan kamal Arab. Dari bukti historis, yang menjadi cikal bakal *crosstaff* adalah kamal.⁶

⁴ www.thepirateking.com/bios/davis_john.htm (Diakses pada tanggal 3 Agustus 2020 pukul 15.00 WIB).

⁵ <https://www.britanica.com/biography/John-Davis>, (Diakses pada tanggal 3 Agustus 2020 pukul 14.00 WIB).

⁶ Nicolas de Hilster, *Navigation On Wood Wooden Navigational Instruments 1590-1731 An analysis of early modern western instruments for celestial navigation, their origins, mathematical concepts and accuracies*, (Castricum: BAS Eefsting Grafische Producties, Heerjansdam, 2018), 192.

Kamal digunakan oleh navigator barat jauh sebelum munculnya staf lintas pelaut. Namun kamal dan staf lintas laut tetap digunakan bersama selama beberapa dekade. Dari sudut pandang instrumental dan pengamatan, staf lintas pelaut lebih mirip dengan staf ahli astronomi atau Yakub. Di mana dan kapan tepatnya pengenalan staf lintas pelaut belum diketahui kejelasannya. Kecuali ada bukti baru muncul yang dapat menjelaskan penemuan staf lintas pelaut tersebut. Staf lintas Mariner terkadang dibuat dengan transom berbentuk sendok. Satu-satunya contoh yang masih ada, yang ditemukan di kapal kapal laut Swedia Kronanand tahun 1661, telah dieksplorasi secara terperinci, menunjukkan bahwa transom-transom itu lebih tua daripada staf, cakrawala baling-baling, dan cakram aperture yang merupakan bagian-bagian tambahan dari staf lintas tersebut. Sementara itu, pada akhir abad keenam belas, kuadran pelaut tidak lagi dianggap cocok untuk navigasi, kecuali untuk pengamatan di darat.

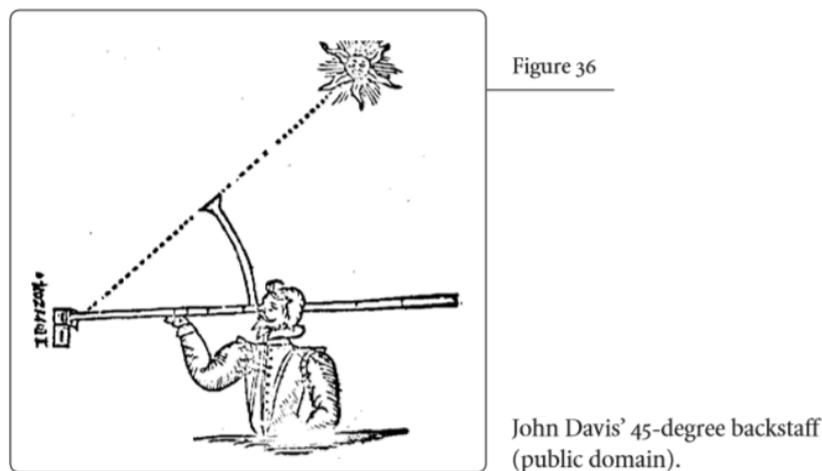
Pada 1590, Thomas Hood menerbitkan sebuah karya tentang staf-silang (crosstaff) yang baru diciptakannya, yang memulai revolusi dalam desain instrumental. Meskipun instrumen biasa-biasa saja ketika akan digunakan di atas kapal, instrumen ini merupakan instrumen pertama yang menggunakan bayangan satu sisi baling-baling yang terpasang. Kemudian Thomas Harriot meningkatkan desain Hood dengan memutar pengamat dan memperkenalkan metode pelemparan bayangan dua sisi, yang akan disebut sebagai metode pelemparan bayangan Harriot. Sekarang pengamat dapat melakukan pengamatan dengan cara membelakangi matahari, istilah ini disebut dengan *backstaff*. *Backstaff* digunakan untuk instrumen yang dapat mengukur ketinggian matahari dari bayangannya. Harriot mengilustrasikan tiga bentuk staf punggung, tetapi tidak ada yang benar-benar praktis dan kemungkinan besar tidak pernah terwujud.

Pada 1595, John Davis menerbitkan sebuah karya yang menunjukkan dua staf punggung (*backstaff*) pertama yang praktis. Yang pertama mampu melakukan pengamatan dengan ketinggian hingga 45 derajat, yang kedua hingga 90 derajat. Instrumen Davis muncul dan dikenal di Belanda pada awal

abad ketujuh belas.⁷ Sebenarnya *backstaff* (atau *backstave*) adalah semua jenis kuadran yang mengandung 90 derajat. Ada instrument lain yang dinamakan sama seperti *backstaff*. Namun penamaan ini hanya bertahan selama tujuh tahun. Instrument tersebut yaitu instrument yang diciptakan oleh Georges Fournier Prancis pada tahun 1643. Dia menunjukkan instrumen ini, dan menulis bahwa Inggris menggunakannya, tetapi tidak ada nama yang diberikan. Referensi tertua tentang kuadran Davis dalam sebuah karya Belanda berasal dari tahun 1659, ketika Simon Pietersz. menyebutnya dalam bukunya *Stuermans Schoole* sebagai instrumen dengan baling-baling yang bisa digeser di atas lengkungan.⁸

Staf pertama yang diciptakan Davis disebut sebagai *backstaff* 45 derajat, karena mampu mengukur ketinggian hanya dengan matahari tidak lebih dari 45 derajat di atas Horizon.⁹

Gambar 3.1 *Backstaff* 45 derajat



Sumber : Nicolas de Hilster, *Navigation On Wood Wooden Navigational Instruments 1590-1731*

Salah satu desain asli Davis - kemungkinan besar versi 45 derajatnya. Desain asli Davis masih digunakan sekitar awal 1630-an.¹⁰

⁷ *Ibid.*, 193-194

⁸ *Ibid.*, 211

⁹ *Ibid.*, 183.

¹⁰ *Ibid.*, 185

Gambar 3.2 *Backstaff* 90 derajat

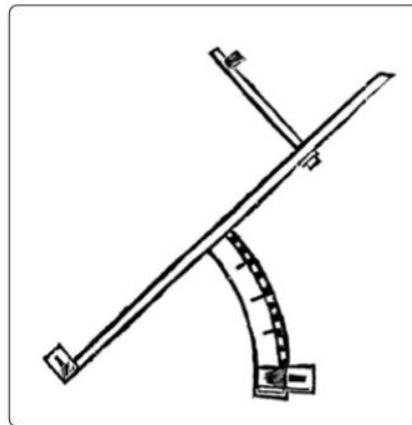


Figure 38

John Davis' 90-degree backstaff according to Metius (collection Het Scheepvaartmuseum, Amsterdam, inv.no. S.4793(546)).

Sumber : Nicolas de Hilster, *Navigation On Wood Wooden Navigational Instruments 1590-1731*

Instrumen kedua Davis adalah versi perbaikan dari *backstaff* 45 derajat dan disebut sebagai *backstaff* 90 derajat, karena ini mampu mengukur ketinggian hingga 90 derajat (lihat gambar 37). Seperti Harriot, Davis menambahkan busur lurus untuk meningkatkan desainnya. Di sini busur tidak akan menjadi kuadran, tetapi bagian 25 derajat. Perbedaan utama dengan instrumen Harriot adalah bahwa Davis membalikkan kuadran (busur menghadap ke arah pengamat) sehingga baling-baling cakrawala dapat dipasang di pusatnya dan menangkap bayangan sebuah transom yang dipasang pada staf. Desain Harriot melemparkan bayangan dari pusat kuadran ke arah baling-baling yang dapat dipindahkan, yang dalam desain Davis menjadi baling-baling penglihatan. Dengan cara ini Davis menciptakan instrumen yang lebih baik daripada Harriot, karena hanya ada satu baling-baling untuk dipindahkan.¹¹

¹¹ *Ibid.*, 184

Gambar 3.3 Pembidikan Matahari dengan *Backstaff*

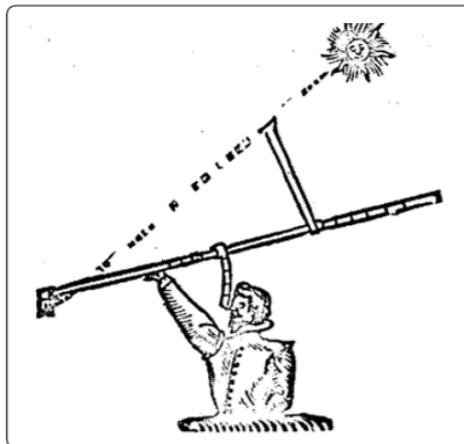


Figure 37

John Davis' 90-degree backstaff
(public domain).

Sumber: Nicolas de Hilster, *Navigation On Wood Wooden Navigational Instruments 1590-1731*

B. Gambaran *Backstaff* secara Umum

Backstaff adalah alat navigasi yang digunakan untuk mengukur ketinggian benda langit, khususnya Matahari dan Bulan. Ketika mengamati Matahari, posisi pengamat membelakangi Matahari, hal ini sesuai dengan nama alatnya yaitu back-staff, kemudian pengamat mengamati bayangan yang dilemparkan oleh baling-baling bayangan pada baling-baling horizon.¹²

Backstaff terdiri dari dua busur yaitu busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Busur 30 derajat ini memiliki jari-jari yang besar karena terletak di radius yang jauh dari pusat *backstaff*. Di busur 30 derajat terdapat baling-baling penglihatan yang digunakan mata pengamat untuk membidik ufuk. Sedangkan busur 60 derajat memiliki jari-jari yang kecil karena terletak dekat dengan pusat *backstaff*. Di busur 60 derajat terdapat baling-baling bayangan sebagai tempat jatuhnya bayangan matahari.

Cara penggunaan *backstaff* yaitu pengamat menyejajarkan dua baling-baling yaitu baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon. baling-baling penglihatan diposisikan di mata pengamat sedangkan baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff* di mana nantinya ufuk akan terlihat melalui

¹² Robert Bud, "Instruments of Science An Historical Encyclopedia", *Jurnal*: Garland Publishing, Inc. 1998, 159.

baling-baling ini. Langkah selanjutnya mengatur bayangan matahari agar jatuh di baling-baling bayangan dan menembus sampai baling-baling horizon.

Setelah mengatur baling-baling bayangan di busur 60 derajat, dan menjaga punggungnya ke matahari, pengguna *backstaff* melihat ufuk atau horizon saat siang mendekati dan membuat bayangan dilemparkan oleh baling-baling bayangan di bilah baling-baling horizon. Pengamat harus menggerak-gerakan dan mengatur baling-baling penglihatan sampai sejajar dengan baling-baling horizon sehingga dapat melihat ufuk.¹³ Kemudian jumlahkan angka yang ditunjukkan pada busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari dari zenith.

Sebelum peneliti melakukan penelitian dengan *backstaff*, ada penelitian terdahulu yang menggunakan alat pelayaran juga yaitu *sextant*. Pada umumnya *sextant* dan *backstaff* ini sama yaitu memiliki fungsi mengukur tinggi Matahari saat siang hari. Selain itu *sextant* dan *backstaff* sekilas sama bentuknya namun aslinya berbeda. Perbedaan yang mendasar terletak pada teknis penggunaan keduanya serta komponen-komponen alatnya. Berikut adalah perbedaan-perbedaan antara *sextant* dan *backstaff*, antara lain:

a. Bentuk instrument

Bentuk instrument *sextant* adalah seperenam lingkaran, karena dilihat dari namanya instrument ini berbentuk seperenam lingkaran yang memiliki busur 60 derajat.¹⁴ Sedangkan *backstaff* terdiri dari dua buah rangka segitiga, rangka besar dengan skala 30 derajat, sedangkan rangka kecil dengan skala 60 derajat.

b. Cara pembidikan Matahari saat mencari tinggi Matahari

Cara pembidikan matahari dengan menggunakan *sextant* yaitu menggunakan prinsip optik dengan pantulan cermin, pengamat mengamati Matahari melalui teropong yang ada di *sextant*. Pengamat berdiri menghadap Matahari, hal ini dapat merusak mata pengamat akibat terkena radiasi sinar Matahari.

¹³ Jim Bennett, *CATADIOPTICS AND COMMERCE IN EIGHTEENTH-CENTURY LONDON*, Museum of the History of Science, Oxford University, 2006, 250.

¹⁴ Rian Mardiansaf, *Ilmu Pelayaran*, (Jakarta: Maritim Djangkar, 2017), 102.

Sedangkan pembidikan Matahari dengan menggunakan *backstaff* yaitu Pengamat berdiri membelakangi Matahari, kemudian pengamat memperhatikan ufuk melalui baling-baling pengamat yang ada pada busur 30 derajat. Selanjutnya pengamat menggeser-geser baling-baling bayangan pada busur 60 derajat sampai bayangan matahari jatuh pada baling-baling horizon.

c. Komponen-komponen

Sextant terdiri dari atas sebuah teleskop, cermin separuh yang dilapisi perak, sebuah lengan ayun yang memiliki cermin indeks, mikrometer yang digunakan untuk menentukan keakuratan *sextant* dengan cara memutar sekrup yang ada mikrometernya, kaki *sextant* yang berbentuk busur bernilai 0 sampai 60 derajat. Sedangkan *backstaff* terdiri dari dua busur yaitu busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Di busur 30 derajat terdapat baling-baling penglihatan yang digunakan mata pengamat untuk membidik ufuk. Sedangkan di busur 60 derajat terdapat baling-baling bayangan sebagai tempat jatuhnya bayangan matahari. Ada satu lagi yaitu baling-baling horizon yang terletak di pusat *backstaff*.

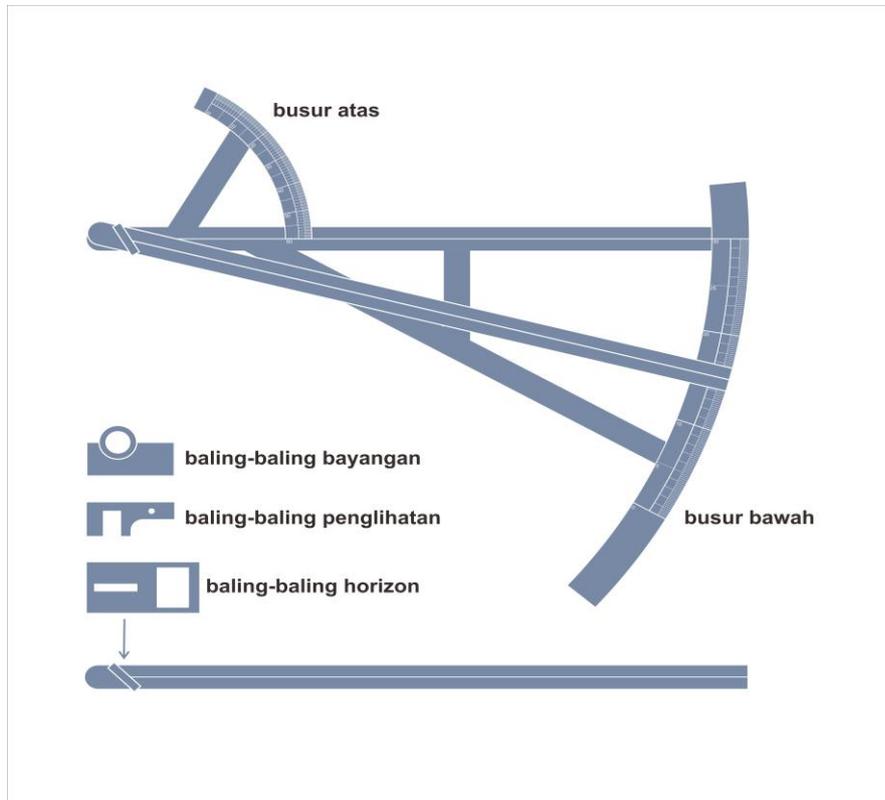
d. Jenis bahan instrument

Sextant terbuat dari bahan tembaga atau padan antara kuningan dan aluminium. Sedangkan *backstaff* terbuat dari bahan kayu.

C. Bagian- Bagian *Backstaff*

Backstaff terdiri dari bagian-bagian yang terbuat dari bahan-bahan yang kuat. Terbuat dari bahan kayu kuat, tembaga, aluminium, akrilik, atau kuningan. Bagi bahan yang mudah berkarat dilapisi lak untuk menghindari pengkaratan. Agar pengamatan tidak terganggu lebih baik diberi warna hitam gelap.

Gambar 3.4 Gambar *Backstaff* 2 Dimensi



Gambar 3.5 Gambar *Backstaff* 3 Dimensi



1. Frame

Frame bisa juga disebut bingkai, frame berfungsi sebagai penghubung antara bagian-bagian *backstaff*.

2. Common center

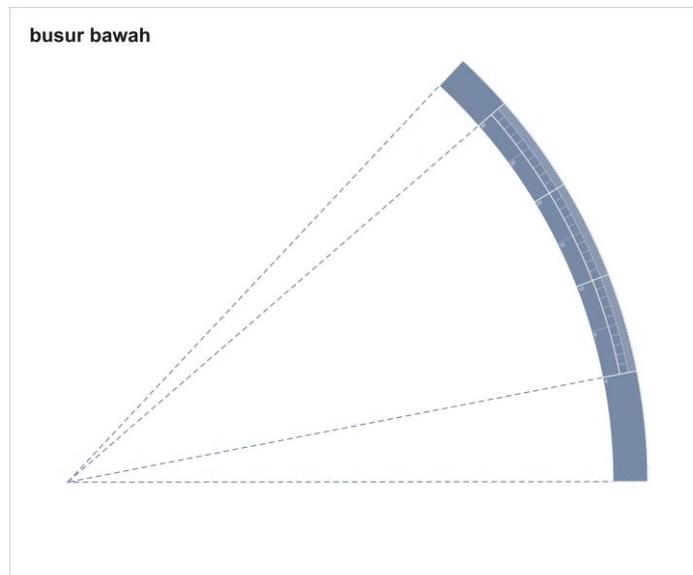
Common center ini merupakan pusat dari *backstaff*, bagian ini adalah bagian terpenting dalam pengoperasian *backstaff* sebagai tempat baling-baling horizon.

3. Busur Derajat

Fungsi dari busur derajat adalah untuk menentukan nilai derajat dari benda langit yang diamati. Busur derajat ini ada dua yaitu busur derajat 60° dan busur derajat 30° . Busur 60° derajat terletak di atas frame sedangkan busur derajat 30° terletak di bawah frame.

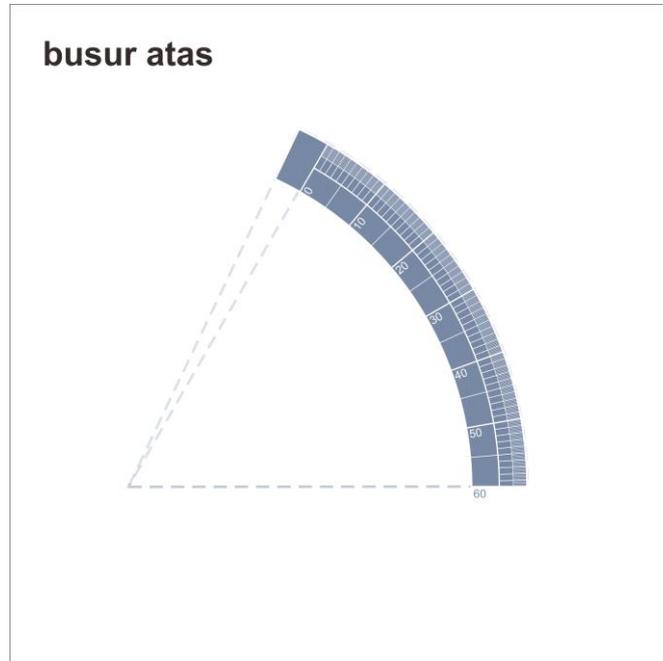
- Busur 30°

Gambar 3.6 Busur 30 derajat



- Busur 60°

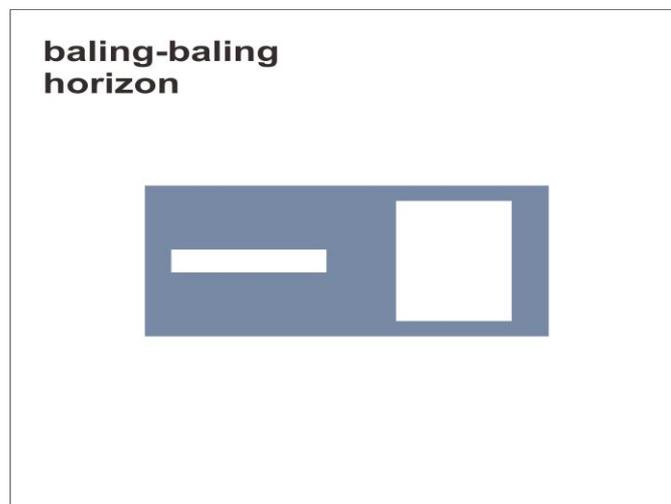
Gambar 3.7 Busur 60 derajat



4. Baling-baling Horizon

Baling-baling horizon mempunyai lubang yang berfungsi sebagai tempat cahaya matahari yang dipantulkan dari baling-baling bayangan dan merupakan citra ufuk yang dapat dilihat melalui baling-baling penglihatan. Baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff*.

Gambar 3.8 Baling-baling Horizon



5. Baling-baling Penglihatan

Baling-baling penglihatan berfungsi untuk membidik ufuk. Baling-baling penglihatan ini dapat bergeser menyesuaikan dengan mata observer dan nantinya akan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon.

Gambar 3.9 Baling-baling Penglihatan



6. Baling-baling Bayangan

Sinar matahari akan masuk melalui baling-baling bayangan yang kemudian akan dipantulkan ke baling-baling horizon. Di baling-baling bayangan terdapat cermin yang fungsinya sebagai pemantul cahaya matahari ke baling-baling horizon. Baling-baling bayangan ini terletak di busur 60 derajat dan bisa digeser menyesuaikan cahaya matahari agar bisa masuk ke baling-baling bayangan kemudian menembus lubang di baling-baling horizon.

Gambar 3.10 Baling-baling Bayangan



7. Pemegang

Pegangan ini dibuat sebagai pegangan untuk memudahkan mengambil *backstaff* dan menahan *backstaff* saat digunakan.

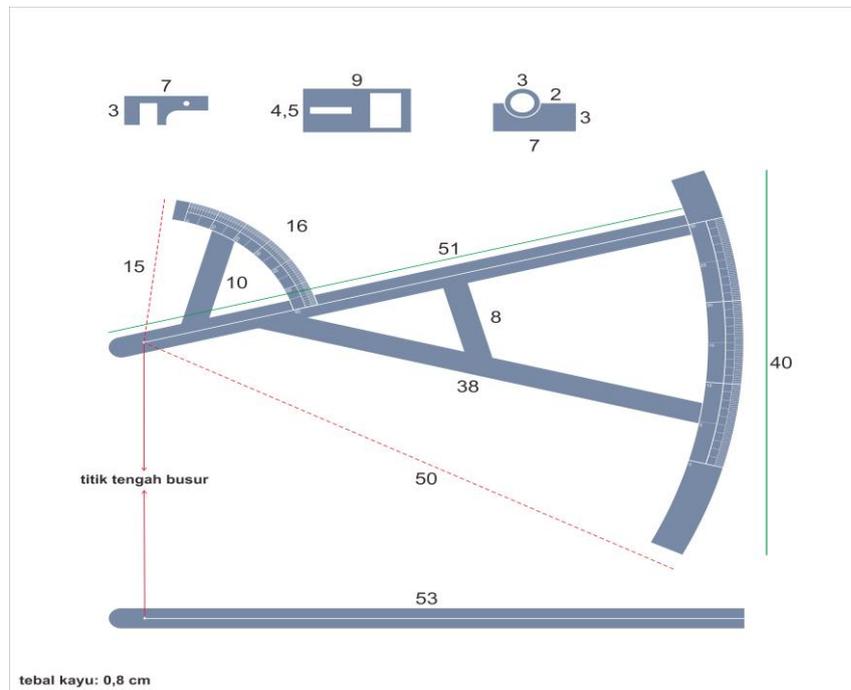
D. Pembuatan *Backstaff*

Menurut buku “*The Lo-tech Navigator*”, berikut adalah langkah-langkah pembuatan *backstaff*:¹⁵

1. Yang pertama kali dilakukan adalah menyiapkan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *backstaff*. Untuk ukuran *backstaff* dengan panjang 53 cm dan tinggi 31 cm. Bahan-bahannya yaitu:
 - a. Kayu
 - b. Lem kayu
 - c. Stiker skala busur
 - d. Lensa (Kaca Pembesar)

¹⁵ Tony Crowley, “*The Lo-Tech Navigator*”, (Lavenham: Seafarer Books, 2004), 87.

2. Potong kayu sesuai ukuran



a. Untuk frame

Kayu dengan ukuran panjang 51 cm, tebal 1 cm, 0,5 cm untuk penghubung dengan busur.

b. Untuk busur derajat

1) Busur 60 derajat

Kayu dengan ukuran 16,5 cm yang membentuk busur 60 derajat, 0,5 cm untuk penghubung dengan frame.

2) Busur 30 derajat

Kayu dengan ukuran 40 cm yang membentuk busur 30 derajat.

c. Untuk baling-baling horizon

Kayu dengan ukuran panjang 9 cm dan lebar 4,5 cm.

d. Untuk baling-baling penglihatan

Kayu dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 3 cm.

- e. Untuk baling-baling bayangan
Kayu dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 3 cm.
 - f. Untuk penyangga busur 30°
Kayu dengan ukuran panjang 39 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
 - g. Untuk penyangga busur 60°
Kayu dengan ukuran panjang 11 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
 - h. Untuk pemegang
Kayu dengan ukuran 9 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
3. Setelah kayu dipotong, kemudian haluskan dengan cara diampelas
 4. Pasang stiker skala derajat di busur derajat.
 5. Gabung semua bagian-bagian *backstaff* dengan menggunakan lem kayu.
 6. Lubangi semua baling-baling
Saat melubangi baling-baling disesuaikan posisinya agar bisa melihat dengan baling-baling horizon atau istilahnya baling-baling penglihatan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon, begitu juga baling-baling bayangan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon.
 7. Pasang lensa di baling-baling bayangan dengan ukuran diameter lensa 3 cm.
 8. Pasang baling-baling bayangan di busur 30 derajat.
 9. Pasang baling-baling penglihatan di busur 60 derajat.
 10. Finishing.

E. Langkah-langkah dalam Penentuan Tinggi Matahari

Langkah-langkah menentukan tinggi Matahari dalam penentuan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

1. Tentukan lokasi yang ufuk timurnya terlihat dan cahaya Matahari tidak terhalang oleh pepohonan, gedung, dan bangunan lainnya.
2. Posisikan pengamat membelakangi Matahari.

3. Pegang *backstaff* di bagian pemegang.
4. Bidik ufuk melalui baling-baling horizon.
5. Atur bayangan matahari agar jatuh di baling-baling bayangan yang terletak di busur 60° dan menembus sampai baling-baling horizon.
6. Setelah mengatur baling-baling bayangan di busur 60° , dan menjaga punggungnya ke matahari. Kemudian pengamat membidik, menggerakkan dan mengatur baling-baling penglihatan yang ada di busur 30° sampai sejajar dengan baling-baling horizon sehingga dapat melihat ufuk.
7. Baca angka yang ditunjukkan di busur 30° dan 60° kemudian tambahkan keduanya. Hasil penambahan tersebut adalah tinggi Matahari.

BAB IV

ANALISIS UJI AKURASI *BACKSTAFF* DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR

A. Analisis Pengaplikasian *Backstaff* dalam Penentuan Tinggi Matahari

Matahari adalah salah satu benda langit yang dipelajari dalam Ilmu Falak. Pembahasan Ilmu Falak yang berkaitan dengan Matahari adalah penentuan awal waktu shalat. Dalam penentuan awal waktu shalat ini didasarkan pada kedudukan atau posisi Matahari. Salah satu data yang dibutuhkan dalam penentuan awal waktu shalat yaitu tinggi Matahari. Tinggi Matahari adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai ke Matahari. Tinggi Matahari bertanda positif apabila posisi Matahari berada di atas ufuk dan bertanda negatif apabila Matahari berada di bawah ufuk.¹

Ketinggian Matahari dapat diukur dengan berbagai macam alat yang memang diperuntukkan untuk mengukur ketinggian Matahari, misalnya *sextant*, mizwala, theodolite dan lainnya. Dalam hal ini peneliti mencoba menggunakan salah satu alat pelayaran yaitu *backstaff*. Awalnya metode penentuan tinggi Matahari menggunakan *backstaff* ini untuk mengenalkan *backstaff* di khazanah ilmu falak. Dilihat dari fungsi *backstaff* tersebut, maka peneliti mengaplikasikan untuk menentukan awal waktu shalat Dzuhur dan Ashar.

Ada beberapa yang perlu diperhatikan dalam observasi Matahari dengan menggunakan *backstaff*. Pengamat dituntut mempunyai ketelitian dan kecermatan yang tinggi agar tidak terjadi *human error* atau kesalahan pada pengamat dan menghasilkan perhitungan yang akurat. Selain itu ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi dalam pengamatan yaitu:

- a. Keadaan cuaca

¹ Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, (Yogyakarta: Buana Pustaka), 80.

Terdapat banyak partikel yang bisa menghambat pandangan mata terhadap Matahari di udara, seperti kabut, hujan, debu, dan asap. Gangguan-gangguan ini mempengaruhi cahaya Matahari masuk ke baling-baling bayangan, selain itu juga menyebabkan ufuk terlihat kabur. Sehingga mempengaruhi hasil ukurnya. Jadi, jika cuacanya kurang baik, maka observasi tidak bisa dilakukan secara maksimal dan akan menghasilkan data yang tidak valid. Untuk mengetahui baik buruknya cuaca dapat diketahui melalui website Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atau ramalan cuaca yang ada di internet. Dengan demikian kondisi cuaca adalah faktor yang dominan mempengaruhi keberhasilan observasi ketinggian Matahari.

b. 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, tidak terhalang oleh pepohonan maupun gedung-gedung.

c. Posisi kekuatan tangan dan badan

Kekuatan tangan dalam memegang *backstaff* sangat mempengaruhi hasil pengamatan dalam menentukan tinggi Matahari. Jika tangan kita tidak memiliki kekuatan yang cukup tangguh untuk menopang instrumen *backstaff* maka menghasilkan data yang kurang akurat. Ketika tangan kita bergerak walaupun sedikit, maka akan mempengaruhi pergeseran posisi *backstaff* yang otomatis akan berpengaruh pada hasil observasi penentuan tinggi Matahari. Saat pengamatan, pengamat tidak dianjurkan dalam kondisi perut kosong, karena bisa menyebabkan tangan bergetar dan mempengaruhi kefokusannya pengamat. Selain itu, ketika membidik Matahari tangan harus mengepit di dada. Hal ini merupakan teknik untuk menghindari tangan gemetar.

B. Analisis Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Awal Waktu Dzuhur dan Ashar

Untuk menguji tingkat akurasi pengukuran tinggi Matahari menggunakan *backstaff* perlu adanya pengujian komparatif dengan cara membandingkan antara hasil metode satu dengan yang lainnya. Pengujian akurasi dilakukan untuk mendapatkan hasil ketepatan pembidikan tinggi Matahari.

Penelitian uji akurasi *backstaff* dalam menentukan tinggi Matahari dengan mengambil markaz di Pelabuhan Kendal dengan nilai lintang $-6^{\circ} 55' 05''$ LS dan nilai bujur $110^{\circ} 17' 17''$ BT. Penelitian dilakukan selama 3 hari dimulai tanggal 8 November 2020 – 10 November 2020. Dalam penelitian ini peneliti memvalidasi² *backstaff* dengan menggunakan instrument non optik yang bernama *Mizwala*. Kemudian dikomparasikan menggunakan perhitungan ephemeris. Baik *Mizwala* maupun hisab ephemeris mempunyai keakuratan yang tinggi dalam penentuan tinggi Matahari. Berikut adalah langkah-langkah menggunakan *mizwala* yaitu:

- Letakkan *mizwala* pada tempat yang datar dan mendapat sinar Matahari, letakkan waterpass di atas bidang level untuk memastikan *mizwala* tersebut datar apa tidak. Jika belum datar, maka dapat diatur dengan cara memutar tripod hingga seimbang dan datar.
- Jika *mizwala* sudah datar, maka kita tunggu sampai pada jam yang telah kita tentukan untuk memperhitungkan panjang bayangan.
- Ukur panjang bayangan gnomon dengan menggunakan penggaris pada waktu yang telah ditentukan.
- Catat berapa cm panjang bayangan tadi.
- Kemudian hasil pembidikan panjang bayangan tadi dimasukkan ke dalam rumus tinggi Matahari (h) :

$$\text{Tan } h = \text{panjang tongkat} : \text{panjang}$$

² Validasi yaitu pengujian kebenaran atas sesuatu.
<https://kbbi.kemendikbud.go.id/entri/validasi>, 18 Desember 2020.

Selain di darat, peneliti juga melakukan observasi di laut yaitu di atas kapal saat berlayar ke Lombok. Penelitian ini dilakukan selama 2 hari yaitu dimulai tanggal 25 November 2020 – 26 November 2020. Hari pertama saat Dzuhur, posisi kapal di lintang $-6^{\circ} 58' LS$ dan bujur $114^{\circ} 17' BT$, sedangkan saat Ashar di lintang $-7^{\circ} 31' 21''$ dan bujur $114^{\circ} 50' 35'' BT$. Kemudian pada hari kedua saat Dzuhur, posisi kapal di Waktu Indonesia Tengah (WITA) yaitu lintang $-7^{\circ} 25' 03'' LS$ dan bujur $114^{\circ} 43' 42'' BT$. Namun, saat Ashar keadaan cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan observasi dikarenakan mendung. Jadi, faktor cuaca sangat mempengaruhi. 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. Selain faktor cuaca, faktor pencemaran udara juga sangat mempengaruhi dalam observasi. Salah satu pencemaran udara adalah polusi udara yang ditimbulkan dari aktifitas kendaraan, asap pabrik, industri, pembakaran dan lain-lain. Polusi udara ini dapat menghambat observasi dikarenakan dapat menyamarkan ufuk. Hal ini bisa mengakibatkan hasil observasi kurang akurat.

Pengamatan tinggi Matahari awal waktu Dzuhur menggunakan dua instrument yaitu *Backstaff* dan *Mizwala*. Pada pengamatan ini *mizwala* digunakan untuk menentukan panjang bayangan Matahari. Peneliti menggunakan *mizwala* dikarenakan alat ini sama-sama klasik, selain itu biasa digunakan dalam kajian Ilmu Falak, dan sudah teruji keakuratannya. Pengamatan dimulai dengan pembedikan tinggi Matahari dengan dua instrument tersebut. Pembedikan Matahari dilakukan pada saat masuknya waktu Dzuhur sebagaimana yang dihasilkan dengan perhitungan awal waktu shalat. Pengamatan ini tidak dilakukan sendiri, akan tetapi pengamat dibantu orang lain dalam mengamati tinggi Matahari dengan instrumen *Mizwala*. Hasil pengamatan tersebut diolah sebagaimana dalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Tinggi Matahari Waktu Dzuhur

Tanggal Pengamatan	<i>Backstaff</i>	Mizwala	Selisih
08 November 2020	80° 12' 00"	80° 21' 07,04"	0° 09' 07,04"
09 November 2020	80° 00' 00"	79° 47' 45,69"	0° 12' 14,31"
10 November 2020	79° 42' 00"	79° 47' 45,69"	0° 05' 45,69"

Gambar 4.1 Mencari Tinggi Matahari Waktu Dzuhur



Sumber: Dokumentasi Penulis Saat Penelitian

Pengamatan tinggi Matahari pada waktu Ashar sama seperti pengamatan tinggi Matahari saat Dzuhur. Pembidikan tinggi Matahari dilakukan pada saat masuknya waktu Ashar sebagaimana yang dihasilkan dengan perhitungan awal waktu shalat. Berikut adalah hasil pengamatan yang diolah dalam tabel:

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Tinggi Matahari Waktu Ashar

Tanggal Pengamatan	<i>Backstaff</i>	Mizwala	Selisih
08 November 2020	40° 23' 60"	40° 16' 47,51"	0° 07' 12,49"
09 November 2020	40° 12' 00"	40° 02' 29,58"	0° 09' 30,42"
10 November 2020	40° 17' 60"	40° 09' 37,48"	0° 08' 22,52"

Berdasarkan hasil penelitian di atas, nilai kemelencengan tinggi Matahari yang dihasilkan *Backstaff* dengan Mizwala terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh *Backstaff* yang tidak ada penyangganya,

kurang fokusnya pengamat saat pembidikan Matahari, faktor penglihatan saat pembidikan serta tiupan angin yang sangat kencang sehingga mengakibatkan berubahnya posisi *backstaff*. Hal ini menyebabkan terjadinya kemelencengan pada nilai *backstaff* yang diperoleh saat pembidikan tinggi Matahari.

Gambar 4.2 Mencari Tinggi Matahari Waktu Ashar



Sumber: Dokumentasi Penulis Saat Penelitian

Kemelencengan dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan *Backstaff* dengan Mizwala terdapat selisih relatif sedikit. Selisih waktu Dzuhur yaitu dari $0^{\circ} 05' 45,69''$ sampai $0^{\circ} 12' 14,31''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 07' 12,49''$ sampai $0^{\circ} 09' 30,42''$.

Selanjutnya peneliti akan menyajikan data saat pengamatan di laut. Pada pengamatan ini peneliti hanya mengkomparasikan hasil pembidikan *backstaff* dengan perhitungan ephemeris.

1. Penelitian pertama, dilaksanakan pada hari Rabu, 25 November 2020 pukul 11.11 WIB. Pukul 11.11 merupakan awal waktu shalat Dzuhur di markaz dengan Lintang $-6^{\circ} 58'$ LS dan Bujur $114^{\circ} 17'$ BT. Penentuan masuknya waktu Dzuhur ini dihitung dengan rumus perhitungan awal waktu shalat.

Gambar 4.3 Mencari Tinggi Matahari Waktu Dzuhur di Kapal



Sumber: Dokumentasi Penulis Saat Penelitian

Tabel 4.3 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Pertama

Data yang Dibutuhkan	Nilai
Lintang Tempat (ϕ^x)	$-6^{\circ} 58' LS$
Bujur Tempat (λ^x)	$114^{\circ} 17' BT$
Bujur Daerah (λ^d)	105°
δ_1	$-20^{\circ} 49' 17''$
δ_2	$-20^{\circ} 49' 46''$
e1	$0^{\circ} 12' 59''$
e2	$0^{\circ} 12' 58''$
Tinggi Matahari (Hasil Perhitungan)	$76^{\circ} 08' 38,07''$
Tinggi Matahari (Hasil Praktek)	$76^{\circ} 24' 00,00''$
Selisih	$0^{\circ} 15' 21,93''$

- Penelitian kedua, dilaksanakan pada hari Rabu, 25 November 2020 pukul 14.34 WIB. Pukul 14.34 merupakan awal waktu shalat Ashar di markaz dengan Lintang $-7^{\circ} 31' 21'' LS$ dan Bujur $114^{\circ} 50' 35'' BT$. Penentuan masuknya waktu Dzuhur ini dihitung dengan rumus perhitungan awal waktu shalat.

Gambar 4.4 Mencari Tinggi Matahari Waktu Ashar di Kapal



Sumber: Dokumentasi Penulis Saat Penelitian

Tabel 4.4 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Kedua

Data yang Dibutuhkan	Nilai
Lintang Tempat (ϕ^x)	$-7^{\circ} 31' 21''$ LS
Bujur Tempat (λ^x)	$114^{\circ} 50' 35''$ BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
δ_1	$-20^{\circ} 50' 44''$
δ_2	$-20^{\circ} 51' 13''$
e1	$0^{\circ} 12' 57''$
e2	$0^{\circ} 12' 56''$
Tinggi Matahari (Hasil Perhitungan)	$38^{\circ} 29' 16,24''$
Tinggi Matahari (Hasil Praktek)	$37^{\circ} 53' 60,00''$
Selisih	$0^{\circ} 35' 16,24''$

3. Penelitian ketiga, dilaksanakan pada hari Rabu, 25 November 2020 pukul 14.48 WIB. Penelitian ini tidak dilaksanakan pada awal waktu shalat.

Tabel 4.5 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Ketiga

Data yang Dibutuhkan	Nilai
Lintang Tempat (ϕ^x)	-7° 31' 41" LS
Bujur Tempat (λ^x)	114° 51' 07" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
δ_1	-20° 50' 44"
δ_2	-20° 51' 13"
e1	0° 12' 57"
e2	0° 12' 56"
Tinggi Matahari (Hasil Perhitungan)	35° 13' 53,5"
Tinggi Matahari (Hasil Praktek)	35° 18' 00,00"
Selisih	0° 04' 06,95"

4. Penelitian keempat, dilaksanakan pada hari Kamis, 26 November 2020 pukul 12.08 WIB. Pukul 12.08 merupakan awal waktu shalat Dzuhur di markaz dengan Lintang -7° 25' 03" LS dan Bujur 114° 43' 42" BT. Penentuan masuknya waktu Dzuhur ini dihitung dengan rumus perhitungan awal waktu shalat.

Tabel 4.6 Data dan Hasil Perhitungan pada Penelitian Keempat

Data yang Dibutuhkan	Nilai
Lintang Tempat (ϕ^x)	-7° 25' 03" LS
Bujur Tempat (λ^x)	114° 43' 42" BT
Bujur Daerah (λ^d)	120°
δ_1	-21° 01' 09"
δ_2	-21° 01' 37"
e1	0° 12' 39"
e2	0° 12' 38"
Tinggi Matahari (Hasil Perhitungan)	76° 24' 15,22"
Tinggi Matahari (Hasil Praktek)	76° 47' 60,00"

Selisih	0° 23' 50,22"
---------	---------------

Berdasarkan hasil penelitian di atas, nilai kemelencengan tinggi Matahari yang dihasilkan *Backstaff* dengan perhitungan ephemeris terdapat perbedaan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh *Backstaff* kencangnya tiupan angin pada saat praktek dan adanya gelombang air laut yang mengakibatkan kapal sedikit bergoyang sehingga mengakibatkan berubahnya posisi *backstaff*. Hal ini menyebabkan terjadinya kemelencengan pada nilai *backstaff* yang diperoleh saat pembidikan tinggi Matahari. Kemelencengan dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan *Backstaff* dengan Perhitungan ephemeris terdapat selisih yaitu 0° 04' 06,95" sampai 0° 35' 16,24".

Kemelencengan ini dinilai wajar asal tidak lebih 1° pun bisa di tolerir dalam ilmu pelayaran di STIMART AMNI karna kemelencengan dalam alat pelayaran dianggap wajar asal tidak lebih dari 1°. Karna tidak bisa dipungkiri bahwa efek dari gemetar tangan dan nafas seseorang sangat berpengaruh terhadap hasil observasi. Sehingga hasil kemelencengan tersebut diatas dinilai masih wajar sehingga dapat dikatakan metode *backstaff* ini akurat.³

Backstaff merupakan alat bantu bagi kita yang tidak mengetahui awal dan akhir waktu shalat secara tepat, dengan demikian *backstaff* dapat digunakan untuk mencari awal serta akhir waktu shalat Dzuhur 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.

Instrumen *backstaff* ini merupakan instrumen yang dirangkai sendiri oleh peneliti dengan panduan buku *The Lo-tech Navigation*, sehingga untuk mendapatkan keakurasian peneliti melakukan observasi berkali-kali agar instrument *backstaff* ini dikatakan akurat dan layak untuk digunakan. Melihat dari hasil praktek tersebut, terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan

³ Akatina, "Uji Akurasi *Sextant* dalam Penentuan Azimuh dan Tinggi Bulan", *Skripsi* Program Strata 1 UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 88, tidak dipublikasikan.

metode dalam instrument *sextant*. Berikut adalah kelebihan dari *backstaff*, anantara lain:

- a. Saat menggunakan *backstaff* pengamat tidak langsung menghadap Matahari, jadi mata pengamat aman dari radiasi Matahari.
- b. Alatnya mudah dibawa.
- c. Alat ini merupakan alat yang ekonomis karena terbuat dari kayu.
- d. Alat ini hanya diperuntukan untuk mengamati tinggi Matahari ketika siang hari.
- e. Metode pengukuran menggunakan *backstaff* mudah dilakukan, karena menggunakan metode langsung baca. Artinya menentukan tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dengan cara membaca langsung hasil tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar pada *backstaff*.
- f. *Backstaff* tidak menggunakan baterai sehingga praktis.

Di samping memiliki beberapa kelebihan, *backstaff* juga mempunyai beberapa kelemahan alat, yaitu:

- a. Tidak bisa mengamati Matahari ketika di posisi 90° .
- b. Alatnya terlalu ringan, jadi posisi alat bisa berubah ketika ada angin kencang.
- c. *Backstaff* tidak memiliki tripod sehingga jika kurang konsisten dalam memegang alat maka hasilnya akan melenceng.
- d. *Backstaff* tidak menggunakan lensa monokuler sehingga bila mata yang kurang fokus, akan kesulitan mengoperasikannya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Metode penentuan tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar menggunakan *backstaff* dilakukan dengan berdiri membelakangi Matahari, kemudian pengamat memperhatikan horizon melalui baling-baling penglihatan yang ada pada busur bawah yaitu busur yang mempunyai skala 30 derajat. Selanjutnya pengamat menggeser-geser baling-baling bayangan pada busur atas (busur yang mempunyai skala 60 derajat sampai bayangan Matahari jatuh pada baling-baling horizon. Kemudian hasil akan langsung terbaca pada busur derajat tersebut. Langkah selanjutnya jumlahkan angka yang ditunjukkan busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari. Tinggi Matahari ini merupakan tinggi Matahari dari zenith. Dengan metode langsung baca, pengamat langsung dapat membaca tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dengan lebih jelas.
2. Keakuratan *Backstaff* dalam menentukan tinggi Matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar yang diuji menggunakan *Mizwala* merupakan alat yang akurat. Dalam hal ini dibuktikan dari beberapa kali pengujian yang dilakukan oleh penulis di Pelabuhan Kendal. Kemelencengan dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan *Backstaff* dengan *Mizwala* terdapat selisih relatif sedikit. Selisih waktu Dzuhur yaitu dari $0^{\circ} 05' 45,69''$ sampai $0^{\circ} 12' 14,31''$ dan untuk waktu Ashar yaitu $0^{\circ} 07' 12,49''$ sampai $0^{\circ} 09' 30,42''$. Selisih tersebut dipengaruhi oleh faktor beda penglihatan, *backstaff* yang mungkin bergerak sedikit saat pengamat bernapas selain itu juga disebabkan oleh *Backstaff* yang tidak ada penyangganya, serta kurang fokusnya pengamat saat pembidikan Matahari untuk pengamatan di laut menggunakan *Backstaff* dengan

hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris terdapat selisih $0^{\circ} 04' 06,95''$ sampai $0^{\circ} 35' 16,24''$. Selisih tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tiupan angin yang kencang dan adanya gelombang laut yang mempengaruhi goyangnya kapal sehingga posisi *backstaff* berubah. Selain itu ukuran dari *Backstaff* itu sendiri, semakin besar *backstaff*, maka interval derajat pada skala *Backstaff* akan semakin jelas terbaca pada setiap derajatnya.

B. Saran

1. *Backstaff* harus terus dimodifikasi dan dikembangkan agar kaya akan fungsi dan kegunaannya.
2. Ketelitian *backstaff* bisa diperjelas lagi menjadi detik busur.
3. Mengenai fungsi dan kegunaannya harus adanya perhatian lebih bagi para pegiat ilmu falak dan astronomi agar *backstaff* memiliki prosedur atau panduan serta literatur yang jelas untuk menyatukan dan memadukan langkah dalam penggunaan fungsinya.
4. *Backstaff* yang di pasang tripod berpeluang mencapai titik seperti halnya theodolite jika digunakan di darat.
5. Meskipun sekarang ini sudah terdapat alat yang lebih canggih dan hasilnya pun mencapai akurat akan tetapi seharusnya tetap mempergunakan *backstaff* sebagai khazanah klasik dalam menyelesaikan permasalahan astronomi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sebagai tugas akhir syarat menyelesaikan Studi Strata 1 Prodi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw. Selain berupaya dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena

itu, kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan dan harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca pada umumnya sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- Amri, Tamhid. "Waktu Shalat Perspektif Syar'i", *Jurnal Asy-Syari'ah*. 2014.
- Bud, Robert. "Instruments of Science An Historical Encyclopedia". *Jurnal*: Garland Publishing. Inc. 1998.
- Hosen. "KILAS BALIK KALENDER HIJRIYAH INDONESIA: Perjalanan Menuju Penyatuan Kalender Nasional". *Jurnal Islamuna*. 2017.
- Rojak, Encep Abdul dkk. "Koreksi Ketinggian Tempat terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung", *Jurnal Al-Ahkam*. 2007.

Buku :

- Agama RI, Kementrian. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: Sygma Examedia Arkanleema. 2009.
- Al-Suyuthi, Al-Hafiz Jalal al-Din. *Sunan al-Nasa'i*. Beirut – Libanon: Dar al-Kutub alAlamiah, t.th.
- Azhari, Susikhnan. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2011.
- Bennett, Jim. *CATADIOPTRICS AND COMMERCE IN EIGHTEENTH-CENTURY LONDON*. Museum of the Hi.story of Science. Oxford University. 2006.
- Crowley, Tony. *The Lo-Tech Navigator*". Lavenham: Seafarer Books. 2004.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang. 2011.
- Hilster, Nicolas de. *Navigation On Wood Wooden Navigational Instruments 1590-1731 An analysis of early modern western instruments for celestial navigation, their origins, mathematical concepts and accuracies*. Castricum: BAS Eefsting Grafische Producties, Heerjansdam. 2018.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: Pustaka Rizki Putra. 2012.

- Jamil, A. *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*. Jakarta: Amzah. 2009.
- Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2005.
- Mardiansaf, Rian. *Ilmu Pelayaran*. Jakarta: Maritim Djangkar. 2017.
- Mughniyah, Muhammad Jawad. *Al-Fiqh 'ala Al-Mazahib Al-Khamsah*, Ter. Masykur, et al. "*Fiqh Lima Madzhab*". Jakarta: Basrie Press. 1991.
- Muslim, Imam Abi al-Husain bin al-Hajjaj al-Qusyairy. *Shahih Muslim*. Beirut – Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.th.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras. 2011.
- Mustofa, Ali. *Ilmu Falak Kontemporer Ephemeris Bulanarium*. Kediri: Astro Santri. 2020.
- Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2015.
- Sugiyono. "*Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*". Bandung: Alfabeta. 2016.
- Sukandarrumidi. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 2012.
- Tim Penyusun Fakultas Syari'ah. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang*. Semarang: UIN Walisongo. 2019.
- Yahya, Muhyiddin bin Syaraf Nawawi. *Hadits Arba'in Nawawyah*. Riyadh: Ta'awuni li ad-Dakwah wa Tau'iyah al-Jaliyah bi ar-Rubuwah. 2010.
- Akatina. "*Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan*", Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2018.
- Ardliansyah, Moelki Fahmi. "*Studi Akurasi Penggunaan Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Shalat*". Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2015.
- Ariyanti, Novi. "*Penggunaan Klinometer dalam Menentukan Tinggi Awal Waktu Dzuhur dan Ashar*", Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2018.
- Farichah, Siti Lailatul. "*Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Awal Waktu Salat Zuhur dan Ashar*". Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2018.

Hidayah, Mualifah Nur. “*Analisis Metode Hisab Awal Waktu Shalat dalam Kitab Tashil Al-Muamalat Li Ma’rifah Al-Auqat*”. Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2019.

Rohmah, Nur. “*Astrolabe RHI dalam Menentukan Bayangan Awal Waktu Dzuhur dan Ashar*”. Skripsi: UIN Walisongo Semarang. 2018.

Internet:

<http://teknikelektroumrah.blogspot.com/2016/12/celestial-navigation.html>, 21 Desember 2019.

<https://www.penobscotmarinemuseum.org/pbho-1/collection/backstaff-reproduction>, 15 Januari 2019.

<https://www.google.com/amp/s/amp.tirto.id/Mariam-al-ijliya-muslimah-pembuat-astrolab-penentu-arah-cqZu>, 2 Maret 2020

Duane A. Cline, “[The Pilgrims & Plymouth Colony: 1620](http://sites.rootsweb.com/~mosmd/crstaff.html)”
<http://sites.rootsweb.com/~mosmd/crstaff.html> diakses pada tanggal 4 Maret 2020.

<http://sites.rootsweb.com/~mosmd/crstaff.htm> diakses pada tanggal 4 Maret 2020.

<https://exploration.marinersmuseum.org/object/back-staff/> diakses pada 4 Maret 2020.

<https://www.scribd.com/document/361212249/Celestial-Navigation>, diakses pada 10 Maret 2020.

<https://hazis.files.wordpress.com/2009/10/posisimatahari.png?w=627>, diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31, diakses pada tanggal 3 Agustus 2020.

<http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.html>, diakses pada tanggal 3 Agustus 2020.

James H. Marsh dan Daniel Penneton, John Davis, (Canada: The Canadian Encyclopedia, 2008),
<https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/john-davis>.

www.thepirateking.com/bios/davis_john.html diakses pada tanggal 3 Agustus 2020.

<https://www.britanica.com/biography/John-Davis>, diakses pada tanggal 3 Agustus 2020.

<https://dhoneblog.files.wordpress.com/2011/04/picture2.png>, diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

<https://www.oceannavigator.com/March-April-2019/nav5.jpg>, diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

<https://mrnwrizky07.files.wordpress.com/2013/09/14.jpg> diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/Latitude_lines.svg/300px-Latitude_lines.svg.png, diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

<https://www.pelajaran.co.id/wp-content/uploads/2018/08/Garis-Bujur.jpg> diakses pada tanggal 28 Juni 2020 pukul 22.30 WIB.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/Longitude_%28PSF%29.png/330px-Longitude_%28PSF%29.png, diakses pada tanggal 28 Juni 2020.

LAMPIRAN

1. Penelitian Di Darat (Pelabuhan Kendal)

a. Penelitian Hari Pertama, 8 November 2020

1) Awal Waktu Dzuhur

Diketahui :

$$\text{Lintang Tempat } (\phi^x) = 06^\circ 55' 05'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur Tempat } (\lambda^x) = 110^\circ 17' 17'' \text{ BT}$$

$$\text{Deklinasi Matahari } (\delta_o) = -16^\circ 41' 43''$$

$$\text{Equation of Time } (e) = 00^\circ 16' 17''$$

$$\text{Bujur Daerah } (\lambda^d) = 105^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{WIB} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 12 - 00^\circ 16' 17'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 11:22: 33,87 \\ &= 11.23 \end{aligned}$$

2) Awal Waktu Ashar

$$\begin{aligned} Z_m &= |\delta_o - \phi^x| \\ &= |-16^\circ 41' 43'' - (-06^\circ 55' 05'')| \\ &= |-09^\circ 46' 38''| \\ &= 09^\circ 46' 38'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan } h_o &= \text{Tan } Z_m + 1 \\ &= \text{Tan } 09^\circ 46' 38'' + 1 \\ &= 40^\circ 27' 52,11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o \\ &= \sin 40^\circ 27' 52,11'' : \cos -06^\circ 55' 05'' : \cos -16^\circ 41' 43'' - \\ &\quad \tan -06^\circ 55' 05'' \times \tan -16^\circ 41' 43'' \\ &= 49^\circ 45' 2,29'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_o &= \cos t_o : 15 \\ &= 49^\circ 45' 2,29'' : 15 \\ &= 03^j 19^m 0,15^d \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ashar} &= 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 + t_o \\ &= 12 - 00^\circ 16' 17'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 + 03^j 19^m \\ &\quad 0,15^d \\ &= 14 : 41 : 34,02 \\ &= 14.42 \end{aligned}$$

Koreksi

Awal Waktu Dzuhur = 11.23

Diketahui :

$$t = 0^\circ 23'$$

Data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\delta_1 = -16^\circ 40' 60''$$

$$\delta_2 = -16^\circ 41' 43''$$

$$e_1 = 0^\circ 16' 17''$$

$$e_2 = 0^\circ 16' 17''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\delta = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t$$

$$= -16^\circ 40' 60'' + (-16^\circ 41' 43'' - (-16^\circ 40' 60'')) \times 0^\circ 23'$$

$$= -16^\circ 41' 16,48''$$

- Interpolasi Equation of Time

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times t$$

$$= 0^\circ 16' 17'' + (0^\circ 16' 17'' - 0^\circ 16' 17'') \times 0^\circ 23'$$

$$= 0^\circ 16' 17''$$
- Sudut Waktu

$$WH = WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15$$

$$= 11.23 + 0^\circ 16' 17'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15$$

$$= 12^\circ 00' 26,13''$$

$$t = WH - 12$$

$$= 12^\circ 00' 26,13'' - 12$$

$$= 0^\circ 00' 26,13'' \times 15$$

$$= 0^\circ 06' 31,95''$$
- Tinggi Matahari (h_o)

$$\text{Sin } h_o = \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t$$

$$= \sin -16^\circ 41' 16,48'' \times \sin -06^\circ 55' 05'' + \cos -16^\circ 41' 16,48'' \times \cos -06^\circ 55' 05'' \times \cos 0^\circ 06' 31,95''$$

$$= 80^\circ 13' 46,43''$$

Awal Waktu Ashar = 14.42

Diketahui :

$$t = 0^\circ 42'$$

Data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\delta_1 = -16^\circ 43' 10''$$

$$\delta_2 = -16^\circ 43' 53''$$

$$e_1 = 0^\circ 16' 17''$$

$$e_2 = 0^\circ 16' 17''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\delta = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t$$

$$= -16^\circ 43' 10'' + (-16^\circ 43' 53'' - (-16^\circ 43' 10'')) \times 0^\circ 42'$$

$$= -16^\circ 43' 40,1''$$
- Interpolasi Equation of Time

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times t$$

$$= 0^\circ 16' 17'' + (0^\circ 16' 17'' - 0^\circ 16' 17'') \times 0^\circ 42'$$

$$= 0^\circ 16' 17''$$
- Sudut Waktu

$$WH = WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15$$

$$= 14.42 + 0^\circ 16' 17'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15$$

$$= 15^\circ 19' 26,13''$$

$$t = WH - 12$$

$$= 15^\circ 19' 26,13'' - 12$$

$$= 03^\circ 19' 26,13'' \times 15$$

$$= 49^\circ 51' 31,95''$$
- Tinggi Matahari (h_o)

$$\text{Sin } h_o = \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t$$

$$\begin{aligned}
&= \sin -16^\circ 43' 40,1'' \times \sin -06^\circ 55' 05'' + \cos -16^\circ 43' 40,1'' \\
&\quad \times \cos -06^\circ 55' 05'' \times \cos 49^\circ 51' 31,95'' \\
&= 40^\circ 21' 29,84''
\end{aligned}$$

b. Penelitian Hari Kedua, 9 November 2020

1) Awal Waktu Dzuhur

Diketahui :

Lintang Tempat (ϕ^x) = $06^\circ 55' 05''$ LS

Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 17' 17''$ BT

Deklinasi Matahari (δ_o) = $-16^\circ 58' 53''$

Equation of Time (e) = $00^\circ 16' 12''$

Bujur Daerah (λ^d) = 105°

WIB = $WH - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$
 $= 12 - 00^\circ 16' 12'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15$
 $= 11:22: 38,87$
 $= 11.23$

2) Awal Waktu Ashar

Zm = $|\delta_o - \phi^x|$
 $= |-16^\circ 58' 53'' - (-06^\circ 55' 05'')|$
 $= |-10^\circ 03' 48''|$
 $= 10^\circ 03' 48''$

Cotan h_o = $\tan Zm + 1$
 $= \tan 10^\circ 03' 48'' + 1$
 $= 40^\circ 20' 26,17''$

Cos t_o = $\sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o$
 $= \sin 40^\circ 20' 26,17'' : \cos -06^\circ 55' 05'' : \cos -16^\circ 58' 53'' -$
 $\tan -06^\circ 55' 05'' \times \tan -16^\circ 58' 53''$
 $= 49^\circ 51' 10,41''$

t_o = $\cos t_o : 15$
 $= 49^\circ 51' 10,41'' : 15$
 $= 03^j 19^m 24,69^d$

Ashar = $12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 + t_o$
 $= 12 - 00^\circ 16' 12'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 + 03^j 19^m$
 $24,69^d$
 $= 14 : 42 : 3,56$
 $= 14.43$

Koreksi

Awal Waktu Dzuhur = 11.23

Diketahui :

t = $0^\circ 23'$

Data Ephemeris jam ke 4 dan 5

δ_1 = $-16^\circ 58' 10''$

δ_2 = $-16^\circ 58' 53''$

e_1 = $0^\circ 16' 12''$

$$e_2 = 0^\circ 16' 12''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -16^\circ 58' 10'' + (-16^\circ 58' 53'' - (-16^\circ 58' 10'')) \times 0^\circ 23' \\ &= -16^\circ 58' 26,48''\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 16' 12'' + (0^\circ 16' 12'' - 0^\circ 16' 12'') \times 0^\circ 23' \\ &= 0^\circ 16' 12''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 11.23 + 0^\circ 16' 12'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 12^\circ 00' 21,13''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= WH - 12 \\ &= 12^\circ 00' 21,13'' - 12 \\ &= 0^\circ 00' 21,13'' \times 15 \\ &= 0^\circ 05' 16,95''\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned}\sin h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -16^\circ 58' 26,48'' \times \sin -06^\circ 55' 05'' + \cos -16^\circ 58' 26,48'' \times \cos -06^\circ 55' 05'' \times \cos 0^\circ 05' 16,95'' \\ &= 80^\circ 31' 12,27''\end{aligned}$$

Awal Waktu Ashar = 14.43

Diketahui :

$$t = 0^\circ 43'$$

Data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\delta_1 = -17^\circ 00' 18''$$

$$\delta_2 = -17^\circ 01' 00''$$

$$e_1 = 0^\circ 16' 12''$$

$$e_2 = 0^\circ 16' 12''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -17^\circ 00' 18'' + (-17^\circ 01' 00'' - (-17^\circ 00' 18'')) \times 0^\circ 23' \\ &= -17^\circ 00' 48,1''\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 16' 12'' + (0^\circ 16' 12'' - 0^\circ 16' 12'') \times 0^\circ 43' \\ &= 0^\circ 16' 12''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 14.43 + 0^\circ 16' 12'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 15^\circ 20' 21,13''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= WH - 12 \\ &= 15^\circ 20' 21,13'' - 12 \\ &= 03^\circ 20' 21,13'' \times 15 \\ &= 50^\circ 05' 16,95''\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned} \sin h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -17^\circ 00' 48,1'' \times \sin -06^\circ 55' 05'' + \cos -17^\circ 00' 48,1'' \\ &\quad \times \cos -06^\circ 55' 05'' \times \cos 50^\circ 05' 16,95'' \\ &= 40^\circ 06' 49,39'' \end{aligned}$$

c. Penelitian Hari ketiga, 10 November 2020

1) Awal Waktu Dzuhur

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Lintang Tempat } (\phi^x) &= 06^\circ 55' 05'' \text{ LS} \\ \text{Bujur Tempat } (\lambda^x) &= 110^\circ 17' 17'' \text{ BT} \\ \text{Deklinasi Matahari } (\delta_o) &= -17^\circ 15' 45'' \\ \text{Equation of Time (e)} &= 00^\circ 16' 06'' \\ \text{Bujur Daerah } (\lambda^d) &= 105^\circ \\ \text{WIB} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 12 - 00^\circ 16' 06'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 11:22:44,87 \\ &= 11.23 \end{aligned}$$

2) Awal Waktu Ashar

$$\begin{aligned} Z_m &= |\delta_o - \phi^x| \\ &= |-17^\circ 15' 45'' - (-06^\circ 55' 05'')| \\ &= |-10^\circ 20' 40''| \\ &= 10^\circ 20' 40'' \\ \text{Cotan } h_o &= \tan Z_m + 1 \\ &= \tan 10^\circ 20' 40'' + 1 \\ &= 40^\circ 13' 09,46'' \\ \text{Cos } t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o \\ &= \sin 40^\circ 13' 09,46'' : \cos -06^\circ 55' 05'' : \cos -17^\circ 15' 45'' - \\ &\quad \tan -06^\circ 55' 05'' \times \tan -17^\circ 15' 45'' \\ &= 49^\circ 57' 7,51'' \\ t_o &= \cos t_o : 15 \\ &= 49^\circ 51' 10,41'' : 15 \\ &= 03^j 19^m 48,5^d \\ \text{Ashar} &= 12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 + t_o \\ &= 12 - 00^\circ 16' 06'' + (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 + 03^j 19^m \\ &\quad 48,5^d \\ &= 14 : 42 : 33,37 \\ &= 14.43 \end{aligned}$$

Koreksi

Awal Waktu Dzuhur = 11.23

Diketahui :

$$t = 0^\circ 23'$$

Data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\delta_1 = -17^\circ 15' 03''$$

$$\delta_2 = -17^\circ 15' 45''$$

$$e_1 = 0^\circ 16' 07''$$

$$e_2 = 0^\circ 16' 06''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -17^\circ 15' 03'' + (-17^\circ 15' 45'' - (-17^\circ 15' 03'')) \times 0^\circ 23' \\ &= -17^\circ 15' 19,1''\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 16' 07'' + (0^\circ 16' 06'' - 0^\circ 16' 07'') \times 0^\circ 23' \\ &= 0^\circ 16' 6,62''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 11.23 + 0^\circ 16' 6,62'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 12^\circ 00' 15,75''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= WH - 12 \\ &= 12^\circ 00' 15,75'' - 12 \\ &= 0^\circ 00' 15,75'' \times 15 \\ &= 0^\circ 03' 56,25''\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned}\sin h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -17^\circ 15' 19,1'' \times \sin -06^\circ 55' 05'' + \cos -17^\circ 15' 19,1'' \\ &\quad \times \cos -06^\circ 55' 05'' \times \cos 0^\circ 03' 56,25'' \\ &= 79^\circ 39' 45,19''\end{aligned}$$

Awal Waktu Ashar = 14.43

Diketahui :

$$t = 0^\circ 43'$$

Data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\delta_1 = -17^\circ 17' 08''$$

$$\delta_2 = -17^\circ 17' 50''$$

$$e_1 = 0^\circ 16' 06''$$

$$e_2 = 0^\circ 16' 06''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -17^\circ 17' 08'' + (-17^\circ 17' 50'' - (-17^\circ 17' 08'')) \times 0^\circ 23' \\ &= -17^\circ 17' 38,1''\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 16' 06'' + (0^\circ 16' 06'' - 0^\circ 16' 06'') \times 0^\circ 43' \\ &= 0^\circ 16' 06''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 14.43 + 0^\circ 16' 06'' - (105^\circ - 110^\circ 17' 17'') : 15 \\ &= 15^\circ 20' 15,13''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= WH - 12 \\ &= 15^\circ 20' 15,13'' - 12\end{aligned}$$

$$= 03^{\circ} 20' 15,13'' \times 15$$

$$= 50^{\circ} 03' 46,95''$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\sin h_o = \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t$$

$$= \sin -17^{\circ} 17' 38,1'' \times \sin -06^{\circ} 55' 05'' + \cos -17^{\circ} 17' 38,1''$$

$$\times \cos -06^{\circ} 55' 05'' \times \cos 50^{\circ} 05' 16,95''$$

$$= 40^{\circ} 06' 38,84''$$

2. Penelitian Di Laut

a. Penelitian Pertama, 25 November 2020

Awal Waktu Dzuhur

Diketahui :

Lintang Tempat (ϕ^x)	= $06^{\circ} 58' \text{ LS}$
Bujur Tempat (λ^x)	= $114^{\circ} 17' \text{ BT}$
Deklinasi Matahari (δ_o)	= $-20^{\circ} 49' 46''$
Equation of Time (e)	= $00^{\circ} 12' 58''$
Bujur Daerah (λ^d)	= 105°
WIB	= $WH - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$
	= $12 - 00^{\circ} 12' 58'' + (105^{\circ} - 114^{\circ} 17') : 15$
	= $11:09:54$
	= 11.10

Koreksi

Awal Waktu Dzuhur = 11.10

Diketahui :

$$t = 0^{\circ} 10'$$

Data Ephemeris jam ke 4 dan 5

$$\delta_1 = -20^{\circ} 49' 17''$$

$$\delta_2 = -20^{\circ} 49' 46''$$

$$e_1 = 0^{\circ} 12' 59''$$

$$e_2 = 0^{\circ} 12' 58''$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\delta = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t$$

$$= -20^{\circ} 49' 17'' + (-20^{\circ} 49' 46'' - (-20^{\circ} 49' 17'')) \times 0^{\circ} 10'$$

$$= -20^{\circ} 49' 21,83''$$
- Interpolasi Equation of Time

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times t$$

$$= 0^{\circ} 12' 59'' + (0^{\circ} 12' 58'' - 0^{\circ} 12' 59'') \times 0^{\circ} 10'$$

$$= 0^{\circ} 12' 58,83''$$
- Sudut Waktu

$$WH = WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15$$

$$= 11.10 + 0^{\circ} 12' 58,83'' - (105^{\circ} - 114^{\circ} 17') : 15$$

$$= 12^{\circ} 00' 6,83''$$

$$t = WH - 12$$

$$= 12^{\circ} 00' 6,83'' - 12$$

$$= 0^{\circ} 00' 6,83'' \times 15$$

$$= 0^{\circ} 01' 42,45''$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned} \sin h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -20^{\circ} 49' 21,83'' \times \sin -06^{\circ} 58' + \cos -20^{\circ} 49' 21,83'' \\ &\quad \times \cos -06^{\circ} 58' \times \cos 0^{\circ} 01' 42,45'' \\ &= 76^{\circ} 08' 38,07'' \end{aligned}$$

b. Penelitian Kedua, 25 November 2020

Awal Waktu Ashar

Diketahui :

Lintang Tempat (ϕ^x) = $07^{\circ} 31' 21''$ LS

Bujur Tempat (λ^x) = $114^{\circ} 50' 35''$ BT

Deklinasi Matahari (δ_o) = $- 20^{\circ} 49' 46''$

Equation of Time (e) = $00^{\circ} 12' 58''$

Bujur Daerah (λ^d) = 105°

Zm = $|\delta_o - \phi^x|$
 $= |- 20^{\circ} 49' 46'' - (-07^{\circ} 31' 21'')|$
 $= |- 13^{\circ} 18' 25''|$
 $= 13^{\circ} 18' 25''$

Cotan h_o = $\tan Zm + 1$
 $= \tan 13^{\circ} 18' 25'' + 1$
 $= 38^{\circ} 57' 47,7''$

Cos t_o = $\sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \tan \delta_o$
 $= \sin 38^{\circ} 57' 47,7'' : \cos -07^{\circ} 31' 21'' : \cos - 20^{\circ} 49' 46'' -$
 $\tan -07^{\circ} 31' 21'' \times \tan - 20^{\circ} 49' 46''$
 $= 51^{\circ} 04' 5,59''$

t_o = $\cos t_o : 15$
 $= 51^{\circ} 04' 5,59'' : 15$
 $= 03^j 24^m 16,37^d$

Ashar = $12 - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 + t_o$
 $= 12 - 00^{\circ} 12' 58'' + (105^{\circ} - 114^{\circ} 50' 35'') : 15 + 03^j 24^m$
 $16,37^d$
 $= 14 : 31 : 56,04$
 $= 14.32$

Koreksi

Awal Waktu Ashar = 14.32

Namun, Peneliti melakukan penelitian ketika ada adzan Ashar di Kapal yaitu Pukul 14.34.

Diketahui :

t = $0^{\circ} 34'$

Data Ephemeris jam ke 7 dan 8

δ_1 = $-20^{\circ} 50' 44''$

δ_2 = $-20^{\circ} 51' 13''$

e_1 = $0^{\circ} 12' 57''$

e_2 = $0^{\circ} 12' 56''$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -20^\circ 50' 44'' + (-20^\circ 51' 13'' - (-20^\circ 50' 44'')) \times 0^\circ 34' \\ &= -20^\circ 51' 0,43''\end{aligned}$$

3. Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 12' 57'' + (0^\circ 12' 56'' - 0^\circ 12' 57'') \times 0^\circ 32' \\ &= 0^\circ 12' 56,43''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 14.34 + 0^\circ 12' 56,43'' - (105^\circ - 114^\circ 50' 35'') : 15 \\ &= 15^\circ 26' 18,76''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= WH - 12 \\ &= 15^\circ 26' 18,76'' - 12 \\ &= 03^\circ 26' 18,76'' \times 15 \\ &= 51^\circ 34' 41,4''\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned}\text{Sin } h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -20^\circ 51' 0,43'' \times \sin -07^\circ 31' 21'' + \cos -20^\circ 51' 0,43'' \\ &\quad \times \cos -07^\circ 31' 21'' \times \cos 51^\circ 34' 41,4'' \\ &= 38^\circ 29' 16,24''\end{aligned}$$

c. Penelitian Ketiga, 25 November 2020

Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Lintang Tempat } (\phi^x) &= 07^\circ 31' 41'' \text{ LS} \\ \text{Bujur Tempat } (\lambda^x) &= 114^\circ 51' 07'' \text{ BT} \\ \text{Bujur Daerah } (\lambda^d) &= 105^\circ \\ \text{Pukul} &= 14.48 \\ t &= 0^\circ 48'\end{aligned}$$

Data Ephemeris jam ke 7 dan 8

$$\begin{aligned}\delta_1 &= -20^\circ 50' 44'' \\ \delta_2 &= -20^\circ 51' 13'' \\ e_1 &= 0^\circ 12' 57'' \\ e_2 &= 0^\circ 12' 56''\end{aligned}$$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\ &= -20^\circ 50' 44'' + (-20^\circ 51' 13'' - (-20^\circ 50' 44'')) \times 0^\circ 48' \\ &= -20^\circ 51' 07,2''\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\ &= 0^\circ 12' 57'' + (0^\circ 12' 56'' - 0^\circ 12' 57'') \times 0^\circ 48' \\ &= 0^\circ 12' 56,2''\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}WH &= WD + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 14.48 + 0^\circ 12' 56,2'' - (105^\circ - 114^\circ 51' 07'') : 15 \\ &= 15^\circ 40' 20,67''\end{aligned}$$

$$t = WH - 12$$

$$\begin{aligned}
&= 15^\circ 40' 20,67'' - 12 \\
&= 03^\circ 40' 20,67'' \times 15 \\
&= 55^\circ 05' 10,05''
\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_o)

$$\begin{aligned}
\text{Sin } h_o &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\
&= \sin -20^\circ 51' 07,2'' \times \sin -07^\circ 31' 41'' + \cos -20^\circ 51' 07,2'' \\
&\quad \times \cos -07^\circ 31' 41'' \times \cos 55^\circ 05' 10,05'' \\
&= 35^\circ 13' 53,5''
\end{aligned}$$

d. Penelitian Keempat, 26 November 2020

Awal Waktu Dzuhur

Diketahui :

Lintang Tempat (ϕ^x) = $07^\circ 25' 03''$ LS

Bujur Tempat (λ^x) = $114^\circ 43' 42''$ BT

Deklinasi Matahari (δ_o) = $-21^\circ 00' 41''$

Equation of Time (e) = $00^\circ 12' 40''$

Bujur Daerah (λ^d) = 120°

$$\begin{aligned}
\text{WIB} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\
&= 12 - 00^\circ 12' 40'' + (120^\circ - 114^\circ 43' 42'') : 15 \\
&= 12:08:25,2 \\
&= 11.09
\end{aligned}$$

Koreksi

Awal Waktu Dzuhur = 12.09

Diketahui :

t = $0^\circ 09'$

Data Ephemeris jam ke 4 dan 5

δ_1 = $-21^\circ 00' 41''$

δ_2 = $-21^\circ 01' 09''$

e_1 = $0^\circ 12' 40''$

e_2 = $0^\circ 12' 39''$

- Interpolasi Deklinasi

$$\begin{aligned}
\delta &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times t \\
&= -21^\circ 00' 41'' + (-21^\circ 01' 09'' - (-21^\circ 00' 41'')) \times 0^\circ 09' \\
&= -21^\circ 00' 45,2''
\end{aligned}$$

- Interpolasi Equation of Time

$$\begin{aligned}
e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times t \\
&= 0^\circ 12' 40'' + (0^\circ 12' 39'' - 0^\circ 12' 40'') \times 0^\circ 09' \\
&= 0^\circ 12' 39,85''
\end{aligned}$$

- Sudut Waktu

$$\begin{aligned}
\text{WH} &= \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\
&= 12.09 + 0^\circ 12' 39,85'' - (120^\circ - 114^\circ 43' 42'') : 15 \\
&= 12^\circ 00' 34,65''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t &= \text{WH} - 12 \\
&= 12^\circ 00' 34,65'' - 12 \\
&= 0^\circ 00' 34,65'' \times 15 \\
&= 0^\circ 08' 39,75''
\end{aligned}$$

- Tinggi Matahari (h_0)

$$\begin{aligned} \sin h_0 &= \sin \delta \times \sin \phi + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos t \\ &= \sin -21^\circ 00' 45,2'' \times \sin -07^\circ 25' 03'' + \cos -21^\circ 00' 45,2'' \\ &\quad \times \cos -07^\circ 25' 03'' \times \cos 0^\circ 08' 39,75'' \\ &= 76^\circ 24' 15,22'' \end{aligned}$$

Surat Pengantar Penelitian di Kapal



DAMAI LAUTAN NUSANTARA

Kantor Pusat : Jl. Kenjeran 219, Kopas Madya Baru, Tambaksari - Surabaya, Jawa Timur

Telp. 031-3764816 (hunting) & 031-3710803

Kantor Operasional : Jl. Perak Barat No. 61 Surabaya, Telp. 031-99221232

SURAT PENGANTAR

No. 008/DLN-DIR/X/2020

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Ipong Khariri**
 Jabatan : **Manager Operasi**
 Perusahaan : **PT. DAMAI LAUTAN NUSANTARA**

Menerangkan bahwa yang bersangkutan dibawah ini :

Nama : **FRISKA LINIA SARI dan MAULIDA NURUL NABILA**
 Status : **Maha Siswi , UIN Negeri Walisongo Semarang**
 Jurusan : **Ilmu Falak**
 Tujuan : **Melakukan penelitian waktu sholat di kapal.**

Dengan ini memberi ijin untuk melakukan penelitian perhitungan waktu dikapal saat pelayaran, dengan ketentuan waktu pada hari **Rabu 25 November 2020, pukul 13.00-15.00.**

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Surabaya, 23 November 2020
 PT. DAMAI LAUTAN NUSANTARA


Ipong Khariri
(Manager Operasi)
 DAMAI LAUTAN NUSANTARA

Data Ephemeris Tanggal 8 – 10 November 2020, dan 25 – 26 November 2020

8 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	226° 02' 43"	0.19"	223° 34' 07"	-16° 38' 06"	0.9907600	16' 08.58"	23° 26' 13"	16 m 18 s
1	226° 05' 14"	0.20"	223° 36' 38"	-16° 38' 50"	0.9907502	16' 08.59"	23° 26' 13"	16 m 18 s
2	226° 07' 45"	0.20"	223° 39' 09"	-16° 39' 33"	0.9907404	16' 08.60"	23° 26' 13"	16 m 18 s
3	226° 10' 15"	0.20"	223° 41' 39"	-16° 40' 17"	0.9907306	16' 08.61"	23° 26' 13"	16 m 18 s
4	226° 12' 46"	0.20"	223° 44' 10"	-16° 40' 60"	0.9907208	16' 08.62"	23° 26' 13"	16 m 17 s
5	226° 15' 16"	0.21"	223° 46' 40"	-16° 41' 43"	0.9907110	16' 08.63"	23° 26' 13"	16 m 17 s
6	226° 17' 47"	0.21"	223° 49' 11"	-16° 42' 26"	0.9907012	16' 08.64"	23° 26' 13"	16 m 17 s
7	226° 20' 18"	0.21"	223° 51' 42"	-16° 43' 10"	0.9906914	16' 08.65"	23° 26' 13"	16 m 17 s
8	226° 22' 48"	0.22"	223° 54' 12"	-16° 43' 53"	0.9906817	16' 08.66"	23° 26' 13"	16 m 17 s
9	226° 25' 19"	0.22"	223° 56' 43"	-16° 44' 36"	0.9906719	16' 08.67"	23° 26' 13"	16 m 16 s
10	226° 27' 50"	0.22"	223° 59' 14"	-16° 45' 19"	0.9906621	16' 08.68"	23° 26' 13"	16 m 16 s
11	226° 30' 20"	0.22"	224° 01' 44"	-16° 46' 02"	0.9906524	16' 08.68"	23° 26' 13"	16 m 16 s
12	226° 32' 51"	0.23"	224° 04' 15"	-16° 46' 45"	0.9906426	16' 08.69"	23° 26' 13"	16 m 16 s
13	226° 35' 21"	0.23"	224° 06' 46"	-16° 47' 28"	0.9906329	16' 08.70"	23° 26' 13"	16 m 16 s
14	226° 37' 52"	0.23"	224° 09' 17"	-16° 48' 11"	0.9906231	16' 08.71"	23° 26' 13"	16 m 15 s
15	226° 40' 23"	0.24"	224° 11' 48"	-16° 48' 54"	0.9906134	16' 08.72"	23° 26' 13"	16 m 15 s
16	226° 42' 53"	0.24"	224° 14' 18"	-16° 49' 37"	0.9906037	16' 08.73"	23° 26' 13"	16 m 15 s
17	226° 45' 24"	0.24"	224° 16' 49"	-16° 50' 20"	0.9905939	16' 08.74"	23° 26' 13"	16 m 15 s
18	226° 47' 55"	0.24"	224° 19' 20"	-16° 51' 03"	0.9905842	16' 08.75"	23° 26' 13"	16 m 15 s
19	226° 50' 25"	0.25"	224° 21' 51"	-16° 51' 46"	0.9905745	16' 08.76"	23° 26' 13"	16 m 14 s
20	226° 52' 56"	0.25"	224° 24' 22"	-16° 52' 29"	0.9905648	16' 08.77"	23° 26' 13"	16 m 14 s
21	226° 55' 27"	0.25"	224° 26' 53"	-16° 53' 11"	0.9905551	16' 08.78"	23° 26' 13"	16 m 14 s
22	226° 57' 57"	0.25"	224° 29' 24"	-16° 53' 54"	0.9905454	16' 08.79"	23° 26' 13"	16 m 14 s
23	227° 00' 28"	0.25"	224° 31' 55"	-16° 54' 37"	0.9905357	16' 08.80"	23° 26' 13"	16 m 14 s
24	227° 02' 59"	0.26"	224° 34' 26"	-16° 55' 20"	0.9905260	16' 08.81"	23° 26' 13"	16 m 13 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	129° 00' 48"	3° 55' 08"	132° 33' 20"	21° 46' 44"	0° 57' 03"	15' 32.88"	105° 9' 31"	0.56224
1	129° 33' 35"	3° 57' 06"	133° 07' 47"	21° 39' 45"	0° 57' 05"	15' 33.42"	105° 21' 54"	0.55788
2	130° 06' 25"	3° 59' 02"	133° 42' 14"	21° 32' 39"	0° 57' 07"	15' 33.96"	105° 34' 13"	0.55351
3	130° 39' 17"	4° 00' 57"	134° 16' 40"	21° 25' 25"	0° 57' 09"	15' 34.50"	105° 46' 29"	0.54913
4	131° 12' 11"	4° 02' 51"	134° 51' 04"	21° 18' 03"	0° 57' 11"	15' 35.04"	105° 58' 41"	0.54474
5	131° 45' 08"	4° 04' 44"	135° 25' 28"	21° 10' 34"	0° 57' 13"	15' 35.59"	106° 10' 49"	0.54034
6	132° 18' 07"	4° 06' 36"	135° 59' 50"	21° 02' 57"	0° 57' 15"	15' 36.14"	106° 22' 54"	0.53593
7	132° 51' 09"	4° 08' 26"	136° 34' 11"	20° 55' 13"	0° 57' 17"	15' 36.69"	106° 34' 55"	0.53151
8	133° 24' 13"	4° 10' 15"	137° 08' 31"	20° 47' 22"	0° 57' 19"	15' 37.24"	106° 46' 51"	0.52708
9	133° 57' 20"	4° 12' 03"	137° 42' 50"	20° 39' 23"	0° 57' 21"	15' 37.80"	106° 58' 44"	0.52265
10	134° 30' 29"	4° 13' 49"	138° 17' 08"	20° 31' 17"	0° 57' 24"	15' 38.35"	107° 10' 33"	0.51821
11	135° 03' 41"	4° 15' 35"	138° 51' 24"	20° 23' 04"	0° 57' 26"	15' 38.91"	107° 22' 17"	0.51376
12	135° 36' 55"	4° 17' 19"	139° 25' 39"	20° 14' 43"	0° 57' 28"	15' 39.47"	107° 33' 57"	0.50931
13	136° 10' 11"	4° 19' 01"	139° 59' 53"	20° 06' 15"	0° 57' 30"	15' 40.04"	107° 45' 33"	0.50484
14	136° 43' 31"	4° 20' 43"	140° 34' 06"	19° 57' 40"	0° 57' 32"	15' 40.60"	107° 57' 05"	0.50038
15	137° 16' 52"	4° 22' 23"	141° 08' 17"	19° 48' 57"	0° 57' 34"	15' 41.17"	108° 8' 32"	0.49590
16	137° 50' 17"	4° 24' 01"	141° 42' 27"	19° 40' 08"	0° 57' 36"	15' 41.74"	108° 19' 54"	0.49142
17	138° 23' 44"	4° 25' 38"	142° 16' 36"	19° 31' 11"	0° 57' 38"	15' 42.31"	108° 31' 12"	0.48694
18	138° 57' 13"	4° 27' 14"	142° 50' 43"	19° 22' 07"	0° 57' 40"	15' 42.88"	108° 42' 25"	0.48245
19	139° 30' 45"	4° 28' 49"	143° 24' 49"	19° 12' 57"	0° 57' 42"	15' 43.45"	108° 53' 34"	0.47795
20	140° 04' 20"	4° 30' 22"	143° 58' 54"	19° 03' 39"	0° 57' 44"	15' 44.03"	109° 4' 37"	0.47345
21	140° 37' 57"	4° 31' 53"	144° 32' 58"	18° 54' 14"	0° 57' 46"	15' 44.60"	109° 15' 36"	0.46895
22	141° 11' 37"	4° 33' 23"	145° 06' 60"	18° 44' 43"	0° 57' 49"	15' 45.18"	109° 26' 30"	0.46444
23	141° 45' 20"	4° 34' 52"	145° 41' 01"	18° 35' 04"	0° 57' 51"	15' 45.76"	109° 37' 19"	0.45993
24	142° 19' 05"	4° 36' 19"	146° 15' 00"	18° 25' 19"	0° 57' 53"	15' 46.34"	109° 48' 03"	0.45542

9 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	227° 02' 59"	0.26"	224° 34' 26"	-16° 55' 20"	0.9905260	16' 08.81"	23° 26' 13"	16 m 13 s
1	227° 05' 29"	0.26"	224° 36' 57"	-16° 56' 02"	0.9905163	16' 08.82"	23° 26' 13"	16 m 13 s
2	227° 08' 00"	0.26"	224° 39' 28"	-16° 56' 45"	0.9905066	16' 08.83"	23° 26' 13"	16 m 13 s
3	227° 10' 31"	0.26"	224° 41' 59"	-16° 57' 27"	0.9904969	16' 08.84"	23° 26' 13"	16 m 13 s
4	227° 13' 01"	0.26"	224° 44' 30"	-16° 58' 10"	0.9904872	16' 08.85"	23° 26' 13"	16 m 12 s
5	227° 15' 32"	0.27"	224° 47' 02"	-16° 58' 53"	0.9904776	16' 08.86"	23° 26' 13"	16 m 12 s
6	227° 18' 03"	0.27"	224° 49' 33"	-16° 59' 35"	0.9904679	16' 08.87"	23° 26' 13"	16 m 12 s
7	227° 20' 34"	0.27"	224° 52' 04"	-17° 00' 18"	0.9904582	16' 08.87"	23° 26' 13"	16 m 12 s
8	227° 23' 04"	0.27"	224° 54' 35"	-17° 01' 00"	0.9904486	16' 08.88"	23° 26' 13"	16 m 12 s
9	227° 25' 35"	0.27"	224° 57' 06"	-17° 01' 43"	0.9904389	16' 08.89"	23° 26' 13"	16 m 11 s
10	227° 28' 06"	0.28"	224° 59' 38"	-17° 02' 25"	0.9904293	16' 08.90"	23° 26' 13"	16 m 11 s
11	227° 30' 36"	0.28"	225° 02' 09"	-17° 03' 07"	0.9904196	16' 08.91"	23° 26' 13"	16 m 11 s
12	227° 33' 07"	0.28"	225° 04' 40"	-17° 03' 50"	0.9904100	16' 08.92"	23° 26' 13"	16 m 11 s
13	227° 35' 38"	0.28"	225° 07' 12"	-17° 04' 32"	0.9904003	16' 08.93"	23° 26' 13"	16 m 10 s
14	227° 38' 09"	0.28"	225° 09' 43"	-17° 05' 14"	0.9903907	16' 08.94"	23° 26' 13"	16 m 10 s
15	227° 40' 39"	0.28"	225° 12' 14"	-17° 05' 57"	0.9903811	16' 08.95"	23° 26' 13"	16 m 10 s
16	227° 43' 10"	0.28"	225° 14' 46"	-17° 06' 39"	0.9903714	16' 08.96"	23° 26' 13"	16 m 10 s
17	227° 45' 41"	0.29"	225° 17' 17"	-17° 07' 21"	0.9903618	16' 08.97"	23° 26' 13"	16 m 09 s
18	227° 48' 12"	0.29"	225° 19' 49"	-17° 08' 03"	0.9903522	16' 08.98"	23° 26' 13"	16 m 09 s
19	227° 50' 42"	0.29"	225° 22' 20"	-17° 08' 45"	0.9903426	16' 08.99"	23° 26' 13"	16 m 09 s
20	227° 53' 13"	0.29"	225° 24' 51"	-17° 09' 27"	0.9903330	16' 09.00"	23° 26' 13"	16 m 09 s
21	227° 55' 44"	0.29"	225° 27' 23"	-17° 10' 09"	0.9903234	16' 09.01"	23° 26' 13"	16 m 08 s
22	227° 58' 15"	0.29"	225° 29' 55"	-17° 10' 51"	0.9903138	16' 09.02"	23° 26' 13"	16 m 08 s
23	228° 00' 45"	0.29"	225° 32' 26"	-17° 11' 33"	0.9903042	16' 09.03"	23° 26' 13"	16 m 08 s
24	228° 03' 16"	0.29"	225° 34' 58"	-17° 12' 15"	0.9902946	16' 09.03"	23° 26' 13"	16 m 08 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	142° 19' 05"	4° 36' 19"	146° 15' 00"	18° 25' 19"	0° 57' 53"	15' 46.34"	109° 48' 03"	0.45542
1	142° 52' 53"	4° 37' 45"	146° 48' 58"	18° 15' 27"	0° 57' 55"	15' 46.92"	109° 58' 42"	0.45091
2	143° 26' 43"	4° 39' 09"	147° 22' 55"	18° 05' 28"	0° 57' 57"	15' 47.50"	110° 9' 16"	0.44639
3	144° 00' 37"	4° 40' 32"	147° 56' 50"	17° 55' 23"	0° 57' 59"	15' 48.09"	110° 19' 44"	0.44187
4	144° 34' 33"	4° 41' 53"	148° 30' 44"	17° 45' 11"	0° 58' 01"	15' 48.67"	110° 30' 07"	0.43735
5	145° 08' 31"	4° 43' 13"	149° 04' 37"	17° 34' 52"	0° 58' 04"	15' 49.26"	110° 40' 25"	0.43283
6	145° 42' 32"	4° 44' 31"	149° 38' 29"	17° 24' 27"	0° 58' 06"	15' 49.85"	110° 50' 38"	0.42831
7	146° 16' 36"	4° 45' 48"	150° 12' 19"	17° 13' 55"	0° 58' 08"	15' 50.44"	111° 0' 45"	0.42378
8	146° 50' 43"	4° 47' 02"	150° 46' 07"	17° 03' 17"	0° 58' 10"	15' 51.02"	111° 10' 47"	0.41926
9	147° 24' 53"	4° 48' 16"	151° 19' 55"	16° 52' 33"	0° 58' 12"	15' 51.61"	111° 20' 43"	0.41474
10	147° 59' 05"	4° 49' 28"	151° 53' 41"	16° 41' 42"	0° 58' 14"	15' 52.21"	111° 30' 33"	0.41022
11	148° 33' 20"	4° 50' 38"	152° 27' 26"	16° 30' 44"	0° 58' 17"	15' 52.80"	111° 40' 18"	0.40570
12	149° 07' 37"	4° 51' 46"	153° 01' 10"	16° 19' 41"	0° 58' 19"	15' 53.39"	111° 49' 58"	0.40118
13	149° 41' 58"	4° 52' 53"	153° 34' 52"	16° 08' 31"	0° 58' 21"	15' 53.98"	111° 59' 31"	0.39667
14	150° 16' 21"	4° 53' 58"	154° 08' 33"	15° 57' 15"	0° 58' 23"	15' 54.57"	112° 8' 59"	0.39215
15	150° 50' 46"	4° 55' 01"	154° 42' 13"	15° 45' 54"	0° 58' 25"	15' 55.17"	112° 18' 21"	0.38764
16	151° 25' 15"	4° 56' 03"	155° 15' 52"	15° 34' 26"	0° 58' 27"	15' 55.76"	112° 27' 38"	0.38314
17	151° 59' 46"	4° 57' 03"	155° 49' 29"	15° 22' 52"	0° 58' 30"	15' 56.35"	112° 36' 48"	0.37863
18	152° 34' 20"	4° 58' 02"	156° 23' 06"	15° 11' 12"	0° 58' 32"	15' 56.95"	112° 45' 53"	0.37414
19	153° 08' 57"	4° 58' 58"	156° 56' 41"	14° 59' 26"	0° 58' 34"	15' 57.54"	112° 54' 51"	0.36964
20	153° 43' 37"	4° 59' 53"	157° 30' 15"	14° 47' 34"	0° 58' 36"	15' 58.13"	113° 3' 44"	0.36515
21	154° 18' 19"	5° 00' 46"	158° 03' 48"	14° 35' 37"	0° 58' 38"	15' 58.73"	113° 12' 31"	0.36067
22	154° 53' 04"	5° 01' 38"	158° 37' 20"	14° 23' 34"	0° 58' 40"	15' 59.32"	113° 21' 11"	0.35619
23	155° 27' 52"	5° 02' 27"	159° 10' 51"	14° 11' 25"	0° 58' 43"	15' 59.92"	113° 29' 46"	0.35172
24	156° 02' 43"	5° 03' 15"	159° 44' 20"	13° 59' 11"	0° 58' 45"	16' 00.51"	113° 38' 14"	0.34725

10 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	228° 03' 16"	0.29"	225° 34' 58"	-17° 12' 15"	0.9902946	16' 09.03"	23° 26' 13"	16 m 08 s
1	228° 05' 47"	0.29"	225° 37' 29"	-17° 12' 57"	0.9902850	16' 09.04"	23° 26' 13"	16 m 07 s
2	228° 08' 18"	0.29"	225° 40' 01"	-17° 13' 39"	0.9902754	16' 09.05"	23° 26' 13"	16 m 07 s
3	228° 10' 48"	0.30"	225° 42' 32"	-17° 14' 21"	0.9902658	16' 09.06"	23° 26' 13"	16 m 07 s
4	228° 13' 19"	0.30"	225° 45' 04"	-17° 15' 03"	0.9902563	16' 09.07"	23° 26' 13"	16 m 07 s
5	228° 15' 50"	0.30"	225° 47' 36"	-17° 15' 45"	0.9902467	16' 09.08"	23° 26' 13"	16 m 06 s
6	228° 18' 21"	0.30"	225° 50' 08"	-17° 16' 27"	0.9902371	16' 09.09"	23° 26' 13"	16 m 06 s
7	228° 20' 51"	0.30"	225° 52' 39"	-17° 17' 08"	0.9902276	16' 09.10"	23° 26' 13"	16 m 06 s
8	228° 23' 22"	0.30"	225° 55' 11"	-17° 17' 50"	0.9902180	16' 09.11"	23° 26' 13"	16 m 06 s
9	228° 25' 53"	0.30"	225° 57' 43"	-17° 18' 32"	0.9902084	16' 09.12"	23° 26' 13"	16 m 05 s
10	228° 28' 24"	0.30"	226° 00' 15"	-17° 19' 14"	0.9901989	16' 09.13"	23° 26' 13"	16 m 05 s
11	228° 30' 55"	0.30"	226° 02' 46"	-17° 19' 55"	0.9901893	16' 09.14"	23° 26' 13"	16 m 05 s
12	228° 33' 25"	0.30"	226° 05' 18"	-17° 20' 37"	0.9901798	16' 09.15"	23° 26' 13"	16 m 05 s
13	228° 35' 56"	0.30"	226° 07' 50"	-17° 21' 18"	0.9901703	16' 09.16"	23° 26' 13"	16 m 04 s
14	228° 38' 27"	0.30"	226° 10' 22"	-17° 21' 60"	0.9901607	16' 09.17"	23° 26' 13"	16 m 04 s
15	228° 40' 58"	0.30"	226° 12' 54"	-17° 22' 42"	0.9901512	16' 09.18"	23° 26' 13"	16 m 04 s
16	228° 43' 29"	0.30"	226° 15' 26"	-17° 23' 23"	0.9901417	16' 09.18"	23° 26' 13"	16 m 04 s
17	228° 45' 60"	0.30"	226° 17' 58"	-17° 24' 04"	0.9901321	16' 09.19"	23° 26' 13"	16 m 03 s
18	228° 48' 30"	0.30"	226° 20' 30"	-17° 24' 46"	0.9901226	16' 09.20"	23° 26' 13"	16 m 03 s
19	228° 51' 01"	0.30"	226° 23' 02"	-17° 25' 27"	0.9901131	16' 09.21"	23° 26' 13"	16 m 03 s
20	228° 53' 32"	0.30"	226° 25' 34"	-17° 26' 09"	0.9901036	16' 09.22"	23° 26' 13"	16 m 02 s
21	228° 56' 03"	0.30"	226° 28' 06"	-17° 26' 50"	0.9900941	16' 09.23"	23° 26' 13"	16 m 02 s
22	228° 58' 34"	0.30"	226° 30' 38"	-17° 27' 31"	0.9900846	16' 09.24"	23° 26' 13"	16 m 02 s
23	229° 01' 05"	0.30"	226° 33' 10"	-17° 28' 13"	0.9900751	16' 09.25"	23° 26' 13"	16 m 02 s
24	229° 03' 35"	0.30"	226° 35' 42"	-17° 28' 54"	0.9900656	16' 09.26"	23° 26' 13"	16 m 01 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	156° 02' 43"	5° 03' 15"	159° 44' 20"	13° 59' 11"	0° 58' 45"	16' 00.51"	113° 38' 14"	0.34725
1	156° 37' 36"	5° 04' 01"	160° 17' 49"	13° 46' 51"	0° 58' 47"	16' 01.10"	113° 46' 36"	0.34279
2	157° 12' 32"	5° 04' 45"	160° 51' 17"	13° 34' 25"	0° 58' 49"	16' 01.69"	113° 54' 53"	0.33834
3	157° 47' 31"	5° 05' 27"	161° 24' 44"	13° 21' 54"	0° 58' 51"	16' 02.28"	114° 3' 02"	0.33390
4	158° 22' 33"	5° 06' 08"	161° 58' 10"	13° 09' 18"	0° 58' 54"	16' 02.88"	114° 11' 06"	0.32947
5	158° 57' 37"	5° 06' 46"	162° 31' 35"	12° 56' 37"	0° 58' 56"	16' 03.47"	114° 19' 04"	0.32504
6	159° 32' 45"	5° 07' 23"	163° 04' 59"	12° 43' 50"	0° 58' 58"	16' 04.05"	114° 26' 55"	0.32063
7	160° 07' 55"	5° 07' 58"	163° 38' 22"	12° 30' 58"	0° 58' 60"	16' 04.64"	114° 34' 40"	0.31622
8	160° 43' 07"	5° 08' 31"	164° 11' 45"	12° 18' 01"	0° 59' 02"	16' 05.23"	114° 42' 19"	0.31183
9	161° 18' 23"	5° 09' 02"	164° 45' 07"	12° 04' 59"	0° 59' 04"	16' 05.82"	114° 49' 51"	0.30744
10	161° 53' 41"	5° 09' 31"	165° 18' 28"	11° 51' 52"	0° 59' 06"	16' 06.40"	114° 57' 17"	0.30307
11	162° 29' 02"	5° 09' 58"	165° 51' 48"	11° 38' 40"	0° 59' 09"	16' 06.99"	115° 4' 37"	0.29871
12	163° 04' 25"	5° 10' 24"	166° 25' 08"	11° 25' 24"	0° 59' 11"	16' 07.57"	115° 11' 50"	0.29436
13	163° 39' 52"	5° 10' 47"	166° 58' 27"	11° 12' 02"	0° 59' 13"	16' 08.15"	115° 18' 57"	0.29003
14	164° 15' 21"	5° 11' 08"	167° 31' 46"	10° 58' 36"	0° 59' 15"	16' 08.73"	115° 25' 57"	0.28570
15	164° 50' 53"	5° 11' 28"	168° 05' 04"	10° 45' 05"	0° 59' 17"	16' 09.31"	115° 32' 51"	0.28139
16	165° 26' 27"	5° 11' 45"	168° 38' 21"	10° 31' 30"	0° 59' 19"	16' 09.88"	115° 39' 39"	0.27710
17	166° 02' 04"	5° 12' 01"	169° 11' 38"	10° 17' 50"	0° 59' 21"	16' 10.46"	115° 46' 20"	0.27282
18	166° 37' 44"	5° 12' 14"	169° 44' 55"	10° 04' 05"	0° 59' 23"	16' 11.03"	115° 52' 55"	0.26855
19	167° 13' 27"	5° 12' 26"	170° 18' 11"	9° 50' 17"	0° 59' 26"	16' 11.60"	115° 59' 24"	0.26430
20	167° 49' 12"	5° 12' 35"	170° 51' 27"	9° 36' 24"	0° 59' 28"	16' 12.17"	116° 5' 46"	0.26007
21	168° 25' 00"	5° 12' 43"	171° 24' 43"	9° 22' 26"	0° 59' 30"	16' 12.73"	116° 12' 01"	0.25585
22	169° 00' 51"	5° 12' 48"	171° 57' 58"	9° 08' 25"	0° 59' 32"	16' 13.30"	116° 18' 10"	0.25165
23	169° 36' 44"	5° 12' 52"	172° 31' 14"	8° 54' 20"	0° 59' 34"	16' 13.86"	116° 24' 13"	0.24747
24	170° 12' 40"	5° 12' 53"	173° 04' 29"	8° 40' 10"	0° 59' 36"	16' 14.41"	116° 30' 09"	0.24331

25 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Oblliquity	Equation Of Time
0	243° 10' 57"	-0.82"	241° 08' 06"	-20° 47' 21"	0.9870846	16' 12.19"	23° 26' 13"	13 m 02 s
1	243° 13' 28"	-0.82"	241° 10' 45"	-20° 47' 50"	0.9870766	16' 12.19"	23° 26' 13"	13 m 01 s
2	243° 15' 60"	-0.82"	241° 13' 24"	-20° 48' 19"	0.9870687	16' 12.20"	23° 26' 13"	13 m 01 s
3	243° 18' 32"	-0.82"	241° 16' 03"	-20° 48' 48"	0.9870608	16' 12.21"	23° 26' 13"	12 m 60 s
4	243° 21' 03"	-0.81"	241° 18' 43"	-20° 49' 17"	0.9870528	16' 12.22"	23° 26' 13"	12 m 59 s
5	243° 23' 35"	-0.81"	241° 21' 22"	-20° 49' 46"	0.9870449	16' 12.23"	23° 26' 13"	12 m 58 s
6	243° 26' 07"	-0.81"	241° 24' 01"	-20° 50' 15"	0.9870370	16' 12.23"	23° 26' 13"	12 m 57 s
7	243° 28' 38"	-0.81"	241° 26' 41"	-20° 50' 44"	0.9870291	16' 12.24"	23° 26' 13"	12 m 57 s
8	243° 31' 10"	-0.81"	241° 29' 20"	-20° 51' 13"	0.9870212	16' 12.25"	23° 26' 13"	12 m 56 s
9	243° 33' 42"	-0.81"	241° 31' 59"	-20° 51' 42"	0.9870133	16' 12.26"	23° 26' 13"	12 m 55 s
10	243° 36' 14"	-0.81"	241° 34' 39"	-20° 52' 10"	0.9870054	16' 12.26"	23° 26' 13"	12 m 54 s
11	243° 38' 45"	-0.80"	241° 37' 18"	-20° 52' 39"	0.9869976	16' 12.27"	23° 26' 13"	12 m 54 s
12	243° 41' 17"	-0.80"	241° 39' 58"	-20° 53' 08"	0.9869897	16' 12.28"	23° 26' 13"	12 m 53 s
13	243° 43' 49"	-0.80"	241° 42' 37"	-20° 53' 36"	0.9869819	16' 12.29"	23° 26' 13"	12 m 52 s
14	243° 46' 20"	-0.80"	241° 45' 17"	-20° 54' 05"	0.9869740	16' 12.30"	23° 26' 13"	12 m 51 s
15	243° 48' 52"	-0.80"	241° 47' 56"	-20° 54' 34"	0.9869662	16' 12.30"	23° 26' 13"	12 m 50 s
16	243° 51' 24"	-0.80"	241° 50' 36"	-20° 55' 02"	0.9869583	16' 12.31"	23° 26' 13"	12 m 50 s
17	243° 53' 56"	-0.79"	241° 53' 15"	-20° 55' 30"	0.9869505	16' 12.32"	23° 26' 13"	12 m 49 s
18	243° 56' 27"	-0.79"	241° 55' 55"	-20° 55' 59"	0.9869427	16' 12.33"	23° 26' 13"	12 m 48 s
19	243° 58' 59"	-0.79"	241° 58' 34"	-20° 56' 27"	0.9869349	16' 12.33"	23° 26' 13"	12 m 47 s
20	244° 01' 31"	-0.79"	242° 01' 14"	-20° 56' 56"	0.9869271	16' 12.34"	23° 26' 13"	12 m 46 s
21	244° 04' 02"	-0.79"	242° 03' 54"	-20° 57' 24"	0.9869193	16' 12.35"	23° 26' 13"	12 m 46 s
22	244° 06' 34"	-0.78"	242° 06' 33"	-20° 57' 52"	0.9869115	16' 12.36"	23° 26' 13"	12 m 45 s
23	244° 09' 06"	-0.78"	242° 09' 13"	-20° 58' 20"	0.9869038	16' 12.36"	23° 26' 13"	12 m 44 s
24	244° 11' 38"	-0.78"	242° 11' 53"	-20° 58' 48"	0.9868960	16' 12.37"	23° 26' 13"	12 m 43 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	4° 25' 40"	-5° 05' 52"	6° 05' 12"	-2° 55' 12"	0° 54' 17"	14' 47.67"	243° 31' 08"	0.75932
1	4° 55' 29"	-5° 05' 11"	6° 32' 13"	-2° 42' 47"	0° 54' 17"	14' 47.48"	243° 29' 33"	0.76269
2	5° 25' 18"	-5° 04' 28"	6° 59' 14"	-2° 30' 21"	0° 54' 16"	14' 47.30"	243° 28' 04"	0.76604
3	5° 55' 06"	-5° 03' 44"	7° 26' 13"	-2° 17' 55"	0° 54' 15"	14' 47.12"	243° 26' 39"	0.76937
4	6° 24' 53"	-5° 02' 59"	7° 53' 11"	-2° 05' 29"	0° 54' 15"	14' 46.95"	243° 25' 21"	0.77268
5	6° 54' 40"	-5° 02' 12"	8° 20' 08"	-1° 53' 03"	0° 54' 14"	14' 46.78"	243° 24' 07"	0.77598
6	7° 24' 26"	-5° 01' 24"	8° 47' 05"	-1° 40' 36"	0° 54' 14"	14' 46.62"	243° 22' 59"	0.77926
7	7° 54' 11"	-5° 00' 35"	9° 14' 00"	-1° 28' 09"	0° 54' 13"	14' 46.46"	243° 21' 56"	0.78252
8	8° 23' 56"	-4° 59' 44"	9° 40' 55"	-1° 15' 42"	0° 54' 12"	14' 46.30"	243° 20' 58"	0.78576
9	8° 53' 40"	-4° 58' 52"	10° 07' 49"	-1° 03' 15"	0° 54' 12"	14' 46.15"	243° 20' 06"	0.78898
10	9° 23' 24"	-4° 57' 58"	10° 34' 43"	0°-50' 48"	0° 54' 11"	14' 46.00"	243° 19' 18"	0.79218
11	9° 53' 07"	-4° 57' 04"	11° 01' 36"	0°-38' 21"	0° 54' 11"	14' 45.86"	243° 18' 36"	0.79536
12	10° 22' 50"	-4° 56' 08"	11° 28' 28"	0°-25' 54"	0° 54' 10"	14' 45.72"	243° 17' 60"	0.79853
13	10° 52' 32"	-4° 55' 10"	11° 55' 20"	0°-13' 27"	0° 54' 10"	14' 45.58"	243° 17' 28"	0.80167
14	11° 22' 14"	-4° 54' 12"	12° 22' 12"	0° -1' 00"	0° 54' 09"	14' 45.45"	243° 17' 02"	0.80480
15	11° 51' 56"	-4° 53' 12"	12° 49' 03"	0° 11' 26"	0° 54' 09"	14' 45.32"	243° 16' 40"	0.80791
16	12° 21' 37"	-4° 52' 10"	13° 15' 54"	0° 23' 53"	0° 54' 08"	14' 45.20"	243° 16' 24"	0.81099
17	12° 51' 17"	-4° 51' 08"	13° 42' 45"	0° 36' 19"	0° 54' 08"	14' 45.08"	243° 16' 13"	0.81406
18	13° 20' 57"	-4° 50' 04"	14° 09' 36"	0° 48' 45"	0° 54' 08"	14' 44.97"	243° 16' 07"	0.81710
19	13° 50' 37"	-4° 48' 59"	14° 36' 26"	1° 01' 11"	0° 54' 07"	14' 44.86"	243° 16' 06"	0.82013
20	14° 20' 16"	-4° 47' 52"	15° 03' 17"	1° 13' 37"	0° 54' 07"	14' 44.75"	243° 16' 11"	0.82314
21	14° 49' 56"	-4° 46' 45"	15° 30' 07"	1° 26' 02"	0° 54' 06"	14' 44.65"	243° 16' 20"	0.82612
22	15° 19' 34"	-4° 45' 36"	15° 56' 58"	1° 38' 26"	0° 54' 06"	14' 44.55"	243° 16' 34"	0.82909
23	15° 49' 13"	-4° 44' 25"	16° 23' 49"	1° 50' 51"	0° 54' 06"	14' 44.45"	243° 16' 54"	0.83203
24	16° 18' 51"	-4° 43' 14"	16° 50' 39"	2° 03' 14"	0° 54' 05"	14' 44.36"	243° 17' 18"	0.83496

26 November 2020

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	244° 11' 38"	-0.78"	242° 11' 53"	-20° 58' 48"	0.9868960	16' 12.37"	23° 26' 13"	12 m 43 s
1	244° 14' 09"	-0.78"	242° 14' 32"	-20° 59' 17"	0.9868882	16' 12.38"	23° 26' 13"	12 m 42 s
2	244° 16' 41"	-0.78"	242° 17' 12"	-20° 59' 45"	0.9868805	16' 12.39"	23° 26' 13"	12 m 42 s
3	244° 19' 13"	-0.77"	242° 19' 52"	-21° 00' 13"	0.9868727	16' 12.39"	23° 26' 13"	12 m 41 s
4	244° 21' 45"	-0.77"	242° 22' 31"	-21° 00' 41"	0.9868650	16' 12.40"	23° 26' 13"	12 m 40 s
5	244° 24' 16"	-0.77"	242° 25' 11"	-21° 01' 09"	0.9868573	16' 12.41"	23° 26' 13"	12 m 39 s
6	244° 26' 48"	-0.77"	242° 27' 51"	-21° 01' 37"	0.9868496	16' 12.42"	23° 26' 13"	12 m 38 s
7	244° 29' 20"	-0.76"	242° 30' 31"	-21° 02' 04"	0.9868419	16' 12.43"	23° 26' 13"	12 m 38 s
8	244° 31' 52"	-0.76"	242° 33' 11"	-21° 02' 32"	0.9868342	16' 12.43"	23° 26' 13"	12 m 37 s
9	244° 34' 23"	-0.76"	242° 35' 50"	-21° 03' 00"	0.9868265	16' 12.44"	23° 26' 13"	12 m 36 s
10	244° 36' 55"	-0.76"	242° 38' 30"	-21° 03' 28"	0.9868188	16' 12.45"	23° 26' 13"	12 m 35 s
11	244° 39' 27"	-0.75"	242° 41' 10"	-21° 03' 56"	0.9868111	16' 12.46"	23° 26' 13"	12 m 34 s
12	244° 41' 59"	-0.75"	242° 43' 50"	-21° 04' 23"	0.9868035	16' 12.46"	23° 26' 13"	12 m 34 s
13	244° 44' 30"	-0.75"	242° 46' 30"	-21° 04' 51"	0.9867958	16' 12.47"	23° 26' 13"	12 m 33 s
14	244° 47' 02"	-0.74"	242° 49' 10"	-21° 05' 18"	0.9867882	16' 12.48"	23° 26' 13"	12 m 32 s
15	244° 49' 34"	-0.74"	242° 51' 50"	-21° 05' 46"	0.9867805	16' 12.49"	23° 26' 13"	12 m 31 s
16	244° 52' 06"	-0.74"	242° 54' 30"	-21° 06' 14"	0.9867729	16' 12.49"	23° 26' 13"	12 m 30 s
17	244° 54' 37"	-0.74"	242° 57' 10"	-21° 06' 41"	0.9867653	16' 12.50"	23° 26' 13"	12 m 30 s
18	244° 57' 09"	-0.73"	242° 59' 50"	-21° 07' 08"	0.9867577	16' 12.51"	23° 26' 13"	12 m 29 s
19	244° 59' 41"	-0.73"	243° 02' 30"	-21° 07' 36"	0.9867501	16' 12.52"	23° 26' 13"	12 m 28 s
20	245° 02' 13"	-0.73"	243° 05' 10"	-21° 08' 03"	0.9867425	16' 12.52"	23° 26' 13"	12 m 27 s
21	245° 04' 45"	-0.72"	243° 07' 50"	-21° 08' 30"	0.9867349	16' 12.53"	23° 26' 13"	12 m 26 s
22	245° 07' 16"	-0.72"	243° 10' 30"	-21° 08' 58"	0.9867273	16' 12.54"	23° 26' 13"	12 m 25 s
23	245° 09' 48"	-0.72"	243° 13' 10"	-21° 09' 25"	0.9867197	16' 12.55"	23° 26' 13"	12 m 25 s
24	245° 12' 20"	-0.71"	243° 15' 50"	-21° 09' 52"	0.9867122	16' 12.55"	23° 26' 13"	12 m 24 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	16° 18' 51"	-4° 43' 14"	16° 50' 39"	2° 03' 14"	0° 54' 05"	14' 44.36"	243° 17' 18"	0.83496
1	16° 48' 28"	-4° 42' 01"	17° 17' 31"	2° 15' 37"	0° 54' 05"	14' 44.27"	243° 17' 47"	0.83786
2	17° 18' 06"	-4° 40' 47"	17° 44' 22"	2° 28' 00"	0° 54' 05"	14' 44.19"	243° 18' 21"	0.84074
3	17° 47' 43"	-4° 39' 32"	18° 11' 14"	2° 40' 22"	0° 54' 04"	14' 44.11"	243° 19' 00"	0.84360
4	18° 17' 20"	-4° 38' 15"	18° 38' 06"	2° 52' 43"	0° 54' 04"	14' 44.03"	243° 19' 44"	0.84644
5	18° 46' 57"	-4° 36' 58"	19° 04' 59"	3° 05' 04"	0° 54' 04"	14' 43.96"	243° 20' 33"	0.84925
6	19° 16' 33"	-4° 35' 39"	19° 31' 52"	3° 17' 24"	0° 54' 04"	14' 43.89"	243° 21' 27"	0.85205
7	19° 46' 10"	-4° 34' 19"	19° 58' 46"	3° 29' 43"	0° 54' 03"	14' 43.83"	243° 22' 26"	0.85482
8	20° 15' 46"	-4° 32' 57"	20° 25' 40"	3° 42' 02"	0° 54' 03"	14' 43.77"	243° 23' 29"	0.85757
9	20° 45' 22"	-4° 31' 35"	20° 52' 35"	3° 54' 19"	0° 54' 03"	14' 43.71"	243° 24' 37"	0.86030
10	21° 14' 57"	-4° 30' 11"	21° 19' 31"	4° 06' 36"	0° 54' 03"	14' 43.66"	243° 25' 50"	0.86301
11	21° 44' 33"	-4° 28' 46"	21° 46' 27"	4° 18' 52"	0° 54' 03"	14' 43.61"	243° 27' 07"	0.86569
12	22° 14' 08"	-4° 27' 20"	22° 13' 25"	4° 31' 07"	0° 54' 02"	14' 43.56"	243° 28' 29"	0.86836
13	22° 43' 44"	-4° 25' 52"	22° 40' 23"	4° 43' 20"	0° 54' 02"	14' 43.52"	243° 29' 56"	0.87099
14	23° 13' 19"	-4° 24' 24"	23° 07' 22"	4° 55' 33"	0° 54' 02"	14' 43.48"	243° 31' 28"	0.87361
15	23° 42' 54"	-4° 22' 54"	23° 34' 23"	5° 07' 45"	0° 54' 02"	14' 43.45"	243° 33' 04"	0.87620
16	24° 12' 29"	-4° 21' 23"	24° 01' 24"	5° 19' 56"	0° 54' 02"	14' 43.42"	243° 34' 44"	0.87877
17	24° 42' 04"	-4° 19' 51"	24° 28' 26"	5° 32' 05"	0° 54' 02"	14' 43.39"	243° 36' 29"	0.88132
18	25° 11' 39"	-4° 18' 18"	24° 55' 30"	5° 44' 13"	0° 54' 02"	14' 43.37"	243° 38' 19"	0.88384
19	25° 41' 13"	-4° 16' 43"	25° 22' 35"	5° 56' 20"	0° 54' 02"	14' 43.35"	243° 40' 12"	0.88634
20	26° 10' 48"	-4° 15' 08"	25° 49' 41"	6° 08' 26"	0° 54' 02"	14' 43.33"	243° 42' 11"	0.88882
21	26° 40' 23"	-4° 13' 31"	26° 16' 48"	6° 20' 30"	0° 54' 02"	14' 43.32"	243° 44' 13"	0.89127
22	27° 09' 58"	-4° 11' 53"	26° 43' 57"	6° 32' 33"	0° 54' 01"	14' 43.30"	243° 46' 20"	0.89370
23	27° 39' 33"	-4° 10' 14"	27° 11' 07"	6° 44' 35"	0° 54' 01"	14' 43.30"	243° 48' 31"	0.89611
24	28° 09' 07"	-4° 08' 34"	27° 38' 19"	6° 56' 35"	0° 54' 01"	14' 43.29"	243° 50' 46"	0.89849

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Friska Linia Sari
Tempat, Tanggal Lahir : Pati, 09 Juni 1998
Alamat Asal : Desa Troso Rt 06 Rw 02 Kecamatan Pecangaan
Kabupaten Jepara
Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah,
Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C21
Wonosari Ngaliyan Semarang
Email : friskalinasari@gmail.com
No. hp : 081225878646

Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal

1. RA Matholiul Huda Troso
2. SD Negeri 1 Ngeling
3. SMP Negeri 2 Pecangaan
4. SMA Negeri 1 Pecangaan

B. Pendidikan Non Formal

1. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah