

**UJI AKURASI SEXTANT DALAM PENENTUAN
AZIMUTH DAN TINGGI BULAN**

SKRIPSI

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



Disusun oleh :

AKATINA

NIM : 132611052

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

Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Bukit Beringin Lestari Blok C No. 131
Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Akatina

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 : Akatina

NIM : 132611052

Judul Skripsi : Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Azimuth dan
Tinggi Bulan

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 29 Desember 2017

Pembimbing I,



Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

NIP. 19720512 199903 1003

Dr. H. Mashudi, M. Ag
Jl. Tunas Inti, Pecangaan kulon RT,1 RW.5 Jepara

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Akatina

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 : Akatina

NIM : 132611052

Judul Skripsi : Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Azimuth dan
Tinggi Bulan

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.





PENGESAHAN

Nama : Akatina
NIM : 132611052
Fakultas / Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul : **UJI AKURASI SEXTANT DALAM PENENTUAN
AZIMUTH DAN TINGGI BULAN**

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

15 Februari 2018

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

Semarang, 16 Februari 2018

Dewan Penguji

Ketua Sidang

Drs. H. Maksun, M.Ag.
NIP. 19680515 199303 1 002

Sekretaris Sidang

H. Mashudi, M.Ag.
NIP. 19690121 200501 1 002

Penguji I/

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

Penguji II

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

Pembimbing I

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 19720512 199903 1 003

Pembimbing II

H. Mashudi, M.Ag.
NIP. 19690121 200501 1 002



MOTTO

وَالْقَمَرَ قَدَّرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ

Artinya : Dan telah kami tetapkan bagi bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah Dia sampai ke manzilah yang terakhir). Kembalilah Dia sebagai bentuk tandan yang tua.¹ (Q.S Yasin[36]:39)

¹ Kementrian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 8, Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h.226

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

Kedua orang tua penulis,

Bapak Bambang Suwignyo yang tak pernah lelah membimbing dan mengajarkan arti perjuangan hidup.

Terimakasih atas segala kelimpahan kasih sayang yang tak pernah surut sama sekali. Terimakasih telah menjadi bapak sekaligus ibu bagi penulis. Beliau-lah yang meminta penulis untuk kuliah di jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

Ibu Ruti'ah (Alm) yang tak pernah lelah jua merawat dan mendidik penulis semasa hidupnya. Alhamdulillah, segala kenikmatan yang penulis dapat bisa jadi adalah doa ibu yang Allah kabulkan hari ini. Semoga ibu selalu dalam lindungan

Allah SWT. Aamiin..

Kakak-kakak,

Mbak Aris Sulistiyani dan Mbak Dwi Riyana

Handayani, terimakasih sebanyak-banyaknya karna telah merawat dan mendidik penulis, terimakasih telah menjadi motivator bagi penulis untuk lebih memperdalam ilmu falak, terimakasih selalu menjadi kakak yang baik bagi penulis.

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

Para pegiat ilmu falak dan astronomi yang Insya Allah senantiasa diliputi cahaya keimanan di dalam hatinya, karena mempelajari ilmu langit semakin mendekatkan diri kepada Allah, semakin menyadari bahwa diri ini tak ada sebutir debu pun di jagad raya yang luas ini.

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, 11 Juli 2018
Penulis,



Siti Lailatul Farichah
NIM: 1402046006

PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB – LATIN²

A. Konsonan

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

B. Vokal

اَ-	a
اِ-	i
اُ-	u

C. Diftong

اي	ay
او	aw

D. Syaddah (ّ-)

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

E. Kata Sandang (ال)

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

F. Ta’ Marbutah (ة)

Setiap *ta’ marbutah* ditulis dengan “h” misalnya المعيشه الطبيعيه = *al-ma’isyah al-thabi’iyyah*.

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

ABSTRAK

Sextant merupakan alat yang digunakan untuk mengukur sudut dengan satuan derajat baik vertikal maupun horizontal. Sudut vertikal digunakan untuk mengukur tinggi benda langit dan sudut horizontal digunakan untuk menentukan azimuth benda langit. Data yang di hasilkan sextant akan langsung terbaca pada busur derajat sampai satuan menit. Kebutuhan tentang data azimuth dan tinggi bulan menjadi hal yang penting. Selama ini, pelayaran menggunakan data tersebut yang diperoleh melalui instrument bernama sextant, maka penulis akan menggunakan sextant untuk observasi bulan atau hilal.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana metode penentuan azimuth dan tinggi bulan menggunakan sextant dan 2) Bagaimana keakuratan sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan lapangan (*field research*) yaitu melalui observasi untuk melakukan pengumpulan data dari sumber di lapangan secara langsung. Sumber data primer merupakan hasil observasi selama penelitian yang dilakukan secara triangulasi antara sextant dan theodolite. Serta data sekunder berupa dokumentasi, wawancara, buku, dan tulisan yang berkaitan dengan sextant. Setelah data terkumpul, penulis menganalisis menggunakan metode analisis deskriptif yaitu menggambarkan hasil yang terdapat dalam sextant dengan theodolite dan untuk mengetahui tinggi sejati bulan hasil ukur tinggi maya dengan sextant akan dikoreksi menggunakan Almanak Nautika yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan Ephemeris.

Hasil penelitian yang penulis lakukan menunjukkan bahwa sextant adalah salah satu alat alternatif untuk menentukan azimuth dan tinggi bulan. Hasil observasi serta perhitungan koreksi hasil ukur yang diolah menggunakan data Almanak Nautika termasuk akurat karena selisih hasil ukur nilai untuk tinggi bulan adalah $00^0 1'$ sampai $0^0 3' 40''$ sedangkan untuk azimuth selisih azimuth berada pada rentang nilai $00^0 00' 30''$ sampai $00^0 2' 10''$. Kemelencengan tinggi sejati antara sextant yang dikoreksi menggunakan data Almanak Nautika dibandingkan dengan perhitungan Ephemeris terdapat selisih dalam rentang nilai $0^0 0' 17,8''$ sampai $0^0 9' 41,84''$. Hal ini disebabkan karena penentuan tinggi sejati menggunakan sextant berdasar pada hasil observasi yang kemudian diolah menggunakan data Almanak Nautika. Data yang tersaji dalam Almanak Nautika terdapat perbedaan dengan Ephemeris sehingga memungkinkan untuk terjadinya kemelencengan.

Key word : Sextant, Azimuth, Tinggi Bulan

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, atas limpahan rahmat taufiq hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.

Salawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad saw kekasih Allah pemberi syafaat di hari akhir.

Skripsi yang berjudul **“Uji Akurasi Sextant dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan”** ini disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S.1) Fakultas Syariah Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

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

1. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini. Sehingga skripsi ini selesai dengan lancar.
2. Drs. H. Mashudi, M. Ag selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis. Sehingga skripsi ini selesai dengan lancar.
3. Capt. Suryo Guritno, M.Mar selaku Ketua Jurusan Nautika STIMART AMNI Semarang yang bersedia mengajari dari nol dan bersedia membimbing dalam penulisan skripsi ini.
4. Capt. Samsul Huda, MM,.M.Mar selaku Ketua Jurusan Nautika PIP Semarang yang bersedia mengajari dari nol dan bersedia membimbing dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Rupii Amri, M. Ag selaku dosen wali yang selalu sabar memotivasi untuk terus belajar.

6. Drs. H. Maksun, M. Ag selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, H. M dan Siti Rofiah, S.HI, SH, M.HI, M.SI dan Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I selaku Staf Jurusan Ilmu Falak serta seluruh Dosen Pengajar di lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah membekali berbagai pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi.
7. Seluruh civitas akademika UIN Walisongo Semarang, Rektor UIN Walisongo Prof. Dr. H. Muhibbin, M. Ag beserta seluruh jajaran birokrat.
8. Kedua orangtua penulis, Bapak Bambang Suwignyo dan Ibu Ruti'ah serta seluruh keluarga besar yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan, semangat dan doa.
9. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag. selaku Pengasuh Ponpes Life Skill Daarun Najaah, yang banyak memberi motivasi, Ibu Nyai Aisyah Andayani, S. Ag. yang penyabar dan seluruh teman santrawan santriwati yang di pondok.
10. Teman-teman santri PIUT (Putri Utara) Cunyak yang telah menyemangati untuk segera lulus. Mbak Fitri, Ela, Kiswah, Sadiyah, Fika, Zuma, Nila, Maulida, Isna, Ita, Uyun, Naila, Aida, Rizqin, Aping.
11. Teman Santri Putri Asrama Siti Fatimah yang selalu memberi semangat kepada penulis, Alvinia, Anis, seluruh adik-adik Ilmu Falak CSSMora 2015 dan Ilmu Falak CSSMora 2017, terkhusus teman kamar yang selalu ada disaat penulis susah maupun senang, Hj. Iqnaul Umam A, Siti Zumrotul Khasanah, Siti Kris Fitriyana Wahyu Lestari, dan Zuma Karima yang selalu membuat penulis ingin segera menyelesaikan skripsi ini.
12. Keluarga besar FARIABEL RESPECTOR, Maz Zubaer (Alm), Farid, Ainul, Hidayat, Ibad, Restu, Riza, Fawaid, Munir, Farih, Rifqi, Rozikin, Mukhlisin, Anas, Endang, Nazla, Novi, Linda, Titin, Rini, Umi, Haya, Mbak Keke, Meta, dan Mbak Rohmah, kalian adalah teman seperjuangan yang sesungguhnya.
13. Keluarga besar KKN MIT UIN Walisongo ke-3 posko 22 Desa KedungPani, Mijen, Semarang yang luar biasa: Mak Rini, Kak Ikrama, Tante Wahyu, Anis, Amila, Mak Cimut, Novita, Mbak

Iis, Aslim, Neni, Fawaid, Rozikin, Rifqi, Munir, terimakasih atas kenangan dan pelajaran selama 45 hari hidup dan belajar bersama.

14. Serta seluruh pihak-pihak yang turut membantu mensukseskan proses penelitian dan penulisan skripsi ini. Muhammad Farid Azmi, Muhammad Aufa Anis Ar Rofif, Andi Pangerang, Maulidha Nurun Nabila, Muhammad Fiqhusunnah, Fikri Haikal Nurul Hanafi, Muhammad Firliyanto, Siti Zumrotul Hasanah. Terimakasih atas pikiran, tenaga, saran dan semangat yang telah dicurahkan kepada penulis

Harapan dan do'a penulis semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima oleh Allah SWT serta mendapatkan balasan yang lebih baik.

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

Semarang, 29 Desember 2017

Penulis



Akatina

NIM. 132611052

DAFTAR ISI

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

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Telaah Pustaka.....	5
F. Metode Penelitian.....	10
1. Jenis Penelitian.....	11
2. Sumber Data.....	11
3. Teknik Pengumpulan Data	14
4. Teknik Analisis Data	17
G. Sistematika Penulisan.....	18

BAB II TINJAUAN UMUM AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

A. Titik Koordinat Horizon	21
B. Tinjauan Umum Azimuth.....	22
C. Tinggi Bulan.....	23

D. Urgensi Azimuth dan Tinggi Bulan Dalam	25
E. Fase-Fase Bulan	25
F. Terbit dan Terbenam Bulan	37
G. Metode Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan Theodolite	38

BAB III TINJAUAN UMUM TENTANG *SEXTANT* (ALAT PELAYARAN)

A. Gambaran Umum <i>Sextant</i>	43
1. Pengertian <i>Sextant</i>	43
2. Bagian-Bagian <i>Sextant</i>	44
3. Cara Kerja <i>Sextant</i>	48
B. Sejarah <i>Sextant</i>	49
C. Metode dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan <i>Sextant</i>	59

BAB IV : ANALISIS UJI AKURASI *SEXTANT* DALAM PENENTUAN AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

A. Analisis Aplikasi Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan <i>Sextant</i>	71
B. Analisis Akurasi Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan <i>Sextant</i>	75

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	94
B. Saran.....	92
C. Penutup.....	93

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tata Koordinat Horizon	21
Gambar 1.2.	Tata Koordinat Horizon	24
Gambar 1.3	Fase-Fase Bulan	30
Gambar 1.4.	Sudut Antara Bidang dan Bulan.....	34
Gambar 1.5.	Kedudukan Bulan	35
Gambar 1.6.	Theodolite	39
Gambar 2.1	Sextant	44
Gambar 2.2.	Prinsip Kerja Optik dalam Sextant.....	48
Gambar 2.3	Sextant Al-Fakhry.....	54
Gambar 2.4	Octant	57
Gambar 2.5.	Octant	57
Gambar 2.6	Kesalahan <i>Perpendicularity</i>	60
Gambar 2.7	Perbedaan <i>Side Error</i> dan <i>Index Error</i>	61
Gambar 2.8	<i>Rocking sextant</i>	66
Gambar 2.9	Gambaran tinggi bulan maya dan sejati	67
Gambar 2.10	Lower Limb dan Upper Limb	69
Gambar 4.1.	<i>Sextant</i> di tegakkan untuk mengukur tinggi bulan	76
Gambar 4.2	<i>Sextant</i> dibaringkan untuk mengukur azimuth bulan	77
Gambar 4.3	Praktikum 1.....	77
	Kenampakan Bulan.....	77
	Tinggi Bulan	78
	Azimuth Bulan	78
Gambar 4.4	Praktikum 2	79
	Tinggi Bulan	79
	Azimuth Bulan	79
Gambar 4.5	Praktikum 3	80
	Tinggi Bulan	80
	Azimuth Bulan	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pengukuran Tinggi Maya	81
Tabel 3.2. Tinggi Azimuth	81
Tabel 3.3 Perhitungan Tinggi Koreksi <i>Sextant</i> dengan Ephemeris .	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu pengetahuan saat ini berkembang sangat pesat, yang berdampak pada berkembangnya instrumen yang digunakan dalam hal keagamaan. Banyak alat-alat pelayaran yang berhubungan dengan astronomi. Namun alat-alat pelayaran tersebut tidak dipelajari dalam astronomi atau ilmu falak. Saat observasi bulan atau rukyatul hilal, biasanya pengamat dalam hal ini praktisi falak maupun astronomi menggunakan instrument optik berupa Theodolite¹ atau Teleskop² dan instrumen non optik berupa *Rubu' Mujayyab*³ atau *Gawang Lokasi*⁴. Namun ternyata

¹Suatu alat yang digunakan untuk mengukur sudut horisontal (Horizontal Angel= HA) dan sudut vertikal (Vertical Angel=VA). Dengan berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit misalnya matahari sebagai acuan atau dengan bantuan satelit-satelit GPS maka theodolite akan menjadi alat yang dapat mengetahui arah hingga skala detik busur (1/3600). Terdiri dari sebuah teleskop kecil yang terpasang pada sebuah dudukan. Saat teleskop kecil ini digeser maka angka kedudukan vertikal dan horizontal yang ditampilkan pada monitor secara otomatis berubah sesuai perubahan sudut pergerakannya. Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2002, h. 231.

²Teleskop merupakan instrumen yang digunakan oleh astronom untuk mengamati benda-benda langit yang ada diluar angkasa.

³Suatu alat untuk menghitung fungsi geneometris, yang sangat berguna untuk memproyeksikan suatu peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Alat ini terbuat dari kayu atau papan berbentuk seperempat

tidak hanya sebatas instrumen-instrumen tersebut, tetapi terdapat instrumen pelayaran bernama sextant. Sextant adalah instrumen berbasis optik yang ukurannya kecil dan digunakan untuk mengukur sudut dalam bidang datar dan vertikal dimana sudut diukur dengan cara mengapit dua buah benda yang ada diantara sudut yang akan diukur.⁵

Sextant menggunakan prinsip cahaya dengan ketentuan bahwa sudut yang terjadi antara arah pertama dan arah terakhir daripada sebuah cahaya yang telah dipantulkan, dua kali besarnya sudut yang terjadi antara dua buah reflektor satu sama lain.⁶ Sehingga dengan ukurannya yang hanya sebesar 60 derajat busur

lingkaran, salah satu mukanya biasanya ditemplei kertas yang sudah diberi gambar seperempat lingkaran dan garis-garis derajat serta garis-garis lainnya. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak praktis*, Semarang: *Pustaka Rizki Putra*, 2002, h. 61.

⁴ Gawang lokasi adalah sebuah alat sederhana yang digunakan untuk menentukan posisi hilal dalam pelaksanaan rukyah. Terdiri dari tiang pengincar dan gawang lokasi yaitu dua buah tiang tegak, terbuat dari besi berongga semacam pipa. Pada ketinggian yang sama dengan tinggi tiang teropong, kedua tiang tersebut dihubungkan oleh mistar datar, sepanjang kira-kira 15 sampai 20 sentimeter sehingga saat melihat melalui lobang kecil yang terdapat pada ujung tiang pengincar menyinggung garis atas mistar tersebut, pandangan perukyah akan menembus persis permukaan air laut yang merupakan ufuk mar'i.

⁵Sutini, "Penggimplementasian Alat Navigasi Elektronik Dibandingkan dengan Alat Navigasi Konvensional" (Journal), Semarang:STIMART AMNI. h.4

⁶ D. Bambang Setiono Adi dkk, *Nautika Kapal Penangkap Ikan Jilid 1*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008, h. 141

dapat mengukur hingga 120 derajat busur. Sextant mempunyai beberapa fungsi yaitu untuk menentukan koordinat, mengukur tinggi matahari, mengukur tinggi bintang, mengukur tinggi bulan serta azimuth benda langit.⁷ Bahkan alat sextant ini bisa digunakan untuk menarik benda langit sehingga bisa berada di permukaan tanah saat dibidik seperti theodolite meskipun sextant tidak menggunakan baterai sehingga lebih praktis. Sextant memungkinkan untuk pengamatan langsung baik siang maupun malam hari. Ketika malam, *sextant* digunakan untuk mengukur bulan dan bintang. Bulan dapat terlihat jelas karena sextant merupakan instrument optik yang dapat difokuskan.

Dari penjelasan tersebut kemudian menjadi landasan oleh peneliti untuk meneliti dan mengkaji lebih dalam mengenai uji akurasi penentuan azimuth dan tinggi bulan dengan menggunakan *sextant*. Maka dari itu disusun penelitian dalam bentuk skripsi ini dengan judul : **Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan.**

⁷ Azimuth adalah arah sejati dari benda angkasa. Lihat Ari Srientini, “Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit” (Journal) , Surabaya: Universitas Hang Tuah. h.3

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana metode penentuan azimuth dan tinggi bulan menggunakan Sextant ?
2. Bagaimana keakuratan Sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui metode penentuan azimuth dan tinggi bulan menggunakan sextant.
2. Untuk mengetahui keakuratan sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan dengan parameter theodolite.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Memperkaya khazanah keilmuan umat Islam khususnya yang berada di Indonesia terhadap metode atau cara penentuan azimuth dan tinggi bulan.

2. Memperluas pengetahuan tentang instrument diluar ilmu falak yang bisa dijadikan sebagai metode penentuan azimuth dan tinggi bulan.
3. Menjadi karya ilmiah yang dapat menjadi informasi dan rujukan bagi semua orang yang mempelajari ilmu falak dan peneliti di kemudian hari.

E. Telaah Pustaka

Tinjauan pustaka ini, penulis melakukan penelaahan terhadap hasil-hasil karya ilmiah yang berkaitan dengan tema ini guna menghindari terjadinya duplikasi penelitian. Sejauh penelusuran penulis, belum ada karya ilmiah, skripsi, tesis maupun yang lainnya yang membahas tentang sextant. Penulis menemukan beberapa karya yang berkaitan dengan judul skripsi yang diangkat.

Pertama, Skripsi Ainul Kamal Rofiqi Mahasiswa UIN Walisongo Semarang dengan judul “*Studi Perbandingan Hisab Irtifa’ Hilal menurut Sistem Almanak Nautika dan Newcomb*” menghasilkan kesimpulan bahwa perbandingan perhitungan dua sistem hisab kontemporer ini yang terdapat persamaan perbedaan

dengan kelebihan kekurangan dalam masing-masing hisab. Setelah mengamati sarana dan proses hisab Irtifa' hilal menurut sistem Almanak Nautika dan Newcomb, maka terdapat beberapa persamaan dan perbedaan yang menonjol dari dua sistem tersebut. Persamaannya terletak pada metode menghitung tinggi hilal hakiki, yang kedua sistem itu sama dalam hal menggunakan rumus : $\sin h(= \sin \varphi \times \sin \delta' + \cos \varphi \times \cos \delta' \times \cos t'$. Persamaan lainnya adalah pada menghitung tinggi hilal mar'i, azimuth Bulan dan menghitung posisi hilal. Sedangkan perbedaan kedua sistem tersebut adalah dalam menghitung saat terbenam, menentukan Ijtima', mencari deklinasi Matahari dan Bulan, menghitung sudut waktu Bulan, dan menghitung Panjang Tegak Matahari dan Bulan. Kelebihan sistem Almanak dari Newcomb adalah dalam sistem Almanak Nautika langkah-langkah perhitungan yang digunakan relatif lebih singkat dan mudah, sedangkan kelebihan Sistem Newcomb dari Almanak Nautika adalah sistem Newcomb bisa digunakan menghitung irtifa' hilal untuk tahun kapanpun.

Hasil penelitian menyatakan bahwa metode hisab irtifa' hilal yang memakai Almanak Nautika dan Newomb dikategorikan

hisab dengan keakuratan tinggi, sehingga bisa dijadikan acuan dalam penentuan awal bulan.⁸

Kedua, Skripsi Keki Febriyanti Mahasiswa UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang “*Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika)*” Skripsi ini membahas tentang persamaan dan perbedaan Metode Ephemeris dengan metode Almanak Nautika. Menyimpulkan bahwa metode Ephemeris merupakan metode yang melakukan perhitungan dengan menggunakan data matahari dan data bulan yang disajikan setiap jam. Sedang Almanak Nautika dalam melakukan perhitungan awal bulan Qomariyah dengan menggunakan data tempat (lintang tempat, bujur tempat, dan ketinggian tempat dari permukaan air laut serta waktu matahari terbenam bagi tempat dan data tanggal yang bersangkutan menurut waktu hakiki).

Menurut Almanak Nautika dalam menghitung *irtifa hilal* adalah dengan menghitung matahari tenggelam, menghisab sudut waktu bulan pada saat matahari terbenam, mencari deklinasi bulan

⁸ Skripsi Ainul Kamal Rofiqi, *Studi Perbandingan Hisab Irtifa' Hilal menurut Sistem Almanak Nautika dan Newcomb*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2013, h. 89-90

ketika ghurub, mencari tinggi hakiki, dan tinggi hilal mar'i. Sedangkan dalam sistem Ephemeris langkah-langkah yang dilakukan dalam menghisab ketinggian hilal adalah dengan menghitung tinggi matahari, sudut waktu matahari, menetapkan sudut waktu bulan saat terbenam, mencari asensio rekta pada matahari, dan asensio rekta bulan, mencari deklinasi bulan, menghisab tinggi hakiki, dan tinggi mar'i hilal.

Rumus yang digunakan untuk menghitung tinggi hilal hakiki adalah $\sin h = \sin \phi \times \sin \square^{\circ} + \cos \phi \times \cos \square^{\circ} \times \cos t^{\circ}$. Untuk mendapatkan hilal mar'i harus dikoreksi.

Perhitungan ketinggian hilal dalam penentuan awal bulan Ramadhan yang dilakukan dengan sistem Almanak Nautika dan sistem Ephemeris, terdapat beberapa persamaan dan perbedaan yang cukup mencolok diantara kedua sistem tersebut. Dalam menghitung tinggi bulan hakiki, sistem Almanak Nautika dan sistem Ephemeris menggunakan rumus yang sama yakni : $\sin h = \sin \phi \times \sin \square^{\circ} + \cos \phi \times \cos \square^{\circ} \times \cos t^{\circ}$. Persamaan lainnya adalah tinggi hilal *mar'i*, *Mukuts* hilal dan *Azimut* hilal. Perbedaannya adalah penentuan saat terbenam matahari, penentuan sudut waktu

bulan, deklinasi bulan, *Equation of Time*, asensiorekta matahari, Asenkiorekta bulan dan waktu *Ijtima*'. Persamaan dan perbedaan yang dimiliki secara tidak langsung juga berpengaruh pada hasil perhitungan ketinggian hilal dan hal inilah yang menjadi dasar adanya perbedaan ketentuan hisab awal bulan qamariyah.⁹

Ketiga, Journal yang ditulis oleh Ari Sriantini dari Universitas Hang Tuah dengan judul "*Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit*". Dalam penelitiannya, ia mengemukakan bahwa dalam perhitungan dan penentuan posisi astronomi merupakan penentuan posisi kapal dengan menggunakan benda-benda angkasa sebagai alat bantu untuk navigasi yang salah satunya adalah Sextant dengan mengambil data dari Almanak Nautika.¹⁰

Keempat, Journal yang ditulis oleh Sutini dari STIMART AMNI Semarang yang berjudul "*Pengimplementasian Alat*

⁹ Skripsi Keki Febriyanti, *Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika*, Malang: Fakultas Syari'ah UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2011, h. 116-118

¹⁰ Srianitini, *Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit*, h. 1

Sutini, "*Pengimplementasian Alat Navigasi Elektronik Dibandingkan Dengan Alat Navigasi Konvensional*"(Journal), Semarang: STIMART AMNI. h.1

Navigasi Elektronik Dibandingkan Dengan Alat Navigasi Konvensional". Dalam penelitiannya mengemukakan tentang pentingnya bernavigasi, mengetahui macam-macam alat navigasi elektronik dan konvensional, dapat memahami fungsi dan kegunaan dari alat sextant, mengetahui prinsip kerja dari alat sextant. Karena meskipun dalam dunia pelayaran sekarang sudah menggunakan navigasi elektronik, navigasi tradisional seperti sextant tetap harus dipelajari.¹¹

Melihat karya-karya tersebut di atas, sepanjang penelusuran dan pengetahuan penulis, belum ada tulisan atau penelitian berupa skripsi yang secara spesifik membahas tentang penggunaan sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan. Sehingga menurut penulis, tema ini layak dan sangat menarik serta dapat dikaji dan diteliti lebih lanjut.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

¹¹Sutini, "*Pengimplementasian Alat Navigasi Elektronik Dibandingkan Dengan Alat Navigasi Konvensional*"(Journal), Semarang: STIMART AMNI. h.1

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif¹² yang fokus pada upaya pengungkapan kajian objek penelitian dengan studi deskriptif.¹³ Kajian penelitian *field research*, yaitu observasi untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan sextant sebagai instrumen utama dalam mengumpulkan data-data lapangan terkait dengan azimuth dan tinggi bulan.

2. Sumber Data

Sumber data yang dimaksudkan adalah semua informasi yang merupakan benda nyata, sesuatu yang abstrak, peristiwa atau gejala baik secara kuantitatif atau pun kualitatif.¹⁴ Dalam

¹² Penelitian yang lebih menekankan analisisnya pada proses penyimpulan deduktif dan induktif serta analisis terhadap dinamika hubungan antar fenomena yang diamati, dengan mengumpulkan logika ilmiah. Lihat Saifudin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar), 2010. h. 5

¹³ Penelitian deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Lihat Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghia Indonesia, 2003, h. 54

¹⁴ Sukandarrumidi, *Metodologi Penelitian*, Yogyakarta:Gadjah Mada University Press, 2012, h. 44.

penelitian ini peneliti menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer¹⁵

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti langsung dari sumbernya.¹⁶ Data primer untuk penelitian yang bersifat *field research* ini adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang dikumpulkan secara khusus dan tentu berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti¹⁷, yaitu data yang didapat melalui observasi dengan menggunakan sextant secara langsung untuk menentukan azimuth dan mengukur tinggi bulan di Perumahan BPI, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah. Perumahan BPI menjadi lokasi dalam penelitian penentuan azimuth dan ketinggian bulan menggunakan sextant sebab Perumahan BPI adalah

¹⁵ Data primer adalah data tangan pertama atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Lihat M. Iqbal Hasan,, *Pokok–Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor : Ghalia Indonesia, 2002, h. 82.

¹⁶ Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, h. 136.

¹⁷Tim Penyusun Fakultas Syari'ah, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang : IAIN Walisongo, 2010, h. 12.

tempat terdekat dari kampus UIN Walisongo yang langsung lepas menghadap arah ufuk atau cakrawala.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah disusun, dikembangkan dan diolah kemudian tercatat.¹⁸ Data sekunder berupa sumber yang memberikan informasi atau data lain yang diperkuat dengan dokumen-dokumen resmi, hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan tema penulis, wawancara, serta buku-buku tentang sextant. Penulis telah melakukan wawancara dan diskusi langsung kepada Ketua Prodi Nautika selaku Ketua Jurusan yang mempelajari sextant dan menelaah buku yang berhubungan dengan Sextant : Almanak Nautika, *The Astronomy Quarterly Volume 2* karya Eric R Craine, *The Armchair Celestial Navigator* pdf, Nautika Kapal Penangkap Ikan jilid 1 karya Bambang Sutiono Adi Serta buku-buku yang membahas metode Ilmu Falak seperti *Ilmu Falak (Dalam Teori dan Praktik)* karya Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*

¹⁸ Ibid.

Praktis karya Ahmad Izzuddin, *Mekanika Benda Langit* karya Dr. Eng. Rinto Anugraha, M.Si, *Ilmu Falak 1* karya Slamet Hambali dan beberapa karya tulis lain berhubungan dengan objek penelitian.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Dengan metode observasi¹⁹ teknik pengumpulan data merupakan pengamatan terhadap objek yang diteliti untuk memperoleh fakta di lapangan untuk mendapatkan data-data valid dari kemungkinan hal-hal, perilaku dan sebagainya saat kejadian tersebut berlangsung.²⁰

Penulis mengaplikasikan alat sextant secara langsung menghadap ke ufuk atau cakrawala, yang digunakan untuk

¹⁹ Observasi merupakan suatu proses pengamatan yang kompleks, dimana peneliti melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian. Lihat Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012, h. 16.

²⁰ Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, Jakarta : Ghalia Indonesia, Cet 3, 1988, h. 212 - 213.

mengecek alat sextant dan mendapat data di lapangan yang berkaitan dengan sistem guna untuk membantu menentukan hasil yang diperoleh yang nantinya akan di verifikasi dengan instrument theodolite yang telah teruji keakuratannya dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan.

Observasi penulis lakukan di Perumahan Bhakti Persada Indah (BPI), Purwoyoso, Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50184. Dalam praktek, observasi menggunakan sextant dan observasi menggunakan theodolite dilakukan di waktu yang sama. Penulis sebagai operator sextant dan Farid Azmi²¹ sebagai operator theodolite. Ditemani dan dibantu juga Firli, Fiqhunsunah, Zumrotul, Maulida yang bertugas mencatat data, dokumentasi dan penerangan²². Saat observasi kondisi cuaca sedang mendung. Bulan sering tertutup oleh awan, dan ketika awan telah menyingkir dari bulan observasi kemudian dilanjutkan.

²¹ Mahasiswa S2 UIN Walisongo Semarang. Penemu alat *Qibla Ruler* yang berfungsi untuk menentukan arah kiblat. berbentuk pengaris yang mempunyai 4 arah.

²² Waktu observasi dilakukan saat malam hari.

b. Wawancara²³

Dalam hal ini peneliti melakukan wawancara tidak terstruktur yang bersifat lebih luwes dan terbuka. Yaitu wawancara yang dilakukan secara alamiah untuk menggali ide dan gagasan informan secara terbuka dan tidak menggunakan pedoman wawancara. Pertanyaan yang diajukan bersifat fleksibel, tidak menyimpang dari tujuan wawancara yang telah ditetapkan.²⁴

Wawancara ini dilakukan secara tatap muka (*face to face*) antara penulis dengan informan. Informan yang diwawancarai yaitu Ketua Prodi/ Jurusan Nautika STIMART AMNI Semarang, Capt. Suryo Guritno, M.Mar dan Ketua Prodi/ Jurusan Nautika PIP Semarang, Capt. Samsul Huda,.MM,.M.Mar.

²³ Wawancara merupakan suatu kegiatan tanya jawab dengan tatap muka (*face to face*) antara pewawancara (*interviewer*) dan yang diwawancarai (*interviewee*) tentang masalah yang diteliti. Pewawancara bermaksud memperoleh persepsi, sikap dan pola pikir dari narasumber yang relevan dengan masalah yang diteliti. Lihat Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktek*, (Jakarta: PT Bumi Aksara), 2013, h. 162.

²⁴ Imam Gunawan, *Metode...*, h. 163

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang ditujukan kepada subjek penelitian. Dokumen dapat berupa catatan pribadi, surat pribadi, buku harian, laporan kerja, notulen rapat, catatan kasus, rekaman video, foto dan lain sebagainya.²⁵ Metode ini dilakukan dengan cara mengambil gambar ketika praktek menentukan azimuth dan tinggi bulan sebagai bukti telah melakukan penelitian.

4. Teknik Analisis Data

Analisa data adalah proses merinci usaha secara formal untuk menemukan tema dan merumuskan ide seperti yang disarankan oleh data dan sebagai usaha untuk memberikan bantuan pada tema dan ide itu.²⁶

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, obsevasi, dokumentasi dengan

²⁵ Sukandarrumidi, *Metodologi ...*, h. 47

²⁶ Lexy J Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung, PT. Remaja Rosdakarya, 1993, h. 112.

cara menjabarkan dan membuat kesimpulan yang dapat dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.²⁷

Data diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif.²⁸ Tujuan dari metode tersebut adalah untuk memberi deskripsi terhadap objek yang diteliti yaitu menggambarkan hasil yang terdapat dalam sextant dan theodolite.

Proses analisis dimulai dari pengumpulan data azimuth dan tinggi bulan. Kemudian hasilnya disamakan dengan theodolite, apakah sama atau berbeda sehingga diketahui selisih antara *sextant* dengan theodolite. Hasil tersebut dapat disimpulkan untuk mengetahui tingkat akurasi sextant.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dan memahami skripsi ini, secara garis besar penulisan disusun per bab. Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan sub pembahasan. Penulisannya adalah sebagai berikut:

²⁷ Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2012, h. 89.

²⁸ Penelitian Deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel maupun lebih tanpa membuat perbandingan atau menghubungkannya dengan variabel lain. Lihat Beni Kurniawan, *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa, 2012, h. 20.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah yang diteliti, rumusan masalah yang menjadi gambaran dari skripsi, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya telaah pustaka sebagai sumber rujukan penulis dalam meneliti, metode yang digunakan dalam mengambil dan mengolah data dan dikemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan skripsi.

BAB II TINJAUAN UMUM AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

Dalam bab ini membahas azimuth dan tinggi bulan yang di dalamnya meliputi penjelasan tentang pengertian azimuth dan tinggi bulan, konsep astronomi azimuth dan tinggi bulan serta fase-fase bulan.

BAB III TINJAUAN UMUM TENTANG SEXTANT (ALAT PELAYARAN)

Pada bab ini menjelaskan tentang gambaran umum tentang sextant serta metode penentuan azimuth dan tinggi bulan dengan alat tersebut.

BAB IV ANALISIS UJI AKURASI SEXTANT DALAM PENENTUAN AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

Pada bab ini menjelaskan hasil dari sextant dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan dan uji akurasi azimuth dan tinggi bulan yang dikomparasikan dengan kondisi di lapangan menggunakan theodolite.

BAB V PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan atas penelitian dan hasil penelitian penulis, kemudian saran-saran dan penutup.

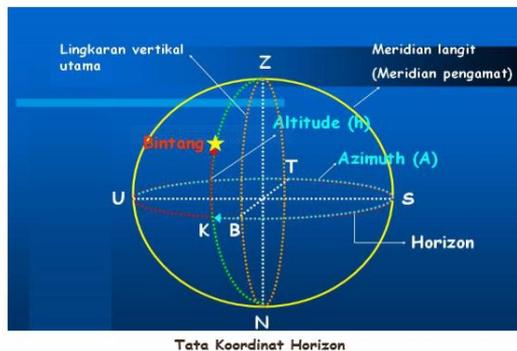
BAB II

TINJAUAN UMUM AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

A. Titik Koordinat Horizon

Sistem koordinat horizon (cakrawala) menggunakan lingkaran horizontal dan lingkaran vertikal sebagai sumbu-sumbunya. Azimuth dan ketinggian (*altitude*) sebuah benda langit merupakan unsur-unsur yang terdapat dalam tata koordinat horizon.¹ Horizon adalah lingkaran pada bola langit yang menghubungkan titik utara, titik timur, titik selatan, dan titik barat sampai ke titik utara. Horizon merupakan batas pemisah antara belahan langit yang tampak dan tidak tampak.²

Gambar 1. 1 Tata Koordinat Horizon



Sumber : Modul Persiapan Menuju Olimpiade Sains SMK 1 BPK Penabur

¹Skripsi Endang Nur Liyah, *Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam Menentukan Azimuth, Tinggi Bulan Untuk Penentuan Awal Bulan Kamariah*, Semarang: Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2017, hal. 18.

² A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*, Jakarta : AMZAH, 2016, hal. 11.

Keterangan:

Z = titik zenith (puncak)

N = titik nadir (bawah)

Z-N = vertikal

UBST = horizon atau ufuk

Jika kita berdiri di suatu tempat di bumi kemudian menarik garis tegak lurus tepat di atas kepala kita hingga mencapai bola langit atau menarik garis tegak lurus tepat di bawah kaki kita, maka titik yang berada di bola langit yang tepat di atas kepala kita disebut “Titik zenith atau *Simt al-Ra’s*” dan yang di bawah kita disebut “Titik Nadir atau *Simt al-Qadam*”.³ Garis yang menarik garis tegak lurus yang menghubungkan keduanya dinamakan garis vertikal. Dan lingkaran dimana titik zenith dan titik nadir sebagai kutubnya maka disebut lingkaran vertikal.

Kelebihan sistem koordinat ini adalah praktis, sederhana dan mudah dibayangkan posisi benda langit yang akan dihitung tingginya. Sedang kelemahannya adalah sistem ini tergantung tempat di muka bumi. Tempat berbeda horizonpun berbeda.⁴

³ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: SUKSES offset, 2011, h.42-43

⁴ Hans Gunawan, *Modul Persiapan Menuju Olimpiade Sains Nasional Bidang Astronomi*, Jakarta: SMK 1 BPK Penabur, 2005, h. 34 pdf.

B. Tinjauan Umum Azimuth

Azimuth adalah harga suatu sudut untuk matahari atau bulan dihitung sepanjang horizon atau ufuk.⁵ Azimuth atau *al-Simt* sebuah benda langit merupakan jarak dari titik utara ke lingkaran vertikal yang dilalui benda langit tersebut, diukur sepanjang lingkaran horizon searah dengan perputaran jarum jam melalui titik timur, titik selatan sampai ke titik barat.⁶ Jika azimuth diukur dari utara ke barat atau berlawanan dengan arah jarum jam, biasanya dinyatakan negatif (-). Dengan demikian dapat dinyatakan misalnya azimuth titik barat 270^0 adalah sama dengan -90^0 .

C. Tinggi Bulan

Tinggi bulan adalah ketinggian bulan dihitung sepanjang lingkaran vertikal dari ufuk sampai hilal itu.⁷ Tinggi bulan saat berada dibawah horizon adalah (-) saat sedang sejajar dengan horizon tingginya adalah 0 dan saat berada diatas ufuk dinyatakan

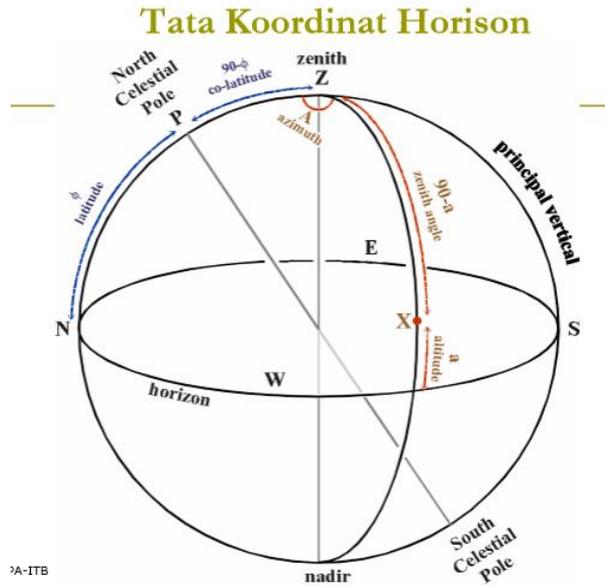
⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, h. 135

⁶ *Ibid.* h. 17.

⁷ *Ibid.* h. 142.

dalam (+). Ketika bulan berada pada di zenith maka *altitude* bulan sebesar 90^0 .

Gambar 1. 2 Tata Koordinat Horizon



Sumber: Dr. Suryadi Siregar Simposium Astronomi Bola

Tinggi (h) diukur dengan⁸:

$$z + h = 90^0$$

atau

$$z = 90^0 - h$$

$$h = 90^0 - z$$

⁸ Abdur Rahman, *Ilmu Falak*, Yogyakarta, Liberty, 1983, h.3

Untuk mendapat tinggi bulan mar'i harus dilakukan koreksi dengan parallaks bulan (dikurangkan), Semidiameter bulan (ditambahkan), Refraksi (ditambahkan), dan Kerendahan Ufuk (ditambahkan).⁹

D. Urgensi Azimuth dan Tinggi Bulan dalam Observasi

Sangat penting untuk mengetahui tentang posisi bulan adalah azimuth dan tinggi bulan. Hal ini disebabkan kedua posisi bulan tersebut penting diketahui dalam hubungannya dengan pengamatan rukyat.¹⁰ Namun sebelum mengukur azimuth, diwajibkan terlebih dahulu untuk mengetahui arah utara sejati (*True North*) supaya ketika menarik garis senilai dengan nilai azimuth tidak akan melenceng.

E. Fase-Fase Bulan

Manzilah bulan (Arab: *manazilah al-qamar*) adalah posisi bulan yang selalu terlihat berubah dari hari ke hari dipandang dari bumi sebagai akibat dari gerak faktual bulan (*aujuh al-qamar*).¹¹

⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, h. 142.

¹⁰ Rinto Anugraha, *Mekanika benda langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada), 2012, h. 110

¹¹ Arwin Juli Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto: UM Purwokerto), 2016, h. 251

Perubahan penampakan wajah bulan disebabkan perubahan kedudukan bulan terhadap matahari yang menyebabkan bagian piringan bulan yang terkena sinar matahari berubah-ubah.

Bulan adalah benda langit yang mengorbit Bumi. Bulan melakukan 3 gerakan sekaligus yaitu berputar pada sumbunya, berevolusi mengitari bumi, dan bersama bumi berputar mengitari matahari. Arah rotasi bulan sama dengan arah revolusi bulan hal ini menyebabkan wajah bulan yang menghadap ke arah bumi terlihat sama. Karena sumber cahaya Bulan yang terlihat dari Bumi adalah pantulan sinar Matahari, bentuk Bulan yang terlihat dari Bumi akan berubah-ubah. Perubahan bentuk Bulan yang tampak dari Bumi ini disebut dengan fase-fase Bulan. Dari sejumlah fase Bulan, terdapat empat fase utama, yaitu fase bulan baru, fase setengah purnama awal (perempat pertama), fase purnama, dan fase setengah purnama akhir (perempat akhir). Periode revolusi Bulan pada bidang orbitnya dihitung dari posisi fase bulan baru ke fase setengah purnama awal ke fase purnama ke fase setengah purnama akhir dan kembali ke fase bulan baru

disebut sebagai periode sinodis, yang secara rata-rata ditempuh dalam waktu 29,53059 hari (29 hari 12 jam 44 menit 03 detik).¹²

Bulan mengelilingi bumi dalam bentuk orbit ellipsis sehingga pada suatu saat bulan akan berada pada posisi terdekat dari bumi, yang disebut perigee dan pada saat lain akan berada pada posisi terjauh dari bumi yang disebut apogee. Periode revolusi bulan pada bidang orbitnya dihitung dari posisi perigee ke apogee dan kembali ke perigee disebut periode anomalistik yang secara rata-rata ditempuh dalam waktu 27,55455 hari (27 hari 13 jam 18 menit 33 detik).¹³ Hal ini dikenal sebagai periode siderik.¹⁴

Mengamati bulan atau observasi bulan merupakan hal sangat bermanfaat. Salah satu manfaatnya untuk mengetahui perubahan fase bulan dari waktu ke waktu, Perubahan tersebut berhubungan juga dengan sejumlah fenomena alam, seperti pasang surut air laut. Selain itu, observasi bulan juga bermanfaat untuk memahami

¹²http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Tanda_Waktu/Fase_fase_bulan_dan_jarak_bumi_bulan_pada_tahun_2015 diakses pada 4 September 2017 pukul 20.10 WIB.

¹³http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Tanda_Waktu/Fase_fase_bulan_dan_jarak_bumi_bulan_pada_tahun_2014 diakses pada 4 September 2017 pukul 20.00 WIB.

¹⁴ Periode Siderik adalah selang waktu yang dibutuhkan bulan untuk berevolusi 360⁰ (tepat 1 putaran) mengitari bumi. Lihat Agus Fany Candra Wijaya, *Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi dan Keantariksaan Gerak Bumi dan Bulan pdf*, Jayapura: Digital Learning Lesson Study Jayapura, 2010, h. 8.

bulan sebagai satu-satunya satelit bumi¹⁵ dan bulan (*hilal*) adalah benda langit yang menjadi penentu awal bulan kamariyah. Fenomena perubahan fase bulan dijelaskan dalam Al Quran Surat Yasin (36): 39

وَالْقَمَرَ قَدَّرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ

Artinya : Dan telah kami tetapkan bagi bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah Dia sampai ke manzilah yang terakhir). Kembalilah Dia sebagai bentuk tandan yang tua.¹⁶ (Q.S Yasin[36]:39)

Maksudnya Allah telah menetapkan kadar dan sistem peredarannya di manzilah-manzilah yakni posisi tertentu, sehingga karena itu melihatnya pada awal kemunculan kecil/sabit dan dari malam ke malam membesar hingga purnama sampai akhirnya berangsur-angsur pula mengecil¹⁷ atau jarak-jarak tertentu bagi peredaran bulan, sehingga pada setiap jarak tersebut ia mengalami perubahan, baik dalam bentuk dan ukurannya, maupun dalam kekuatan sinarnya. Mula-mula bulan itu muncul dalam keadaan kecil dan cahaya lemah. Kemudian ia menjadi

¹⁵ Suara Merdeka, *MAJT Kerja Sama dengan NASA (InOMN)*, edisi Sabtu, 27 Oktober 2017

¹⁶ Kementerian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 8, Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h.226

¹⁷ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 542

bulan sabit kecil dengan bentuk melengkung serta sinar yang semakin terang. Selanjutnya bentuknya bentuknya semakin sempurna bundarnya, sehinga menjadi bulan purnama dengan cahaya yang amat terang. Tetapi kemudian menyusut, sehingga pada akhirnya ia menyerupai sebuah tandan, kering yang berbentuk melengkung dengan cahaya yang semakin pudar, kembali kepada keadaan semula.¹⁸

عَنِ ابْنِ أَوْفَى قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : إِنَّ خِيَارَ عِبَادِ اللَّهِ الَّذِينَ يُرَاعُونَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومَ وَالْأَظْلَةَ لِذِكْرِ اللَّهِ عَزَّوَجَلَّ. (رواه البيهقي في السنن الكبرى, باب مراعاة أدلة المواقيت)

Diriwayatkan dari Ibnu ‘Auf telah berkata: Rasulullah SAW bersabda: “Sesungguhnya hamba Allah yang terpilih yaitu orang-orang yang memperhatikan matahari, bulan, bintang, dan kegelapan untuk mengingat Allah.”¹⁹ (HR. Al-Baihaqi)

Setiap saat posisi bulan relatif terhadap bumi dan matahari mengalami perubahan. Akibatnya luasan cakram bulan yang terkena sinar matahari setiap saat dan setiap hari mengalami perubahan.²⁰

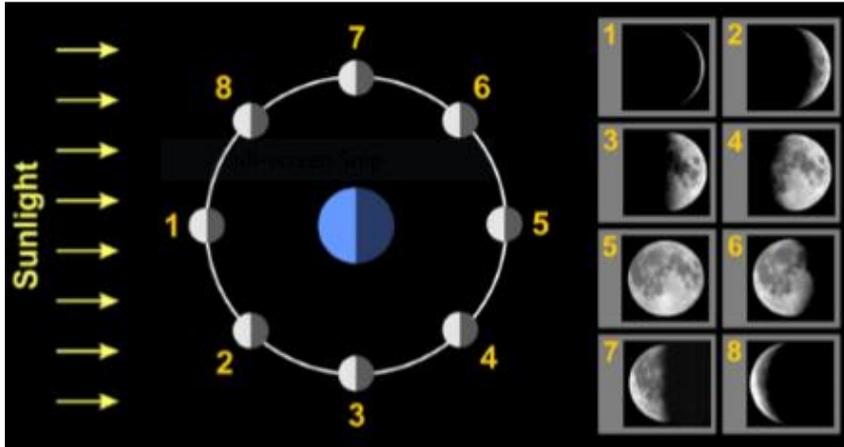
¹⁸ *Ibid* h.226-227.

¹⁹ Imam Manawi, *Faidhul Qodir Jilid II*, (Makhtabah Mashor: 2003), hlm. 579

²⁰ *Ibid*. h.112

Terdapat delapan fase bulan yang dapat dibedakan sejak proses munculnya hilal sampai bulan tak tampak lagi. Berikut delapan fase tersebut:

Gambar 1. 3 Fase-Fase Bulan



Sumber: Agus Fany Candra Wijaya Gerak Bumi dan Bulan

1. Bulan baru (*New moon*)

Pada kedudukan ini, matahari, bulan, dan bumi terletak pada satu bidang dimana bulan diantara bumi dan matahari disebut konjungsi. Pada kedudukan ini bagian terang bulan tidak terlihat dari bumi²¹ karena tidak ada cahaya matahari yang bisa dipantulkan bulan untuk sampai ke bumi.

²¹ *Ibid*, h. 9.

2. Bulan sabit tua (*Waxing Crescent*)

Kemudian karena bulan bergerak mengelilingi bumi, semakin lama semakin banyak permukaan bulan yang disinari matahari. Bulan pada kedudukan ini disebut bulan sabit dan ini berlangsung sampai sekitar tanggal 7 saat bulan dalam keadaan setengah penuh.²² Bulan baru adalah dimana sisi bulan yang berhadapan akurat dengan bumi tetapi tidak mendapat penyinaran apapun dari matahari. Akibatnya bulan ini ada tetapi cenderung sulit terlihat dari bumi.²³

3. Kuartir Pertama (*First Quarter*)

Pada fase ini bulan telah bergerak lebih jauh sehingga dari hari ke hari berikutnya posisi bulan sabit terus semakin tinggi di atas horizon. Bagian bulan yang terkena pancaran sinar matahari semakin bertambah besar sampai pada suatu posisi dimana bulan kelihatan separuh lingkaran.²⁴

²² Agustinus Gunawan Admiranto, *Eksplorasi Tata Surya*, Bandung: Mizan Pustaka, 2016, h. 105.

²³ <http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/macam-macam-fase-bulan> diakses pada tanggal 5 September 2017 pukul 23.15 WIB.

²⁴ *Ibid.* h. 28.

Pada kuartir pertama ini bulan baru tenggelam sekitar enam jam kemudian setelah tenggelamnya matahari atau sekitar tengah malam. Tenggelamnya bulan adalah akibat gerakan bumi yang berotasi pada porosnya selama sekitar 24 jam sekali putaran. Bulan pada fase ini lebih lambat 6 jam daripada matahari dan terbitnya di sebelah timur adalah sekitar tengah hari berada tepat di tengah langit kita pada saat matahari tenggelam dan tenggelam sekitar tengah malam di ufuk barat.²⁵

4. *Waxing Gibbous*

Bentuk bulan yang mempunyai kecenderungan seperti setengah bulan berubah menjadi terlihat lebih besar pada permukaan yang datar.²⁶

Bentuk bulan yang mempunyai kecenderungan seperti setengah bulan berubah menjadi terlihat lebih besar pada permukaannya yang datar. Waktu terbit bulan semakin terlambat daripada matahari. Bulan terbit pada sekitar pukul 15.00 tepat berada di tengah langit kita pada

²⁵ www.moonconnection.com/moon_phases.phtml diakses pada 5 September 2017 pukul 20.26 WIB

²⁶ *Ibid*

sekitar pukul 21.00 dan tenggelam pada sekitar pukul 3.00.²⁷

5. Bulan Purnama (*Full Moon*)

Pada kedudukan ke-lima, matahari, bulan dan bumi terletak pada satu bidang dan bulan berada dibelakang bumi. Kedudukan ini disebut oposisi.²⁸ Pada kedudukan seperti ini disebut dengan fase bulan purnama. Pada posisi relatif bulan, bumi, matahari ini terkadang menghasilkan sebuah fenomena alam. Yaitu ketika matahari, bumi, bulan berada pada satu garis simpul, dengan bulan membelakangi bumi (oposisi). Fenomena alam yang dimaksud adalah gerhana bulan.

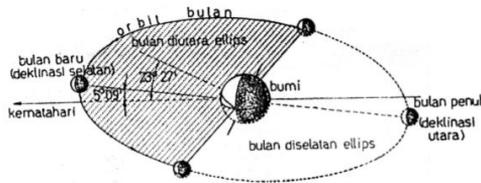
Gerhana bulan terjadi saat bulan purnama, yaitu saat bumi berada di antara bulan dan matahari. Pada saat itu bayangan bumi menutupi bulan sehingga bulan purnama menjadi gelap dan berwarna kemerah-merahan. Gerhana bulan ini bisa cukup lama berlangsung, kadang-kadang mencapai beberapa jam dan bisa diamati

²⁷ *Ibid*

²⁸ *Ibid.* h. 9

diseluruh dunia.²⁹ Namun perlu diketahui bahwa tidak setiap purnama akan menghasilkan gerhana bulan. Hal ini dikarenakan bidang edar bumi miring membentuk sudut $5,09^0$. Bumi beredar mengelilingi matahari dan bulan mengelilingi bumi. Jadi peredaran bulan mengelilingi bumi menyebabkan bulan memotong bidang edar bumi sebanyak dua kali.³⁰

Gambar 1. 4 Sudut Antara Bidang dan Bulan



Gambar 12.2.1
Sudut antara bidang edar Bumi dan Bulan sebesar $5,09^0$

Sumber: Basuni Rahman *BBM 12 Bulan Sebagai Sateli Bumi*

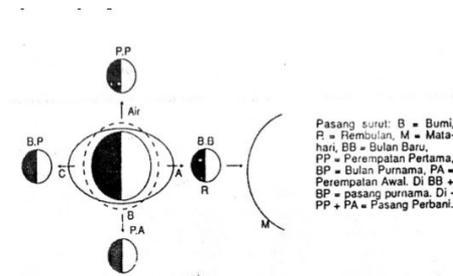
Selain gerhana bulan, saat purnama terdapat juga fenomena pasang surut air laut. Pada fenomena ini bulan dan matahari berada pada kedudukan oposisi (berlawan/berhadap-hadapan) dan gaya tariknya saling

²⁹ *Ibid.* h. 107-108

³⁰ Basuni Rachman, *BBM 12 Kalender Bulan Gerhana dan Pasang Surut Air Laut*, h. 19 pdf.

membantu pula sehingga di A dan C terjadi pasang yang amat tinggi yang disebut pasang purnama.³¹

Gambar 1. 5 Kedudukan Bulan



Sumber: Basuni Rahman BBM 12 Bulan Sebagai Sateli Bumi

Pada keadaan purnama ini bulan mengalami keterlambatan sekitar pukul 12 jam dari matahari. Bulan akan terbit bersamaan dengan saat matahari tenggelam, berada tepat di tengah langit kita pada tengah malam, dan tenggelam saat matahari terbit.³²

6. *Wanning Gibbous*

Pada fase ini, bulan sekitar 9 jam lebih awal atau 15 jam lebih lambat daripada matahari. Berarti bulan terbit di timur pada sekitar pukul 21.00 berada tepat di

³¹ *Ibid.* h. 30.

³² www.moonconnection.com/moon_phases.phtml diakses pada 5 September 2017 pukul 20.26 WIB.

tengah langit kita pada sekitar pukul 3.00 dan tenggelam pada saat pukul 9.00.³³

7. Kuartir ketiga (*Third Quarter*)

Pada fase ini bulan terbit lebih awal sekitar 6 jam daripada matahari. Berarti bulan terbit di sebelah timur pada sekitar tengah malam, dan tepat berada di tengah langit kita pada sekitar matahari terbit, dan tenggelam di ufuk barat pada sekitar tengah hari.³⁴

8. Bulan sabit tua (*Waning Crescent*)

Pada fase ini bulan terbit mendahului matahari sekitar 9 jam. Berarti bulan terbit di ufuk timur pada sekitar pukul 3.00 dan tepat di tengah langit kita sekitar pukul 9.00 pagi dan tenggelam di ufuk barat pada sekitar pukul 15.00.³⁵ Setelah bulan sabit lalu berlanjut ke bulan baru berikutnya.

Pada fase bulan baru berikutnya, posisi bulan berada pada arah yang sama terhadap matahari dan bagian bulan yang terkena pancaran sinar matahari adalah

³³ *Ibid.*

³⁴ *Ibid.*

³⁵ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, Jakarta: amythas Publicita, 2007, h. 38.

yang membelakangi bumi dimana kita berada. Jadi bagian bulan yang menghadap kepada kita menjadi gelap. Pada fase ini, bulan dan matahari terbit dan tenggelam bersamaan. Bulan terbit dari ufuk timur sekitar pukul 6.00 dan berada di tengah langit kita pada tengah hari dan tenggelam di ufuk barat sekitar pukul 18.00. hal ini dinamakan konjungsi.

F. Terbit dan Terbenam Bulan

Terbit dan terbenam bulan berkaitan dengan perubahan fasenya. Suatu benda langit dikatakan terbenam bila bulan sudah seluruhnya berada di bawah ufuk (horizon) dan terbit bila benda langit tersebut sudah berada di atas ufuk.³⁶

Setelah Ijtimak bulan akan terbit setelah matahari terbit, dan terlihat rendah di ufuk barat setelah matahari terbenam. Semakin hari bulan akan terbit 51 menit lebih lambat setiap harinya.³⁷ Dimana setiap harinya ketinggian bulan naik sebesar 12⁰.³⁸

³⁶ Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, cet 1, Yogyakarta: Liberty, 1983, h. 26.

³⁷ Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak edisi Kedua*, Selangor: Dawama Sdn. Bhd., 2004, h. 66.

³⁸ <https://langitselatan.com/2013/07/11/lebih-jauh-dengan-hilal/> diakses pada tanggal 10 September 2017 pukul 22.51 WIB.

G. Metode Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan menggunakan Theodolite

Theodolite merupakan alat ukur digital yang berfungsi untuk membantu pengukuran kontur tanah pada wilayah tertentu. Awalnya theodolite bukanlah instrument falak. Theodolite merupakan instrument teknik sipil dan geodesi tapi instrument ini bisa dimanfaatkan dalam ranah falak. Theodolite mampu mengukur sudut secara horizontal dan vertikal sehingga cakupan pekerjaan yang dilakukan lebih banyak.³⁹ Instrumen optik survei yang digunakan untuk mengukur sudut dan arah yang dipasang pada tripod.

Berdasarkan tingkat ketelitiannya, theodolite diklasifikasikan menjadi Tipe T0 (tidak teliti/ketelitian rendah sampai 20"), Tipe T1 (agak teliti 20"-5"), Tipe T2 (teliti, sampai 1"), Tipe T3 (teliti sekali sampai 0,1"), Tipe T4 (sangat teliti, sampai 0,01").⁴⁰

³⁹https://student.uigm.ac.id/assets/file/Materi/4.Pengertian_Alat_Ukur_Theodolite_dan_Waterpass diakses pada tanggal 12 September 2017 pukul 8.24 WIB

⁴⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, h. 54-55

Gambar 1. 6 Theodolite



Sumber: Penulis

Bagian pokok Theodolit⁴¹:

1. *Operating Keys*

Yaitu tombol-tombol yang digunakan untuk memberi perintah pada layar untuk menampilkan data-data sudut, kemiringan, untuk set 0 derajat dan sebagainya.

⁴¹https://student.uigm.ac.id/assets/file/Materi/4.Pengertian_Alut_Ukur_Theodolite_dan_Waterpass diakses pada tanggal 12 September 2017 pukul 8.24 WIB

2. *Display*

Layar yang berfungsi menampilkan data-data yang sudah disebutkan pada point 1.

3. *Optical plummet telescope*

Lensa atau teropong yang digunakan untuk melihat objek yang akan diamati.

4. *Horizontal motion clamp*

Bagian yang digunakan untuk mengunci gerak Theodolit secara horizontal.

5. *Horizontal tangent screw*

Bagian pada Horizontal motion clamp yang digunakan untuk menggerakkan theodolit kearah horizontal secara halus.

6. *Vertical motion clamp*

Bagian yang digunakan untuk mengunci gerak theodolite secara vertikal atau naik turun.

7. *Vertical tangent screw*

Bagian pada vertikal motion clamp yang digunakan untuk menggerakkan theodolit kearah vertikal secara halus.

8. Nivo kotak

Nivo berisi air dan udara berbentuk lingkaran yang digunakan untuk cek tingkat kedataran pada sumbu I vertikal.

9. Nivo tabung

Nivo berisi air dan udara berbentuk tabung yang digunakan untuk cek tingkat kedatraan pada sumbu II horizontal. Dimana sumbu II harus tegak lurus dengan sumbu I vertikal.

Alat ini menentukan suatu posisi dengan tata koordinat, vertikal secara digital, dan mengukur sebuah bintang di langit. Adapun data yang diperlukan adalah tinggi dan azimuth.⁴² Langkah-langkah observasi menggunakan Theodolit :

1. Pasang Theodolit pada tiang penyangga atau tripod.
2. Stel Theodolit dengan 3 skrup di bagian bawah hingga benar-benar datar (perhatikan waterpass).⁴³

⁴² *Ibid.* h. 55-56

⁴³ *Ibid.* h. 180

3. Bidik bulan dengan Theodolit lalu catat nilai vertikal angelnya (VA).
4. Gerakkan ke bawah tabung vertikal Theodolit sampai tepat di ufuk. Kemudian lihat *vertical angelnya*.
5. Selisih antara *vertical angel* ufuk dengan *vertical angel* bulan itulah nilai tinggi bulan.
6. Untuk nilai azimuth, setelah mengukur sudut vertikal (tinggi bulan) selanjutnya putar theodolit berlawanan arah jarum jam sampai pada titik utara sejati yang ditandai dengan adanya tongkat yang tegak lurus.

BAB III
TINJAUAN UMUM TENTANG SEXTANT
(ALAT PELAYARAN)

A. Gambaran Umum Sextant

1. Pengertian Sextant

Sextant adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut dalam bidang datar dan vertikal di kapal dimana sudut diukur dengan cara mengepitkan dua buah benda yang ada diantara sudut yang diukur.¹

“Marine Sextant measures the angle between two points by bringing the direct image from the other into coincidence. It’s principal use is to measure the altitudes of celestial bodies above the visible sea horizon. It may also be used to measure vertical angles to find the range from an object of known height. Sometimes it is turned on its side and used for measuring the angular distance between two terrestrial objects.”²

Bahwa sextant digunakan untuk mengukur sudut antara dua titik dengan membawa gambar langsung. Penggunaan utamanya adalah mengukur ketinggian benda langit di atas cakrawala laut yang terlihat. Ini juga dapat digunakan untuk mengukur sudut

¹ D. Bambang Setiono Adi dkk, *Nautika Kapal Penangkap Ikan Jilid I*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan), 2008, h. 141.

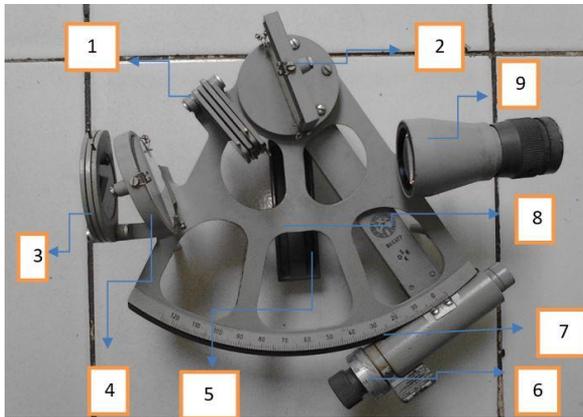
² Chapter 16, *Instruments For Celestial Navigation*, PDF.

vertikal untuk menemukan rentang dari objek yang diketahui tinggi juga digunakan untuk mengukur jarak sudut antara dua benda terestrial.

Secara singkatnya sextant merupakan alat ukur sudut yang berorientasi pada bidang vertikal dan horizontal, dalam bidang vertikal *sextant* digunakan untuk mengetahui sudut ketinggian, sedangkan dalam bidang horizontal digunakan untuk mengetahui nilai azimuth benda langit.³

2. Bagian-bagian Sextant

Gambar 2.1 Sextant



Sumber: Penulis

³ *Coast Guard Auxiliary - National Aton-Cu Study Guide*. Pdf, Section VIII, hlm 1.

Keterangan:

1. Kaca Filter (*Index Mirror Shades*)

Beberapa kaca cermin berwarna yang digunakan untuk meredupkan objek agar dapat kelihatan⁴ atau untuk melindungi mata pengamat dari radiasi sinar matahari yang dapat merusak mata. Dipasang dibagian depan cermin indeks. Dalam menggunakan kaca filter ini, harus mengurutkan dari kaca filter yang dekat dengan cermin indeks. Kaca filter ini biasanya digunakan saat pengamatan matahari karna sinar matahari terlalu kuat dan mata manusia bisa rusak jika tidak dihalangi dengan kaca filter ini.

2. Cermin Indeks (*Index Mirror*)

Digunakan untuk memantulkan objek yang akan diukur, cermin indeks ini akan bergeser bersamaan dengan indeks busur.

3. Kaca Filter (*Horizon Shades*)

Sama dengan *index mirror shades*, bedanya untuk *index mirror shades* ditujukan pada benda langit yang dicari, untuk kaca filter (*horizon shades*) ditujukan pada horizon (cakrawala).⁵

⁴ Wawancara dengan Samsul Huda pada tanggal 8 Desember 2017 di PIP Semarang

⁵ Wawancara dengan Samsul Huda pada tanggal 8 Desember 2017 di PIP

4. Cermin Horizon (*The horizon glass is half of mirror and half glass*)

Kaca horizontal terdiri dari setengah cermin dan setengah gelas. Cermin mencerminkan citra objek dari cermin indeks. Pada saat yang sama, pengamat bisa melihat cakrawala atau benda lain melalui kaca. Kaca memiliki dua sekrup di bagian belakang untuk penyesuaian. Sekrup pertama berada di sisi kaca. Digunakan untuk mengatur kesalahan tegak lurus. Sekrup kedua, di bagian belakang sisi cermin digunakan untuk mengatur kesalahan indeks. Atau sederhananya digunakan sebagai bidang optik tempat bertemunya horizon (cakrawala) dengan benda langit yang diukur. Cermin horizon ini tidak bergerak dan menempel pada frame.

5. Pegangan / gagang (*Handle*)

Berada di sisi yang sama seperti kaki, dan untuk menahan sextant saat digunakan. Untuk mengambil sextant dari kotak, angkat dengan bingkai dengan tangan kiri, lalu transfer ke tangan kanan dan pegang dengan gagangnya.

6. Micrometer Drum

Skala untuk membaca busur menit secara halus. Memutar drum akan menggerakkan lengan di sepanjang busur atau menggerakkan objek yang diterima dengan pergerakan secara

lembut dan halus, biasanya digunakan pada saat pengukuran mendekati nilai fixc.⁶

7. Busur Derajat (*Graduated Arc*)

Merupakan busur penunjuk skala derajat.

8. Bingkai (*Frame*)

Memiliki tiga kaki dan sextant disimpan dalam kotak atau pada permukaan horizontal.

9. Teleskop

Digunakan untuk mengincar objek yang dicari dalam cermin horizon.

10. Pengunci (*Looking Device*)

Pengunci gerak indek lengan, sehingga tidak dapat digerakkan.

11. Indeks Lengan (*Index Arm*)

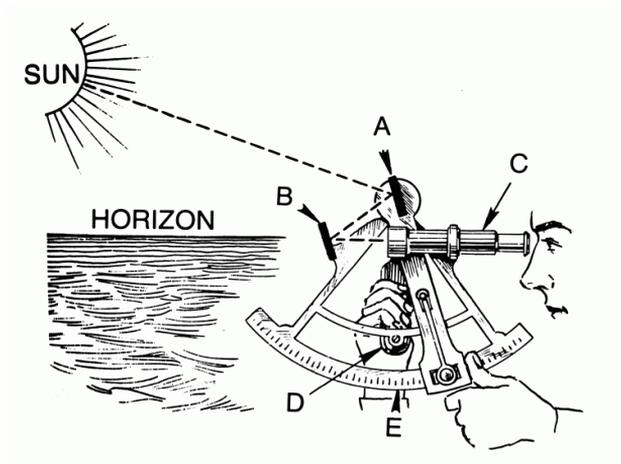
Digunakan untuk mengukur skala busur derajat, indeks lengan akan digeser hingga pantulan benda yang diamati sebidang dengan cakrawala. diputar di bagian tengah busur, dan berputar bebas sepanjang busur dengan tanda indeks panah menunjuk ke sudut pada busur. Di ujung lain lengan adalah penjepit, digunakan untuk melepaskan lengan indeks dari busur sehingga lengan bisa diputar.

⁶ Wawancara dengan Samsul Huda pada tanggal 8 Desember 2017 di PIP

Pada sextant terdapat dua skala yaitu “Arc” skala yang terletak pada bingkai sextant berguna untuk menunjukkan skala derajat, dan ada juga “Vernier” skala, yang terletak di indeks lengan sextant berguna untuk menunjukkan skala menit. Untuk mengecek kenormalan sextant dapat dipastikan dengan menegakkan kedua cermin terhadap bingkai sehingga sejajar satu sama lain, hal ini ditandai dengan terlihatnya gambar secara utuh di cermin horizon dan ketika dicek kembali, pasti skala “Arc” dan “Vernier” terbaca pada bilangan angka nol.⁷

3. Cara Kerja Sextant

Gambar 2. 2 Prinsip Kerja optik dalam sextant



Sumber: Google.com

⁷ *Coast Guard Auxiliary...*, hlm 4.

1. Sudut datang sama dengan sudut pantulan, maksudnya cahaya yang datang akan dipantulkan dengan sudut yang sama pada cermin datar.
2. Sudut antara cahaya datang dengan sudut pantulan terakhir adalah sama dengan dua kali sudut yang ada diantara kedua cermin, hal ini terjadi bila cahaya dipantulkan dua kali pada bidang datar yang sama oleh dua buah cermin.⁸ Dengan begini sextant yang berukuran 60 busur derajat bisa mengukur hingga 120 busur derajat.

B. Sejarah Sextant

Dalam bahasa Arab sextant disebut dengan *Sudsiyyah* atau disebut juga dengan *'alah al suds*. Disebut demikian karena bentuknya yang seperenam lingkaran, atau sama seperti halnya *al-Suds al Fakhry*.⁹ Alat ini dapat digenggam dan dibawa secara praktis, selain digunakan untuk mengukur sudut elevasi juga dapat digunakan untuk mengetahui jarak suatu benda dan sebagai

⁸<http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/sextant-peralatan-navigasi.html>, diakses pada 3 oktober 2017 pukul 00:47 WIB

⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium : Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*, Medan : UMSU Press, 2014, h.32.

penunjuk arah.¹⁰ Para pelaut dahulu menggunakan alat ini biasanya untuk mengukur sudut ketinggian matahari guna menentukan garis bujur dan lintang suatu tempat yang dilalui oleh sebuah kapal. Selain itu juga dalam rangka menentukan posisi kapal dari sebuah peta.¹¹

Pada mulanya *sextant* dibuat pertama kali oleh seorang ilmuwan muslim abad ke-10, yakni Abu Mahmud Hamid al-Khujandi yang lahir pada 940 M dan wafat pada 391 H/1001 M. Nama al-Khujandi sendiri dinisbatkan pada tanah kelahiran beliau di Khunjand, Rey, Persia (Tajikistan). Kota ini terletak di zona subur, yang terletak di antara pegunungan dan padang pasir di lereng selatan pegunungan Elburz yang meluncur ke selatan Laut Gaspian.¹²

Para ilmuwan Muslim abad ke-12 menggambarkan Rayy sebagai salah satu dari empat ibu kota Provinsi Jibal, dan kecuali Baghdad, dikatakan oleh ahli Geografi, Ibn Hawqal untuk menjadi

¹⁰ Hajji Khalifah, *Kasf azh-Zhunuun 'an Asaamii al-kutub wa al-funuun*, juz 1, (Beirut : Daar Ihyaa' at-Turaats al-'Arabii, t.t), hlm 147.

¹¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto : UM Purwokerto Press), 2016, h. 406.

¹² E . J. Holmyard: *Makers of Chemistry*, Oxford at the Clarendon Press; 1931; p. 63. Disitir dari <http://www.muslimheritage.com/article/ravy-rayy> diakses pada 13 Oktober 2017 pukul 20:58 WIB.

kota terbaik di Timur secara keseluruhan.¹³ Kota ini memiliki lima gerbang dan delapan pasar besar. Al-Muqaddasi, yang menyebut Rayy sebagai salah satu kemuliaan tanah Islam¹⁴, menaruh perhatiannya pada dua bangunan besar di Rayy, pasar buah, yang lain Dar al-Kutub, atau perpustakaan, terbaring di bawah Rudhab di sebuah khan, (caravanserai¹⁵).¹⁶

Buah karya al-Khujandi tersebut terkenal dengan sebutan *al-Suds al-Fakhry* (Sextant Fakhri) merupakan instrumen astronomi klasik berukuran besar dan berat, bahkan dikatakan oleh JJ Connor dan EF Robertson, sextant buatan al-Khujandi termasuk instrumen astronomi terbesar yang pernah ada di dunia Islam abad pertengahan, dengan akurasi perhitungannya yang juga sangat hebat dan akurat.¹⁷

¹³ Ibid.

¹⁴ Al -Muqaddasi: *Ahsan at-taqasim fi Ma'rifat al-Aqalim*; is in M.J. de Goeje ed., *Bibliotheca geographorum arabicum*, 2nd edition., III (Leiden, 1906); a partial French translation is by Andre Miquel, Institut Francais de Damas, Damascus, 1963. There are also English and Urdu versions of the work.; p. 391 disitir dari Salah Zaimeche, *Ravy(Rayy)*, (Manchester: Aasiya Alla, 2005),h. 2

¹⁵ Caravanserai adalah penginapan yang dipinggir jalan, memiliki halaman tengah dimana khalifah bisa beristirahat. Lihat http://kamus-internasional.com/definitions/?indonesian_word= caravanserai diakses pada 14 Oktober 2017 pukul 17.14 WIB

¹⁶ G. Le Strange: *The Lands of the Eastern Caliphate*; Cambridge University Press; 1930; p. 215 disitir dari Ibid.

¹⁷ Ibid

Karier intelektual al-Khujandi berlangsung seiring era kekuasaan Dinasti Buwaihi¹⁸. Saat itu, pemimpinnya adalah Ahmad ad-Dawlah, yang naik tahta pada 945 M. Al-Khujandi pun mengabdikan diri pada salah satu keturunan dinasti ini, yakni Buwayhid Fakhr ad-Dawlah (366-387H/976-997M), oleh sebab itulah nama alat beliau disebut sebagai *al-Suds al-Fakhr*.¹⁹ Fakhr ad-Dawlah yang mendukung al-Khujandi dalam proyek besarnya untuk membangun sebuah sextant mural besar untuk observatorium di Rayy, yang berada di dekat Teheran modern. Dipercaya oleh banyak ilmuwan Arab bahwa semakin besar instrumentnya, semakin akurat hasilnya.²⁰ Sextant al-Fakhry ini dirancang untuk menentukan kemiringan ekliptik.²¹

¹⁸ Dinasti Buwaihi adalah dinasti yang bermazhab Syiah yang berkuasa di wilayah Persia dan Irak masuk dan mengendalikan kekuatan politik dan pemerintahan Abbasiyah karna kegagalan Kekhalifahan Abbasiyah untuk merekrut dan membayar militer selama paruh pertama abad ke-4 H/10 M yang membuat dinasti itu mengendalikan Abbasiyah. Lihat Syafiq Mughni, *Ensiklopedi Tematis Dunia Islam: Khilafah* disitir dari <http://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/khazanah/12/04/02/m1tp4o-dinasti-buwaihi-rezim-syiah-dalam-kekhilafahan-abbasiyah> diakses pada 13 Oktober 2017 pukul 14:27 WIB

¹⁹ Makalah M. Farid Azmi, *Sextant*, Mahasiswa S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, h. 3.

²⁰ <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Khujandi.html> di akses pada 13 Oktober 2017 pukul 17:33 WIB.

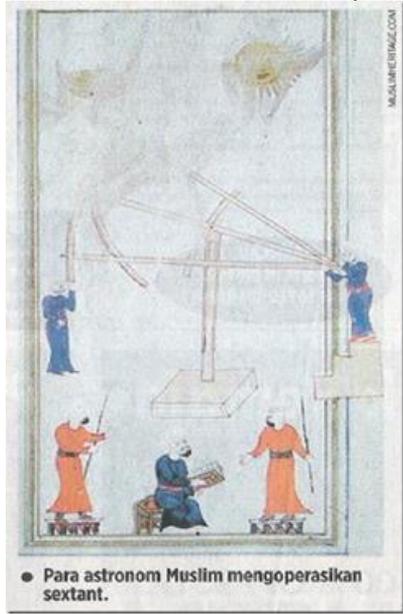
²¹ Saiful Hadi, *125 Ilmuwan Muslim Pengukir Sejarah*, Jakarta Timur: Insan Cemerlang, h. 202.

Tahun 384H/994 M, al-Khujandi telah menggunakan alat tersebut untuk mengamati peristiwa transit meridian matahari saat berhimpitan pada titik baliknya (*soltice*). Beliau melakukan pengamatan tersebut pada tanggal 16 dan 17 Juni 994 M untuk titik balik musim panas dan juga pada 14 dan 17 Desember 994 M untuk titik balik musim dingin, penelitian beliau dilakukan untuk memperkirakan arah kemiringan ekliptika dan ketinggiannya dari Kota Rayy. Namun penggunaan instrument tersebut terkadang tidak mendapat ukuran yang tepat. Al-Khujandi memaparkan, peradaban India menetapkan garis ekliptika sekitar 24 derajat, Ptolomeus dan ilmuwan Yunani menetapkan sebesar 23 derajat 51 menit. Sedangkan beliau punya hitungan sendiri dengan penelitian yang dilakukannya, yakni 23 derajat 32 menit 19 detik. Dari peristiwa tersebut beliau mengatakan bahwa peristiwa tersebut tidak disebabkan oleh kecacatan instrumentnya. Sebenarnya kemiringan ekliptika tidak konstant dan kuantitasnya menurun²². Dari peristiwa tersebut beliau mengatakan bahwa instrumentnya

²² Artikel JJ Connors dan E F Robertson.

tidak ada kesalahan akan tetapi itu murni dari pengamatannya terhadap peredaran matahari saat di titik balik tersebut.²³

Gambar 2.3 *Sextant Al Fakhry*



Sumber: www.google.com

Konstruksi *as-Suds al-Fakhry* terdiri dari dua dinding (tiang) sejajar yang berukuran sekitar 12 kaki, panjangnya kira-kira 30 kaki dari atas permukaan tanah. Pada dua bagian tiangnya terdapat seperenam lingkaran atau sudut lengkung dengan ukuran 60 derajat, dimana tiap-tiap derajatnya terdiri dari 60 bagian dan pada setengah jari-jarinya terdiri dari 60 kaki serta pada atas sudut

²³ Ibid

lengkungnya dalam keadaan terbuka. Perbedaannya dengan instrumen yang lain pada zamannya ialah mengenai keakuratannya, alat beliau dapat menghasilkan nilai derajat, menit dan detik sekaligus, dimana instrumen-instrumen lain hanya mampu menghasilkan bilangan dalam satuan derajat saja. Hal ini diakui oleh sejumlah ilmuwan dan astronom Muslim terkemuka semisal al-Biruni²⁴, al-Marakushi²⁵, hingga al-Kashi^{26, 27}.

²⁴ Nama lengkapnya Abu Rayhan Muhammad bin Ahmad al-Biruni al-Khawarizmi. Lahir di Khawarizm, Turkmenia pada bulan Dzulhijjah 362 H / September 973 M. Astronomi merupakan salah satu bidang keahlian al-Biruni ternyata membawa manfaat bagi kaum beragama. Dan tentu saja dimensi kosmis dari ritus-ritus keislaman, khususnya mengenai shalat, juga tergiring ke dalam fokus kepentingan praktis astronomi. Lihat Saiful Hadi, *125 Ilmuwan Muslim Pengukir Sejarah*, Jakarta Timur: Insan Cemerlang, h. 152 dan 160.

²⁵ Abu al-Abbas Ahmad bin Muhammad bin Usman al-Azdi Ibnu Banna al-Marukkushi lahir di Maroko pada tanggal 9 Zulhijjah 654H / 29 Desember 1256 M. Beliau adalah seorang sarjana Maroko yang serba bisa. Namanya masyhur terutama karena keahliannya dalam bidang matematika, astronomi dan astrolog. Lihat M. Natsir Arsyad, *Cendekiawan Muslim Sepanjang Sejarah*, Bandung: Mizan, 1995, cet IV, h.259

²⁶ Ghiyāth al-Dīn Jamshīd bin Mas'ūd bin Mahmud al-Kāshī adalah seorang guru besar dalam bidang ilmu matematika dan astronomi di Universitas Sarmankand. Beliau adalah orang yang menetapkan dasar (kunci) aritmatika yang dilakukan atas dasar slide rule, yang merupakan penemuan ilmiah yang paling penting dalam ilmu matematika pada abad modern ini. Beliau juga menyelesaikan sebuah risalah tentang peralatan-peralatan astronomis yang kemudian dipersembahkan kepada Pangeran Iskandar dari Aka-Koyunlu. Lihat Saiful Hadi, 125..., h. 196

²⁷ Makalah Farid Azmi, *sextant...* h. 4 disitir dari Abdul Amir al-Mu'min, *Qaamuus Daar al-'Ilm al-Falaky*, Beirut : Daar al-'Ilm li al-Malaayiin, cet 1, 2006, h. 249.

Kegemilangan alat buatan al-Khujandi bertahan hingga beberapa abad kemudian. Ilmuwan besar Ulugh Beg pada 1420 mengembangkan sextant itu sehingga menjamin keakuratannya. Ia membangun sextant yang serupa dengan karya milik al-Khujandi di Gunung Kuhak, Samarkand. Ulugh Beg membuat instrumen yang lebih besar. Dimensinya mencapai 84 meter. Selain itu, sextant ini juga mengusung fungsi sebagai kuadran.²⁸

Hingga sekarang ini, sextant yang dikenal kecil dan ringan diklaim ditemukan oleh orang barat bernama Jhon Hadley (1682-1744), dimana sebenarnya merupakan evolusi dari sextant dinding yang dibuat dari kayu dan logam berat karya al-Khujandi tersebut.²⁹ Karna pada saat itu peradaban Islam jauh lebih berkembang dibanding peradaban orang barat.³⁰ Pada tahun 1731, John Hadley mengajukan catatan formal pertama tentang kuadran pemantulnya. Yang pertama dari instrumen Hadley sangat mirip dengan desain yang diajukan sebelumnya oleh Issac Newton dan merupakan perbaikan lebih lanjut atas instrumen Hooke karena

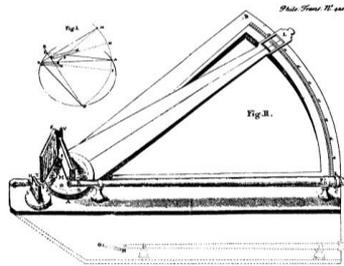
²⁸ Makalah Farid Azmi, *sextant...* h. 3.

²⁹ Ibid

³⁰ Wawancara dengan Samsul Huda 24 November 2017 di PIP Semarang

menggunakan dua cermin dan dioperasikan pada prinsip optik geometris yang sangat mirip dengan sextant modern.

Gambar 2.4 *Octant*

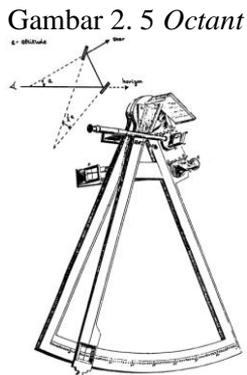


Sumber : The Measuring Altitude PDF

Penggunaan kuadran yang digambarkan pada gambar dapat diketahui bahwa cakrawala (horizon) terlihat melalui teleskop pada kuadran, mengarah tepat di bidang vertikal sepanjang meridian objek yang akan diamati. Lengan indeks kemudian disesuaikan (digeser) untuk membawa gambar objek tepat di atas gambar cakrawala sehingga skala busur dapat memungkinkan untuk membaca langsung ketinggian benda.

Perlu diingat bahwa sudut antara kedua cermin (atau dua sumbu teleskop dan lengan indeks) adalah setengah ketinggian objek yang diamati. Situasi ini menyebabkan penamaan instrumen menjadi ambigu karena dengan nama kuadran seharusnya

perangkat Hadley mampu mengukur dan menunjukkan ketinggian 90 derajat, namun tidak demikian, busur dikompres menjadi setengah dari nilai itu menjadi 45 derajat, sehingga dengan demikian instrumen dapat disebut sebagai *octant*, karena dalam dimensi fisik, garis itu menghasilkan sudut kira-kira sama dengan seperdelapan dari sebuah lingkaran.³¹



Gambar Sumber: The Measuring Altitude PDF

Kuadran Hadley merupakan langkah penting menuju *sextant* modern, namun kemudian desain Hadley yang kita sebut sebagai *octant*, sering dikenal sebagai pendahulu *sextant*. Perubahan geometris utama yang diperkenalkan oleh *octant* Hadley pada dasarnya memutar teleskop dan konfigurasi cermin

³¹ Eric R. Craine, *Altitude Measuring Instrument*, (The Astronomy Quarterly Vol 2, 1978), hlm 131

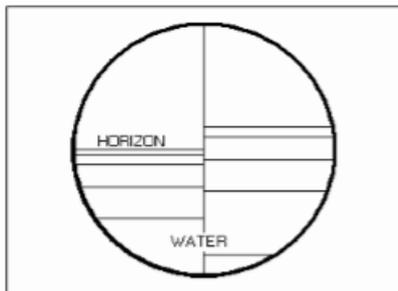
sebesar 90 derajat dari pengaturan sebelumnya pada kuadran. Artinya, teleskop dipasang tegak lurus terhadap jari-jari busur. Dalam prinsip optiknya, kedua instrumen itu sebenarnya adalah identik.³²

C. Metode dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan Sextant

Sebelum melakukan pengukuran dilakukan alat sextant harus disetting terlebih dahulu. Hal ini disebabkan pada saat melakukan pengukuran ada kemungkinan kesalahan utama yang terjadi pada sextant. Kesalahan tersebut adalah :

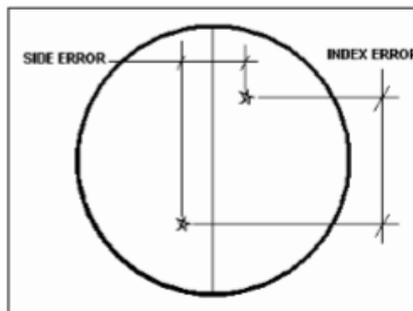
1. *Perpendicularity*, kesalahan ini terjadi pada bagian *index mirror* tidak benar-benar tegak lurus terhadap bidang datar busur sextant. Kesalahan ini dapat dikoreksi dengan memutar "sekrup pengatur" yang berada di belakang *index mirror* sampai busur tersebut nampak segaris dengan refleksinya sendiri.

³² Eric R. Craine, *Altitude...*, hlm 131

Gambar 2. 6 Kesalahan *Perpendicularity*

Sumber: The Measuring Altitude

2. *Side Error*, merupakan kesalahan yang disebabkan oleh *horizon glass* tidak benar-benar tegak lurus dengan bidang datar busur sextant. Bila posisi *horizon glass* tegak lurus, maka obyek dan refleksinya akan berada pada satu garis lurus, sehingga terlihat di pupil kita sebagai satu gambar yang utuh, bila gambar terlihat menjadi dua obyek yang berbeda, maka terjadi *side error*. Untuk mengoreksinya adalah menyesuaikan seting sekrup yang tegak lurus dari bidang busur di *horizon glass*.

Gambar 2.7 Perbedaan *Side Error* dan *Index Error*

Sumber: The Measuring Altitude

3. *Error Of Parallelism*, disebabkan karena posisi *index glass* dan *horizon glass* tidak parallel satu dengan lainnya pada saat posisi lengan ayun berada di angka 0 derajat. Cara mendeteksinya yaitu dengan cara meletakkan lengan ayunan pada sudut 0 derajat, memegang sextant dengan posisi vertikal dan mengamati cakrawala. Untuk melakukan koreksi pada *error of parallelism* gunakan kedua sekrup yang digunakan mengatur *index error* dan *side error*.³³

Dalam mengoperasikan sextant, membutuhkan beberapa pertimbangan untuk menentukan sudut antara lain:

- a. Tentukan apakah teleskop sudah jelas digunakan untuk melihat suatu objek.

³³Rodge E. Farley, *The Armchair Celestial Navigator*, 2002, hlm 39-40.

- b. Tentukan apakah ada filter yang diperlukan untuk pengamatan. Jika tidak, singkirkan filter dari cermin indeks dan lensa ufuk horizon.
- c. Setiap pengukuran harus dilakukan dengan cara menahan sextant selama pengamatan. Hal ini dapat dicapai dengan meratakan bingkai kaca ufuk horizon pada cakrawala yang sebenarnya. Kesalahan akan terjadi jika sextant tidak dipegang secara langsung.
- d. Kalibrasi terhadap sextant tidak harus dilakukan setiap akan observasi. Selama sextant digunakan masih dalam satu wilayah.³⁴

Sextant adalah instrument yang lembut. Jika jatuh, busur itu mungkin akan ada tikungan atau melengkung. Setelah satu pernah terjatuh, akurasi adalah tersangka. Sertifikasi ulang atau kalibrasi mungkin dengan instrument survey dan lapangan besar, atau dengan instrument presisi optik.³⁵ Maka dari itu sextant harus mengalami perawatan khusus. Seperti:

³⁴ Diskusi dengan Capt. Samsul Huda 4 Desember 2017

³⁵ Wawancara Suryo Guritno 8 Desember 2017 di STIMART AMNI

- 1) Sextant harus dijaga benar-benar jangan sampai jatuh. Atau mendapat getaran yang berlebihan.
- 2) Bila sextant telah digunakan harus dibersihkan dengan lapdan simpan kembali ke dalam kotaknya dengan baik dan kunci rapat, serta jauhkan dari suhu tinggi. Seperti paparan sinar matahari langsung dan jauhkan juga dari uap air.
- 3) Secara periodik bagian-bagian yang bergerak harus diberi minyak pelumas.
- 4) Lembidang busur jangan dibuat mengkilap.
- 5) Apabila sextant disimpan dalam jangka waktu yang panjang hendaknya busur dan poros berulir dilapisi dengan vaselin.³⁶

Adapun langkah-langkah dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan menggunakan sextant sebagai berikut:

1. Menentukan Utara Sejati menggunakan Data Almanak Nautika

³⁶ Wawancara Suryo Guritno 8 Desember 2017 di STIMART AMNI

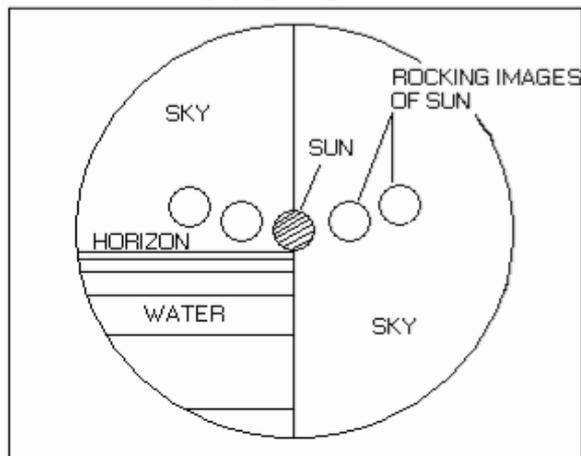
- a. Tancapkan gnomon atau tiang pada bidang yang sekiranya bisa terpapar sinar matahari secara tegak.
- b. Melakukan perhitungan Mer Pass, yaitu saat benda langit berada di meridian langit. Saat benda langit berada di meridian, bayangan yang ditunjukkan oleh gnomon adalah arah Utara-Selatan. Karna prinsip dari mer pass adalah Utara Zenit Selatan Nadir.
- c. Rumusnya
$$= (\text{Mer Pass} + 7) - \text{Bujur Lokal} : 15$$
- d. Hasil bayangan yang dibentuk oleh gnomon atau tiang pada jam diatas, kemudian tarik menggunakan tali yang sudah dilingkarkan pada gnomon. Inilah arah Utara Sejati.
- e. Tali tadi kemudian dililitkan pada sebuah tiang agar lebih mudah mengetahui utara sejati karna permukaan yang tancapi gnomon merupakan permukaan tanah sehingga tidak bisa di beri tanda dengan gambar.

2. Tinggi Bulan dengan Sextant

Langkah-langkah dalam menentukan ketinggian tempat menggunakan sextant antara lain:

- a. Ambil sextant dari kotak penyimpanan, pegang pada bagian handle / pegangannya dengan menggunakan tangan kanan. Hindari memegang sextant pada busur lembidangnya.
- b. Atur kedua skala yang ada di indeks lengan dan drum pada skala 0 (nol), sisihkan kaca filter yang tidak diperlukan. Penggunaan kaca filter ini disesuaikan dengan pandangan pengguna terhadap terik cahaya bulan.
- c. Bidik bulan menggunakan sextant.
- d. Lakukan kalibrasi sehingga objek dan refleksinya terlihat menjadi satu gambar utuh pada bidang cermin horizon.
- e. Geser indeks lengan sehingga gambar refleksi objek hampir menyentuh ufuk horizon.
- f. Miringkan sextant ke kiri dan ke kanan, maka gambar obyek akan melengkung ke atas kiri-kanan. Hal ini mempermudah untuk membantu objek menyentuh tepat pada ufuk horizon.

Gambar 2. 8 *Rocking Sextant* (Sextant di goyang supaya piringan bulan)



Sumber: *The Measuring Altitude*

- g. Perhalus menggunakan *micrometer drum* supaya bisa tepat menyentuh ufuk.
- h. Baca skala yang ada pada indeks lengan dan drum. Bilangan derajat ditunjukkan pada skala indeks lengan sedangkan bilangan menit ditunjukkan pada *drum*.³⁷

Hasil ukur dalam skala sextant merupakan tinggi maya atau mar'i dari suatu benda langit yang diukur. Untuk mengetahui

³⁷ Wawancara dengan Capt. Suryo Guritno pada tanggal 8 Desember 2017

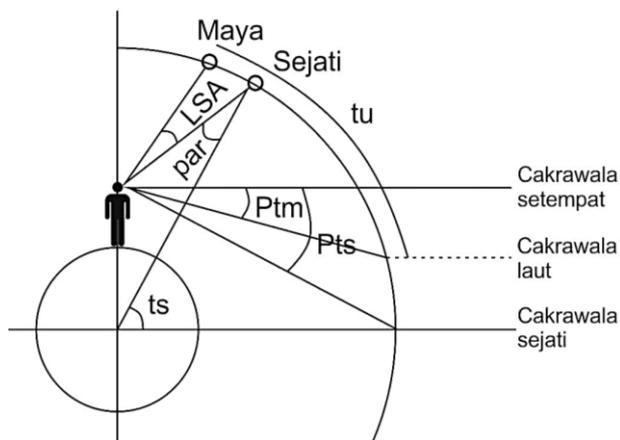
tinggi sejati (hakiki) benda langit tersebut maka perlu melakukan perhitungan koreksi sesuai rumus di bawah ini:³⁸

$$TS = TU - PTLM - LSA + \text{Par} \pm \frac{1}{2} GT$$

Keterangan :

- TS : Tinggi Sejati (Tinggi Hakiki)
- TU : Tinggi Ukur (Tinggi Mar'i)
- PTLM : Penundukan Tepi Langit Maya (Dip / Kerendahan Ufuk)
- LSA : Lengkung Sinar Astronomi (Refraksi / Pembiasan)
- Par : Paralaks
- $\frac{1}{2} GT$: Setengah Garis Tengah (Semi Diameter / Jari-jari)
-

Gambar 2. 9 Gambaran tinggi bulan maya dan sejati



Sumber: Penulis

³⁸ Wawancara dengan Capt. Samsul Huda pada tanggal 8 Desember 2017

- 1) Tinggi ukur adalah sudut ketinggian benda langit dari hasil pengukuran secara *real* menggunakan alat sextant.
- 2) Penundukan tepi langit maya adalah sudut yang dihitung dari tepi langit maya dengan cakrawala setempat, dapat diketahui dengan rumus $1,77' \times \sqrt{t}$
- 3) Lengkung sinar astronomis atau refraksi adalah sudut yang tercipta dari arah benda langit yang terlihat mata dengan arah benda langit sebenarnya.

LSA dihitung dengan rumus:

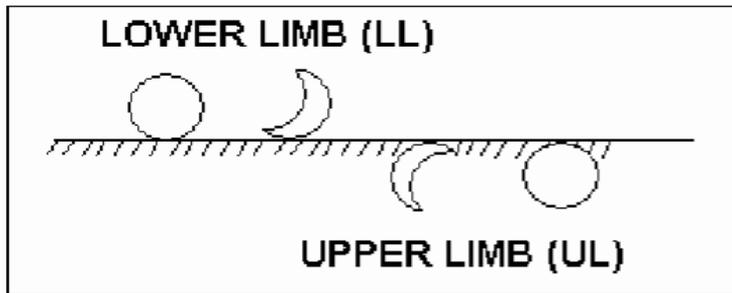
$$\text{LSA} = (P : (T+273,15)) \times (0,1594 + 0,0196 h + 0,00002 h^2) : (1 + 0,505 h + 0,0845 h^2)$$

- 4) Paralaks adalah perbedaan arah, dimana benda yang sama dilihat dari dua titik yang berbeda, dalam hal ini adalah titik pusat Bumi dan titik pusat mata pengamat, dapat diketahui dari rumus $P = HP \cos t$
- 5) Setengah garis tengah adalah sudut yang dihitung dari tepi benda langit menuju ke pusat benda langit tersebut.

Untuk mengetahui secara tepat nilai $\frac{1}{2}$ GT dapat melihat tabel Nautika. Mengenai ditambah atau dikurang tergantung pada pengukuran *sextant* yang telah dilakukan, jika pengukuran menggunakan tepi bawah piringan benda langit maka ditambah, jika di tepi atas piringan benda langit maka dikurang.³⁹

³⁹ Rodge E. Farley, *The Armchair....*, hlm 41

Gambar 2. 10 Lower Limb dan Upper Limb



Sumber: The Measuring Altitude

3. Langkah-langkah dalam menentukan azimuth bulan menggunakan *sextant* antara lain:
 - a. Setelah membidik ketinggian bulan menggunakan *sextant*, selanjutnya turunkan indeks lengan hingga menyentuh permukaan tanah. Lalu tancapkan tongkat secara tegak lurus sesuai titik yang terlihat pada *sextant*.
 - b. Kemudian *Sextant* di atur dengan posisi terlentang.
 - c. Tarik indeks lengan kesamping hingga hampir menyentuh atau sejajar pada tiang yang digunakan sebagai acuan Utara Sejati.
 - d. Kemudian perhalus menggunakan micrometer drum hingga kedua tiang benar-benar menyentuh.

- e. Baca skala yang ada pada indeks lengan dan drum.
Bilangan derajat ditunjukkan pada skala indeks lengan
sedangkan bilangan menit ditunjukkan pada drum.⁴⁰
- f. Hasil baca pada busur sextant ini adalah nilai azimuth
bulan yang diukur menggunakan sextant.

⁴⁰ Wawancara dengan Capt. Suryo Guritno pada tanggal 8 Desember 2017

BAB IV
ANALISIS UJI AKURASI SEXTANT
DALAM PENENTUAN AZIMUTH DAN TINGGI BULAN

A. Analisis Aplikasi Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan Sextant

Dalam sextant dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan menggunakan metode langsung baca pada busur derajat yang ditunjukkan oleh sextant. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan mer pass menggunakan Almanak Nautika. Hal ini digunakan untuk menentukan utara sejati (*true north*). Pagi hari matahari terbit di ufuk timur dan semakin lama akan semakin tinggi hingga mencapai puncaknya yang teratas, yaitu hingga mencapai garis meridian langit (garis utara – selatan) yang kemudian akan turun kembali sampai di ufuk barat lalu terbenam dan terbit kembali di ufuk timur di pagi hari, hingga seterusnya.¹

Saat benda langit berada di meridian, bayangan yang ditunjukkan oleh gnomon adalah arah Utara-Selatan. Prinsip dari mer pass adalah Utara Zenit Selatan Nadir.

¹ Slamet Hambali, *ILMU Falak I Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011, hlm. 49.

Dalam praktek observasi bulan, azimuth dan tinggi bulan dapat diketahui dengan cara seperti dibawah ini.

1. Menentukan arah utara sejati menggunakan bayangan matahari saat mer pass.

a. Lihat Mer Pass matahari dalam Almanak Nautika pada tanggal 7 November 2017. Di peroleh mer pass matahari pukul 11:51 GMT. Ubah ke dalam WIB dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Meridian Lokal} &= \text{Mer Pass} + 7 - (\text{Bujur Lokal} : 15) \\ &= 11^{\circ} 51' + 7 - (110^{\circ} 21' 25,7'' : 15) \\ &= 18^{\circ} 51' - 7^{\circ} 21' 25,71'' \\ &= 11^{\circ} 29' 34,29'' \text{ WIB} \end{aligned}$$

b. Pada jam inilah bayangan yang dibentuk oleh gnomon merupakan arah Utara - Selatan sejati.

c. Tarik bayangan yang dibentuk oleh gnomon dengan benang yang telah di lilitkan pada gnomon.

d. Ini adalah arah Utara Sejati.

e. Lalu tancapkan tiang kedua diujung benang supaya membentuk garis Utara Sejati.

2. Penentuan Tinggi Bulan

Bidik bulan menggunakan sextant, tarik indeks lengan sambil perlahan turunkan sextant (dalam keadaan bayangan bulan selalu sejajar berada di tengah) hingga bayangan bulan menyentuh ufuk. Sekali-kali *rock* atau goyang sextant ke kanan dan kiri hingga bulan menyentuh persis ufuk. Perhalus menggunakan indeks drum untuk memperoleh menit. Nilai yang ditunjukkan oleh indeks lengan dan indeks drum adalah nilai tinggi bulan atau *altitude* bulan.

3. Penentuan Azimuth Bulan

Posisikan sextant secara horizontal, arahkan ke bulan lalu turunkan sehingga sejajar dengan mata pengamat, tarik indeks lengan menuju arah tongkat penanda utara sejati sampai sejajar. Perhalus menggunakan indeks drum untuk mendapat menit. Nilai yang ditunjukkan oleh indeks lengan dan indeks drum adalah nilai azimuth bulan.

Dalam hal pengamatan menggunakan sextant tidak terlepas dari praktek pengukuran yang dilakukan di lapangan. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan secara mendalam oleh peneliti dalam penggunaan dan

pengaplikasiannya sekalipun instrument ini merupakan instrument optik yang dalam penggunaannya membutuhkan kecermatan dari pengguna dan tentu tidak luput akan kesalahan manusia (*human error*). Adapun faktor-faktor tersebut adalah:

a. Keterangan terhadap ketersediaan cuaca

Dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan, apabila cuaca sedang tidak bersahabat sangat dimungkinkan bahwa hasil pengaplikasian kurang memuaskan, kurang akurat, tidak akurat. Namun hal ini dapat diatasi dengan observasi cuaca atau bisa juga melihat prakiraan cuaca di laman BMKG.

b. Keterjangkauan terhadap cahaya

Faktor keterjangkauan terhadap cahaya yang lebih dipengaruhi oleh pemilihan tempat observasi. Harus dipastikan bahwa tempat observasi tidak terhalang oleh benda lain disekitarnya.

c. Standar waktu

Hal ini juga sangat penting, terutama harus diperhatikan sebelum melakukan pengamatan. Terlebih dahulu pengamat harus melakukan *checking* dan *setting* waktu (jam) agar sesuai dengan standar. Bisa melihat pada *Global Positioning*

System (GPS), bisa <http://www.greenwhichmeantime.com> dengan internet online.

d. Posisi badan dan kekuatan tangan saat memegang sextant

Posisi badan harus tegap lurus dan posisi tangan tidak boleh bergerak-gerak saat memegang sextant. Karena sextant cukup berat sehingga ketika memegang sextant tidak boleh bergerak dan harus tahan napas supaya sextant tidak bergerak dan nilai tinggi atau azimuth bulan akurat.

B. Analisis Akurasi Azimuth dan Tinggi Bulan Menggunakan *Sextant*

Penelitian uji akurasi sextant dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan dengan mengambil markaz di Semarang dengan nilai lintang $-6^{\circ} 59' 32.2''$ LS dan nilai bujur $110^{\circ} 21' 25.7''$ BT. Penelitian dilakukan selama 2 hari dimulai tanggal 7 November 2017 – 8 November 2017. Dalam penelitian ini memperoleh data yang dikomparasikan dengan instrument optik yang bernama Theodolite untuk tinggi bulan maya (*mar'i*) dan azimuth. Sedangkan sextant dalam penentuan tinggi bulan hakiki dikomparasikan menggunakan perhitungan ephemeris yang mana baik Theodolite maupun hisab ephemeris mempunyai keakuratan

yang tinggi dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan. Akurasi merupakan ketepatan, kecermatan, ketelitian, kejituan, dan keakuratan.² Data yang dibutuhkan terkait azimuth dan tinggi bulan adalah Mer Pass, deklinasi, refraksi, semidiameter, paralaks, equation of time serta lintang dan bujur yang dapat diketahui menggunakan GPS. Peneliti telah melakukan penelitian dan memperoleh hasil sebagai berikut:

1. Observasi pertama dilaksanakan pada Selasa, 7 November 2017

Pada penelitian ini cuaca sedang mendung sehingga peneliti tidak bisa mendapatkan data.

Gambar 3. 1 Sextant ditegakkan untuk mengukur tinggi bulan



Sumber: Penulis

² M. Dahlan Y. Al-Barry dan L. Lya Sofyan Yacub, *kamus Istilah Populer*, (Surabaya: Target Press), 2003, h. 26

Gambar 3. 2 Sextant dibaringkan untuk mengukur azimuth bulan



Sumber: Penulis

2. Observasi kedua dilaksanakan pada Rabu, 8 November 2017 pukul 23:10 WIB, 23: 22 WIB, 23:28 WIB dan 23:48 WIB

Gambar. 3. 3 Kenampakan bulan



Sumber: Penulis

Praktikum 1

Gambar 3. 4 Pengukuran tinggi bulan



Sumber: Penulis

Gambar 3. 5 Pengukuran azimuth bulan



Sumber: Penulis

Praktikum 2

Gambar 3. 6 Pengukuran tinggi bulan



Sumber: Penulis

Gambar 3. 7 Pengukuran azimuth bulan



Sumber: Penulis

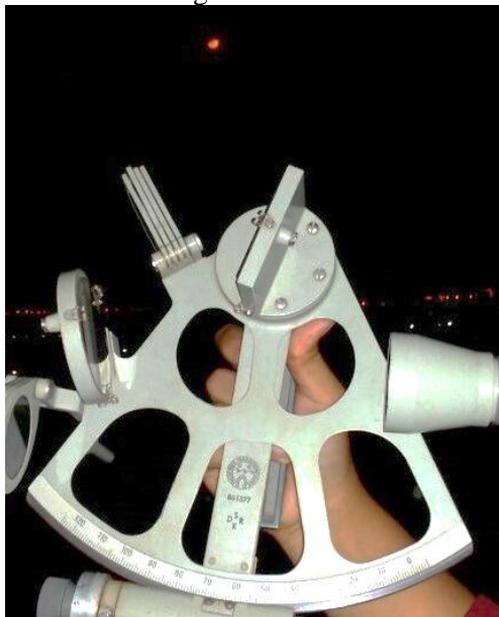
Praktikum 3

Gambar 3. 8 Pengukuran tinggi bulan



Sumber: Penulis

Gambar 3. 9 Pengukuran azimuth bulan



Sumber: Penulis

Berikut hasil selisih nilai azimuth dan tinggi bulan pada tanggal 7 November 2017 dan 8 November 2017 pada sextant dan Theodolite.

Tabel 3. 1
Pengukuran Tinggi Bulan Maya (*Mar'i*)

Tanggal	Waktu	Tinggi Bulan <i>Sextant</i>	Tinggi Bulan Theodolite	Selisih
07 November 2017				
08 November 2017	23:10 WIB	17° 4'	17° 5' 10"	0° 1' 10"
	23:22 WIB	20° 00'	19° 56' 20"	0° 3' 40"
	23:32 WIB	22° 1'	22° 2'	0° 1'

Tabel 3. 1
Pengukuran Azimuth Bulan

Tanggal	Waktu	Azimuth Bulan <i>Sextant</i>	Azimuth Bulan Theodolite	Selisih
07 November 2017				
08 November 2017	23:10 WIB	66° 42'	66° 43' 40"	0° 1' 40"
	23:22 WIB	66° 00'	65° 57' 50"	0° 2' 10"
	23:32 WIB	65° 20'	65° 19' 30"	0° 0' 30"

Dalam pengamatan menggunakan sextant, data yang diperoleh kemudian dilakukan koreksi untuk mengetahui tinggi sejati atau *mar'i* menggunakan data Almanak Nautika yang kemudian dikomparasikan dengan Perhitungan data Ephemeris.

1. Praktikum Pertama

$$\begin{aligned}
\text{LSA} &= (P : (T+273,15)) \times (0,1594 + \\
&0,0196 h + 0,00002 h^2) : (1+ 0,505 h \\
&+ 0,0845 h^2) \\
&= (1016 : (10 + 273,15)) \times ((0,1594 \\
&+ (0,0196 \times 17^0 4') + (0,00002 \times 17^0 \\
&4'^2)) : ((1+ (0,505 \times 17^0 4') + \\
&(0,0845 \times 17^0 4'^2)) \\
&= 3^0 35' 17,53'' \times (0,1594 + 0^0 \\
&20' 4,22'' + 0^0 0' 20,97'') : (9^0 37' \\
&7,2'' + 24^0 36' 44,67'') \\
&= 3^0 35' 17,53'' \times 0^0 29' 59,03'' : 34^0 \\
&13' 51,87'' \\
&= 0^0 3' 8,58''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Interpolasi HP} &= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{Sisa menit} \\
&\text{observasi} + \text{Data 1} \\
&= (0^0 59,8' - 0^0 59,8') \times 00^0 22' + 0^0 \\
&59,8' \\
&= 0^0 59,8'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Paralaks} &= \text{HP Cos T} \\
 &= 0^0 59,8' \text{ Cos } 17^0 4' \\
 &= 0^0 57' 10'' \\
 \text{Ptlm} &= 1,77' \sqrt{h} \\
 &= 1,77' \sqrt{114,5} \\
 &= 0^0 18' 56,39'' \\
 \text{Ts} &= t_u - p_{tm} - \text{LSA} + \text{Par} \pm \frac{1}{2} \text{GT} \\
 &= 17^0 4' - 0^0 18' 56,39'' - 0^0 3' \\
 &\quad 8,58'' + 0^0 57' 10'' + \frac{1}{2} 0^0 16,5' \\
 &= 17^0 4' - 0^0 18' 56,39'' - 0^0 3' \\
 &\quad 8,58'' + 0^0 57' 10'' + 0^0 8' 15'' \\
 &= 17^0 47' 20,03''
 \end{aligned}$$

2. Praktikum Kedua

$$\begin{aligned}
 \text{LSA} &= (P : (T+273,15)) \times (0,1594 + \\
 &\quad 0,0196 h + 0,00002 h^2) : (1 + 0,505 \\
 &\quad h + 0,0845 h^2) \\
 &= (1016 : (10 + 273,15)) \times ((0,1594 \\
 &\quad + (0,0196 \times 20^0 00')) + (0,00002 \times \\
 &\quad 20^0 00'^2)) : ((1 + (0,505 \times 20^0 00')) \\
 &\quad + (0,0845 \times 20^0 00'^2))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 3^0 35' 17,53'' \times (0,1594 + 0^0 23' \\
&31,2'' + 0^0 0' 28,8'') : (1 + 10^0 6' + \\
&33^0 48') \\
&= 3^0 35' 17,53'' \times 0^0 33' 33,84'' : \\
&44^0 54' \\
&= 0^0 2' 40,94''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Interpolasi HP} &= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{Sisa menit} \\
&\text{observasi} + \text{Data 1} \\
&= (0^0 59,8' - 0^0 59,8') \times 00^0 22' + 0^0 \\
&59,8' \\
&= 0^0 59,8'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Paralaks} &= \text{HP} \cos T \\
&= 0^0 59,8' \cos 20^0 00' \\
&= 0^0 56' 11,62''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Ptlm} &= 1,77' \sqrt{tu} \\
&= 1,77' \sqrt{114,5} \\
&= 0^0 18' 56,39''
\end{aligned}$$

$$\text{Ts} = tu - \text{ptm} - \text{LSA} + \text{Par} \pm \frac{1}{2} \text{GT}$$

$$\begin{aligned}
&= 20^0 0' - 0^0 18'56,39'' - 0^0 2' \\
&40,93'' + 0^0 56' 11,62'' + \frac{1}{2} 0^0 \\
&16,5' \\
&= 20^0 0' - 0^0 18'56,39'' - 0^0 2' \\
&40,93'' + 0^0 56' 11,62'' + 0^0 8'15'' \\
&= 20^0 42' 49,3''
\end{aligned}$$

3. Praktikum Ketiga

$$\begin{aligned}
\text{LSA} &= (P : (T+273,15)) \times (0,1594 + \\
&0,0196 h + 0,00002 h^2) : (1+ 0,505 \\
&h + 0,0845 h^2) \\
&= (1016 : (10 + 273,15)) \times ((0,1594 \\
&+ (0,0196 \times 22^0 1') + (0,00002 \times \\
&22^0 1'^2)) : ((1+ (0,505 \times 22^0 1') + \\
&(0,0845 \times 22^0 1'^2)) \\
&= 3^0 35' 17,53'' \times (0,1594 + 0^0 \\
&25' 53,5'' + 0^0 0' 34,9'') : (12^0 7' \\
&6,3'' + 40^0 57' 35,96'') \\
&= 3^0 35' 17,53'' \times 0^0 36' 2,24'' : 53^0 \\
&4' 42,26'' \\
&= 0^0 2' 26, 17''
\end{aligned}$$

Interpolasi HP = (Data 2 – Data 1) x Sisa menit
observasi + Data 1

$$= (0^0 60,3' - 0^0 60,3') \times 00^0 32' + 0^0 59,8'$$

$$= 0^0 59,8'$$

Paralaks = HP Cos T

$$= 0^0 59,8' \text{ Cos } 22^0 1'$$

$$= 0^0 55' 26,34''$$

P_{tlm} = 1,77' √tu

$$= 1,77' \sqrt{114,5}$$

$$= 0^0 18' 56,39''$$

T_s = tu – p_{tlm} – LSA + Par ± ½ GT

$$= 22^0 1' - 0^0 18' 56,39'' - 0^0 2' 26,17'' + 0^0 55' 26,34'' + \frac{1}{2} 0^0 16,5'$$

$$= 22^0 1' - 0^0 18' 56,39'' - 0^0 2' 26,17'' + 0^0 55' 26,34'' + 0^0 8' 15''$$

$$= 22^0 43' 18,78''$$

Tabel 3.3
Perhitungan Tinggi Bulan Sejati (*Haqiqi*)

Tanggal	Waktu	Tinggi Bulan <i>Sextant</i>	Tinggi Bulan Ephemeris	Selisih
07 November 2017				
08 November 2017	23:10 WIB	17° 47' 20,03"	17° 55' 50,06"	0° 8' 30,03"
	23:22 WIB	20° 42' 49,3"	20° 33' 7,46"	0° 9' 41,84"
	23:32 WIB	22° 43' 18,78"	22° 43' 29,14"	0° 0' 17,8"

Berdasarkan pemaparan diatas, nilai kemelencengan azimuth dan tinggi bulan mendapatkan hasil yang dihasilkan oleh sextant dengan Theodolite relatif sedikit. Kemelencengan tersebut dapat terjadi karena pengguna sextant kurang dalam menahan nafas sehingga membuat sextant naik turun dan berimbas pada kesejajaran cakrawala dengan bayangan bulan yang ditembak melalui mirror. Kesalahan ini juga dapat disebabkan oleh perbedaan pengguna (operator) antara sextant dan thedolite. Karna sextant dan theodolite dipraktekkan secara bersama dalam waktu yang sama. Untuk kemelencengan dalam tinggi bulan maya (*mar'i*) dengan azimuth, dinilai sangat akurat. Karena hanya selisih dalam rentang nilai untuk

tinggi bulan $00^{\circ} 01'$ sampai $3^{\circ} 40''$ sedangkan untuk azimuth selisih azimuth berada pada rentang nilai $00^{\circ} 00' 30''$ sampai $00^{\circ} 2' 10''$.

Kemelencengan tinggi sejati antara sextant yang dikoreksi menggunakan data Almanak Nautika dibandingkan dengan perhitungan Ephemeris terdapat selisih dalam rentang nilai $0^{\circ} 0' 17,8''$ sampai $0^{\circ} 9' 41,84''$. 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.

Kemelencengan ini dinilai wajar asal tidak lebih 1° pun bisa di tolerir dalam ilmu pelayaran di STIMART AMNI karna kemelencengan dalam sextant dianggap wajar asal tidak lebih dari 1° .³ Karna tidak bisa dipungkiri bahwa efek dari gemetar tangan dan nafas seseorang sangat berpengaruh terhadap hasil observasi menggunakan sextant.⁴

³ Wawancara Suryo Guritno 8 Desember 2017 di PIP Semarang

⁴ Wawancara Samsul HUda 8 Desember 2017 di PIP Semarang

Sehingga hasil kemelencengan tersebut diatas dinilai masih wajar sehingga dapat dikatakan antara kedua metode ini mempunyai keakuratan yang sama sebab pada dasarnya keduanya sama-sama menggunakan acuan bulan.

Melihat dari hasil praktek tersebut, terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan metode dalam instrument sextant. Beberapa kelebihan, diantaranya yaitu:

1. Sextant dapat digunakan untuk pengukuran tinggi dan azimuth selama langsung mengarah pada ufuk. Bahkan bisa digunakan untuk menentukan lintang dan bujur suatu tempat.
2. Sextant dapat digunakan untuk mengukur ketinggian gedung atau suatu bangunan.
3. Metode pengukuran menggunakan sextant mudah dilakukan karena menggunakan metode langsung baca.
4. Instrument sextant mudah dibawa.
5. Sextant merupakan instrument optik sehingga objek terlihat jelas.
6. Sextant tidak membutuhkan baterai sehingga sangat praktis.

Di samping memiliki beberapa kelebihan, sextant juga mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya:

1. Sextant tidak dapat digunakan saat cuaca buruk.

2. Sextant tidak memiliki tripod sehingga jika kurang konsisten dalam memegang alat maka hasilnya akan melenceng.
3. Sextant menggunakan lensa monokuler sehingga bila mata yang kurang fokus, akan kesulitan mengoperasikannya.
4. Sextant cukup berat sehingga ketika pengoperasian, setiap pengguna tidak akan luput dari efek tangan gemetar kecuali benar-benar menahan napas.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. 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.
2. Sextant dalam menentukan azimuth dan tinggi bulan maya merupakan alat yang akurat. Hasil tinggi bulan maya menggunakan sextant dengan praktek menggunakan theodolite terdapat selisih $00^0 01'$ sampai $3^0 40''$ busur derajat. Sedangkan selisih azimuth antara sextant dengan theodolite sebesar $00^0 00' 30''$ sampai $00^0 2' 10''$. 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 $0^{\circ} 0' 17,8''$ sampai $0^{\circ} 9' 41,84''$. 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. Dimana data Almanak Nautika hanya tersaji sampai menit sedangkan data Ephemeris tersaji sampai detik.

B. Saran-saran

1. Sextant harus terus dimodifikasi dan dikembangkan agar kaya akan fungsi dan kegunaannya.
2. Ketelitian sextant bisa diperjelas lagi menjadi detik busur.
3. Mengenai fungsi dan kegunaannya harus adanya perhatian lebih bagi para pegiat ilmu falak dan astronomi agar sextant memiliki prosedur atau panduan serta literatur yang jelas

untuk menyatukan dan memadukan langkah dalam penggunaan fungsinya.

4. Sextant 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 sextant sebagai khazanah klasik dalam menyelesaikan permasalahan astronomi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa telah memberi rahmat kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sebagai tugas akhir syarat menyelesaikan Studi Strata 1 jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. 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 demi kemaslahatan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. _____. Chapter 16,
Instruments For Celestial Navigation, PDF
- _____. _____. *Coast Guard
Auxiliary - National Aton-Cu Study Guide*. Pdf, Section VIII
- Adi, D. Bambang Setiono. 2008. *Nautika Kapal Perangkap Ikan Jilid 1*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Mengah Kejuruan
- Admiranto, Agustinus Gunawan. 2016. *Eksplorasi Tata Surya*. Bandung: Mizan Pustaka, 2016
- Al-Barry, M. Dahlan Y, L. Lya Sofyan Yacub, 2003. *Kamus Istilah Populer*, (Surabaya: Target Press
- Anugraha, Rinto. 2012. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada
- Arsyad, M. Natsir . 1995. *Cendekiawan Muslim Sepanjang Sejarah*, Bandung: Mizan
- Azwar, Saifudin . 2010. *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi . 2014. *Observatorium : Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*. Medan : UMSU Press
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, 2016. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, Purwokerto: UM Purwokerto
- Craine, Eric R. 1978. *Altitude Measuring Instrument*, (The Astronomy Quarterly Vol 2
- Farley, Rodge E. 2002. *The Armchair Celestial Navigator*
- Gunawan, Imam . 2013. *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktek*, Jakarta: PT Bumi Aksara
- Hadi, Saiful . *125 Ilmuwan Muslim Pengukir Sejarah*, (Jakarta Timur: Insan Cemerlang),

- Hambali, Slamet. 2002. *Ilmu Falak Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo*
- Hambali, Slamet. 2011. *ILMU Falak I Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo
- Hans, Gunawan. 2005. *Modul Persiapan Menuju Olimpiade Sains Nasional Bidang Astronomi*, Jakarta: SMK 1 BPK Penabur
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor : Ghalia Indonesia
- Holmyard, E.J. 1931. *Makers of Chemistry*, Oxford: The Clarendon Press
- Izzuddin, Ahmad. 2002. *Ilmu Falak praktis*. Semarang: *Pustaka Rizki Putra*
- Jamil, A. 2016. *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*, Jakarta : AMZAH
- Kementrian Agama RI, 2012. *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 8, Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia
- Khalifah, Hajji. _____ . *Kasf Azh-zhunuun 'an Asaamii al-kutub wa al-funun*, Juz 1, Beirut: Daar Ihyaa' at-Turaats al-Arabii
- Khazin, Muhyiddin. 2004. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka
- Kurniawan, Beni . 2012. *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa
- Manawi, Imam. 2003. *Faidhul Qodir Jilid II*, _____.
- Moleong, Lexy J . 1993. *Metodologi Penelitian Kualitatif* , Bandung, PT. Remaja Rosdakarya
- Musonnif, Ahmad . 2011. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: SUKSES offset

Nazir, Moh. 1988. *Metode Penelitian*, Jakarta : Ghalia Indonesia, Cet
3

Nazir, Moh. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghia Indonesia

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

Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*, cet 1, (Yogyakarta: Liberty)

Rachman, Basuni . *BBM 12 Kalender Bulan Gerhana dan Pasang
Surut Air Laut*, h. 19 pdf

Saksono, Tono. 2007. *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, Jakarta:
amythas Publicita

Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati

Skripsi Ainul Kamal Rofiqi. 2013. *Studi Perbandingan Hisab Irtifa'
Hilal menurut Sistem Almanak Nautika dan Newcomb*.
Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang

Skripsi Endang Nur Liyah. 2017. *Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam
Menentukan Azimuth, Tinggi Bulan Untuk Penentuan Awal
Bulan Kamariah*, Semarang : Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Skripsi Keki Febriyanti. 2011. *Sistem Hisab Kontemporer Dalam
Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan
Almanak Nautika)*. Malang: Fakultas Syari'ah UIN Maulana
Malik Ibrahim Malang

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

Sukandarrumidi, 2012. *Metodologi Penelitian*, Yogyakarta: Gadjah
Mada University Press

Sukardiyono, 2006. *Bola Langit dan Tata Koordinat*. Yogyakarta:
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Tim Penyusun Fakultas Syari'ah. 2012. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang : IAIN Walisongo.

Wijaya, Agus fany Candra.2010. *Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi dan Keantariksaan Gerak Bumi dan Bulan pdf*, Jayapura: Digital Learning Lesson Study Jayapura

Zaimeche, Salah . 2005. *Ravy(Rayy)*. Manchester: Aasiya Alla

Zainal, Baharrudin . 2004. *Ilmu Falak edisi Kedua*, Selangor: Dawama Sdn. Bhd

Jurnal

Sutini ,”*Pengimplementasian Alat Navigasi Elektronik Dibandingkan Dengan Alat Navigasi Konvensional*” (Journal), (Semarang: STIMART AMNI).

Ari Srientini, “*Perhitungan Posisi Sejati Kapal Dengan Pengamatan Menggunakan Benda-Benda langit*” (Journal) , (Surabaya: Universitas Hang Tuah)

Makalah

Makalah M. Farid Azmi, 2017. *Sextant*, Mahasiswa S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang

Surat kabar dan Artikel

Suara Merdeka, *MAJT Kerja Sama dengan NASA (InOMN)*, edisi Sabtu, 27 Oktober 2017

Artikel JJ Connors dan E F Robertson

Website

http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Tanda_Waktu/Fase_fase_bulan_dan_jarak_bumi_bulan_pada_tahun_2015 diakses pada 4 September 2017 pukul 20.10 WIB

http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Tanda_Waktu/Fase_fase_bulan_dan_jarak_bumi_bulan_pada_tahun_2014 diakses pada 4 September 2017 pukul 20.00 WIB

<http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/macam-macam-fase-bulan> diakses pada tanggal 5 September 2017 pukul 23.15 WIB

www.moonconnection.com/moon_phases.phtml diakses pada 5 September 2017 pukul 20.26 WIB

<https://langitselatan.com/2013/07/11/lebih-jauh-dengan-hilal/> diakses pada tanggal 10 September 2017 pukul 22.51 WIB

https://student.uigm.ac.id/assets/file/Materi/4.Pengertian_Alat_Ukur_Theodolite_dan_Waterpass diakses pada tanggal 12 September 2017 pukul 8.24 WIB

<http://www.muslimheritage.com/article/ravy-rayy> diakses pada 13 Oktober 2017 pukul 20:58 WIB

http://kamus-internasional.com/definitions/?indonesian_word=caravanserai diakses pada 14 Oktober 2017 pukul 17.14 WIB

<http://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/khazanah/12/04/02/m1tp4o-dinasti-buwaihi-rezim-syiah-dalam-kekhalfahan-abbasiyah> diakses pada 13 Oktober 2017 pukul 14:27 WIB

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Khujandi.html> di akses pada 13 Oktober 2017 pukul 17:33 WIB

<http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/sextant-peralatan-navigasi.html>, diakses pada 3 oktober 2017 pukul 00:47 WIB

LAMPIRAN 1

2017 November 06 to Nov. 08

h Sun							Moon								
Mon	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP	Lat.	Twilight	Civil	Sunrise	Sunset	Civil	Twilight	Naut.
0	184°05.7	-15°58.0	337°54.0	5.1	17°00.6	6.7	60.7								
1	199°05.6	-15°58.8	352°18.1	5.1	17°07.3	6.6	60.7	72	06:30	07:57	09:39	13:47	15:28	16:56	
2	214°05.6	-15°59.5	6°42.1	5.0	17°13.8	6.5	60.7	70	06:23	07:41	09:03	14:24	15:46	17:03	
3	229°05.6	-16°00.3	21°06.1	5.0	17°20.2	6.3	60.7	68	06:18	07:27	08:37	14:49	15:59	17:08	
4	244°05.6	-16°01.0	35°30.1	4.9	17°26.5	6.2	60.7	66	06:13	07:16	08:18	15:09	16:10	17:14	
5	259°05.5	-16°01.7	49°54.0	4.9	17°32.6	6.1	60.7	64	06:08	07:06	08:02	15:24	16:20	17:18	
6	274°05.5	-16°02.5	64°17.9	4.9	17°38.7	6.0	60.7	62	06:04	06:58	07:49	15:38	16:28	17:22	
7	289°05.5	-16°03.2	78°41.7	4.8	17°44.6	5.8	60.7	60	06:01	06:51	07:38	15:49	16:35	17:26	
8	304°05.4	-16°04.0	93°05.5	4.8	17°50.3	5.7	60.7	58	05:58	06:45	07:28	15:58	16:42	17:29	
9	319°05.4	-16°04.7	107°29.3	4.8	17°56.0	5.6	60.6	56	05:54	06:39	07:20	16:07	16:47	17:32	
10	334°05.4	-16°05.5	121°53.1	4.7	18°01.5	5.5	60.6	54	05:52	06:34	07:13	16:14	16:53	17:35	
11	349°05.4	-16°06.2	136°16.8	4.7	18°06.9	5.3	60.6	52	05:49	06:29	07:06	16:21	16:57	17:38	
12	4°05.3	-16°07.0	150°40.5	4.7	18°12.1	5.2	60.6	50	05:46	06:25	06:60	16:27	17:02	17:40	
13	19°05.3	-16°07.7	165°04.1	4.6	18°17.3	5.1	60.6	45	05:41	06:16	06:47	16:40	17:11	17:46	
14	34°05.3	-16°08.4	179°27.8	4.6	18°22.3	4.9	60.6	40	05:35	06:08	06:36	16:51	17:19	17:52	
15	49°05.3	-16°09.2	193°51.4	4.6	18°27.1	4.8	60.6	35	05:30	06:00	06:27	17:00	17:27	17:57	
16	64°05.2	-16°09.9	208°14.9	4.6	18°31.9	4.7	60.6	30	05:25	05:54	06:19	17:08	17:33	18:02	
17	79°05.2	-16°10.7	222°38.5	4.5	18°36.5	4.5	60.6	20	05:15	05:42	06:04	17:23	17:46	18:12	
18	94°05.2	-16°11.4	237°02.0	4.5	18°40.9	4.4	60.6	10	05:05	05:30	05:52	17:35	17:57	18:22	
19	109°05.1	-16°12.2	251°25.5	4.5	18°45.3	4.3	60.6	0	04:54	05:19	05:40	17:47	18:09	18:34	
20	124°05.1	-16°12.9	265°49.0	4.5	18°49.5	4.1	60.6	-10	04:41	05:06	05:28	17:59	18:21	18:47	
21	139°05.1	-16°13.6	280°12.5	4.5	18°53.5	4.0	60.6	-20	04:25	04:52	05:15	18:12	18:35	19:03	
22	154°05.0	-16°14.4	294°36.0	4.4	18°57.5	3.9	60.6	-30	04:05	04:35	05:01	18:27	18:53	19:23	
23	169°05.0	-16°15.1	308°59.4	4.4	19°01.2	3.7	60.5	-35	03:52	04:25	04:52	18:36	19:03	19:36	
	SD=16.1	d=-0.7			S.D.=16.5			-40	03:40	04:12	04:42	18:46	19:16	19:52	
								-45	03:17	03:58	04:30	18:58	19:31	20:12	
								-50	02:51	03:39	04:16	19:12	19:50	20:38	
								-52	02:37	03:30	04:10	19:19	19:59	20:52	
								-54	02:22	03:20	04:02	19:26	20:09	21:08	
								-56	02:03	03:08	03:54	19:35	20:21	21:27	
								-58	01:39	02:54	03:45	19:44	20:35	21:52	
								-60	01:04	02:38	03:34	19:55	20:52	22:29	

Tue	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP
0	184°05.0	-16°15.8	337°22.8	4.4	19°04.9	3.6	60.5
1	199°04.9	-16°16.6	337°46.2	4.4	19°08.4	3.4	60.5
2	214°04.9	-16°17.3	352°09.7	4.4	19°11.8	3.3	60.5
3	229°04.9	-16°18.1	6°33.1	4.4	19°15.0	3.2	60.5
4	244°04.8	-16°18.8	20°56.4	4.4	19°18.1	3.0	60.5
5	259°04.8	-16°19.5	35°19.8	4.4	19°21.0	2.9	60.5
6	274°04.8	-16°20.3	49°43.2	4.4	19°23.9	2.7	60.5
7	289°04.7	-16°21.0	64°06.6	4.4	19°26.5	2.6	60.5
8	304°04.7	-16°21.7	78°30.0	4.4	19°29.1	2.5	60.4
9	319°04.7	-16°22.5	92°53.3	4.4	19°31.5	2.3	60.4
10	334°04.6	-16°23.2	107°16.7	4.4	19°33.7	2.2	60.4
11	349°04.6	-16°23.9	121°40.1	4.4	19°35.8	2.0	60.4
12	4°04.6	-16°24.7	136°03.5	4.4	19°37.8	1.9	60.4
13	19°04.5	-16°25.4	150°26.9	4.4	19°39.6	1.8	60.4
14	34°04.5	-16°26.1	164°50.3	4.4	19°41.3	1.6	60.4
15	49°04.4	-16°26.9	179°13.7	4.4	19°42.8	1.5	60.3
16	64°04.4	-16°27.6	193°37.1	4.4	19°44.2	1.3	60.3
17	79°04.4	-16°28.3	208°00.5	4.4	19°45.5	1.2	60.3
18	94°04.3	-16°29.0	222°24.0	4.5	19°46.6	1.0	60.3
19	109°04.3	-16°29.8	236°47.5	4.5	19°47.6	0.9	60.3
20	124°04.3	-16°30.5	251°11.0	4.5	19°48.4	0.8	60.3
21	139°04.2	-16°31.2	265°34.5	4.5	19°49.1	0.6	60.2
22	154°04.2	-16°32.0	279°58.0	4.5	19°49.7	0.5	60.2
23	169°04.1	-16°32.7	294°21.5	4.6	19°50.1	0.3	60.2
	SD=16.1	d=-0.7			S.D.=16.5		

Wed	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP
0	184°04.1	-16°33.4	308°45.1	4.6	19°50.4	0.2	60.2
1	199°04.0	-16°34.1	323°08.7	4.6	19°50.5	0.1	60.2
2	214°04.0	-16°34.9	337°32.3	4.6	19°50.5	-0.1	60.1
3	229°04.0	-16°35.6	351°56.0	4.7	19°50.4	-0.2	60.1
4	244°03.9	-16°36.3	6°19.7	4.7	19°50.1	-0.4	60.1
5	259°03.9	-16°37.0	20°43.4	4.7	19°49.7	-0.5	60.1
6	274°03.8	-16°37.8	35°07.1	4.8	19°49.1	-0.6	60.1
7	289°03.8	-16°38.5	49°30.9	4.8	19°48.4	-0.8	60.0
8	304°03.7	-16°39.2	63°54.7	4.8	19°47.6	-0.9	60.0
9	319°03.7	-16°39.9	78°18.6	4.9	19°46.6	-1.0	60.0
10	334°03.7	-16°40.7	92°42.4	4.9	19°45.5	-1.2	60.0
11	349°03.6	-16°41.4	107°06.4	5.0	19°44.2	-1.3	60.0
12	4°03.6	-16°42.1	121°30.4	5.0	19°42.8	-1.5	59.9
13	19°03.5	-16°42.8	135°54.4	5.0	19°41.3	-1.6	59.9
14	34°03.5	-16°43.5	150°18.4	5.1	19°39.7	-1.7	59.9
15	49°03.4	-16°44.3	164°42.5	5.1	19°37.9	-1.9	59.9
16	64°03.4	-16°45.0	179°06.7	5.2	19°36.0	-2.0	59.8
17	79°03.3	-16°45.7	193°30.9	5.2	19°33.9	-2.1	59.8
18	94°03.3	-16°46.4	207°55.1	5.3	19°31.7	-2.3	59.8
19	109°03.2	-16°47.1	222°19.4	5.3	19°29.4	-2.4	59.8
20	124°03.2	-16°47.8	236°43.8	5.4	19°27.0	-2.5	59.8
21	139°03.1	-16°48.6	251°08.1	5.4	19°24.4	-2.6	59.7
22	154°03.1	-16°49.3	265°32.6	5.5	19°21.7	-2.8	59.7
23	169°03.0	-16°50.0	279°57.1	5.5	19°18.8	-2.9	59.7
	SD=16.1	d=-0.7			S.D.=16.4		

Lat.	Moonrise			Moonset		
	Mon	Tue	Wed	Mon	Tue	Wed
72	--	--	--	--	--	--
70	15:44	15:55	17:04	12:12	14:09	15:06
68	16:26	17:01	18:07	11:30	13:03	14:04
66	16:55	17:37	18:42	10:42	12:27	13:29
64	17:17	18:03	19:27	10:40	12:02	13:03
62	17:35	18:23	19:27	10:23	11:41	12:43
60	17:50	18:40	19:43	10:08	11:25	12:27
58	18:02	18:54	19:57	09:56	11:11	12:13
56	18:13	19:06	20:09	09:46	10:59	12:01
54	18:23	19:16	20:19	09:36	10:49	11:51
52	18:32	19:25	20:28	09:28	10:40	11:41
50	18:39	19:34	20:36	09:21	10:31	11:33
45	18:56	19:52	20:58	09:05	10:14	11:15
40	19:09	20:06	21:08	08:52	09:59	11:01
35	19:21	20:18	21:20	08:41	09:47	10:48
30	19:31	20:29	21:31	08:31	09:36	10:38
20	19:49	20:48	21:49	08:14	09:18	10:19
10	20:04	21:04	22:04	07:60	09:02	10:03
0	20:18	21:19	22:19	07:46	08:47	09:48
-10	20:33	21:34	22:34	07:33	08:32	09:33
-20	20:48	21:51	22:50	07:18	08:16	09:17
-30	21:06	22:09	23:08	07:02	08:05	08:58
-35	21:16	22:20	23:19	06:52	07:47	08:47
-40	21:28	22:33	23:31	06:41	07:35	08:35
-45	21:42	22:48	23:45	06:29	07:21	08:20
-50	21:59	23:06	--	06:13	07:03	08:02
-52	22:08	23:14	--	06:06	06:55	07:53
-54	22:17	23:24	--	05:58	06:45	07:44
-56	22:27	23:35	--	05:49	06:35	07:33
-58	22:38	23:47	--	05:38	06:23	07:20
-60	22:52	--	00:02	05:27	06:09	07:06

Day	Sun			Moon		
	Eqn. of Time	Mer. Pass.	Mer. Pass.	Upper	Lower	Age
	00 ^h	12 ^h				
6	16:23	16:21	11:43	01:32	14:02	18(92%)
7	16:20	16:18	11:43	02:32	15:03	19(85%)
8	16:16	16:14	11:43	03:33	16:03	20(76%)

LAMPIRAN 3



8 November 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	225° 46' 35"	-0.15"	223° 18' 06"	-16° 33' 24"	0.9907829	16'08.56"	23° 26' 06"	16 m 19 s
1	225° 49' 05"	-0.15"	223° 20' 37"	-16° 34' 07"	0.9907731	16'08.57"	23° 26' 06"	16 m 19 s
2	225° 51' 36"	-0.14"	223° 23' 07"	-16° 34' 51"	0.9907632	16'08.58"	23° 26' 06"	16 m 19 s
3	225° 54' 06"	-0.14"	223° 25' 38"	-16° 35' 34"	0.9907534	16'08.59"	23° 26' 06"	16 m 19 s
4	225° 56' 37"	-0.13"	223° 28' 08"	-16° 36' 18"	0.9907436	16'08.60"	23° 26' 06"	16 m 18 s
5	225° 59' 07"	-0.13"	223° 30' 38"	-16° 37' 01"	0.9907337	16'08.61"	23° 26' 06"	16 m 18 s
6	226° 01' 38"	-0.13"	223° 33' 09"	-16° 37' 45"	0.9907239	16'08.61"	23° 26' 06"	16 m 18 s
7	226° 04' 08"	-0.12"	223° 35' 39"	-16° 38' 28"	0.9907141	16'08.62"	23° 26' 06"	16 m 18 s
8	226° 06' 39"	-0.12"	223° 38' 10"	-16° 39' 11"	0.9907043	16'08.63"	23° 26' 06"	16 m 18 s
9	226° 09' 10"	-0.11"	223° 40' 40"	-16° 39' 55"	0.9906945	16'08.64"	23° 26' 06"	16 m 17 s
10	226° 11' 40"	-0.11"	223° 43' 11"	-16° 40' 38"	0.9906847	16'08.65"	23° 26' 06"	16 m 17 s
11	226° 14' 11"	-0.10"	223° 45' 42"	-16° 41' 21"	0.9906749	16'08.66"	23° 26' 06"	16 m 17 s
12	226° 16' 41"	-0.10"	223° 48' 12"	-16° 42' 04"	0.9906651	16'08.67"	23° 26' 06"	16 m 17 s
13	226° 19' 12"	-0.10"	223° 50' 43"	-16° 42' 48"	0.9906554	16'08.68"	23° 26' 06"	16 m 17 s
14	226° 21' 42"	-0.09"	223° 53' 13"	-16° 43' 31"	0.9906456	16'08.69"	23° 26' 06"	16 m 17 s
15	226° 24' 13"	-0.09"	223° 55' 44"	-16° 44' 14"	0.9906358	16'08.70"	23° 26' 06"	16 m 16 s
16	226° 26' 44"	-0.08"	223° 58' 15"	-16° 44' 57"	0.9906261	16'08.71"	23° 26' 06"	16 m 16 s
17	226° 29' 14"	-0.08"	224° 00' 45"	-16° 45' 40"	0.9906163	16'08.72"	23° 26' 06"	16 m 16 s
18	226° 31' 45"	-0.07"	224° 03' 16"	-16° 46' 23"	0.9906066	16'08.73"	23° 26' 06"	16 m 16 s
19	226° 34' 15"	-0.07"	224° 05' 47"	-16° 47' 06"	0.9905968	16'08.74"	23° 26' 06"	16 m 16 s
20	226° 36' 46"	-0.06"	224° 08' 18"	-16° 47' 49"	0.9905871	16'08.75"	23° 26' 06"	16 m 15 s
21	226° 39' 17"	-0.06"	224° 10' 49"	-16° 48' 32"	0.9905774	16'08.76"	23° 26' 06"	16 m 15 s
22	226° 41' 47"	-0.05"	224° 13' 19"	-16° 49' 15"	0.9905677	16'08.77"	23° 26' 06"	16 m 15 s
23	226° 44' 18"	-0.05"	224° 15' 50"	-16° 49' 58"	0.9905579	16'08.78"	23° 26' 06"	16 m 15 s
24	226° 46' 49"	-0.04"	224° 18' 21"	-16° 50' 41"	0.9905482	16'08.79"	23° 26' 06"	16 m 15 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	98° 06' 06"	-3° 21' 02"	98° 36' 07"	19° 50' 34"	1° 00' 11"	16' 24.07"	96° 0' 00"	0.80583
1	98° 42' 39"	-3° 18' 38"	99° 14' 59"	19° 50' 42"	1° 00' 10"	16' 23.76"	96° 10' 22"	0.80192
2	99° 19' 10"	-3° 16' 13"	99° 53' 50"	19° 50' 42"	1° 00' 09"	16' 23.44"	96° 20' 49"	0.79800
3	99° 55' 39"	-3° 13' 47"	100° 32' 39"	19° 50' 34"	1° 00' 08"	16' 23.12"	96° 31' 19"	0.79404
4	100° 32' 06"	-3° 11' 19"	101° 11' 26"	19° 50' 17"	1° 00' 07"	16' 22.80"	96° 41' 53"	0.79006
5	101° 08' 32"	-3° 08' 50"	101° 50' 11"	19° 49' 52"	1° 00' 05"	16' 22.47"	96° 52' 30"	0.78606
6	101° 44' 56"	-3° 06' 20"	102° 28' 54"	19° 49' 18"	1° 00' 04"	16' 22.14"	97° 3' 11"	0.78203
7	102° 21' 18"	-3° 03' 49"	103° 07' 35"	19° 48' 37"	1° 00' 03"	16' 21.80"	97° 13' 55"	0.77797
8	102° 57' 38"	-3° 01' 17"	103° 46' 14"	19° 47' 47"	1° 00' 02"	16' 21.46"	97° 24' 41"	0.77389
9	103° 33' 56"	-2° 58' 43"	104° 24' 51"	19° 46' 48"	1° 00' 00"	16' 21.12"	97° 35' 31"	0.76979
10	104° 10' 13"	-2° 56' 09"	105° 03' 26"	19° 45' 42"	0° 59' 59"	16' 20.77"	97° 46' 22"	0.76567
11	104° 46' 27"	-2° 53' 33"	105° 41' 58"	19° 44' 27"	0° 59' 58"	16' 20.42"	97° 57' 16"	0.76153
12	105° 22' 40"	-2° 50' 57"	106° 20' 27"	19° 43' 04"	0° 59' 57"	16' 20.06"	98° 8' 12"	0.75736
13	105° 58' 51"	-2° 48' 19"	106° 58' 54"	19° 41' 33"	0° 59' 55"	16' 19.70"	98° 19' 09"	0.75317
14	106° 34' 60"	-2° 45' 41"	107° 37' 19"	19° 39' 54"	0° 59' 54"	16' 19.33"	98° 30' 08"	0.74896
15	107° 11' 07"	-2° 43' 01"	108° 15' 41"	19° 38' 07"	0° 59' 53"	16' 18.96"	98° 41' 08"	0.74473
16	107° 47' 12"	-2° 40' 20"	108° 53' 60"	19° 36' 12"	0° 59' 51"	16' 18.59"	98° 52' 10"	0.74048
17	108° 23' 15"	-2° 37' 39"	109° 32' 16"	19° 34' 09"	0° 59' 50"	16' 18.22"	99° 3' 13"	0.73621
18	108° 59' 16"	-2° 34' 56"	110° 10' 29"	19° 31' 58"	0° 59' 48"	16' 17.84"	99° 14' 16"	0.73193
19	109° 35' 15"	-2° 32' 13"	110° 48' 40"	19° 29' 39"	0° 59' 47"	16' 17.45"	99° 25' 20"	0.72762
20	110° 11' 13"	-2° 29' 29"	111° 26' 47"	19° 27' 13"	0° 59' 46"	16' 17.07"	99° 36' 24"	0.72330
21	110° 47' 08"	-2° 26' 44"	112° 04' 51"	19° 24' 38"	0° 59' 44"	16' 16.68"	99° 47' 29"	0.71896
22	111° 23' 01"	-2° 23' 58"	112° 42' 52"	19° 21' 56"	0° 59' 43"	16' 16.29"	99° 58' 34"	0.71460
23	111° 58' 52"	-2° 21' 11"	113° 20' 49"	19° 19' 06"	0° 59' 41"	16' 15.89"	100° 9' 39"	0.71023
24	112° 34' 41"	-2° 18' 24"	113° 58' 44"	19° 16' 08"	0° 59' 40"	16' 15.49"	100° 20' 43"	0.70584

LAMPIRAN 2



7 November 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	224° 46' 22"	-0.23"	222° 18' 05"	-16° 15' 50"	0.9910213	16'08.32"	23° 26' 06"	16 m 23 s
1	224° 48' 53"	-0.23"	222° 20' 35"	-16° 16' 34"	0.9910113	16'08.33"	23° 26' 06"	16 m 23 s
2	224° 51' 23"	-0.23"	222° 23' 04"	-16° 17' 18"	0.9910013	16'08.34"	23° 26' 06"	16 m 22 s
3	224° 53' 54"	-0.22"	222° 25' 34"	-16° 18' 02"	0.9909913	16'08.35"	23° 26' 06"	16 m 22 s
4	224° 56' 24"	-0.22"	222° 28' 04"	-16° 18' 47"	0.9909813	16'08.36"	23° 26' 06"	16 m 22 s
5	224° 58' 55"	-0.22"	222° 30' 34"	-16° 19' 31"	0.9909713	16'08.37"	23° 26' 06"	16 m 22 s
6	225° 01' 25"	-0.21"	222° 33' 04"	-16° 20' 15"	0.9909614	16'08.38"	23° 26' 06"	16 m 22 s
7	225° 03' 56"	-0.21"	222° 35' 34"	-16° 20' 59"	0.9909514	16'08.39"	23° 26' 06"	16 m 22 s
8	225° 06' 26"	-0.21"	222° 38' 04"	-16° 21' 43"	0.9909414	16'08.40"	23° 26' 06"	16 m 22 s
9	225° 08' 57"	-0.20"	222° 40' 34"	-16° 22' 27"	0.9909315	16'08.41"	23° 26' 06"	16 m 21 s
10	225° 11' 27"	-0.20"	222° 43' 04"	-16° 23' 11"	0.9909215	16'08.42"	23° 26' 06"	16 m 21 s
11	225° 13' 58"	-0.20"	222° 45' 34"	-16° 23' 55"	0.9909116	16'08.43"	23° 26' 06"	16 m 21 s
12	225° 16' 28"	-0.19"	222° 48' 04"	-16° 24' 39"	0.9909017	16'08.44"	23° 26' 06"	16 m 21 s
13	225° 18' 59"	-0.19"	222° 50' 34"	-16° 25' 23"	0.9908917	16'08.45"	23° 26' 06"	16 m 21 s
14	225° 21' 29"	-0.19"	222° 53' 04"	-16° 26' 07"	0.9908818	16'08.46"	23° 26' 06"	16 m 21 s
15	225° 23' 60"	-0.18"	222° 55' 34"	-16° 26' 50"	0.9908719	16'08.47"	23° 26' 06"	16 m 21 s
16	225° 26' 30"	-0.18"	222° 58' 04"	-16° 27' 34"	0.9908620	16'08.48"	23° 26' 06"	16 m 20 s
17	225° 29' 01"	-0.18"	223° 00' 35"	-16° 28' 18"	0.9908521	16'08.49"	23° 26' 06"	16 m 20 s
18	225° 31' 31"	-0.17"	223° 03' 05"	-16° 29' 02"	0.9908422	16'08.50"	23° 26' 06"	16 m 20 s
19	225° 34' 02"	-0.17"	223° 05' 35"	-16° 29' 45"	0.9908323	16'08.51"	23° 26' 06"	16 m 20 s
20	225° 36' 32"	-0.16"	223° 08' 05"	-16° 30' 29"	0.9908224	16'08.52"	23° 26' 06"	16 m 20 s
21	225° 39' 03"	-0.16"	223° 10' 36"	-16° 31' 13"	0.9908125	16'08.53"	23° 26' 06"	16 m 20 s
22	225° 41' 33"	-0.16"	223° 13' 06"	-16° 31' 56"	0.9908026	16'08.54"	23° 26' 06"	16 m 19 s
23	225° 44' 04"	-0.15"	223° 15' 36"	-16° 32' 40"	0.9907928	16'08.55"	23° 26' 06"	16 m 19 s
24	225° 46' 35"	-0.15"	223° 18' 06"	-16° 33' 24"	0.9907829	16'08.56"	23° 26' 06"	16 m 19 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	83° 21' 26"	-4° 11' 27"	82° 59' 17"	19° 04' 57"	1° 00' 33"	16' 29.87"	92° 26' 35"	0.89026
1	83° 58' 33"	-4° 09' 39"	83° 38' 20"	19° 08' 28"	1° 00' 32"	16' 29.69"	92° 33' 31"	0.88714
2	84° 35' 39"	-4° 07' 50"	84° 17' 23"	19° 11' 51"	1° 00' 31"	16' 29.51"	92° 40' 41"	0.88398
3	85° 12' 44"	-4° 05' 58"	84° 56' 27"	19° 15' 05"	1° 00' 31"	16' 29.33"	92° 48' 04"	0.88078
4	85° 49' 48"	-4° 04' 05"	85° 35' 32"	19° 18' 11"	1° 00' 30"	16' 29.14"	92° 55' 39"	0.87755
5	86° 26' 50"	-4° 02' 11"	86° 14' 37"	19° 21' 08"	1° 00' 29"	16' 28.94"	93° 3' 27"	0.87427
6	87° 03' 51"	-4° 00' 15"	86° 53' 42"	19° 23' 57"	1° 00' 28"	16' 28.73"	93° 11' 26"	0.87097
7	87° 40' 51"	-3° 58' 17"	87° 32' 47"	19° 26' 38"	1° 00' 28"	16' 28.52"	93° 19' 37"	0.86762
8	88° 17' 50"	-3° 56' 17"	88° 11' 53"	19° 29' 10"	1° 00' 27"	16' 28.31"	93° 27' 58"	0.86425
9	88° 54' 47"	-3° 54' 16"	88° 50' 58"	19° 31' 34"	1° 00' 26"	16' 28.08"	93° 36' 29"	0.86083
10	89° 31' 43"	-3° 52' 14"	89° 30' 03"	19° 33' 49"	1° 00' 25"	16' 27.85"	93° 45' 09"	0.85739
11	90° 08' 38"	-3° 50' 09"	90° 09' 08"	19° 35' 56"	1° 00' 24"	16' 27.62"	93° 53' 59"	0.85391
12	90° 45' 31"	-3° 48' 04"	90° 48' 13"	19° 37' 55"	1° 00' 23"	16' 27.38"	94° 2' 58"	0.85040
13	91° 22' 22"	-3° 45' 56"	91° 27' 17"	19° 39' 45"	1° 00' 23"	16' 27.13"	94° 12' 06"	0.84685
14	91° 59' 13"	-3° 43' 48"	92° 06' 21"	19° 41' 26"	1° 00' 22"	16' 26.88"	94° 21' 21"	0.84327
15	92° 35' 58"	-3° 41' 38"	92° 45' 21"	19° 42' 59"	1° 00' 21"	16' 26.62"	94° 30' 43"	0.83967
16	93° 12' 45"	-3° 39' 26"	93° 24' 23"	19° 44' 23"	1° 00' 20"	16' 26.36"	94° 40' 13"	0.83603
17	93° 49' 31"	-3° 37' 13"	94° 03' 25"	19° 45' 39"	1° 00' 19"	16' 26.09"	94° 49' 51"	0.83235
18	94° 26' 15"	-3° 34' 58"	94° 42' 26"	19° 46' 47"	1° 00' 18"	16' 25.82"	94° 59' 35"	0.82865
19	95° 02' 58"	-3° 32' 42"	95° 21' 26"	19° 47' 46"	1° 00' 17"	16' 25.54"	95° 9' 25"	0.82492
20	95° 39' 39"	-3° 30' 25"	96° 00' 24"	19° 48' 36"	1° 00' 16"	16' 25.25"	95° 19' 21"	0.82116
21	96° 16' 18"	-3° 28' 06"	96° 39' 22"	19° 49' 18"	1° 00' 15"	16' 24.96"	95° 29' 23"	0.81737
22	96° 52' 56"	-3° 25' 46"	97° 18' 19"	19° 49' 52"	1° 00' 13"	16' 24.67"	95° 39' 31"	0.81355
23	97° 29' 32"	-3° 23' 25"	97° 57' 14"	19° 50' 17"	1° 00' 12"	16' 24.37"	95° 49' 43"	0.80970
24	98° 06' 06"	-3° 21' 02"	98° 36' 07"	19° 50' 34"	1° 00' 11"	16' 24.07"	96° 0' 00"	0.80583

LAMPIRAN 5

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Capt. Samsul Huda,.MM,.M.Mar
Jenis Kelamin : Laki-laki
Jabatan : Lektor and Coordinate of Laboratory and Simulator INS Building
(Integerated Navigation System)
Alamat : Jl. Singosari 2A/No.49, Kota Semarang, 50242

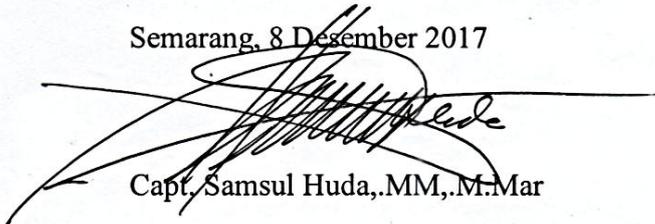
Dengan ini menyatakan bahwa saudari:

Nama : Akatina
NIM : 132611052
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Universitas : UIN Walisongo Semarang
Alamat : Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Blok C 131 Kel. Wonosari,
Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Benar-benar telah melakukan *interview* (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang di perlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul **“Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan”**.

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 8 Desember 2017


Capt. Samsul Huda,.MM,.M.Mar

NIP: 197212281998031001

LAMPIRAN 4

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Capt. Suryo Guritno, M.Mar
Jenis Kelamin : Laki-laki
Jabatan : Tenaga Pengajar di STIMART AMNI
Alamat : Jl. Somor Ombe, No. 47 Semangu Blimbing, Lamongan, Jawa Timur

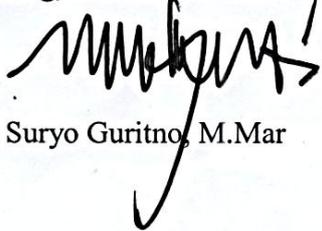
Dengan ini menyatakan bahwa saudari:

Nama : Akatina
NIM : 132611052
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Universitas : UIN Walisongo Semarang
Alamat : Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Blok C 131 Kel. Wonosari,
Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Benar-benar telah melakukan *interview* (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang di perlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul **“Uji Akurasi Sextant Dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan”**.

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 8 Desember 2017


Capt. Suryo Guritno, M.Mar

LAMPIRAN 6

Lintang : $-6^{\circ} 59' 32,2''$
Bujur : $110^{\circ} 21' 25,7''$
Tinggi Tempat : 113 m

Tanggal 7 November 2017

8 November 2017

1. Data 1

Pukul 23:10 WIB

Ambil data Ephemeris jam ke 16 dan 17.

Interpolasi deklinasi bulan

$$\begin{aligned} &= (\text{Dek } 2 - \text{Dek } 1) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{Dek } 1 \\ &= (19^{\circ} 34' 9'' - 19^{\circ} 36' 12'') \times 0^{\circ} 10' + 19^{\circ} 36' 12'' \\ &= 19^{\circ} 35' 51,5'' \end{aligned}$$

Sudut Waktu Matahari

$$\begin{aligned} &= \text{Abs}((\text{Waktu Observasi} + \text{EQ}) \times 15 - \text{BD} + \text{Bujur} \\ &\quad \text{Tempat} - 180) \\ &= \text{Abs}((23^{\circ} 10'' + 0^{\circ} 16' 16'') \times 15 - 105 + 110^{\circ} 21' \\ &\quad 25,7'' - 180) \\ &= 176^{\circ} 55' 25,7'' \end{aligned}$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Matahari

$$\begin{aligned}
&= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \\
&\text{Data 1} \\
&= (224^0 00' 45'' - 223^0 58' 15'') \times 0^0 10' + 223^0 58' 15'' \\
&= 223^0 58' 40''
\end{aligned}$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Bulan

$$\begin{aligned}
&= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \\
&\text{Data 1} \\
&= (109^0 32' 16'' - 108^0 53' 60'') \times 0^0 10' + 108^0 53' \\
&60'' \\
&= 109^0 0' 22,67''
\end{aligned}$$

Sudut Waktu Bulan

$$\begin{aligned}
&= \text{Apparent Right Ascension Matahari} - \text{Apparent} \\
&\text{Right Ascension Bulan} \\
&+ \text{Sudut Waktu Matahari} \\
&= 223^0 58' 40'' - 109^0 0' 22,67'' + 176^0 55' 25,7'' \\
&= 291^0 53' 43''
\end{aligned}$$

Tinggi Bulan Hakiki

$$\begin{aligned}
&= \text{Shift Sin} (\text{Sin Lintang Tempat} \times \text{Sin Deklinasi} + \text{Cos} \\
&\text{Lintang Tempat} \times \text{Cos Deklinasi} \times \text{Cos Sudut Waktu} \\
&\text{Bulan}) \\
&= \text{Shift Sin} (\text{Sin } -6^0 59' 32,2'' \times \text{Sin } 19^0 35' 51,5'' + \\
&\text{Cos } -6^0 59' 32,2'' \times \text{Cos } 19^0 35' 51,5'' \\
&\quad \times \text{Cos } 291^0 53' 43'') \\
&= 17^0 55' 50,06''
\end{aligned}$$

2. Data 2

Pukul 23:22 WIB

Ambil data Ephemeris jam ke 16 dan 17.

Interpolasi deklinasi bulan

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

$$= (19^0 34' 9'' - 19^0 36' 12'') \times 0^0 22' + 19^0 36' 12'' \\ = 19^0 35' 26,9''$$

Sudut Waktu Matahari

$$= \text{Abs}((\text{Waktu Observasi} + \text{EQ}) \times 15 - \text{BD} + \text{Bujur Tempat} - 180)$$

$$= \text{Abs}((23^0 22'' + 0^0 16' 16'') \times 15 - 105 + 110^0 21' 25,7'' - 180) \\ = 179^0 55' 25,7''$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Matahari

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

$$= (224^0 00' 45'' - 223^0 58' 15'') \times 0^0 22' + 223^0 58' 15'' \\ = 223^0 59' 10''$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Bulan

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

$$= (109^0 32' 16'' - 108^0 53' 60'') \times 0^0 22' + 108^0 53' 60'' \\ = 109^0 8' 1,87''$$

Sudut Waktu Bulan

$$\begin{aligned} &= \text{Apparent Right Ascension Matahari} - \text{Apparent} \\ &\text{Right Ascension Bulan} \\ &+ \text{Sudut Waktu Matahari} \\ &= 223^{\circ} 59' 10'' - 109^{\circ} 8' 1,87'' + 179^{\circ} 55' 25,7'' \\ &= 294^{\circ} 46' 33,8'' \end{aligned}$$

Tinggi Bulan Hakiki

$$\begin{aligned} &= \text{Shift Sin (Sin Lintang Tempat x Sin Deklinasi + Cos} \\ &\text{Lintang Tempat x Cos Deklinasi x Cos Sudut Waktu} \\ &\text{Bulan)} \\ &= \text{Shift Sin (Sin } -6^{\circ} 59' 32,2'' \text{ x Sin } 19^{\circ} 35' 26,9'' + \\ &\text{Cos } -6^{\circ} 59' 32,2'' \text{ x Cos } 19^{\circ} 35' 26,9'' \\ &\text{x Cos } 294^{\circ} 46' 33,8'') \\ &= 20^{\circ} 33' 7,46'' \end{aligned}$$

3. Data 3

Pukul 23:32 WIB

Ambil data Ephemeris jam ke 16 dan 17.

Interpolasi deklinasi bulan

$$\begin{aligned} &= (\text{Dek 2} - \text{Dek 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \text{Dek} \\ &1 \\ &= (19^{\circ} 34' 9'' - 19^{\circ} 36' 12'') \times 0^{\circ} 32' + 19^{\circ} 36' 12'' \\ &= 19^{\circ} 35' 6,4'' \end{aligned}$$

Sudut Waktu Matahari

$$\begin{aligned} &= \text{Abs}((\text{Waktu Observasi} + \text{EQ}) \times 15 - \text{BD} + \text{Bujur} \\ &\text{Tempat} - 180) \\ &= \text{Abs}((23^0 32'' + 0^0 16' 16'') \times 15 - 105 + 110^0 21' \\ &25,7'' - 180) \\ &= 182^0 25' 25,7'' \end{aligned}$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Matahari

$$\begin{aligned} &= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \\ &\text{Data 1} \\ &= (224^0 00' 45'' - 223^0 58' 15'') \times 0^0 32' + 223^0 58' 15'' \\ &= 223^0 59' 35'' \end{aligned}$$

Interpolasi Apparent Right Ascension Bulan

$$\begin{aligned} &= (\text{Data 2} - \text{Data 1}) \times \text{sisa menit waktu observasi} + \\ &\text{Data 1} \\ &= (109^0 32' 16'' - 108^0 58' 60'') \times 0^0 32' + 108^0 53' \\ &60'' \\ &= 109^0 14' 24,5'' \end{aligned}$$

Sudut Waktu Bulan

$$\begin{aligned} &= \text{Apparent Right Ascension Matahari} - \text{Apparent} \\ &\text{Right Ascension Bulan} \\ &+ \text{Sudut Waktu Matahari} \\ &= 223^0 59' 25'' - 109^0 14' 24,5'' + 182^0 25' 25,7'' \\ &= 297^0 10' 36,2'' \end{aligned}$$

Tinggi Bulan Hakiki

= Shift Sin (Sin Lintang Tempat x Sin Deklinasi + Cos
Lintang Tempat x Cos Deklinasi x Cos Sudut Waktu
Bulan)

$$\begin{aligned} &= \text{Shift Sin} (\text{Sin } -6^{\circ} 59' 32,2'' \times \text{Sin } 19^{\circ} 35' 6,4'' + \text{Cos} \\ &-6^{\circ} 59' 32,2'' \times \text{Cos } 19^{\circ} 35' 6,4'' \times \text{Cos } 297^{\circ} 10' 36,2'') \\ &= 22^{\circ} 43' 29,14'' \end{aligned}$$

LAMPIRAN 7

Daftar Pertanyaan Wawancara Kepada Suryo Guritno

1. Sebelum saya memulai wawancara, mungkin saya bisa terlebih dahulu bertanya mengenai Biografi anda, Capt ?

Baik, nama saya Capt. Suryo Guritno, M.Mar lahir di Bojonegoro, 4 April 1980. Saya seorang muslim. Alamat saya sekarang di Jl. Somor Ombe no 47, Semangu Blimbing, Lamongan, Jawa Timur.

2. Bagaimana metode sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan ?

Yang pertama adalah sextant dipegang menggunakan tangan kiri. Yang dipegang adalah *handle* nya jangan pernah memegang sextant pada busur derajat karena ditakutkan busur derajatnya dapat bengkok sehingga mengakibatkan sextant menjadi tidak presisi. Dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan, sextant dapat di selenggarakan secara vertikal maupun horizontal. Secara vertikal digunakan untuk mengukur tinggi benda langit atau dalam hal ini bulan. Sedangkan secara

horizontal bisa digunakan untuk menentukan azimuth bulan. Caranya sama antara azimuth dan tinggi bulan hanya saja kalau azimuth kan sextant nya harus di terlentangkan seperti ini (sambil memperagakan) sedangkan untuk tinggi, sextant harus dengan posisi seperti ini (sambil memperagakan) setelah membidik benda langit kemudian tarik *index arm* (sambil menunjuk *index arm*) hingga hampir menyentuh ufuk kemudian goyangkan sextant ke kanan-kiri hingga benda langit bersinggungan tepat di permukaan ufuk kemudian perhalus menggunakan *micrometer drum* dengan cara diputar searah jarum jam. Angka pada *index arm* dan *micrometer drum* merupakan nilai azimuth atau tinggi bulan.

3. Apakah sextant ini ada tripotnya Capt ?

Kalau dipelayaran sih tidak ada mbak. Kita memakai tangan kanan untuk penempatan sextant. Tapi kalau mau dimodifikasi ya bisa aja. Cuma agak rumit ya. Kalau untuk tinggi bisa dipasang di handle-nya tapi nanti akan kesusahan untuk azimuth.

4. Sextant dipegang menggunakan tangan kanan, dimana tangan berkemungkinan bergerak atau gemetar, apakah akan

mempengaruhi hasil ukur bulan atau benda langit yang lainnya
Capt ?

Ya. Tentu berpengaruh. Keadaan tangan yang gemetar akan mempengaruhi hasil ukur. Maka dari itu, ketika kita melakukan pembedikan benda langit, tangan harus benar-benar diam dan tidak bergerak sedikitpun. Bahkan kalau perlu, pembedik harus tahan napas. Supaya hasil yang dicapai benar-benar presisi. Sama seperti saat fotografer sedang memfoto sebuah objek, terkadang ia harus tahan napas supaya hasilnya jernih dan bagus.

5. Dalam keadaan seperti ini, apakah para taruna di STIMART AMNI juga mengalami tangan gemetar sehingga menghasilkan tinggi yang tidak presisi, Capt ?

Tidak bisa dipungkiri, ketidakpresisian karna *human error* bisa saja terjadi. Asalkan tidak lebih dari 1 derajat, saya pribadi sih gakpapa mbak. Masih bisa ditoleransi lah.

6. Jadi, apa yang mempengaruhi akurat atau tidaknya alat sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan ?

Dalam praktek penentuan azimuth dan tinggi bulan menggunakan sextant, yang mempengaruhi akurat atau

tidaknya adalah orang yang menggunakan (*human error*), atau bisa juga karna efek pasang surut air laut namun untuk pasang surut air laut ini hanya berlaku ketika purnama saja.

7. Untuk pengukuran azimuth dan tinggi bulan apakah ada pengkoreksian Capt?

Koreksi itu digunakan hanya untuk tinggi saja. Dan nilai koreksi dari tinggi ukur merupakan nilai tinggi bulan sejati. Jadi koreksi dilakukan untuk memperoleh nilai tinggi sejati. Untuk pengkoreksian, biasanya kami menggunakan data yang tersaji dalam Daftar-Daftar Ilmu Pelayaran. Atau menggunakan perhitungan dengan data Almanak Nautika. Kalau azimuth tidak perlu dilakukan koreksi karna kan azimuth Cuma arah. Tidak ada yang namanya refraksi, ptlm, paralaks seperti itu.

8. Apa saja karya-karya, lomba atau *training* apa saja yang pernah Capt. Suryo ikuti ?

Diantaranya adalah:

- 1) Deck Officer Class, 6200121799N10214, 25 November 2014 di Jakarta.

- 2) Endorsement Deck Officer Class I, 6200121799NA0214,
10 Desember 2014 di Jakarta
- 3) Master Marine Certificate, 0253.09.09.101BP3IP-14, 19
September 2014 di Jakarta.
- 4) Endorsement DOC Class II by MPA Singapore, COE-
D0095466, 29 Oktober 2013 di Singapore.
- 5) GOC/GMDSS MPA Singapore, COE-R0079982, 26
November 2013 di Singapore.
- 6) Panama GOC Book, CTB 801325, 3 Maret 2013 di
Valencia-Panama.
- 7) DP Operator Certificate, IMO 11147, 6 Maret 2015 di
London.
- 8) Training Of Trainer IMO Model Course 6.09,
SM.106/B/0088/6.09/IV/PPSDML-2015, 12 Mei 2015 di
Jakarta.
- 9) Trainer Of Examiner and Assessor IMO Model Course
3.12, SM.106/B/0088/3.12/IV/PPSDML-2016, 1 Juli 2016
di Jakarta.

- 10) Training Of Train Assessor For Simulator IMO Model
Course 6.10, SM. 106/b/0088/6/IV/PPSDML-2016, 15
Agustus 2016 di Jakarta.
- 11) Proficiency in Survival Craft and Rescue Boats,
6200121799040317, 16 Maret 2017 di Semarang.
- 12) ISM-Code, 1990/STIMART"AMNI"/SO/TC/2017, 9
Februari 2017 di Semarang.
- 13) Maritime Resource management, SG-08-A-0082, 18
Oktober 2013 di Swedia.
- 14) AHTS Simulator Training, AHTS 13/119 SNG, 31
Oktober 2013 di Singapore.
- 15) PSV Simulator Training, PSV 13/73 SNG, 24 Oktober
2013 di Singapore.
- 16) DynamicStability Training, STAB 70/2013 ASI, 10
Oktober 2013 di Singapore.
- 17) Environment Awareness 1, RTDM/EA/07, Juni 2007 di
Rotterdam.
- 18) Environment Awareness 2, RTDM/EA/07, Juni 2007 di
Rotterdam.

- 19) Safety Management System, SAFE/2013, 9 Oktober 2013 di Singapore.
- 20) Incident Reporting and Investigation, IR&I/2013, 25 oktober 2013 di Singapore.
- 21) Marine Pollution and Environment Awareness, 234/STIMART"AMNI"/SO/TC/2017, 9 Februari 2017 di Semarang.
- 22) HSEQ (Health Safety and Environment Quality) Training, Sg-09-V-0087, 27 Oktober 2013 di Swedia
- 23) Maritime English Training 200 Hour, RTM/PA/07, 5 Maret 2007 di Rotterdam.
- 24) Master, SL Gabon, Panama, SMIT Lamnalco Rotterdam, AHTS, 1085
- 25) Chief Officer, Bourbon Liberty 209, Singapore, Bourbon Offshore, AHTS-DP2, 2474
- 26) Apprentice, Miclyn Surveyor, Singapore, Fugro Geodetic Ltd, Survey, 4245
- 27) Safety Dept, Ms. Rotterdam, Rotterdam, Holland America Line and Windstar Cruise, Cruise Ship, 87.000

- 28) 2nd Officer, Modec Venture 1, Singapore, Modec Pty.Ltd
Australia, F.P.S.O, 126.900
- 29) Tr. Chief Officer, Smit Lumba, Singapore, Smit
International Rotterdam, AHTS, 2251
- 30) Chief Officer, Mermaid Vanquish, Singapore, Mermaid
Marine Australia, AHTS-DPI, 1865
- 31) Chief Officer, Go Acamar, Belize, Go Marine Australia,
AHTS-DP2, 1357



LAMPIRAN 8

Daftar Pertanyaan Wawancara Kepada Samsul Huda

1. Sebelum saya memulai wawancara, mungkin bisa dijelaskan mengenai biografi anda Capt ?

Nama saya Capt. Samsul Huda, MM, M.Mar. Saya menjabat sebagai Ketua Prodi Nautika PIP Semarang. Saya lahir di Surabaya, 28 Desember 1972. Pendidikan formal yang saya tempuh sebagai berikut:

- a. SD KHM GUFRON FAQIH, Surabaya
- b. SMP KOMPARASI, Surabaya
- c. SMAN 6 Surabaya
- d. Marine Academy & Deck Officer Class III BPLP Semarang
- e. Strata B/Diploma & Deck Officer Class II AIP Jakarta
- f. Deck Officer Class I & Master Marine BP3IP Jakarta
- g. Magister Management (S2) USM Semarang

Sekarang saya tinggal di Jl. Singosari 2 A / No. 49, Semarang 50242

2. Bagaimana metode sextant dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan ?

Yang pertama adalah sextant dipegang menggunakan tangan kanan. Kemudian untuk mencari tinggi ukur atau tinggi maya dalam hal ini bulan, sextant di selenggarakan secara vertikal. lalu untuk azimuth bulan, tentukan dulu utara sejati. Kemudian dari sextant yang di selenggarakan secara horizontal, dari bulan ditarik ke arah utara sejati, nah ini merupakan azimuth bulan. Caranya sama ya antara mengukur tinggi dan azimuth yang beda adalah penyelenggaraan sextantnya saja. Yang ditarik saat membidik benda langit adalah *index arm*, tarik hingga hampir menyentuh ufuk kemudian goyangkan sextant ke kanan-kiri hingga benda langit bersinggungan tepat di permukaan ufuk kemudian perhalus menggunakan *micrometer drum* dengan cara diputar searah jarum jam. Angka pada *index arm* dan *micrometer drum* merupakan nilai azimuth atau tinggi bulan. Dan untuk tinggi bulan ada koreksinya. Ada yang menggunakan Daftar Ilmu Pelayaran, ada yang menggunakan Almanak Nautika, dan ada yang menggunakan koreksi matematika astronomi.

Dan yang perlu diingat, saat memegang sextant adalah *handle* nya jangan pernah memegang sextant pada busur derajat karena

ditakutkan busur derajatnya dapat bengkok sehingga mengakibatkan sextant menjadi tidak presisi.

3. Apakah *sextant* ini ada tripotnya Capt ?

Bisa saja mbak. Tapi lihat dulu apakah penggunaannya di daratan ataukah di kapal, kalau di kapal kok memakai tripod, ketika kapal bergerak, tripod bisa saja bergeser sehingga berpengaruh saat pengukuran. Beda lagi ketika tripod sextant dipasang di daratan. Itu malah bisa presisi.

4. Sextant dipegang menggunakan tangan kanan, dimana tangan berkemungkinan bergerak atau gemetar, apakah akan mempengaruhi hasil ukur bulan atau benda langit yang lainnya Capt ?

Kondisi tangan bergetar sangat mempengaruhi hasil ukur. Maka dari itu, pembidik, ketika membidik bulan tangan harus mengepit di dada. Hal ini merupakan teknik untuk menghindari tangan gemetar dan napas yang keras sehingga bisa mempengaruhi hasil ukur.

5. Dalam keadaan seperti ini, apakah para taruna di PIP Semarang juga mengalami tangan gemetar sehingga menghasilkan tinggi yang tidak presisi, Capt ?

Tidak bisa dipungkiri, ketidakpresisian karna *human error* bisa saja terjadi. Asalkan tidak lebih dari 10 menit busur.

6. Jadi, apa yang mempengaruhi akurat atau tidaknya alat *sextant* dalam penentuan azimuth dan tinggi bulan ?

Kunci dari kesuksesan pengambilan tinggi bulan adalah horizon. Kalau saat pengambilan atau pembedikan kondisi cuacanya buruk, besar kemungkinan pengukuran tidak akurat. Hal ini disebabkan karena adanya horizon terlihat kabur. Sehingga mempengaruhi hasil ukurnya. Hal ini selain *human error* ya mbak.

7. Untuk pengukuran azimuth dan tinggi bulan apakah ada pengkoreksian Capt?

Untuk koreksi itu digunakan hanya untuk tinggi saja. Dan nilai koreksi dari tinggi ukur itu gunanya untuk mencari nilai tinggi bulan sejati. Jadi koreksi dilakukan untuk memperoleh nilai tinggi sejati. Kalau azimuth tidak perlu dilakukan koreksi karna kan azimuth Cuma arah. Tidak ada yang namanya refraksi, pilm, paralaks seperti itu. Karna tinggi benda yang kita amati bukanlah tinggi bulan sejati. Untuk tinggi bisa diibaratkan dengan pensil yang dimasukkan kedalam air. Terjadi pembengkokkan. Nah tinggi bulan atau matahari bisa digambarkan seperti itu.

8. Apakah di PIP ini mempelajari sejarah alat sextant Capt ?

Untuk sejarah kami tidak mempelajari hal tersebut. Karna alat sextant ini sudah *given* ya. Artinya alat ini sudah wajib harus ada di kapal. Tapi kalau mau dikembangkan saya mendukung. Tapi besar kemungkinan penemu alat ini adalah dari peradaban Islam. Karna memang peradaban paling maju adalah peradaban Islam. Ibnu sina, Khawarizmi, intinya semua itu dari peradaban Islam.

9. Apa saja karya-karya, lomba, jabatan atau *training* apa saja yang pernah Capt. Samsul ikuti ?

Diantaranya adalah:

- 1) Government Employee 2000 – sekarang.
- 2) Head on GMDSS Laboratory & Simulator 2004 – 2006.
- 3) Head on SOL, ERGS, CBT & LCHS Laboratory & Simulator 2007 – 2010.
- 4) Head on Unit Simulator 2010 – 2011.
- 5) Head on Pusat Pembinaan Mental, Moral dan Kesamaptaan Taruna / Kampus PMMK 2011 - 2012.
- 6) Coordinator Laboratory & Simulator Gedung INS (Integrated Navigation System) 2014 – 2015.
- 7) Head of Nautical Study Program 2015 – sekarang.

- 8) Main Subject Lecture in Merchant Marine Polytechnic Semarang.
- 9) IUT (Instructor Upgrade Trainer) USSMA, KING POINT USA (September 2003 – Maret 2004).
- 10) Maritime Education & Training by Using Simulator, Conducted by JICA, 21 - 24 Februari 2006.
- 11) ISPS Code Trainer, 15 – 23 Mei 2006.
- 12) Sosialisasi Sistem Standard Mutu Kepelautan, 26 – 27 Juni 2006.
- 13) Navigation Simulation Training at STC, BV. Rotterdam, 20 Oktober 2010 – 21 November 2010.
- 14) Participant Invitation on Demo Maritime Simulator in Singapore, 27 April 2010.
- 15) DP Basic Course in NTCM (Norwegian Training Center Manila), 13 Desember – 17 Desember 2011.
- 16) Hydrogen Sulphide Awareness, 11 April 2011.
- 17) LCHS 2000 LPG Tanker & LCHS 4000 LNG Tanker 6 Juni – 10 Juni 2011.
- 18) NTPro 5000 Simulator, Inc. DP Operation NAVI Sailor 4000 MFD (2 weeks in April/May 2011).

- 19) DP Advanced Course in EXACT (Excellence and Competency Training Center,Inc), 9 April – 13 April 2012.
- 20) TOT (Train of Trainer) BRM / Bridge Resource Management, 1 week in June 2014.
- 21) Training Rescue Helicopter 3 days in PIP Semarang, November 2014.
- 22) DPO (Dynamid Positioning Operator), Certificate No. 24977.
- 23) Cadet on MV. Pakarti Enam, General Cargo, 1995 – 1996.
- 24) 3rd Officer on MV. Bunga Suria, Container Ship, 1996 – 1997.
- 25) 3rd Officer on MV. Bunga Teratai 3, Container Ship 1997 – 1998.
- 26) 2nd Officer on MV. Bunga Permai, Container Ship 1998 – 1999.
- 27) 2nd Officer on MV. Bunga Raya Dua, Container Ship 1999 – 2000.
- 28) 2nd Officer on MV. Wan Hai 303, Container Ship 2007 – 2008.
- 29) 1st Officer on MV. Crest Sapphire, Supply Vessel AHTS 2008-2009.
- 30) 1st Officer on MV. Era Berdikari, DP Vessel Class 1, 2012 – 2013.

31) 1st Officer on MV. Winposh Regent, DP Vessel Class 1, 2012 – 2013.

32) 1st Officer on MV. Winposh Rampart, DP Vessel Class 2, 2012 – 2013.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Akatina
Tempat, Tgl Lahir : Grobogan, 10 Maret 1996
Alamat Asal : Ds. Taruman RT.01 RW.01 Kec. Klambu Kab. Grobogan, Jawa Tengah
Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Blok C 131, Wonosari, Ngaliyan, Kota Semarang

Jenjang Pendidikan

A. Pendidikan Formal :

1. SD Negeri 4 Taruman (lulus tahun 2007)
2. SMP Negeri 1 Brati (lulus tahun 2010)
3. SMA Negeri 1 Grobogan (lulus tahun 2013)
4. UIN Walisongo Semarang (2013 – 2018)

B. Pendidikan Non Formal :

1. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah (tahun 2014-sekarang)

C. Pengalaman Organisasi :

1. Anggota ASTROFISIKA (Asosiasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak Indonesia Merdeka) tahun 2014 – sekarang
2. Anggota KFPI (Komunitas Falak Perempuan Indonesia) 2014 - sekarang
3. Anggota THR Menara Al-Husna MAJT (Tim Hisab Rukyat Menara Al-Husna Masjid Agung Jawa Tengah) tahun 2014 – sekarang

Semarang, 29 Desember 2017

Akatina
132611052