

**PENGGUNAAN KLINOMETER DALAM MENENTUKAN
TINGGI MATAHARI AWAL WAKTU DZUHUR DAN ASHAR**

SKRIPSI

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



Disusun oleh :

**NOVI ARIYANTI
NIM: 132611051**

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

2017

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. Novi Ariyanti

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 : Novi Ariyanti

NIM : 132611051

Judul Skripsi : Penggunaan Klinometer Dalam Menentukan Tinggi
Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar

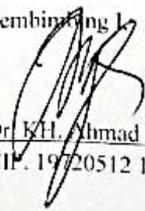
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat
segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 Juni 2017

Pembimbing I


Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 19720512 199903 1003

Afif Noor, S.Ag., S.H., M.Hum.
Bangetayu Regency No. A16 Rt. 9/1
Bangetayu Wetan Genuk Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Novi Ariyanti

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Novi Ariyanti

NIM : 132611051

Judul Skripsi : Penggunaan Klinometer Dalam Menentukan Tinggi
Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar

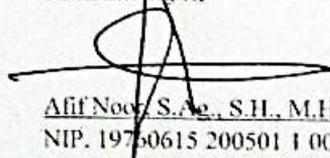
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat
segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 Juni 2017

Pembimbing II,



Afif Noor, S.Ag., S.H., M.Hum.
NIP. 19750615 200501 1 005



PENGESAHAN

Nama : Novi Ariyanti
NIM : 132611051
Fakultas / Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul : **PENGUNAAN KLINOMETER DALAM
MENENTUKAN TINGGI MATAHARI AWAL
WAKTU DZUHUR DAN ASHAR**

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

19 Juni 2017

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2016/2017 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.

Semarang, 20 Juni 2017

Dewan Penguji

Ketua Sidang

Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.
NIP. 19660407199103 1 004



Sekretaris Sidang

Afif Noor, S.Ag., S.H., M.Hum.
NIP. 19760615 200501 1 005

Penguji I

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

Penguji II

Dr. Rubi'i M.Ag.
NIP. 19730702 199808 1 002

Pembimbing I

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 19770512 199903 1 003

Pembimbing II

Afif Noor, S.Ag., S.H., M.Hum.
NIP. 19760615 200501 1 005

MOTTO

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ ۖ
إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Dirikanlah salat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat) (QS. Al-Isra' : 78)¹

¹ Departemen Agama RI, *Mushaf al-Qur'an Terjemah*, Jakarta: Al-Huda, 2012, hlm. 291.

PERSEMBAHAN

Skripsi yang penuh perjuangan dan menempuh perjalanan panjang ini saya persembahkan untuk:

PAPAH DAN MAMAH TERCINTA

Bapak Suhardi dan Ibu Susilawati

Dua belahan yang sudi membesarkan ku

Dua mutiara cinta yang menjadi alasan untuk tersenyum dan tetap bahagia,

dua insan mulia yang do'a-do'anya selalu mengiringi setiap langkah perjuangan. Terimakasih atas segala pengorbanan yang tak akan pernah bisa terbalas. Semoga kebaikan selalu menyertai mereka berdua.

TIGA ADIKKU TERSAYANG

Imam Waluya, Arief Rachman, dan Rabiul Ikhsan

Malaikat-malaikatku yang sedang mencari ilmu,

yang menjadi alasan bagi penulis sebagai seorang kakak untuk senantiasa berusaha menjadi yang terbaik agar dapat dicontoh dan diteladani.

Semoga kelak menjadi orang yang sukses dan diberi kelancaran dalam segala urusan serta diberi keberkahan oleh Allah SWT.

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.

Juga untuk orang-orang yang sedang belajar ataupun mengajarkan ilmu Falak, semoga keberkahan dan kemuliaan ilmu falak dapat memberkahi dan memuliakan kita di dunia dan di akhirat

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, 12 Juni 2017



Novi Ariyanti

NIM : 132611051

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” mislanya 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

Klinometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian suatu objek dengan memanfaatkan sudut elevasi. Klinometer bisa digunakan untuk menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar. Namun di era modern ini, alat-alat yang digunakan untuk menghitung tinggi matahari sudah semakin berkembang. Untuk menghasilkan tinggi matahari yang akurat, perlu ditunjang dengan alat yang mempunyai ketelitian tinggi pula, seperti Theodolite. Sayangnya, alat ini terlalu mahal dan kurang praktis jika digunakan oleh masyarakat. Klinometer adalah sebuah alat yang sederhana, dimana penggunaannya pun sangat praktis yaitu arahkan ujung klinometer pada objek, lihat pada skala berapa benang terjatuh, dan hasilnya akan langsung terbaca pada *busur derajat* dalam klinometer. Karena kesederhanaan dan kepraktisannya, peneliti tertarik untuk menjadikan klinometer sebagai kajian penelitian skripsi.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana metode perhitungan menggunakan Klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dan 2) Bagaimana keakuratan klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar.

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 dan dokumentasi selama penelitian dilakukan. Sementara data sekunder didapat melalui penelitian-penelitian terdahulu maupun tulisan-tulisan berupa buku, jurnal, majalah ataupun artikel-artikel ilmiah yang berkaitan dengan kajian penelitian ini. Setelah data terkumpul, penulis menganalisis menggunakan metode analisis deskriptif yaitu menggambarkan hasil yang terdapat dalam klinometer dengan theodolite.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan penting. Pertama bahwa metode penentuan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar pada klinometer menggunakan metode observasi dimana cara penggunaannya adalah dengan mengarahkan ujung klinometer ke objek yang akan dibidik, membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang, kemudian hasil akan langsung terbaca pada *busur derajat* tersebut. Kedua, tingkat akurasi metode pengukuran tinggi matahari

menggunakan alat klinometer kurang akurat. Hasil tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar menggunakan klinometer dengan praktek di lapangan menggunakan theodolite terdapat selisih $0^{\circ} 07' 55''$ hingga $1^{\circ} 72' 65''$. Selisih tersebut dipengaruhi karena tidak adanya tiang penyangga pada klinometer, bandul yang mudah bergeser ketika tertiup angin, dan skala pada klinometer yang terlalu jauh yaitu sebesar 5^0 .

Key word : Klinometer, tinggi matahari, waktu dzuhur dan ashar

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Penggunaan Klinometer Dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar** dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat - sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya Islam dan masih berkembang hingga saat ini.

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

1. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau Alhamdulillah skripsi ini terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.
2. Afif Noor, S. Ag., S.H., M.Hum selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau Alhamdulillah skripsi ini terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.
3. Drs. H. Slamet Hambali, M.SI selaku dosen wali yang selalu sabar memotivasi untuk terus belajar.
4. Drs. H. Maksun, M. Ag selaku Ketua Program Studi Ilmu Falak, Dra. Hj. Noor Rosyidah, M. S. I selaku sekretaris Program Studi

Ilmu Falak dan Ibu Siti Rofiah, S.Hi, SH, M.Hi, M.Si selaku Bendahara Program Studi Ilmu Falak serta seluruh Dosen Pengajar di lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah membekali berbagai pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi.

5. Pimpinan Perpustakaan Universitas dan Fakultas yang telah memberikan izin dan layanan perpustakaan yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orangtuaku, Bapak Suhardi dan Ibu Susilawati serta seluruh keluarga besarku yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan dan semangat.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag. selaku Pengasuh Ponpes Life Skill Daarun Najaah, yang banyak memberi motivasi, Ibu Nyai yang penyabar dan seluruh teman yang di pondok.
8. Temanku yang dibaikkan hatinya oleh Allah swt, yang setia menemani peneliti selama penelitian berlangsung di Perum BPI Ngaliyan, Semarang, Mak Endang.
9. Muhammad Farid Azmi, atas bimbingan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman putri utara yang telah menyemangati untuk lulus dan yang telah menjelma menjadi keluargaku di tanah rantau : Mbak Fitri, Ela, Mak Tun, Fika, Zuma, Nila, Maulida, Isna, Ita, Uyun, Naila, Aida, Rizqin, Aping, Nana, kalian semua kocak, rame. Tanpa kalian mungkin hari-hariku tak berwarna.
11. Teruntuk FARIABEL yang selalu di hati, atas kebersamaannya selama berjuang dalam Ilmu Falak di tanah rantau, atas suka duka, tawa tangis dan setiap peluh yang telah diberikan, mantap jiwa untuk kalian semua : mbak Haya, Linda, Mak Endang, Iqna, mbak Rohem, Rini, Akatina, Nazla, Titin, mbak Meta, Umi, Farid, Riza, (alm.) mas Zu, Restu, Ainul, Ibad, Anas, Fawaid, Rifqi, Farih, Dimas, Munir, Rozikin, Muklisin, Hidayat. Salam super. Semangat untuk kalian semua.

12. Seseorang yang selalu ada dan selalu memotivasi penulis karena dia adalah sumber inspirasi bagi penulis. Semoga sehat dan sukses selalu untukmu.
13. Serta seluruh pihak-pihak yang turut membantu mensukseskan proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

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

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

Semarang, 9 Juni 2017
Penulis

Novi Ariyanti
NIM. 132611051

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.....	x
HALAMAN KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xiv
HALAMAN DAFTAR GAMBAR	xvii
HALAMAN DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	9
E. Telaah Pustaka.....	10
F. Metode Penelitian.....	15
1. Jenis Penelitian.....	16
2. Sumber Data.....	16
3. Teknik Pengumpulan Data	18
4. Teknik Analisis Data	20
G. Sistematika Penulisan.....	21

BAB II	FIQIH AWAL WAKTU SALAT	
	A. Definisi Awal Waktu Salat	23
	B. Waktu-waktu Salat	27
	1. Dasar Hukum Waktu Salat	27
	a. Dasar Hukum dari Al-Qur'an	28
	b. Dasar Hukum dari Hadis	31
	2. Kajian Astronomi Waktu-waktu Salat	33
	C. Pendapat Ulama Tentang Awak Waktu Salat Dzuhur dan Ashar	46
	D. Metode Perhitungan Awal Waktu Salat	48
BAB III	PENGGUNAAN KLINOMETER DALAM	
	MENENTUKAN TINGGI MATAHARI AWAL	
	WAKTU DZUHUR DAN ASHAR	
	A. Klinometer Secara Umum	53
	1. Pengertian Klinometer	53
	2. Bagian – bagian Klinometer	54
	3. Kegunaan Klinometer	55
	B. Penggunaan Klinometer	56
	C. Klinometer Sebagai Bagian dari Matematika ..	59
	D. Aplikasi Klinometer Dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar	63
BAB IV	UJI AKURASI KLINOMETER DALAM	
	PENENTUAN TINGGI MATAHARI AWAL WAKTU	
	DZUHUR DAN ASHAR	
	A. Analisis Penggunaan Klinometer Dalam Penentuan Tinggi Matahari Waktu Dzuhur dan Ashar	71

B. Analisis Tingkat Akurasi Klinometer Dalam Penentuan Tinggi Matahari Waktu Dzuhur dan Ashar.....	76
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	85
B. Saran.....	86
C. Penutup.....	87

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Klinometer.....	54
Gambar 2. Hasil Praktek 1 untuk awal waktu dzuhur.....	77
Gambar 3. Hasil Praktek 1 untuk awal waktu ashar	77
Gambar 4. Hasil Praktek 2 untuk awal waktu dzuhur.....	78
Gambar 5. Hasil Praktek 2 untuk awal waktu ashar	78
Gambar 6. Hasil Praktek 3 untuk awal waktu dzuhur.....	79
Gambar 7. Hasil Praktek 3 untuk awal waktu ashar	79
Gambar 8. Hasil Praktek 4 untuk awal waktu dzuhur.....	80
Gambar 9. Hasil Praktek 4 untuk awal waktu ashar	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur	81
Tabel 2. Tinggi Matahari Awal Waktu Ashar	81

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Klinometer merupakan alat sederhana untuk mengukur *sudut elevasi*¹ antara garis datar dan sebuah garis yang menghubungkan sebuah titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak (ujung) sebuah objek. Aplikasinya digunakan untuk mengukur tinggi (panjang) suatu objek dengan memanfaatkan sudut elevasi. Dengan kata lain fungsi atau kegunaannya adalah untuk menentukan besar sudut elevasi dalam mengukur tinggi obyek secara tidak langsung.²

Disebut pengukuran tidak langsung dikarenakan panjang sebenarnya dari objek yang akan datang diukur setelah diketahui melakukan perhitungan berdasarkan pengamatan yang telah diperoleh dengan klinometer tersebut, contoh secara umumnya, akan didapat sudut dan jarak pengamat dengan gedung, kemudian

¹ Sudut elevasi adalah sudut yang dibentuk oleh arah horizontal dengan arah pandangan mata pengamat ke arah atas. Lihat <http://www.konsep-matematika.com/2015/11/sudut-elevasi-dan-depresi.html>, diakses pada tanggal 9 Desember 2016 pukul 21:00.

² <https://www.scribd.com/doc/4679159/Klinometer>, diakses pada tanggal 6 Desember 2016 pukul 11:17.

dengan bantuan pengetahuan *trigonometri*³, akan dapat dihitung tinggi gedung tersebut.⁴ Tinggi yang dimaksud dalam pengukuran tidak langsung ini adalah menggunakan besaran panjang, karena yang dibutuhkan pada pengukuran ini adalah tinggi secara nyata yaitu panjang dari tanah sampai pada ujung bendanya. Berbeda halnya jika objek yang akan diamati adalah benda langit, pengamatannya disebut pengamatan secara langsung karena yang dibutuhkan adalah tinggi menurut sudut elevasinya.

Untuk mengukur ketinggian suatu benda langit, bisa dihitung dari horizon yang dilihat oleh pengamat sampai benda langit itu. Horizon ialah batas pandang yang menunjukkan perpotongan bola langit dengan permukaan Bumi bagi si pengamat dan karenanya disebut sebagai kaki langit atau ufuk.⁵ Tempat yang baik untuk dapat melihat ufuk adalah tempat terbuka, tanpa penghalang pandangan, seperti di permukaan laut

³ Trigonometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *trigono* artinya “tiga sudut” dan *metro* artinya “mengukur”. Jadi trigonometri adalah sebuah cabang matematika yang berhadapan dengan sudut segitiga dan fungsi trigonometrik, seperti sinus, kosinus, dan tangen.

⁴ Rahayu Kariadinata, *Trigonometri Dasar*, Bandung: Pustaka Setia, 2013, hlm. 18.

⁵ Ichtijanto SA, dkk, *Almanak Hisab Rukyat Badan Hisab & Rukyat Dep. Agama*. Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981, hlm. 116.

atau di padang yang luas. Sehingga horizon terlihat seperti garis panjang yang melengkung sejauh mata memandang.⁶

Penentuan awal salat tidak lepas dari penentuan tinggi matahari, karena salat lima waktu tidak bisa dilakukan sembarang waktu, tetapi harus mengikuti waktu-waktu yang telah ditentukan berdasarkan Al-Qur'an dan Hadits.⁷ Namun kenyataannya banyak masyarakat dalam beribadah terutama salat, masih terpaku dengan pendapat para ulama', sedangkan para ulama' juga masih banyak perbedaan pendapat tentang waktu salat.

Jika ingin mengetahui waktu salat, maka seseorang bisa menghitung sendiri melalui pergerakan semu matahari mengelilingi bumi. Dengan menghitung pergerakan matahari tersebut, ia dapat mengetahui waktu salat di daerahnya masing – masing. Apabila ingin mengetahui permulaan hari dalam Islam,

⁶ <http://erwandigunawandy.blogspot.co.id/2015/05/blog-post.html>, diakses pada tanggal 15 Desember 2016 pukul 17:40.

⁷ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Lazuardi, 2001, hlm. 73.

seseorang juga tinggal mengamati fenomena alam yang terjadi ketika matahari terbenam.⁸

Secara syar'i, umat muslim terikat pada waktu-waktu yang sudah ditentukan. Sebagaimana firman Allah SWT:

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقْبُوا الصَّلَاةَ ۗ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Artinya: Kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardhu yang ditentukan waktu-nya atas orang-orang yang beriman. (QS. An-Nisa: 103)⁹

Waktu-waktu pelaksanaan shalat telah diisyaratkan oleh Allah SWT dalam ayat-ayat al-Qur'an, yang kemudian dijelaskan oleh Nabi SAW dengan amal perbuatannya sebagaimana hadits-hadits yang ada. Hanya saja waktu-waktu yang ditunjukkan oleh al-Qur'an dan hadits Nabi hanya berupa fenomena alam, yang kalau tidak menggunakan ilmu falak akan mengalami kesulitan dalam menentukan awal waktu salat.¹⁰ Untuk menentukan awal

⁸ Ahmad Adib Rofiuddin, *Penentuan Hari Dalam Sistem Kalender Hijriah*, Jurnal AI – Ahkam Walisongo, Volume 26, Nomor 1, April 2016, hlm. 120.

⁹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Bandung: Diponegoro, 2007, hlm. 138.

¹⁰ Muhyiddin Khazin, *ILMU FALAK Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, hlm. 79.

waktu dzuhur misalnya, kita harus keluar rumah melihat matahari berkulminasi. Dan untuk menentukan awal waktu ashar kita harus keluar rumah dengan membawa tongkat kemudian mengukur dan membandingkan antara panjang tongkat itu dengan panjang bayangannya.¹¹

Dalil yang dijadikan landasan dalam menetapkan awal waktu salat bersifat interpretatif, sebagai implikasinya muncul perbedaan dalam menetapkan awal waktu salat.¹² Salat yang diwajibkan pada kita dalam sehari semalam ada lima waktu. Mengenai waktu pelaksanaannya, Allah SWT hanya memberikan isyarat, sebagaimana firmanNya dalam Al-Qur'an yang berbunyi:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنِ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Artinya: Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat). (QS. Al-Israa' : 78)¹³

¹¹ *Ibid.*

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

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

Ayat ini menerangkan bahwa waktu-waktu salat yang lima itu dimulai tergelincirnya matahari untuk waktu salat dzuhur dan ashar, sampai gelap malam waktu maghrib dan isya, kemudian salat subuh di waktu fajar.

Al-Qur'an telah banyak menjelaskan tentang waktu-waktu beribadah, misalnya dalam Al-Qur'an dan Hadits telah dijelaskan tentang waktu shalat diantaranya:¹⁴

1. Waktu dzuhur: dimulai sejak matahari tergelincir sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya sampai tibanya waktu shalat ashar.
2. Waktu ashar: dimulai saat panjang bayang-bayang suatu benda sama dengan panjang bayang-bayang pada saat matahari berkulminasi sampai tiba waktu maghrib.
3. Waktu maghrib : dimulai sejak matahari terbenam sampai tibanya waktu isya'.
4. Waktu isya': dimulai akhirnya waktu maghrib hingga hilang mega merah sampai separuh malam dan akhir shalat isya' adalah terbitnya fajar.

¹⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyah dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Komala Grafika, 2006, hlm. 56-57.

5. Waktu subuh: dimulai sejak terbit fajar sampai terbitnya matahari.

Seiring dengan berkembangnya teknologi manusia, berbagai kemudahan diciptakan untuk membuat manusia lebih mudah dalam segala hal termasuk dalam beribadah khususnya salat fardhu, perkembangan dalam penentuan waktu salat dapat dilihat dari alat-alat yang digunakan untuk menghitungnya, misalnya *Theodolite*¹⁵, *Tongkat Istiwa*¹⁶, *Jam Matahari (Bencet)*¹⁷, dan *Rubu' Mujayyab*¹⁸. Masing-masing alat tersebut memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda. Klinometer pun bisa digunakan untuk mengukur ketinggian matahari dan bulan.

¹⁵ Theodolite merupakan instrumen optik survei yang digunakan untuk mengukur sudut dan arah yang dipasang pada tripod. Alat ini menentukan suatu posisi dengan tata koordinat horizon, vertikal secara digital, dan mengukur sebuah bintang di langit. (Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag, *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 54 – 55).

¹⁶ Tongkat istiwa' berfungsi sebagai alat bantu untuk menentukan arah utara-selatan sejati dengan menggunakan bantuan sinar matahari.

¹⁷ Sundial merupakan alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar matahari. Alat ini berguna untuk mengetahui waktu Matahari hakiki, tanggal Syamsiah serta untuk mengetahui pranotomongso.

¹⁸ Rubu' Mujayyab adalah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran yang sangat berguna untuk menghitung fungsi goneometris serta berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. (Muhyiddin Khazin, *ILMU FALAK Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, hlm.16).

Dengan adanya klinometer ini akan menjadi sebuah khasanah baru dalam memperkaya alat-alat falak yang telah ada serta diharapkan akan menjadi solusi terkait alat pengukur ketinggian yang akurat dan murah, mengingat bahwa klinometer merupakan alat yang sederhana dengan busur yang diberi pipa serta bandul dan praktis karena kita bisa membuatnya sendiri dan bisa digunakan dengan mudah.

Dari penjelasan tersebut kemudian menjadi landasan oleh peneliti untuk tertarik meneliti dan mengkaji lebih dalam mengenai penentuan ketinggian matahari waktu shalat dzuhur dan ashar dengan menggunakan klinometer. Maka dari itu disusun penelitian dalam bentuk skripsi ini dengan judul: **Penggunaan Klinometer dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan diangkat penulis untuk menjadi pokok permasalahan dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana metode perhitungan klinometer dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu dzuhur dan ashar?
2. Bagaimana keakuratan klinometer dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu dzuhur dan ashar?

C. Tujuan Penelitian

Atas dasar pokok permasalahan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui metode perhitungan klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur dan ashar.
2. Untuk mengetahui serta mengevaluasi tingkat keakurasian metode klinometer sebagai instrument penentu ketinggian matahari.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti sendiri semoga melalui penelitian ini bisa memperkaya khazanah keilmuan intelektualitas di bidang Ilmu Falak, terutama yang terkait dengan penentuan ketinggian matahari

2. Bagi kalangan akademisi, dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber informasi ilmiah guna melakukan pengkajian lebih lanjut dan mendalam tentang akurasi klinometer.
3. Menambah wawasan dalam memahami metode klinometer dalam menentukan ketinggian matahari waktu shalat dzuhur dan ashar.
4. Penelitian ini diharapkan bisa dijadikan sebagai titik awal dari penelitian selanjutnya.
5. Menjadi karya ilmiah yang dapat dijadikan informasi dan rujukan bagi semua orang, baik para ahli falak maupun pencinta ilmu falak dan peneliti di kemudian hari.

E. Telaah Pustaka

Banyak tulisan yang membahas tentang awal waktu shalat secara global, akan tetapi belum ada buku yang secara spesifik membahas tentang waktu shalat lima waktu secara khusus, buku yang membahas tentang awal waktu shalat seperti buku Ahmad Izzuddin yang berjudul *Fiqh Hisab Rukyah (Menyatukan NU Dan*

Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Bulan Ramadhan)¹⁹ dan *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyah dan Solusi Permasalahannya)* yang didalamnya menjelaskan tentang arah kiblat, waktu shalat, awal bulan qamariyah dan gerhana.²⁰

Karya lain yaitu *Ilmu Falak (Dalam Teori dan Praktek)*²¹ karya Muhyiddin Khazin yang menjelaskan diantaranya bagaimana kedudukan matahari awal waktu shalat dan langkah perhitungannya serta dalil yang mendasarinya. Kemudian *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*²² karya Slamet Hambali dimana beliau adalah salah satu ahli falak sekaligus dosen falak. Dalam bukunya beliau menjelaskan tentang cara penentuan sekaligus cara perhitungan awal waktu shalat seluruh dunia.

¹⁹ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Bulan Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha)*, Jakarta: Erlangga, 2007.

²⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyah dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Komala Grafika, 2006.

²¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (Dalam Teori dan Praktik)*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

²² Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.

Penelusuran penulis belum menemukan tulisan secara spesifik dan mendetail membahas tentang penggunaan klinometer dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu dzuhur dan ashar, namun demikian ada beberapa tulisan/penelitian yang berhubungan dengan masalah ketinggian benda langit baik itu melalui perhitungan atau metode penentuan menggunakan alat, di antaranya adalah :

Skripsi Ayuk Khoirunnisak²³ tahun 2011, S.I Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang berjudul "*Studi Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)*". Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat explanatory karena penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan fakta-fakta yang di lapangan akan tetapi juga melakukan eksplorasi terkait dengan ketinggian matahari, yang selanjutnya digunakan untuk menjelaskan hubungan antara dua variabel (nilai ketinggian matahari dengan kemunculan fajar shadiq). Data-data tersebut

²³Ayuk Khoirunnisak, Mahasiswa fakultas Syariah Konsentrasi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, wisuda pada tahun 2011 dengan judul skripsi "STUDI ANALISIS AWAL WAKTU SHALAT DZUHUR (KAJIAN ATAS RELEVANSI NILAI KETINGGIAN MATAHARI TERHADAP KEMUNCULAN FAJAR SHADIQ)".

kemudian dianalisis dengan metode deskriptif analitis dan fenomenologi.

Skripsi Siti Mufarrohah²⁴ tahun 2010, S.I Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, Semarang berjudul "*Konsep Awal Waktu Salat Asar Imam Syafi'idan Hanafi (Uji Akurasi Berdasarkan Ketinggian Bayang-bayang Matahari di Kabupaten Semarang)*". Penelitian ini bersifat lapangan (*field research*) dimana data primernya adalah data-data pengamatan dan rumus waktu salat Asar yang dikomperatifkan dengan hasil observasi yang dilakukan di Kabupaten Semarang dan data sekundernya adalah seluruh buku, tulisan, hasil dan makalah-makalah yang berkaitan dengan objek penelitian. Dimana data-data tersebut kemudian dianalisa dengan menggunakan metode *verivikatif*.

Skripsi Firdos²⁵ tahun 2015, S.I Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, Semarang berjudul "*Studi Analisis Ilmu Falak*

²⁴ Siti Mufarrohah, Mahasiswa Fakultas Syariah Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang wisuda pada tahun 2010 dengan judul skripsi "KONSEP AWAL WAKTU SALAT ASAR IMAM SYAFI'I DAN HANAFI (UJI AKURASI BERDASARKAN KETINGGIAN BAYANG-BAYANG MATAHARI DI KABUPATEN SEMARANG)".

²⁵ Firdos, Mahasiswa Fakultas Syariah Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang wisuda pada tahun 2015 dengan judul skripsi "STUDI ANALISIS ILMU FALAK TERHADAP WAKTU DUHA DENGAN

terhadap Waktu Duha dengan Perkiraan Ketinggian Matahari Satu Tombak dan Dua Tombak". Penelitian ini penelitian jenis kualitatif dengan menggabungkan metode *Library research* (studi kepustakaan) dan *field research* (studi lapangan). Melakukan observasi matahari ketika mencapai tinggi kira-kira satu tombak atau dua tombak. Untuk menghasilkan penelitian yang optimal, peneliti juga menganalisis data menggunakan metode analisis kualitatif dengan dua cara yakni *deskriptif analitis* dan *verifikatif analitis*.

Skripsi Ahmad Noor Solikhin²⁶ tahun 2014, S.I Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, Semarang berjudul "*Studi Akurasi Jam Istiwa Sebagai Penunjuk Waktu Salat Zuhur dan Ashar di Masjid Agung Surakarta*". Penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*) yang bersifat kualitatif karena penelitian ini lebih mengarah kepada pengambilan data-data lapangan saat waktu zuhur dan ashar. Maka dari itu peneliti melakukan observasi di

PERKIRAAN KETINGGIAN MATAHARI SATU TOMBAK DAN DUA TOMBAK)".

²⁶ Ahmad Noor Solikhin, Mahasiswa Fakultas Syariah Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang wisuda pada tahun 2014 dengan judul skripsi "STUDI AKURASI JAM ISTIWA' SEBAGAI PENUNJUK WAKTU SALAT ZUHUR DAN ASAR DI MASJID AGUNG SURAKARTA".

Masjid Agung Surakarta sebagai upaya pencarian data dan peneliti jadikan sebagai data primer yang dilengkapi dengan data-data sekunder. Analisis yang digunakan adalah *deskriptif analisis*, yaitu untuk menjelaskan data-data observasi maupun dari buku tentang Jam Istiwa' agar didapat kesimpulan. Peneliti juga menggunakan analisis verifikatif untuk membuktikan tentang metode penggunaan dan pemasangan Jam Istiwa' berdasarkan *equatorial sundial*. Selanjutnya melakukan verifikasi dengan Software Win Hisab guna mengetahui kesesuaian antara kedua data tersebut dan mengetahui keakuratan dari Jam Istiwa' tersebut.

Melihat karya-karya tersebut di atas, sepanjang penelusuran dan pengetahuan penulis, belum ada tulisan atau penelitian berupa skripsi yang secara spesifik membahas tentang penggunaan klinometer dalam penentuan ketinggian matahari waktu shalat dzuhur dan ashar. Sehingga menurut penulis, tema ini layak dan sangat menarik serta dapat dikaji dan diteliti lebih lanjut.

F. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian skripsi ini, metode yang penulis pakai adalah sebagai berikut :

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif²⁷ yakni riset yang bersifat deskriptif yaitu jenis penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat ini dan cenderung induktif.²⁸ Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*)²⁹ yaitu penelitian yang dilakukan dilapangan, yang berarti bahwa datanya diambil dari lapangan. Dalam hal ini penulis menggunakan klinometer sebagai instrumen utama dalam mengumpulkan data-data di lapangan terkait dengan tinggi matahari awal waktu dzuhur dan ashar.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.³⁰ Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu:

²⁷ Yaitu suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarakan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena sosial dan masalah manusia. Lihat Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, hlm. 33

²⁸ Juliansyah Noor, *Metodologi ...*, hlm. 34

²⁹ Jusuf Soewadji, *Pengantar Metodologi Penelitian*, Jakarta: Mitra Wacana Media, 2012, hlm. 21

³⁰ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet-5, 2004, hlm. 91.

a. Data Primer³¹

Data primer untuk penelitian yang bersifat *field research* ini adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang dikumpulkan secara khusus dan tentu berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti,³² yaitu data yang didapat melalui observasi dengan menggunakan Klinometer secara langsung terkait dengan ketinggian matahari awal waktu dzuhur dan ashar.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari objek penelitian. Sehingga untuk memperjelas penelitian ini, penulis akan memperoleh data sebagai pendukung data primer melalui penelitian-penelitian terdahulu maupun tulisan yang berupa buku, jurnal, majalah

³¹ 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, hlm. 82.

³² Tim Penyusun Fakultas Syari'ah, Pedoman Penulisan Skripsi, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, hlm. 12.

ataupun artikel ilmiah yang berkaitan dengan kajian penelitian ini.³³

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini metode yang digunakan oleh penulis antara lain sebagai berikut :

a. Observasi³⁴

Merupakan metode pengumpulan data dengan mengamati langsung peristiwa yang sedang terjadi untuk mendapatkan data-data valid dari kemungkinan hal-hal, perilaku dan sebagainya saat kejadian tersebut berlangsung.³⁵

Penulis mengaplikasikan alat secara langsung, digunakan untuk mengecek alat serta mendapat data di lapangan. Hal tersebut membantu menentukan hasil yang

³³ *Ibid.*

³⁴ Observasi merupakan suatu proses pengamatan yang kompleks, dimana peneliti melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian. Lihat Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Pedoman Penulisan Skripsi, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, 2012 hlm. 13.

³⁵ Moh. Nazir, Metode Penelitian, Jakarta : Ghalia Indonesia, Cet 3, 1988, hlm. 212 - 213.

diperoleh kemudian diverifikasikan dengan theodolite yang dianggap lebih akurat.

b. Dokumentasi

Metode ini digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan melalui catatan-catatan dan sejenisnya,³⁶ dokumen adalah segala catatan baik berbentuk catatan dalam kertas maupun elektronik.³⁷ Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan beberapa informasi, pengetahuan, fakta dan data. Dengan demikian, maka dapat dikumpulkan data-data dengan kategorisasi dan klasifikasi bahan-bahan tertulis yang berhubungan dengan masalah penelitian, baik dari sumber dokumen, buku-buku, jurnal ilmiah, koran, majalah, website dan lain-lain. Metode ini bertujuan untuk memperoleh data primer yang berkaitan dengan ketinggian matahari.³⁸

³⁶ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, 2002, hlm. 206.

³⁷ Samiaji Sarosa, *Penelitian Kualitatif: Dasar-dasar*, Jakarta: PT Indeks, 2012, hlm. 61.

³⁸ Tim Penyusun Fakultas Syari'ah, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, hlm. 16.

4. Teknik Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil catatan lapangan, observasi, dan dokumentasi dengan cara menjabarkan dan membuat kesimpulan yang dapat dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.³⁹

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

Proses analisis dimulai dari pengumpulan data untuk menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur dan ashar. Kemudian hasilnya disamakan dengan theodolite, apakah sama atau berbeda sehingga diketahui selisih antara klinometer dengan theodolite. Hasil tersebut dapat disimpulkan untuk mengetahui tingkat akurasi klinometer.

³⁹ Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2012, hlm. 89.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami dan mempelajari skripsi ini, secara garis besar penulisan disusun per bab yang terdiri dari lima bab, yang di dalamnya diperjelas dengan sub-sub pembahasan. Untuk lebih jelasnya, sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dimuat, latar belakang penelitian ini dilakukan, rumusan masalah yang hendak diteliti sebagai pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya telaah pustaka, metode penelitian untuk menjelaskan teknis analisis yang dilakukan dalam penelitian, dan di kemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan skripsi.

BAB II TINJAUAN UMUM AWAL WAKTU SHALAT

Dalam bab ini membahas tentang definisi awal waktu shalat, waktu-waktu shalat, pandangan ulama' mengenai waktu salat dzuhur dan ashar, metode perhitungan awal waktu salat.

BAB III KLINOMETER DALAM KERANGKA MATEMATIKA

Pada bab ini menjelaskan tentang matematika dan klinometer secara umum, kajian klinometer sebagai bagian dari matematika dan aplikasi klinometer dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar.

BAB IV ANALISIS METODE PENENTUAN TINGGI MATAHARI WAKTU SHALAT DZUHUR DAN ASHAR DENGAN KLINOMETER

Pada bab ini menjelaskan hasil dari klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dan uji akurasi tinggi matahari awal Dzuhur dan Ashar yang kemudian dicocokkan dengan kondisi di lapangan menggunakan theodolite.

BAB V PENUTUP

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

BAB II

FIQH HISAB AWAL WAKTU SALAT

A. Definisi Awal Waktu Salat

Salat dalam Islam menempati posisi yang tidak bisa disamakan dengan ibadah yang lain. Salat adalah tiang agama, yang dengan tanpa salat Islam tidak dapat berdiri. Salat merupakan ibadah yang pertama kali diwajibkan oleh Allah SWT, dimana perintahnya disampaikan secara langsung pada malam Mi'raj dengan tanpa ada perantara.¹

Waktu – waktu salat yang dimaksud disini adalah sebagaimana yang biasa diketahui oleh masyarakat, yaitu waktu – waktu salat lima waktu, yakni dzuhur, ashar, maghrib, isya' dan subuh ditambah waktu imsak, terbit matahari, dan waktu dhuha. Waktu – waktu salat telah diisyaratkan oleh Allah SWT dalam ayat al-Qur'an yang kemudian dijelaskan oleh Nabi SAW dengan amal perbuatannya sebagaimana hadis – hadis yang ada.²

¹ Sayyid Sabbiq, *FIKIH SUNAH*, Jakarta: Cakrawala Publishing, 2008, hlm. 158.

² Muhyiddin Khazin, *ILMU FALAK Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, hlm. 79.

1. Pengertian Salat Menurut Bahasa

Salat menurut bahasa (*lughot*) berasal dari kata *shala*, *yashilu*, *shalatan*, yang mempunyai arti do'a³, sebagaimana yang terdapat dalam al-Qur'an surat at-Taubah [9] ayat 103:

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

Artinya: “Ambillah zakat dari sebagian harta mereka, dengan zakat itu kamu membersihkan dan mensucikan mereka dan mendoalah untuk mereka. Sesungguhnya doa kamu itu (menjadi) ketenteraman jiwa bagi mereka. Dan Allah SWT Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui.”⁴ (QS. At-Taubah [9] : 103)

Salat juga mempunyai arti rahmat, dan juga mempunyai arti memohon ampunan seperti yang terdapat dalam al-Qur'an surat al-Ahzab [33] ayat 56 :

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

Artinya: “Sesungguhnya Allah dan malaikat – malaikatNya bershalawat untuk Nabi. Hai orang – orang yang beriman, bershalawatlah kamu untuk Nabi dan ucapkanlah salam penghormatan kepadanya.”⁵ (QS. al-Ahzab [33] ayat 56)

³ Kementerian Agama RI, *ILMU FALAK PRAKTIS*, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2013, hlm. 79.

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

⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 8, 2012, hlm. 37.

Digunakan istilah salat bagi ibadah ini adalah tidak jauh berbeda dari arti yang digunakan oleh bahasa diatas, karena di dalamnya mengandung do'a – do'a, baik yang berupa permohonan rahmat, ampunan, dan lain sebagainya.⁶

Dari ayat – ayat diatas, bisa didapat tiga tinjauan mengenai makna salat, diantaranya adalah: Pertama, salat bermakna do'a apabila kata salat berasal dari umat Islam yaitu mendo'akan nabi Muhammad SAW agar senantiasa memperoleh rahmat yang agung dari Allah SWT. Kedua, salat berarti permohonan ampunan untuk Nabi Muhammad SAW apabila kata salat itu berasal dari para malaikat. Ketiga, salat berarti pemberian rahmat yang agung dari Allah SWT apabila kata salat itu dari Allah SWT.⁷

2. Pengertian Salat Menurut Istilah

Salat menurut istilah berarti suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan takbiratul ihram dan

⁶ Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama/ IAIN di Jakarta Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam, *ILMU Fiqh*, Jakarta: Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama/ IAIN di Jakarta Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam, 1983, hlm. 79.

⁷ Muhammad Abdillah bin Abi Bakar bin, Mukhtar Ashihah, Beirut: Maktabah Lubnan Linasyir, 1995, Juz.I, hlm. 176.

diakhiri dengan salam, dengan syarat – syarat tertentu.⁸ Salat memiliki kedudukan yang urgent dalam Islam, karena salat merupakan salah satu rukun Islam⁹ yang harus ditegakkan sesuai dengan waktu - waktunya, kecuali dalam keadaan khusus dan tidak aman, sehingga dalam hal ini segala hal yang berkaitan dengan salat juga harus diketahui. Sebagaimana yang terdapat dalam ayat dibawah ini:

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَفُجُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا
الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَىٰ الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Artinya : “Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang – orang yang beriman.”¹⁰ (QS. An-Nisa’ [4] ayat 103)

Ayat tersebut menganjurkan kepada kita untuk melaksanakan salat sesuai dengan waktu – waktu yang ditentukan.

⁸ Lihat Imam Taqiyuddin Abi Bakar Muhammad Khusain, *Khifayah Al-Ahyar Fi Halli Gayah Al-Ihtisar*, Surabaya: Dar al Kitab Al Islam, Juz I, hlm. 82.

⁹ Salat termasuk rukun Islam yang paling utama setelah syahadat. Salat juga merupakan ibadah yang baik dan sempurna. Selain itu salat juga tersusun dari berbagai jenis ibadah seperti dzikir kepada Allah, membaca al-Qur’an, sujud, berdo’a, tasbih, dll. Lihat, Saleh al-Fauzan, al-Mulakhasul Fiqhi, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie, dkk, *Fiqh Sehari-hari*, Jakarta: Gema Insani Press, 2005, hlm. 58.

¹⁰ Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 2, 2012, hlm. 252.

Penentuan waktu tersebut adalah pembatasan terhadap waktu. Allah SWT telah menentukan waktu untuk salat, artinya Allah SWT telah menentukan batas – batas waktu tertentu untuk dilaksanakan salat di dalamnya.¹¹ Hal ini dikarenakan waktu merupakan salah satu syarat sah salat, sehingga Allah tidak akan menerima salat wajib seseorang kecuali jika dilaksanakan sesuai waktu yang telah ditentukan.

B. Waktu-waktu Salat

1. Dasar Hukum Waktu Salat

Sebagaimana telah dijelaskan diatas bahwasanya syarat sah salat adalah menjalankannya sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya. Waktu – waktu tersebut telah dicantumkan oleh Allah SWT dalam al-Qur'an dan kemudian diperjelas oleh Rasulullah SAW dalam hadis – hadis adalah sebagai berikut:

¹¹ Abdul Hayyie, *op.cit*, hlm. 66.

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

1) Surat an-Nisa' : 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Artinya: “Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”¹² (QS. An-Nisa' [4] ayat 103)

Kata (*موقوت*) *mauqutan* terambil dari kata (*وقت*)

waqt/ waktu. Dari segi bahasa kata ini digunakan dalam arti *batas akhir kesempatan atau peluang untuk menyelesaikan satu pekerjaan*. Setiap salat mempunyai waktu dalam arti dimana seseorang harus menyelesaikannya. Apabila masa itu berlalu, maka pada dasarnya berlalu juga waktu salat itu.¹³

Ada juga yang memahami kata ini dalam arti kewajiban yang berkesinambungan dan tidak berubah, sehingga firman-Nya melukiskan salat sebagai (*كتا با موقوتا*) *kitabau mauqutan* berarti salat adalah kewajiban yang tidak

¹² Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 2, 2012, hlm. 253.

¹³ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*, Jakarta: Lentera Hati, 2002, volume 2, hlm. 570.

berubah, selalu harus dilaksanakan, dan tidak pernah gugur apa pun sebabnya.¹⁴

2) Surat Taha [20]: 130

فَاصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا
وَمِنْ أَنَاءِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ

Artinya : “Maka sabarlah kamu atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum terbit matahari dan sebelum terbenamnya dan bertasbih pulalah pada waktu-waktu di malam hari dan pada waktu-waktu di siang hari, supaya kamu merasa senang.”¹⁵ (QS. Taha [20] ayat 130)

Pada ayat ini, Allah SWT memerintahkan agar senantiasa mengingat dan mensucikan Tuhan dengan bertasbih dan salat sebelum terbit matahari, sebelum terbenam matahari, dan di tengah malam. Memang dengan mengingat Allah SWT dan dengan salat seseorang dapat membebaskan dirinya dari kekalutan pikiran, kesedihan dan kebimbangan, Nabi Muhammad sendiri pernah berkata tentang faedah salat untuk menenteramkan hatinya.¹⁶

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 6, 2012, hlm. 211.

¹⁶ *Ibid*, hlm. 214.

3) Surat al-Isra' [17]: 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى عَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنِ الْفَجْرِ ۖ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ
كَانَ مَشْهُودًا

Artinya : “Dirikanlah salat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh¹⁷. Sesungguhnya salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).”¹⁸ (QS. Al-Isra' [17] ayat 78)

Pada ayat 78 ini memerintahkan agar Rasulullah saw mendirikan salat sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam, dan mendirikan salat Subuh. Maksudnya adalah mendirikan salat lima waktu, yaitu salat Dzuhur, Ashar, Maghrib, Isya' dan Subuh.¹⁹

Dalam pengertian sederhana, zawal berarti tergelincirnya matahari.²⁰ Zawal yang dimaksud adalah sebagai pertanda masuknya waktu dzuhur yang ditunjukkan oleh kata **لِذُلُوكِ الشَّمْسِ**. Zawal tersebut yaitu zawal yang

¹⁷ Ayat ini menerangkan waktu – waktu salat yang lima. Tergelincir matahari untuk waktu salat dzuhur dan ashar, gelap malam untuk waktu maghrib dan isya'.

¹⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Quran ...*, Jilid 5, 2012, hlm. 524.

¹⁹ *Ibid*, hlm. 525.

²⁰ Yaitu sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya. Lihat Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*, Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, 1994, hlm. 4.

tampak secara zahir bukan zawal yang sesungguhnya²¹, sebab zawal yang sesungguhnya telah terjadi sebelum nampak secara zahir.²²

b. Dasar Hukum dari Hadis, antara lain:

1) Dari Jabir bin Abdullah r.a. :

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَمَّنِي جِبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ عِنْدَ الْبَيْتِ مَرَّتَيْنِ فَصَلَّى بِي الظُّهْرَ حِينَ زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَتْ قَدَرُ الشِّرَاكِ وَصَلَّى بِي الْعَصْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ وَصَلَّى بِي يَعْنِي الْمَغْرِبَ حِينَ أَفْطَرَ الصَّائِمُ وَصَلَّى بِي الْعِشَاءَ حِينَ غَابَ الشَّفَقُ وَصَلَّى بِي الْفَجْرَ حِينَ حَزَمَ الطَّعَامُ وَالشَّرَابُ عَلَى الصَّائِمِ فَلَمَّا كَانَ الْغَدُ صَلَّى بِي الظُّهْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ وَصَلَّى بِي الْعَصْرَ حِينَ كَانَ ظِلُّهُ مِثْلِيهِ وَصَلَّى بِي الْمَغْرِبَ حِينَ أَفْطَرَ الصَّائِمُ وَصَلَّى بِي الْعِشَاءَ إِلَى ثُلُثِ اللَّيْلِ وَصَلَّى بِي الْفَجْرَ فَأَسْفَرَ ثُمَّ التَّمَّتْ إِلَيَّ فَقَالَ يَا مُحَمَّدُ هَذَا وَقْتُ الْأَنْبِيَاءِ مِنْ قَبْلِكَ وَالْوَقْتُ مَا بَيْنَ هَذَيْنِ الْوَقْتَيْنِ²³

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

²¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Waktu Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, Medan: LPPM UISU, 2016, hlm. 16

²² *Ibid.*

²³ Muhammad Nashirudin Al Albani, *Shahih Sunan Abu Daud*, Jakarta: Pustaka Azzam, 1998, Cet.I, hlm. 157.

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

2) Dari 'Abdullah bin 'Umar :

عن عبد الله بن عمرو رضي الله عنها؛ أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال: (وقت الظُّهر إذا زالت الشمس . وكان ظل الرجل كطوله . ما لم يحضر العصر . ووقت العصر ما لم تصفر الشمس . ووقت صلاة المغرب ما لم يغب الشفق . ووقت صلاة العشاء إلى نصف الليل الأوسط . ووقت صلاة الصبح من طُلوع الفجر . ما لم تطلع الشمس) (رواه مسلم)²⁴

Artinya: "Dari Abdullah Ibnu Amr r.a bahwa Rasulullah saw bersabda: "Waktu salat zuhur dimulai saat matahari tergelincir dan bayangan seseorang sama dengan tinggi tubuhnya, selama waktu asar belum tiba, waktu asar masuk selama matahari

²⁴ Imam Abi Husain Muslim bin Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz 1, Bairut-Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah, 1992, h. 427 hadits no. 612

belum menguning, waktu salat maghrib selama awan merah belum menghilang waktu salat isya hingga tengah malam dan waktu salat subuh semenjak terbitnya fajar hingga matahari belum terbit." (HR. Muslim).

Dari kedua hadits tersebut, waktu dzuhur bermula dari tergelincirnya matahari dari tengah – tengah langit dan berlangsung sampai bayangan sesuatu itu sama panjang dengan selain bayangan sewaktu tergelincir.

Hanya disunatkan *ta'khir* atau mengundurkan salat dzuhur itu dari awalnya waktu hari yang sangat panas sehingga tidak mengganggu kekhayukannya, sebaliknya disunatkan *ta'jil* atau menyegarkan pada saat – saat lain dari mereka.²⁵

2. Kajian Astronomi Waktu-waktu Salat

Berdasarkan keterangan dari dasar hukum waktu salat di atas, dapat dipahami bahwa dalam mengetahui awal hukum waktu – waktu salat adalah dengan mengenali tanda – tanda (fenomena) alam yang Allah jadikan sebagai pertanda masuknya waktu.²⁶ Dari uraian dasar hukum waktu salat tersebut, dapat diperinci ketentuan waktu – waktu salat sebagai berikut :

²⁵ Sayyid Sabbiq, *Fikih ...*, hlm. 212.

²⁶ Agus Hasan Bashari, Mamduh Farhan al-Buhairi, *Koreksi Awal Waktu Subuh*, Malang: Pustaka Qiblati, 2010, hlm. 2.

a. Waktu Dzuhur

Waktu dzuhur dimulai sejak matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya, sampai tibanya waktu Ashar. Dalam hadis dijelaskan bahwa Nabi SAW salat dzuhur saat matahari tergelincir dan disebutkan pula ketika bayang-bayang sama panjang dengan dirinya. Ini tidaklah bertentangan dengan dirinya.²⁷ Menurut Imam Syafi'i, apabila bayang-bayang sesuatu telah melampauinya, maka waktu Dzuhur telah berakhir dan masuk pada waktu Ashar, dan tidak ada pemisah di antara keduanya.²⁸

Waktu salat dzuhur dimulai ketika matahari terlepas dari titik kulminasi atas, yaitu ketika matahari berada di sudut waktu meridian maka pada saat itu menunjukkan sudut waktu 0° dan pada saat itu waktu menunjukkan jam 12 menurut waktu

²⁷ Ini tidaklah bertentangan sebab untuk daerah Saudi Arabia yang berlintang sekitar $20^\circ - 30^\circ$ utara pada saat matahari tergelincir panjang bayang – bayang dapat mencapai panjang bendanya bahkan lebih. Keadaan ini dapat terjadi ketika Matahari sedang berposisi jauh di selatan yaitu sekitar bulan Juni dan Desember.

²⁸ Lihat, Imam Syafi'i Abu Abdullah Muhammad bin Idris, *Mukhtashar Kitab Al Umm*, Jakarta: Pustaka Azzam, 2004

matahari hakiki.²⁹ Pada saat ini waktu pertengahan belum tentu menunjukkan jam 12, melainkan kadang masih kurang atau bahkan sudah lebih dari jam 12 tergantung pada nilai *equation of time*.³⁰

Waktu dzuhur dimulai sejak matahari tepat berada di meridian atas namun sudah mulai condong ke arah barat. Istilah yang sering digunakan dalam terjemahan bahasa Indonesia adalah tergelincirnya matahari (*zawalus syamsi*). Tergelincirnya matahari adalah waktu dimana posisi matahari berada di atas kepala kita, namun sedikit sudah mulai bergerak ke arah barat. Tentu ini tidak tepat berada di atas kepala, dan waktu dzuhur ini berakhir ketika panjang suatu benda menjadi sama dengan panjang benda itu sendiri.³¹

²⁹ Muhyiddin Khazin, *ILMU ...*, hlm. 87.

³⁰ *Equation of time* sering disebut dengan perata waktu yaitu antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu matahari rata – rata. Waktu matahari adalah waktu yang didasarkan pada peredaran matahari sebenarnya, yaitu pada waktu matahari mencapai titik kulminasi atas ditetapkan pada pukul 12.00, sedangkan waktu matahari rata – rata/pertengahan adalah waktu yang didasarkan pada peredaran artinya tidak pernah terlalu cepat dan tidak pernah terlalu lamban. Dan ini biasanya dinyatakan dengan huruf “e” kecil dan diperlukan dalam menghitung awal waktu salat. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, cet.II, hlm. 62.

³¹ Slamet Hambali, *Aplikasi Astronomi Modern Dalam Kitab As-Shalat Karya Abdul Hakim, Analisis Teori Awal Waktu Sholat dalam*

Oleh karena itu, waktu pertengahan pada saat matahari berada di meridian (Meridian Pass) dirumuskan dengan $MP = 12 - e$. Sesaat setelah waktu inilah sebagai permulaan waktu dzuhur menurut waktu pertengahan dan waktu ini pula lah sebagai pangkal hitungan untuk waktu – waktu salat lainnya.

Pada waktu zawal, yaitu ketika matahari melewati garis zawal/istiwa' (garis langit yang menghubungkan utara dan selatan) ada tiga kemungkinan arah bayangan benda yang berdiri tegak, yaitu :³²

- 1) Pertama : arah bayangan berada di utara benda tersebut, yaitu ketika matahari melintasi zawal, posisinya berada di belahan langit selatan, azimuth 180^0 .
- 2) Kedua : arah bayangan berada di selatan benda tersebut, yaitu ketika matahari melintasi zawal, posisinya berada di belahan langit utara, azimuth $0^0 / 360^0$.
- 3) Ketiga : tidak ada bayangan sama sekali, yaitu ketika matahari melintasi zawal, posisinya tepat berada di atas

Perspektif Modern, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, 2012, hlm. 18.

³² Ahmad Musonnif, *Ilmu ...*, hlm. 62.

zenith yakni posisi matahari berada pada sudut 90° diukur dari ufuk.

Pada saat kondisi pertama dan kedua, bayangan suatu benda sudah ada pada saat zawal, sehingga masuknya waktu dzuhur adalah bertambah panjangnya bayangan suatu benda tersebut sesaat setelah zawal.

Pada kondisi ketiga, pada saat zawal, suatu benda yang berdiri tegak tidak menimbulkan bayangan sedikitpun, sehingga masuknya waktu dzuhur adalah ketika terbentuknya/munculnya bayangan suatu benda sesaat setelah istiwa'/zawal. Panjang bayangan saat datangnya waktu dzuhur ini akan berpengaruh pada penentuan waktu ashar.³³

b. Waktu Ashar

Waktu salat ashar dimulai ketika waktu salat dzuhur sudah habis, yaitu ketika panjang bayangan suatu benda sama panjangnya dengan panjang benda itu sendiri. Dan selesai waktu salat ashar ketika matahari tenggelam di ufuk barat. Dalam hadits disebutkan bahwa Nabi melakukan salat ashar

³³ Ahmad Musonnif, *Ilmu ...*, hlm. 63.

pada saat panjang bayang – bayang sebuah benda sepanjang benda tersebut dan disebutkan juga saat panjang bayang – bayang dua kali panjang bendanya.³⁴

Jika matahari sedang berkulminasi, bayang – bayang sebuah tongkat yang terpancang tegak lurus di atas tanah, mempunyai panjang tertentu.³⁵

Ketika matahari berkulminasi atau berada di meridian (ketika awal waktu dzuhur) sesuatu yang berada pada tegak lurus yang berada pada permukaan Bumi belum pasti memiliki bayangan. Bayangan itu akan terjadi bila harga lintang tempat dan harga deklinasi berbeda. Harga besarnya deklinasi adalah Zm dimana zm adalah jarak sudut antara zenit dan matahari ketika berkulminasi sepanjang meridian³⁶, yakni $Zm = [\phi - \delta_0]$ (jarak antara Zenith dan Matahari adalah sebesar harga mutlak Lintang Tempat dikurangi deklinasi Matahari).

³⁴ Ahmad Musonnif, *Ilmu ...*, hlm. 20.

³⁵ Sayuthi Ali, *ILMU FALAK 1*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, cet.I, 1997, hlm. 32.

³⁶ Ahmad Izzuddin, *ILMU FALAK Praktis Metode Hisab – Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 86.

Berkaitan dengan kedudukan matahari atau tinggi matahari pada posisi awal waktu ashar ini dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal yang dirumuskan:

$$\text{Cotan Ashar } (h_0) = \text{Tan } Z_m + 1$$

Selanjutnya dihitung sudut waktu matahari awal ashar dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Cos } t_0 = \sin h_0 : \cos \phi \times \cos \delta_0 - \tan \phi \times \tan \delta_0$$

c. Waktu Maghrib

Waktu salat maghrib dimulai sejak matahari terbenam sampai dengan terbenamnya *syafaq* (mega merah). Mega merah adalah warna putih kemerah – merahan yang tampak di ufuk barat, kemudian warna tersebut sirna dan meninggalkan warna putih bersih, lalu menghilang.³⁷

Matahari dikatakan sedang terbenam, jika piringan matahari sudah seluruhnya berada di bawah ufuk (buat keadaan terbit berlaku syarat – syarat yang sama). Pada waktu itu garis

³⁷ Saleh bin Fauzan, *al-Mulakhasukl Fiqhi*, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie, dkk, *Fiqh Sehari-hari*, Jakarta: Gema Insani Press, 2005, hlm. 67.

ufuk bersinggungan dengan piringan matahari yang sebelah atas. Titik pusat matahari sudah agak jauh di bawah ufuk.³⁸

Perhitungan tentang kedudukan maupun posisi benda-benda langit termasuk matahari, pada mulanya adalah perhitungan kedudukan atau posisi titik pusat matahari diukur atau dipandang dari titik pusat bumi, sehingga dalam melakukan perhitungan tentang matahari terbenam kiranya perlu memasukkan Horizontal Parallaks³⁹ matahari, kerendahan ufuk atau Dip, refraksi⁴⁰ cahaya, dan semidiameter⁴¹ matahari. Hanya saja karena parallaks matahari itu terlalu kecil nilainya

³⁸ Sayuthi Ali, *op.cit*, hlm. 35

³⁹ Parallaks atau *Ikhtilaful Mandzar* adalah beda lihat, yakni beda lihat terhadap suatu benda langit bila dilihat dari titik pusat bumi dengan dilihat dari permukaan bumi. Lihat Muhyiddin Khazin, *ILMU FALAK Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, hlm. 136.

⁴⁰ Refraksi merupakan perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang dilihat dengan tinggi sebenarnya diakibatkan adanya embiasan sinar. Pembiasan ini terjadi karena sinar yang dipancarkan benda tersebut datang ke mata melalui lapisan atmosfer yang berbeda-beda tingkat kerenggangan udaranya, sehingga posisi setiap benda langit itu terlihat lebih tinggi dari posisi sebenarnya. Benda langit yang sedang menempati titik zenith, refraksinya 0°. Semakin rendah posisi suatu benda langit, refraksi paling besar yaitu sekitar 0° 34.5'. pada saat itu piringan atas benda langit itu bersinggungan dengan kaki langit. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, cet.II, hlm. 180.

⁴¹ Semidiameter adalah jarak titik pusat matahari dengan piringan lainnya. Data ini perlu diketahui untuk menghitung secara tepat saat matahari terbenam, terbit, dan sebagainya. *Ibid*.

yakni sekitar $00^{\circ} 00' 8''$ sehingga parallaks matahari dalam perhitungan waktu maghrib dapat diabaikan.⁴²

Atas dasar tersebut, kedudukan matahari atau tinggi matahari pada awal waktu maghrib dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal dirumuskan dengan :

$$h_{mg} = -(SD_0 + \text{Refraksi} + \text{Dip})$$

Perhitungan harga tinggi matahari pada awal waktu maghrib dengan rumus diatas sangat dianjurkan apabila untuk perhitungan awal bulan. Tetapi apabila untuk perhitungan awal waktu salat cukup dengan $h_{mg} = -1^{\circ}$.

d. Waktu Isya'

Waktu salat isya' dimulai dari hilangnya warna merah di ufuk barat sampai beberapa saat menjelang terbit fajar shadiq.⁴³ Begitu matahari terbenam di ufuk barat, permukaan bumi tidak otomatis langsung menjadi gelap. Hal demikian ini terjadi karena ada partikel-partikel berada di angkasa yang membiaskan sinar matahari, sehingga walaupun sinar matahari

⁴² Muhyiddin Khazin, *ILMU....*, hlm. 90.

⁴³ A Kadir, *FORMULA BARU ILMU FALAK (Panduan Lengkap dan Praktis Hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana)*, Jakarta: AMZAH, 2012, hlm. 60.

sudah tidak mengenai bumi namun masih ada bias cahaya dari partikel-partikel itu. Dalam ilmu falak dikenal dengan “*Cahaya Senja*” atau “*Twilight*”.⁴⁴

Ketika posisi matahari berada antara -12° sampai -18° di bawah ufuk permukaan bumi menjadi gelap, sehingga benda-benda di lapangan terbuka sudah tidak dapat dilihat batas bentuknya dan pada waktu itu, semua bintang baik yang bersinar terang maupun yang bersinar lemah sudah tampak. Mulai saat itulah para astronom memulai kegiatannya meneliti benda-benda langit. Keadaan seperti ini dalam astronomi dikenal dengan *Astronomical Twilight*.⁴⁵

Oleh karena pada posisi matahari -18° di bawah ufuk malam sudah gelap karena telah hilang bias partikel (mega merah), maka ditetapkan bahwa awal waktu isya’ apabila tinggi matahari -18° . Oleh sebab itu $h_{is} = -18^\circ$.⁴⁶

Waktu isya’ akan berakhir ketika fajar shadiq telah terbit, yaitu masuk waktu subuh. Ada juga yang berpendapat bahwa

⁴⁴ Muhyiddin Khazin, *ILMU...*, hlm. 91.

⁴⁵ *Ibid*, hlm. 92.

⁴⁶ Muhyiddin Khazin, *ILMU...*, hlm. 92.

akhir waktu salat isya' adalah sampai pertengahan malam, sedangkan waktu daruratnya adalah sampai fajar shadiq. Selain itu, ada juga yang berpendapat bahwa akhir waktu salat isya' adalah sampai berlalunya sepertiga malam, dan apabila seseorang telah luput dari sepertiga malam pertama, maka dianggap luput dari waktu isya' karena itu merupakan akhir waktunya.⁴⁷

e. Waktu Subuh

Waktu subuh dimulai setelah terbit fajar shadiq sampai terbit sang mentari. Pertanda munculnya fajar shadiq yaitu adanya sinar putih yang terbentang di ufuk timur. Fajar inilah yang dijadikan patokan beberapa ritus ibadah, seperti dimulainya waktu salat subuh, berakhirnya waktu isya' dan dimulainya Imsak (menahan diri) dari segala yang membatalkan puasa.⁴⁸

⁴⁷ Lihat Imam Syafi'I Abu Abdullah Muhammad bin Idris, *Mukhtashar kitab al-Umm fiil Fiqhi*, Mohammad Yasir Abd Muthalib, "Ringkasan Kitab Al-Umm", Jakarta: Pustaka Azzam, 2004, hlm. 115.

⁴⁸ A Kadir, *FORMULA BARU ILMU FALAK (Panduan Lengkap dan Praktis Hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana)*, Jakarta: AMZAH, 2012, hlm. 60.

Ada dua macam fajar, yaitu fajar kazib dan fajar shadiq. Fajar kazib adalah fajar yang *bohong* sesuai dengan namanya. Maksudnya adalah pada saat dini hari menjelang pagi, ada cahaya agak terang yang memanjang dan mengarah ke atas di tengah langit. Bentuknya seperti ekor Sirhan (*srigala*) kemudian langit menjadi gelap kembali.⁴⁹

Sedangkan fajar yang kedua adalah fajar shadiq, yaitu fajar yang benar – benar fajar yang berupa cahaya putih agak terang yang menyebar di ufuk timur yang muncul beberapa saat sebelum matahari terbit. Fajar inilah yang menandakan masuknya awal waktu subuh.⁵⁰

Jadi ada dua kali fajar sebelum matahari terbit, yaitu fajar kazib dan fajar shadiq. Selang beberapa saat setelah fajar shadiq, kemudian terbitlah matahari yang menandakan habisnya waktu subuh. Maka waktu antara fajar shadiq dan terbitnya matahari itulah yang menjadi waktu untuk salat subuh.

Disebutkan pula tentang kedua fajar ini, Rasulullah bersabda: “Fajar itu dua macam: Fajar yang (pertanda)

⁴⁹ Slamet Hambali, *Aplikasi ...*, hlm. 23.

⁵⁰ *Ibid.*

diharamkannya makan (bagi yang berpuasa) dan (pertanda) masuknya waktu salat (subuh); dan fajar yang dilarang padanya (belum masuk waktu) salat subuh, dan dihalalkan ketika itu makan.” (HR. Ibnu Khuzaimah dan Al-Hakim). Riwayat lain mengatakan: “Waktu salat subuh adalah mulai terbit fajar (shadiq) sampai beberapa saat sebelum terbit matahari.” (HR. Muslim dari Abdullah bin Umar).⁵¹

Waktu subuh pun ada bias cahaya partikelnya, yang disebut *Cahaya Fajar*. Hanya saja ada cahaya fajar lebih kuat daripada cahaya senja sehingga pada posisi matahari -20° di bawah ufuk timur bintang-bintang sudah mulai redup karena kuatnya cahaya fajar itu. Oleh karena itu ditetapkan bahwa $h_{sb} = -20^\circ$.⁵² Waktu subuh berakhir ketika piringan atas matahari muncul di ufuk timur.

⁵¹ A. Kadir, *Arah Kiblat dan Jadwal Salat Sehari-hari Keluarga Islami*, Palu: Yamura Press, 2003, cet.I, hlm. 19.

⁵² Muhyiddin Khazin, *ILMU...*, hlm. 92.

C. Pendapat Ulama Tentang Awal Waktu Salat Dzuhur dan Ashar

1. Waktu Salat Dzuhur

Waktu dzuhur dimulai ketika tergelincirnya matahari sampai pada saat bayang – bayang benda sama panjang dengan bendanya. Pendapat ini dikemukakan oleh jumur ulama termasuk Imam Abu Yusuf dan Muhammad bin Hasan Asy – Syaibani, keduanya merupakan *fuqaha* mazhab Hanafi. Alasan *syar'i* – nya firman Allah SWT diatas “*Dirikanlah salat dari sesudah matahari tergelincir.*” (QS. Al-Isra’ [17] : 78).⁵³

Seluruh ulama sepakat bahwa ketika matahari tergelincir,⁵⁴ maka ketika itu dinyatakan telah masuk waktu Dzuhur. Ketika bayang-bayang itu bertambah dan ukurannya telah sama panjang maka dalam kondisi ini waktu Dzuhur telah berakhir. Patokan ini menjadi ijma’ mengenai awal waktu Dzuhur.

⁵³ A Kadir, *FORMULA BARU ILMU FALAK (Panduan Lengkap dan Praktis Hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana)*, Jakarta: AMZAH, 2012, hlm. 58.

⁵⁴ Teungku Hasbi Ash-Shiddieqy, *Koleksi Hadits-hadits Hukum*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2011, hlm. 285.

2. Waktu Salat Ashar

Imam Syafi'i memberi standar waktu ashar apabila telah lewat (berlalu) bayang-bayang sesuatu yang telah sama panjang. An-Nawawi mengatakan menurut madzhab Syafi'i waktu ashar telah tiba apabila bayang-bayang suatu benda telah seukuran dengan benda itu tanpa bayang-bayang pada waktu zawal.⁵⁵

Sementara Abu Hanifah mengatakan waktu ashar dimulai ketika bertambahnya bayang suatu benda dua kali ukuran benda aslinya.⁵⁶ Nabi melakukan salat ashar pada saat panjang bayang-bayang dua kali panjang dirinya, ini terjadi ketika matahari kulminasi (panjang bayang-bayang sama dengan dirinya).⁵⁷ Secara umum, menurut Syafi'iyah waktu ashar tiba apabila bayang-bayang suatu benda telah sama panjang. Ketentuan ini telah menjadi kesepakatan mayoritas fuqaha. Asy-Syirazi mengatakan awal waktu salat ashar apabila bayang

⁵⁵ *Ibid*, hlm. 42.

⁵⁶ Tamhid Amri, *Shalat dalam Perspektif Syar'i*, Jurnal Asy-Syari'ah Volume 16, no.3, Desember 2014, hlm. 211.

⁵⁷ Departemen Agama RI, *Pedoman ...*, hlm. 5.

suatu benda telah seukuran benda itu, dan bayang-bayang telah bertambah sedikit.⁵⁸

D. Metode Perhitungan Awal Waktu Salat

Perhitungan awal waktu – waktu salat pada hakekatnya merupakan perhitungan untuk menentukan kapan (jam berapa) matahari mencapai kedudukan atau ketinggian tertentu sesuai dengan kedudukannya pada awal waktu – waktu salat tersebut.⁵⁹

Untuk melakukan perhitungan tersebut, maka diperlukan beberapa data diantaranya⁶⁰ :

- a. Perhatikan terlebih dahulu Bujur (λ) baik BB atau BT, Lintang (ϕ) dan tinggi tempat (TT) dari permukaan laut. Bujur (λ) dan Lintang (ϕ) dapat diperoleh melalui tabel, peta, *Global Position System* (GPS) dan lain – lain. Tinggi tempat (TT) dapat diperoleh dengan bantuan altimeter ataupun GPS. Tinggi tempat diperlukan untuk menentukan besar kecilnya Kerendahan ufuk (ku). Untuk mendapatkan kerendahan ufuk

⁵⁸ Departemen Agama RI, *Pedoman ...*, hlm. 43.

⁵⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu ...*, hlm. 93.

⁶⁰ Slamet Hambali, *ILMU ...*, hlm. 141.

(ku) dapat digunakan rumus : $ku = 0^{\circ} 1',76 \sqrt{TT}$ (TT yaitu tinggi tempat yang dinyatakan dalam satuan meter).

- b. Tentukan tinggi matahari (h_0) saat terbit atau terbenam dengan rumus: $h_0 \text{ terbit/terbenam} = - (ku + \text{ref} + \text{sd})$. Ref singkatan dari refraksi yaitu pembiasan atau pembelokan cahaya matahari karena matahari tidak dalam posisi tegak, refraksi tertinggi adalah ketika matahari terbenam yaitu $0^{\circ} 34'$. Sd singkatan sari semi diameter matahari yang besar kecilnya tidak menentu tergantung jauh dekatnya bumi matahari, sedangkan semi diameter matahari (sd) rata – rata adalah $0^{\circ} 16'$. Sedangkan tinggi matahari untuk awal ashar, pertama, mencari jarak zenith matahari pada saat matahari di meridian langit (z_m) yang bertepatan dengan datangnya awal waktu dzuhur dengan menggunakan rumus: $z_m = \delta^m - \phi^x$, dengan catatan z_m harus selalu positif, jika negatif harus dirubah menjadi positif. Kedua, baru menentukan tinggi matahari untuk awal ashar (h_a) dengan rumus: $h_a = \text{tg } z_m + 1$. Kemudian tinggi matahari untuk awal isya' dengan rumus: $h_{\text{isya}} = -17^{\circ} + h_0 \text{ terbit/terbenam}$. Kemudian tinggi matahari

untuk awal subuh dengan rumus: h_0 awal subuh = $-19^0 + h_0$ terbit/terbenam. Tinggi matahari untuk awal dhuha langsung ditetapkan = $+4^0 30'$.

- c. Perhatikan deklinasi matahari⁶¹ (δ^m) dan Equation of time (e) pada tanggal yang dikehendaki. Untuk lebih telitinya hendaknya diambilkan δ^m dan e pada jam yang semestinya, contoh: Dzuhur kurang lebih terjadi pukul 12 WIB (pk. 05 GMT/UT), Ashar kurang lebih terjadi pukul 15 WIB (pk. 08 GMT/UT), Maghrib kurang lebih terjadi pukul 18 WIB (pk. 11 GMT/UT), Isya' kurang lebih terjadi pukul 19 WIB (pk. 12 GMT/UT), dan Subuh kurang lebih terjadi pukul 04 (atau pk. 21 hari sebelumnya). Akan tetapi untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan, dapat menggunakan δ^m dan e pada pk. 12 WIB (Pk. 05 UT) atau pk. 12 WITA (pk. 04 UT) atau pk. 12 WIT (pk. 03 UT).

⁶¹ Deklinasi matahari adalah jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari equator sampai matahari. Dalam astronomi dilambangkan dengan δ^m (delta). Lihat Muhyiddin Khazin, *ILMU ...*, hlm. 65.

- d. Tentukan sudut waktu matahari (t_0) dengan menggunakan rumus:

$$\cos t_0 = \sin h_0 : \cos \phi^x : \cos \delta^m - \tan \phi^x \tan \delta^m$$

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

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

- e. Untuk merubah waktu hakiki atau waktu istiwak menjadi waktu daerah (WD), yaitu WIB, WITA, WIT, menggunakan rumus:

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

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

- f. Apabila hasil perhitungan ini hendak digunakan untuk keperluan ibadah, maka hendaknya dilakukan ikhtiyat dengan cara sebagai berikut:

- 1) Bilangan detik berapapun hendaknya dibulatkan menjadi satu menit, kecuali untuk terbit detik berapapun harus dibuang.
- 2) Tambahkan lagi bilangan 2 menit, kecuali untuk terbit kurangi 2 menit, untuk dzuhur tambah 3 menit.

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

Terbit = pk. 05.13.27 WIB. Menjadi pk. 05.10 WIB.⁶²

⁶² Slamet Hambali, *ILMU ...*, hlm. 141.

BAB III

**PENGGUNAAN KLINOMETER DALAM MENENTUKAN
TINGGI MATAHARI AWAL WAKTU DZUHUR DAN ASHAR**

A. Klinometer Secara Umum

1. Pengertian Klinometer

Klinometer merupakan alat sederhana yang digunakan untuk mengukur sudut elevasi yang dibentuk antara garis datar dengan sebuah garis yang menghubungkan sebuah titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak (ujung) suatu obyek. Pada terapannya, alat ini dapat digunakan pada pekerjaan pengukuran tinggi (atau panjang) suatu obyek dengan memanfaatkan sudut elevasi.¹

Klinometer dapat dibuat sendiri dengan menggunakan prinsip pendulum². Caranya adalah sebagai berikut : fotocopy sebuah busur derajat yang berbentuk setengah lingkaran. Ganti nomor-nomor yang tertera pada busur itu dengan nomor-nomor baru sedemikian rupa sehingga angka 0 terletak di tengah-

¹ Siatava Rizema Putra, *Berbagai Alat Bantu...*, hlm.77.

² Pendulum merupakan bandul yang tergantung pada seutas tali atau gantungan yang relatif panjang. Lihat <http://kbbi.web.id/pendulum>, diakses pada tanggal 9 Mei 2017 pukul 15:32.

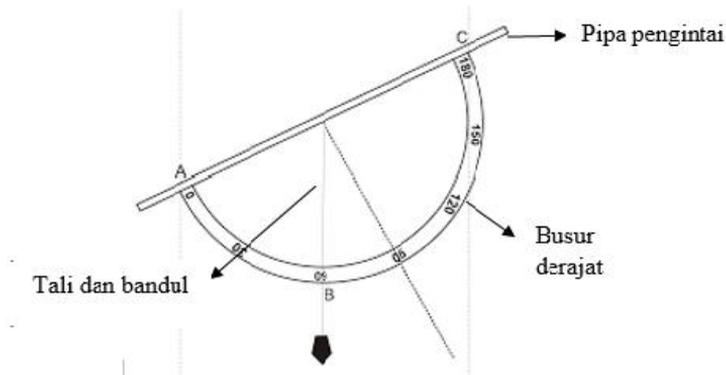
tengah (bukan di pinggir busur) dan harganya makin membesar ke arah pinggir. Tempelkan fotocopy itu pada sebuah tripleks. Tempelkan sebuah pipa plastik transparan pada tripleks tersebut tepat pada sisi busur, kemudian tempel tali atau benang yang sudah dilengkapi dengan pemberat.³

2. Bagian – bagian Klinometer

Seperti instrumen lain pada umumnya, klinometer mempunyai bagian – bagian yang masing – masing memiliki fungsi dan kegunaan. Secara umum, berikut bagian – bagian dari klinometer :

Gambar 1. Klinometer.

(Sumber: <http://duritajam.web.id/dunia-matematika/apa-itu-klinometer/>)



³<http://suarageologi.blogspot.co.id/2011/09/peralatan-dan-perengkapan-pemetaan.html>, diakses pada tanggal 9 Mei 2017 pukul 15:35.

- a. Pipa pengintai digunakan untuk membidik suatu objek yang ada di langit dengan bagian datar dari busur derajat.
- b. Bandul digunakan sebagai pemberat, sehingga tali akan selalu terentang dan mengarah ke bawah.
- c. Busur derajat digunakan sebagai komponen dari klinometer untuk mengukur besar kemiringan.

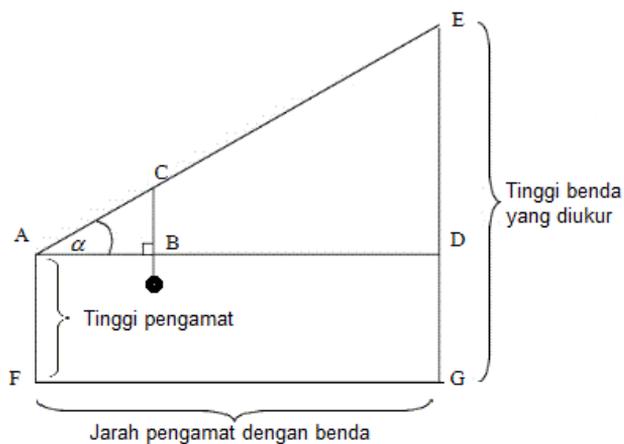
3. Kegunaan Klinometer

Klinometer adalah alat peraga yang dipergunakan untuk menentukan besar sudut elevasi dalam mengukur tinggi obyek secara tidak langsung.⁴ Dalam matematika, klinometer digunakan sebagai media pembelajaran dalam mengukur ketinggian benda – benda seperti tinggi tiang, tinggi pohon dan tinggi sebuah bangunan. Dalam kajian ilmu falak, klinometer juga bisa digunakan untuk mengukur ketinggian benda langit seperti matahari dan bulan sebagai keperluan untuk ibadah yang diantaranya awal waktu salat. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan klinometer untuk menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur dan ashar.

⁴ <https://www.academia.edu/10040674/elevasi>, diakses pada tanggal 19 Juni 2017 pukul 22:06.

B. Penggunaan Klinometer

Penggunaan klinometer untuk mengukur tinggi benda, dapat diilustrasikan sebagai berikut :



Cara menggunakan klinometer adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan Kesebangunan Segitiga
 - a. Letakkan ujung klinometer (titik A) tepat didepan mata
 - b. Arahkan ujung lain dari klinometer ke puncak benda (titik E)
 - c. Ukur jarak titik A ke benang penunjuk sudut (titik B)

- d. Ukur jarak pangkal benang penunjuk sudut (titik C) ke titik B
- e. Ukur jarak pengamat ke benda yang akan diukur (panjang FG)tinggi pengamat AF=DG
- f. Jika menggunakan konsep kesebangunan segitiga, maka dapat dirumuskan :

$$\frac{CB}{AB} = \frac{DE}{AD} \text{ sehingga } DE = \frac{AD \times CB}{AB}.$$

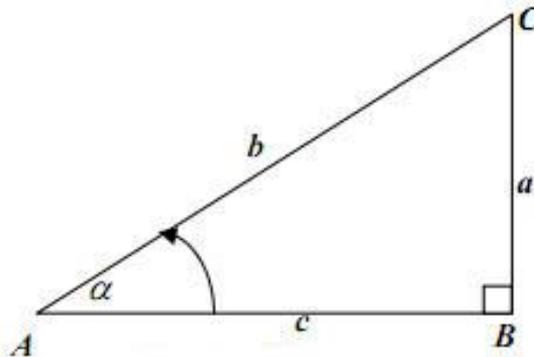
- g. Maka tinggi benda EG = DE + AF (tinggi pengamat)
2. Menggunakan Rumus Tangent Sudut Elevasi⁵
- Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:
- a. Meletakkan ujung klinometet (titik A) tepat di depan mata.
 - b. Mengarahkan ujung lain dari klinometer ke puncak benda.
 - c. Membaca skala derajat yang ditunjuk oleh benang (CB).
 - d. Mengukur jarak pengamat ke benda (FG).

⁵ Siatava Rizema Putra, *Berbagai ...*, hlm. 79.

- e. Menghitung besar DE dengan persamaan trigonometri, yaitu $\tan \alpha = \frac{DE}{FG}$ sehingga $DE = FG \times \tan \alpha$.

Dengan menggunakan klinometer, akan diketahui besar sudut elevasi, yang kemudian dengan menggunakan tangent dari sudut elevasi tersebut akan diketahui jarak antara dua titik.

3. Mekanisme Pengukuran Dua Titik ⁶



Dari gambar diperoleh $\tan \alpha = \frac{BC}{AB}$, sehingga

$AB = \frac{BC}{\tan \alpha}$. Adapun mekanisme pengukuran dapat

diterapkan dengan langkah – langkah berikut:

⁶ Siatava Rizema Putra, *Berbagai ...*, hlm. 80.

- a. Diperlukan dua orang untuk mengukur, misalnya si A dengan si B.
- b. Diperlukan sebuah tonggak yang mempunyai panjang tetap, misalnya tonggak dengan panjang 2 meter.
- c. Si A berdiri pada titik X dengan membawa klinometer dan si B berdiri di titik Y dengan membawa tonggak.
- d. Si A meneropong kepala si B dengan klinometer, dan pastikan posisi bandul klinometer berada di 0^0 untuk menentukan bahwa kedua orang tersebut telah sejajar.
- e. Si B meletakkan tonggak di atas kepala dan si A meneropong ujung dari tonggak tersebut, kemudian melihat posisi derajat yang ditunjukkan bandul pada klinometer itu.

C. Klinometer Sebagai Bagian Dari Matematika

Media pembelajaran sebagai alat bantu dalam proses belajar dan pembelajaran matematika adalah suatu kenyataan yang tidak

bisa kita pungkiri keberadaannya. Dengan media pembelajaran, kita bisa lebih mudah dalam memahami materi yang terdapat pada matematika. Setiap materi matematika mempunyai tingkat kesukaran yang bervariasi, ada yang tidak membutuhkan media pembelajaran dan ada juga yang membutuhkan media pembelajaran termasuk matematika.⁷

Materi yang mempunyai tingkat kesukaran yang tinggi tentu akan sulit untuk dipahami. Dan pada kondisi yang seperti ini kita membutuhkan alat bantu atau media pembelajaran untuk memudahkan memahami materi matematika.

Dalam matematika kita bisa dengan mudah bisa mengukur ketinggian suatu benda. Klinometer merupakan alat sederhana yang digunakan untuk mengukur sudut elevasi yang dibentuk antara garis datar dengan sebuah garis yangn menghubungkan sebuah titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak (ujung) suatu obyek. Pada terapannya, alat ini dapat digunakan pada

⁷ Siatava Rizema Putra, *Berbagai Alat Bantu untuk Memudahkan Belajar Matematika*, Yogyakarta: Diva Press, 2012, hlm. 20.

pekerjaan pengukuran tinggi (atau panjang) suatu obyek dengan memanfaatkan sudut elevasi⁸.

Dalam penggunaan klinometer , kita membutuhkan trigonometri dimana trigonometri merupakan sebuah cabang matematika yang membahas tentang perbandingan sisi sudut pada segitiga siku – siku seperti sinus, cosinus, dan tangen. Klinometer dan trigonometri sangat erat kaitannya, dimana klinometer merupakan alat untuk mengukur ketinggian suatu benda, sedangkan trigonometri merupakan ilmu yang digunakan dalam perhitungan klinometer untuk perbandingan sudut pada suatu segitiga.⁹

Berikut contoh penggunaan klinometer dalam matematika adalah sebagai berikut: Seorang anak ingin mengukur sebuah pohon, jarak anak dengan pohon 6 meter, tinggi anak 1,5 meter. Setelah diteropong, jarak mata pengamat dengan benang pemberat 3 cm, jarak mata pengamat dengan titik sumbu busur 5 cm, jarak

⁸ Sudut elevasi atau disebut juga dengan sudut kemiringan adalah sudut yang dibentuk oleh bidang horizontal dengan pandangan pengamat mengarah ke arah atas yang tertuju pada suatu objek.

⁹ <https://www.slideshare.net/sawasti/presentation-klinometer>, diakses pada tanggal 3 Januari 2017 pukul 12:57.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{CB}{AB} = \frac{DE}{AD} \text{ sehingga } DE = \frac{AD \cdot CB}{AB} \\
 &= \frac{3}{4} = \frac{DE}{6} \text{ sehingga } DE = \frac{6 \cdot 4}{3} \\
 &DE = \frac{24}{3} \\
 &DE = 8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dengan skala 1:100, maka 8cm = 800 cm atau 8 m

Jika AF=DG maka panjang GE = 1,5 m + 8 m = 9,5 m

Jadi tinggi pohon yaitu 9,5 m.¹⁰

D. Aplikasi Klinometer Dalam Menentukan Tinggi Matahari Waktu Salat Dzuhur dan Ashar

1. Cara Menghitung Hasil Pengukuran

- a. Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.
- b. Mengarahkan ujung klinometer yang lain ke arah objek yang akan dicari ketinggiannya.
- c. Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang
- d. Sudut yang ditunjuk oleh benang tersebut merupakan hasil dari pengukuran.

¹⁰<http://su-hrman.blogspot.co.id/2011/09/mengukur-tinggi-pohon-dengan-klinometer.html> , diakses pada tanggal 25 Februari 2017 pukul 23:45.

2. Aplikasi Klinometer dalam Menentukan Tinggi Matahari

Awal Waktu Dzuhur dan Ashar

Contoh mencari tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar untuk markaz Semarang pada tanggal 22 April 2017:

Lintang Tempat : $-6^{\circ} 59' 32.7''$ LS

Bujur Tempat : $110^{\circ} 21' 26.3''$ BT

Contoh perhitungan awal waktu salat Dzuhur dan Ashar untuk markaz Semarang pada tanggal 22 April 2017:

Data :

Lintang : $-6^{\circ} 59' 32.7''$ LS

Bujur : $110^{\circ} 21' 26.3''$ BT

Deklinasi 1 : $12^{\circ} 13' 38''$

Deklinasi 2 : $12^{\circ} 14' 29''$

Equation of Time : $0^j 1^m 28^d$

Waktu bidik : Pukul 10.37 WIB

Perhitungan :

a. Mencari waktu hakiki

$$\text{KWD} = -e + (\lambda^d - \lambda^s) : 15$$

$$= -0^{\circ} 1^{\text{m}} 28^{\text{d}} + (105^{\circ} - 110^{\circ} 21' 26.3'') : 15$$

$$= -0^{\circ} 22' 53.75''$$

$$\text{Dzuhur} = 12 + \text{KWD}$$

$$= 12^{\circ} 00' 00'' + (-0^{\circ} 22' 53.75'')$$

$$= 11:37:06.25 \text{ WIB}$$

$$\text{Zm} = \delta - \phi$$

$$= 12^{\circ} 17' 50'' - (-6^{\circ} 59' 32.7'')$$

$$= 19^{\circ} 17' 22.7''$$

$$\text{Cotan ha} = \tan \text{Zm} + 1$$

$$= \tan 19^{\circ} 17' 22.7'' + 1$$

$$\text{ha} = 36^{\circ} 31' 44.46''$$

$$\text{Cos to} = \sin \text{ha} : \cos \phi : \cos \delta - \tan \phi \times \tan \delta$$

$$= \sin 36^{\circ} 31' 44.46'' : \cos -6^{\circ} 59' 32.7'' : \cos 12^{\circ} 17'$$

$$50'' - \tan -6^{\circ} 59' 32.7'' \times \tan 12^{\circ} 17' 50''$$

$$= 3^{\circ} 20' 40.86''$$

$$\text{Ashar} = 12 + e + 3^{\circ} 20' 40.86'' - \text{Kwd}$$

$$= 12 + 0^{\circ} 1' 30'' + 3^{\circ} 20' 40.86'' - 0^{\circ} 21' 25.75''$$

$$= 15^{\circ} 22' 10.86'' \text{ WH} + (-0^{\circ} 21' 25.75'')$$

$$= 14:57:45.11 \text{ WIB.}$$

Jadi, pada tanggal 22 April 2017 untuk markaz Semarang memperoleh hasil awal waktu Dzuhur 11:39 WIB dan awal waktu Asar 15:00 WIB.

b. Menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur

1) Tetapkan arah utara sejati terlebih dahulu.

Program Kiblat Theodolite Universal.

(Sumber : M. Farid Azmi)

Lintang Tempat	-6	59	32.7	LS
Bujur Tempat	110	21	26.3	BT
Bujur Daerah	105			
Waktu Bidik	10	37	00	
Deklinasi 1	12	13	38	U
Deklinasi 2	12	14	29	U
Equation 1	1	28	Plus	
Equation 2	1	28	Plus	
Utara Sejati	296	56	9.59	
Azimut Kiblat	290	59	30.26	UTSB
Beda Azimut	227	55	39.85	

Hitung

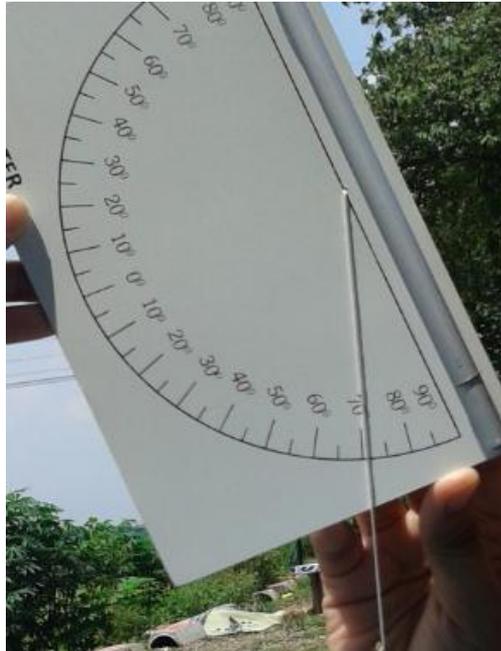
Dibik, Muhammad Farid Azmi

2) Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.

3) Arahkan sesuai dengan arah utara sejati.

- 4) Jangan membidik matahari secara langsung, gunakan kacamata matahari atau menggunakan perantara lainnya.
- 5) Arahkan klinometer pada matahari di waktu yang telah ditentukan sebelumnya.
- 6) Arahkan ujung klinometer yang lain ke arah matahari dimana matahari merupakan objek yang akan dicari ketinggiannya.
- 7) Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang.
- 8) Lihat di angka berapa tinggi matahari itu di klinometer. Tinggi matahari disini memakai satuan derajat dan hasilnya bisa langsung terbaca.
- 9) Hasil yang ditunjukkan oleh benang, merupakan hasil ketinggian matahari.
- 10) Tinggi matahari awal waktu dzuhur

. Hasil praktek pengukuran tinggi matahari awal waktu dzuhur.

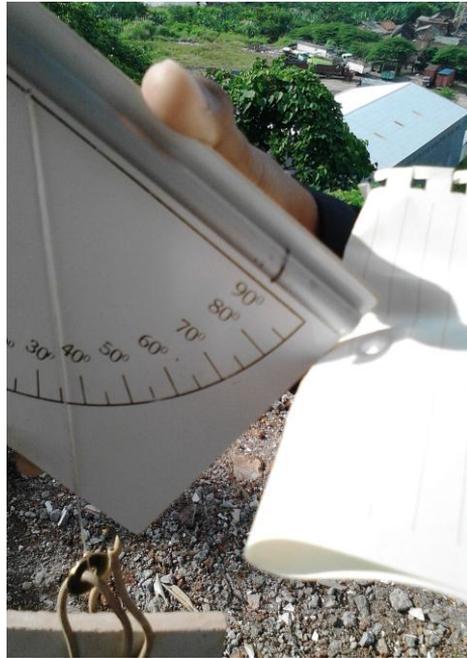


Sumber: Klinometer

Jadi, pada tanggal 22 April 2017 pengukuran tinggi matahari awal waktu Dzuhur menggunakan Klinometer memperoleh hasil 71° dan telah memasuki awal waktu Dzuhur untuk markaz Semarang.

- c. Menentukan tinggi matahari awal waktu ashar
- 1) Dalam menentukan tinggi matahari awal waktu ashar, kita tidak perlu menentukan arah utara sejati seperti menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur.
 - 2) Matahari bisa dibidik dari arah manapun.
 - 3) Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.
 - 4) Arahkan ujung klinometer pada matahari di waktu yang telah ditentukan sebelumnya.
 - 5) Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang.
 - 6) Lihat di angka berapa tinggi matahari itu di klinometer. Tinggi matahari disini memakai satuan derajat dan hasilnya bisa langsung terbaca.
 - 7) Hasil yang ditunjukkan oleh benang, merupakan hasil ketinggian matahari.
 - 8) Tinggi matahari awal waktu ashar

Hasil praktek pengukuran tinggi matahari awal waktu ashar
(Sumber: Klinometer)



Jadi, pada tanggal 22 April 2017 pengukuran tinggi matahari awal waktu Ashar menggunakan Klinometer memperoleh hasil 36° dan telah memasuki awal waktu Ashar untuk markaz Semarang.

BAB IV
UJI AKURASI KLINOMETER DALAM PENENTUAN TINGGI
MATAHARI AWAL WAKTU DZUHUR DAN ASHAR

A. Analisis Penggunaan Klinometer Dalam Menentukan Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur dan Ashar

Matahari beredar menurut arah yaitu mulai dari timur ke barat. Dalam peredarannya, matahari telah membentuk lingkaran dan kita menjadi pusatnya. 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

Perjalanan semu matahari relatif tetap, sehingga posisi matahari pada awal waktu – waktu salat setiap harinya sepanjang tahun dapat dengan mudah diperhitungkan. Dengan begitu, orang yang akan melakukan salat pada awal waktunya menemui kemudahan.²

¹ Slamet Hambali, *ILMU...*, hlm. 49.

² *Ibid*, hlm.80.

Matahari merupakan salah satu benda langit yang sangat penting dalam ilmu Falak, misalnya dalam menentukan awal waktu – waktu salat. Dalam penentuan awal waktu salat, ada beberapa data yang perlu diketahui terlebih dahulu, mengingat sangat pentingnya data-data tersebut terkait dengan perhitungan awal waktu salat, diantaranya tinggi matahari. Tinggi matahari adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari ufuk sampai ke matahari. Tinggi matahari bertanda positif apabila posisi matahari berada di atas ufuk dan bertanda negatif apabila matahari berada di bawah ufuk.³

Di sisi lain, karena salat tidak harus dilakukan sepanjang waktunya, melainkan cukup dilakukan pada sebagian waktunya saja. Berbeda dengan puasa ramadhan yang harus dilaksanakan sebulan penuh, maka sudah menjadi kesepakatan bahwa waktu pelaksanaan salat itu cukup berdasarkan hasil hisab.

Ketinggian sebuah benda langit termasuk matahari dan bulan, dapat diukur dengan alat yang sengaja dibuat untuk melakukan pekerjaan itu, diantaranya sextant, theodolite, dan

³ Muhyiddin Khazin, *ILMU...*, hlm.80.

lainnya. Dalam hal ini peneliti mencoba untuk menggunakan klinometer sebagai alat untuk mengukur ketinggian matahari.

Klinometer, sesuai dengan yang penulis jelaskan di bab sebelumnya, merupakan alat sederhana yang digunakan untuk mengukur ketinggian suatu objek dengan memanfaatkan sudut elevasi. Pada klinometer, dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar tidak terdapat prosedur tertulis secara pasti. Penulis dapat melakukan penelitian ini karena dibantu dengan instrumen klinometer dan buku panduan tentang klinometer tersebut. Menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar menggunakan klinometer dalam penelitian ini menggunakan metode langsung baca pada *busur derajat* klinometer. Artinya menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dengan cara membaca langsung hasil tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar pada klinometer. Dengan metode ini, pengguna klinometer harus mengetahui waktu hakiki awal waktu Dzuhur dan Ashar terlebih dahulu untuk mengetahui tinggi matahari.

Alat ini disebut sederhana karena alat dan bahan yang dibutuhkan mudah didapat dan relatif murah, yakni berupa pipa, penggaris busur derajat, tali dengan bandul pemberat dan tripleks kecil. Dalam pembuatannya busur dapat langsung dipasangkan dengan pipa, dengan cara ditempelkan menggunakan lem atau diikat dengan tali. Kemudian, letakkan tali dan bandul di tengah – tengah pipa searah sudut 0 derajat.

Analisis yang dilakukan oleh penulis terhadap komponen klinometer adalah sebagai berikut:

1. Skala pada *busur derajat* dalam klinometer seharusnya bisa dibuat lebih detail hingga satuan detik agar hasil yang ditunjukkan lebih halus dan akurat. Namun dalam kenyataannya, skala yang ditunjukkan pada klinometer hanya sampai pada satuan derajat, sehingga hasil yang ditunjukkan masih sangat kasar.
2. Untuk pemberat pada klinometer bisa menggunakan sekrup logam atau pemberat lainnya yang disesuaikan dengan besar klinometer tersebut, sehingga tali atau benang yang digunakan akan selalu terentang dan mengarah ke bawah.

3. Tali atau benang yang digunakan bisa berupa benang tipis kuat sehingga dalam penggunaannya hasil yang ditunjukkan dalam klinometer akan lebih jelas terbaca. Contoh benang tipis kuat adalah nilon.
4. Pada bagian pipa pembidik seharusnya tidak hanya berbentuk lingkaran saja, tetapi diberi garis vertikal dan horizontal agar dalam proses pembidikan bisa lebih tepat dan mudah. Dalam memberi garis vertikal dan horizontal, kita bisa menggunakan sebuah kaca yang telah dibentuk sesuai dengan lingkaran pipa yang akan digunakan, yang kemudian kaca tersebut digarisi vertikal dan horizontal dengan menggunakan sebuah pisau atau benda tajam lainnya.

Dalam penggunaannya, klinometer mempunyai langkah – langkah sebagai berikut :

1. Ketika akan membidik, posisi tubuh harus tegak.
2. Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.

Dalam hal ini, karena objek yang digunakan adalah matahari, maka jangan membidik matahari secara langsung tetapi

menggunakan kacamata matahari agar cahaya matahari tidak langsung mengenai mata kita.

3. Arahkan ujung klinometer yang lain ke arah matahari.
4. Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang.
5. Hasil akan langsung terbaca di busur derajat pada klinometer.

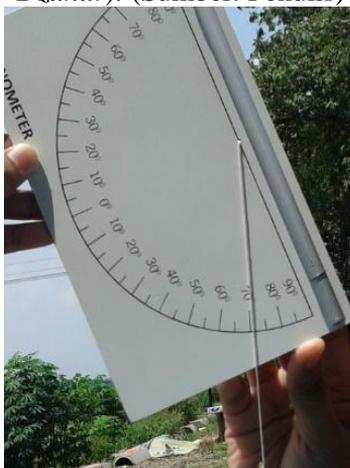
B. Analisis Tingkat Akurasi Klinometer Dalam Penentuan Tinggi Matahari Waktu Dzuhur dan Ashar

Penelitian uji akurasi klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dilakukan dengan mengambil markaz di Semarang dengan nilai lintang $-6^{\circ}59'32.7''$ LS dan nilai bujur $110^{\circ}24'26.3''$ BT. Penelitian dilakukan selama 4 kali, yaitu tanggal 22 April 2017, 24 April 2017, 25 April 2017, dan 28 April 2017. Peneliti telah melakukan observasi lapangan secara langsung untuk membuktikan keakuratan alat Klinometer dengan Theodolite, untuk mengetahui apakah tinggi matahari yang dihasilkan antara keduanya dapat dikategorikan signifikan atau tidak.

1. Praktek pertama, dilaksanakan pada hari Sabtu, 22 April 2017 pada pukul 11:37:00 WIB dan 14:57:00 WIB menggunakan

klinometer dan theodolite secara bersamaan di Perum BPI, Ngaliyan Semarang.

Gambar 2 : Hasil Praktek 1 (Untuk Tinggi Matahari Awal Dzuhur). (Sumber: Penulis)



Gambar 3 : Hasil Praktek 1 (Untuk Tinggi Matahari Awal Ashar). (Sumber: Penulis)



- Praktek kedua, dilaksanakan pada hari Senin, 24 April 2017 pada pukul 11:36:00 WIB dan 14:57:00 WIB menggunakan klinometer dan theodolite secara bersamaan di Perum BPI, Ngaliyan Semarang.

Gambar 4 : Hasil Praktek 2 (Untuk Tinggi Matahari Awal Dzuhur). (Sumber: Penulis)



Gambar 5 : Hasil Praktek 2 (Untuk Tinggi Matahari Awal Ashar). (Sumber: Penulis)

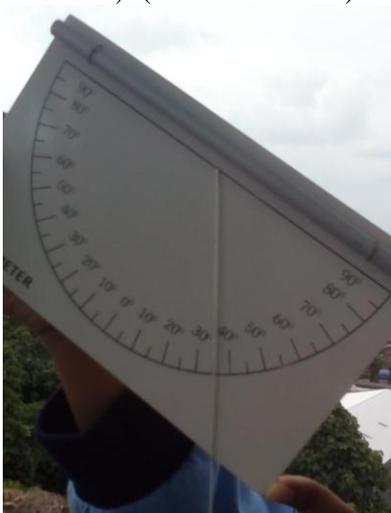


- Praktek ketiga, dilaksanakan pada hari Selasa, 25 April 2017 pada pukul 11:36:00 WIB dan 14:57:00 WIB menggunakan klinometer dan theodolite secara bersamaan di Perum BPI, Ngaliyan Semarang.

Gambar 6 : Hasil Praktek 3 (Untuk Tinggi Matahari Awal Dzuhur). (Sumber: Penulis)

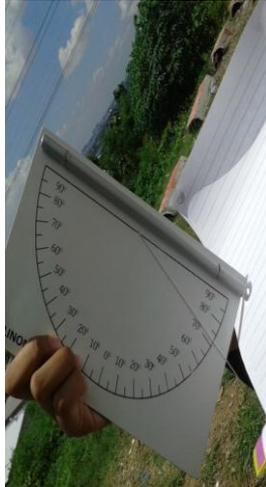


Gambar 7 : Hasil Praktek 3 (Untuk Tinggi Matahari Awal Ashar). (Sumber: Penulis)

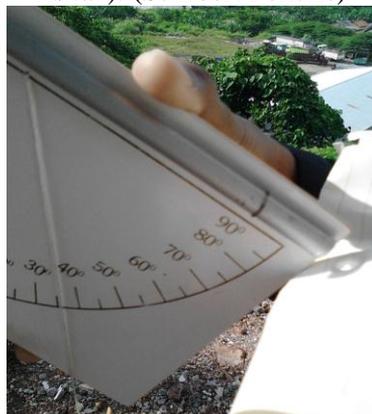


- Praktek keempat, dilaksanakan pada hari Selasa, 25 April 2017 pada pukul 11:36:00 WIB dan 14:57:00 WIB menggunakan klinometer dan theodolite secara bersamaan di Perum BPI, Ngaliyan Semarang.

Gambar 8 : Hasil Praktek 4 (Untuk Tinggi Matahari Awal Dzuhur). (Sumber: Penulis)



Gambar 9 : Hasil Praktek 4 (Untuk Tinggi Matahari Awal Ashar). (Sumber: Penulis)



Berikut adalah hasil tinggi matahari awal waktu Dzuhur menggunakan klinometer dan theodolite.

Tabel 1. Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur

Tanggal	Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur (Klinometer)	Tinggi Matahari Awal Waktu Dzuhur (Theodolite)	Selisih
22 April 2017	71°	70° 35' 20"	0° 24' 40"
24 April 2017	72°	70° 29' 10"	1° 70' 90"
25 April 2017	71°	70° 09' 40"	0° 90' 60"
28 April 2017	71°	69° 27' 35"	1° 72' 65"

Tinggi matahari awal waktu Ashar menurut klinometer dan theodolite adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tinggi Matahari Awal Waktu Ashar

Tanggal	Tinggi Matahari Awal Waktu Ashar (Klinometer)	Tinggi Matahari Awal Waktu Ashar (Theodolite)	Selisih
22 April 2017	36°	36° 24' 30"	0° 24' 30"
24 April 2017	37°	36° 19' 43"	0° 80' 17"
25 April 2017	36°	36° 07' 55"	0° 07' 55"
28 April 2017	36°	35° 45' 32.11"	0° 54' 67.85"

Berdasarkan tabel hasil tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan awal waktu Ashar menggunakan klinometer dan theodolite terdapat selisih tinggi matahari awal waktu Dzuhur sebesar 0° 24' 40" - 1° 72' 65" dan tinggi matahari awal waktu Ashar adalah 0° 07' 55" - 0° 54' 67.85". Artinya selisih dari tinggi matahari awal waktu Dzuhur

dan awal waktu Ashar menggunakan klinometer dan theodolite relatif banyak.

Penentuan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dapat dicari dengan menggunakan klinometer, karena dalam instrument klinometer hasil dalam menentukan tinggi matahari bisa langsung terbaca pada bagian busur derajat dalam klinometer tersebut.

Berdasarkan pemaparan di atas, nilai kemelencengan yang dihasilkan antara theodolite dengan klinometer relatif banyak. Kemelencengan tersebut dapat terjadi disebabkan faktor *human error* atau *technical error*. Faktor - faktor ini murni dari bagaimana pengguna melaksanakan praktek lapangan secara langsung dalam pengukuran tinggi matahari untuk awal waktu dzuhur dan ashar, misalnya ketika sedang membidik pemberat pada klinometer berubah – ubah karena tertiup angin dan klinometer masih belum konsisten, sehingga dalam penggunaannya klinometer harus diberi tongkat atau pegangan dari kayu agar dapat berdiri dengan tegak dan memudahkan peneliti untuk melakukan praktek.

Hal semacam ini akan mengakibatkan kemelencengan terjadi, baik yang akan berpengaruh pada hasil yang ditunjukkan *busur derajat* pada klinometer maupun berpengaruh pada kesamaan hasil dari dua alat tersebut. Meskipun demikian, hasil kemelencengan tersebut dinilai masih wajar sehingga dapat dikatakan antara kedua metode ini mempunyai keakuratan yang sama sebab pada dasarnya keduanya sama-sama menggunakan acuan Matahari.

Melihat dari hasil praktek tersebut, ada beberapa kelebihan dan kekurangan metode dalam alat Klinometer. Beberapa kelebihan, diantaranya yaitu :

1. Klinometer ini bisa didapatkan dengan biaya murah dan terjangkau. Seperti yang telah disebutkan, karena metode ini hanya cukup mengeluarkan biaya sangat murah untuk mendapatkan busur derajat, pipa pengintai, benang dan pemberat pada klinometer.
2. Pengukuran ketinggian menggunakan Klinometer dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun. Selain untuk mengukur ketinggian matahari, klinometer juga bisa digunakan untuk mengukur ketinggian bulan dan benda langit lainnya.

3. Metode ini dapat dipraktekkan dengan mudah, karena hasil prakteknya bisa langsung dibaca pada bagian *busur derajat* dalam klinometer tersebut.
4. Alat klinometer ini praktis karena bisa dibawa kemana saja.

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

1. Metode ini hanya bisa digunakan di tempat yang terbuka, misalnya di lapangan. Akan sulit dipraktekkan langsung di dalam ruangan yang bagian atasnya tertutup atap.
2. Skala yang terdapat pada klinometer masih pada satuan derajat, sehingga pengguna kesulitan untuk mengetahui tingkat menit dan detiknya.
3. Hasil yang ditunjukkan masih sangat kasar.
4. Pemberat pada klinometer akan mudah terganggu jika terkena tiupan angin.
5. Hasil kurang maksimal karena klinometer kurang konsisten.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Metode penentuan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar menggunakan klinometer dilakukan dengan menggunakan metode observasi, dimana cara penggunaannya adalah dengan mengarahkan ujung klinometer ke objek yang akan dibidik, membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang, kemudian hasil akan langsung terbaca pada *busur derajat* tersebut. Dengan metode tersebut, pengguna langsung dapat membaca tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar dengan lebih jelas.
2. Keakuratan klinometer dalam menentukan tinggi matahari awal waktu Dzuhur dan Ashar yang diuji menggunakan theodolite merupakan alat yang kurang akurat. Dalam hal ini dibuktikan dari empat kali pengujian yang dilakukan oleh penulis di Perum BPI Ngaliyan Semarang. Hasil tinggi matahari menggunakan klinometer dengan praktek di lapangan menggunakan theodolite

terdapat selisih $0^{\circ} 07' 55''$ – $1^{\circ} 72' 65''$. Selisih tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tidak adanya tiang penyangga pada klinometer agar berdiri tegak dan data yang dihasilkan presisi, kemudian bandul yang digunakan kurang berat sehingga bandul mudah bergeser ketika tertiu angin. Selain itu faktor lain yang mempengaruhi perbedaan tersebut adalah ukuran dari klinometer itu sendiri, semakin besar diameter dari klinometer, maka interval derajat pada skala klinometer akan semakin jelas terbaca pada setiap derajatnya.

B. Saran-saran

1. Ketelitian pada klinometer agar diperjelas lagi sampai satuan detik.
2. Mengenai fungsi dan kegunaannya, harus adanya perhatian lebih bagi para pegiat ilmu falak dan astronomi, agar klinometer memiliki prosedur atau panduan serta literatur yang jelas untuk menyatukan langkah dalam penggunaan fungsinya.
3. Meskipun sekarang sudah terdapat alat yang lebih canggih dan hasilnya pun mencapai akurat, akan tetapi seharusnya

tetap mempergunakan klinometer sebagai khazanah klasik dalam menyelesaikan permasalahan astronomi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sebagai tugas akhir syarat menyelesaikan Studi Strata 1 jurusan Ilmu Falak fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. *Shalawat* dan *salam* tercurah tiada habis kepada nabi Muhammad Saw. sebagai nabi akhir zaman sekaligus inspirator dalam penulisan skripsi ini. 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, khususnya bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca pada umumnya sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah bin Abi Bakar bin, Muhammad. 1995. *Mukhtar Ashihah*. Juz I. Beirut: Maktabah Lubnan Linasyir.
- Al Albani, Muhammad Nashirudin. 1998. *Shahih Sunan Abu Daud*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Al – Fauzan, Saleh. 2005. *al-Mulakhasukl Fiqhi*. diterjemahkan oleh Abdul Hayyie, dkk. *Fiqh Sehari-hari*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Ali, Sayuthi. 1997. *ILMU FALAK 1*. Cet. I. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Arikunto, Suharsimi. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Ash-Shiddieqy, Teungku Hasbi. 2011. *Koleksi Hadits-hadits Hukum*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- Azhari, Susiknan. 2001. *Ilmu Falak Teori dan Praktek*. Yogyakarta: Lazuardi.
- _____. 2007. *ILMU FALAK Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- _____. 2008. *Enslkopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Azwar, Saifuddin. 2004. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. 2016. *Waktu Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, Medan: LPPM UISU

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

_____. 1994. *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam.

Departemen Agama RI. 2012. *Mushaf al-Qur'an Terjemah*. Jakarta : Al-Huda.

Hajjaj, Imam Abi Husain Muslim bin, 1992, *Shahih Muslim*, Juz 1, Bairut-Libanon: Darul Kutub al-Ilmiyyah.

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

Hasan, Bashari Agus, dkk. 2010. *Koreksi Awal Waktu Subuh*. Malang: Pustaka Qiblati.

Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor : Ghalia Indonesia.

Ichtijanto SA, dkk. 1981. *Almanak Hisab Rukyat Badan Hisab & Rukyat Dep. Agama*. Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam.

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

_____. 2007. *Fiqh Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Bulan Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha)*. Jakarta: Erlangga.

_____. 2012. *ILMU FALAK Praktis Metode Hisab – Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.

- Kadir, A. 2012. *FORMULA BARU ILMU FALAK (Panduan Lengkap dan Praktis Hisab Arah Kiblat, Waktu-waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana)*., Jakarta: AMZAH Kementerian Agama RI. 2003. *ILMU FALAK PRAKTIS*. Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia.
- Kariadinata, Rahayu. 2013. *Trigonometri Dasar*. Bandung: Pustaka Setia.
- Kementerian Agama RI. 2012. *Al-Quran dan Tafsirnya*. Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia.
- Khazin, Muhyiddin. *ILMU FALAK Dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Musonnif, Ahmad. 2011. *ILMU FALAK Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras.
- Nazir, Moh. 1988. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Noor, Juliansyah. 2011. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Kencana.
- Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama/ IAIN di Jakarta Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam. 1983. *ILMU FIQH*. Jakarta: Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama/ IAIN di Jakarta Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam.
- Putra, Sitiatava Rizema. 2012. *Berbagai Alat Bantu untuk Memudahkan Belajar Matematika*. Yogyakarta: Diva Press.
- Sarosa, Samiaji. 2012. *Penelitian Kualitatif: Dasar-dasar*. Jakarta: PT Indeks.
- Tim Penyusun Fakultas Syari'ah. 2012. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang : IAIN Walisongo.

- Sabbiq, Sayyid. 2008. *FIKIH SUNAH*. Jakarta: Cakrawala Publishing.
- Shihab, Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Skripsi Siti Mufarrohah. 2010. Konsep Awal Waktu Salat Asar Imam Syafi'idan Hanafi (Uji Akurasi Berdasarkan Ketinggian Bayang-bayang Matahari di Kabupaten Semarang). Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo.
- Skripsi Firdos. 2015. Studi Analisis Ilmu Falak terhadap Waktu Duha dengan Perkiraan Ketinggian Matahari Satu Tombak dan Dua Tombak. Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo.
- Skripsi Ayuk Khoirunnisak. 2011. "Studi Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)". Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo.
- Skripsi Ahmad Noor Solikhin. 2014. "Studi Akurasi Jam Istiwa Sebagai Penunjuk Waktu Salat Zuhur dan Ashar di Masjid Agung Surakarta". Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo.
- Sugiyono. 2012. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisman dan G. Tambunan. 1987. *Pengajaran Matematika*. Jakarta: Penerbit Karunika – Universitas Terbuka.
- Syafi'I Abu Abdullah Muhammad bin Idris, Imam. 2004. *Mukhtashar kitab al-Umm fiil Fiqhi*. Diterjemahkan oleh Mohammad Yasir Abd Muthalib, "Ringkasan Kitab Al-Umm". Jakarta: Pustaka Azzam.
- Taqiuddin Abi Bakar Muhammad Khusain, Imam. *Khifayah Al-Ahyar Fi Halli Gayah Al-Ihtisar*. Juz I. Surabaya: Dar al Kitab Al Islam.

Jurnal

Amri, Tamhid. 2014. *Shalat dalam Perspektif Syar'i*, Jurnal Asy-Syari'ah, Volume 16, no.3, Desember 2014..

Adib Rofiuddin, Ahmad. *Penentuan Hari Dalam Sistem Kalender Hijriah*, Jurnal Al – Ahkam Walisongo, Volume 26, Nomor 1, April 2016.

Website

<http://www.konsep-matematika.com/2015/11/sudut-elevasi-dan-depresi.html>, diakses pada tanggal 9 Desember 2016 pukul 21:00.

<https://www.scribd.com/doc/4679159/Klinometer>, diakses pada tanggal 6 Desember 2016 pukul 11:17.

<http://erwandigunawandy.blogspot.co.id/2015/05/blog-post.html>, diakses pada tanggal 15 Desember 2016 pukul 17:40.

<http://kbbi.web.id/pendulum>, diakses pada tanggal 9 Mei 2017 pukul 15:32.

<https://www.slideshare.net/sawasti/presentation-klinometer>, diakses pada tanggal 3 Januari 2017 pukul 12:57.

<http://suarageologi.blogspot.co.id/2011/09/peralatan-dan-perengkapan-pemetaan.html>, diakses pada tanggal 9 Mei 2017 pukul 15.35.

<http://su-hrman.blogspot.co.id/2011/09/mengukur-tinggi-pohon-dengan-klinometer.html> , diakses pada tanggal 25 Februari 2017 pukul 23:45.

<https://www.academia.edu/10040674/elevasi>, diakses pada tanggal 19 Juni 2017 pukul 22:06.

LAMPIRAN 1

22 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Oblliquity	Equation Of Time
0	32° 03' 48"	-0.47"	29° 52' 46"	12° 11' 07"	1.0051713	15' 54.69"	23° 26' 06"	1 m 26 s
1	32° 06' 14"	-0.47"	29° 55' 07"	12° 11' 57"	1.0051828	15' 54.68"	23° 26' 06"	1 m 27 s
2	32° 08' 40"	-0.48"	29° 57' 27"	12° 12' 48"	1.0051944	15' 54.67"	23° 26' 06"	1 m 27 s
3	32° 11' 07"	-0.48"	29° 59' 48"	12° 13' 38"	1.0052059	15' 54.66"	23° 26' 06"	1 m 28 s
4	32° 13' 33"	-0.49"	30° 02' 08"	12° 14' 29"	1.0052175	15' 54.65"	23° 26' 06"	1 m 28 s
5	32° 15' 59"	-0.49"	30° 04' 29"	12° 15' 19"	1.0052290	15' 54.64"	23° 26' 06"	1 m 29 s
6	32° 18' 26"	-0.50"	30° 06' 50"	12° 16' 09"	1.0052405	15' 54.63"	23° 26' 06"	1 m 29 s
7	32° 20' 52"	-0.51"	30° 09' 10"	12° 16' 60"	1.0052520	15' 54.62"	23° 26' 06"	1 m 29 s
8	32° 23' 18"	-0.51"	30° 11' 31"	12° 17' 50"	1.0052636	15' 54.61"	23° 26' 06"	1 m 30 s
9	32° 25' 45"	-0.52"	30° 13' 51"	12° 18' 40"	1.0052751	15' 54.59"	23° 26' 06"	1 m 30 s
10	32° 28' 11"	-0.52"	30° 16' 12"	12° 19' 30"	1.0052866	15' 54.58"	23° 26' 06"	1 m 31 s
11	32° 30' 37"	-0.53"	30° 18' 33"	12° 20' 21"	1.0052981	15' 54.57"	23° 26' 06"	1 m 31 s
12	32° 33' 04"	-0.53"	30° 20' 53"	12° 21' 11"	1.0053096	15' 54.56"	23° 26' 06"	1 m 32 s
13	32° 35' 30"	-0.54"	30° 23' 14"	12° 22' 01"	1.0053211	15' 54.55"	23° 26' 06"	1 m 32 s
14	32° 37' 56"	-0.54"	30° 25' 35"	12° 22' 51"	1.0053326	15' 54.54"	23° 26' 06"	1 m 33 s
15	32° 40' 23"	-0.55"	30° 27' 56"	12° 23' 41"	1.0053441	15' 54.53"	23° 26' 06"	1 m 33 s
16	32° 42' 49"	-0.55"	30° 30' 16"	12° 24' 32"	1.0053555	15' 54.52"	23° 26' 06"	1 m 34 s
17	32° 45' 15"	-0.56"	30° 32' 37"	12° 25' 22"	1.0053670	15' 54.51"	23° 26' 06"	1 m 34 s
18	32° 47' 41"	-0.56"	30° 34' 58"	12° 26' 12"	1.0053785	15' 54.50"	23° 26' 06"	1 m 35 s
19	32° 50' 08"	-0.57"	30° 37' 18"	12° 27' 02"	1.0053900	15' 54.49"	23° 26' 06"	1 m 35 s
20	32° 52' 34"	-0.57"	30° 39' 39"	12° 27' 52"	1.0054014	15' 54.47"	23° 26' 06"	1 m 36 s
21	32° 55' 00"	-0.58"	30° 42' 00"	12° 28' 42"	1.0054129	15' 54.46"	23° 26' 06"	1 m 36 s
22	32° 57' 27"	-0.58"	30° 44' 21"	12° 29' 32"	1.0054243	15' 54.45"	23° 26' 06"	1 m 37 s
23	32° 59' 53"	-0.59"	30° 46' 42"	12° 30' 22"	1.0054358	15' 54.44"	23° 26' 06"	1 m 37 s
24	33° 02' 19"	-0.60"	30° 49' 02"	12° 31' 12"	1.0054472	15' 54.43"	23° 26' 06"	1 m 38 s

*) for mean equinox of date

24 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (*)	Ecliptic Latitude (*)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	34° 00' 49"	-0.71"	31° 45' 26"	12° 51' 05"	1.0057205	15' 54.17"	23° 26' 06"	1 m 49 s
1	34° 03' 15"	-0.72"	31° 47' 47"	12° 51' 54"	1.0057318	15' 54.16"	23° 26' 06"	1 m 49 s
2	34° 05' 41"	-0.72"	31° 50' 08"	12° 52' 43"	1.0057432	15' 54.15"	23° 26' 06"	1 m 49 s
3	34° 08' 08"	-0.72"	31° 52' 29"	12° 53' 33"	1.0057545	15' 54.14"	23° 26' 06"	1 m 50 s
4	34° 10' 34"	-0.73"	31° 54' 51"	12° 54' 22"	1.0057658	15' 54.13"	23° 26' 06"	1 m 50 s
5	34° 12' 60"	-0.73"	31° 57' 12"	12° 55' 12"	1.0057771	15' 54.12"	23° 26' 06"	1 m 51 s
6	34° 15' 26"	-0.74"	31° 59' 33"	12° 56' 01"	1.0057884	15' 54.11"	23° 26' 06"	1 m 51 s
7	34° 17' 52"	-0.74"	32° 01' 54"	12° 56' 50"	1.0057997	15' 54.10"	23° 26' 06"	1 m 52 s
8	34° 20' 19"	-0.75"	32° 04' 15"	12° 57' 39"	1.0058110	15' 54.09"	23° 26' 06"	1 m 52 s
9	34° 22' 45"	-0.75"	32° 06' 37"	12° 58' 29"	1.0058222	15' 54.08"	23° 26' 06"	1 m 53 s
10	34° 25' 11"	-0.75"	32° 08' 58"	12° 59' 18"	1.0058335	15' 54.06"	23° 26' 06"	1 m 53 s
11	34° 27' 37"	-0.76"	32° 11' 19"	13° 00' 07"	1.0058448	15' 54.05"	23° 26' 06"	1 m 53 s
12	34° 30' 03"	-0.76"	32° 13' 40"	13° 00' 56"	1.0058561	15' 54.04"	23° 26' 06"	1 m 54 s
13	34° 32' 29"	-0.77"	32° 16' 02"	13° 01' 45"	1.0058673	15' 54.03"	23° 26' 06"	1 m 54 s
14	34° 34' 56"	-0.77"	32° 18' 23"	13° 02' 35"	1.0058786	15' 54.02"	23° 26' 06"	1 m 55 s
15	34° 37' 22"	-0.78"	32° 20' 44"	13° 03' 24"	1.0058898	15' 54.01"	23° 26' 06"	1 m 55 s
16	34° 39' 48"	-0.78"	32° 23' 06"	13° 04' 13"	1.0059011	15' 54.00"	23° 26' 06"	1 m 56 s
17	34° 42' 14"	-0.78"	32° 25' 27"	13° 05' 02"	1.0059123	15' 53.99"	23° 26' 06"	1 m 56 s
18	34° 44' 40"	-0.79"	32° 27' 48"	13° 05' 51"	1.0059235	15' 53.98"	23° 26' 06"	1 m 57 s
19	34° 47' 06"	-0.79"	32° 30' 10"	13° 06' 40"	1.0059348	15' 53.97"	23° 26' 06"	1 m 57 s
20	34° 49' 33"	-0.79"	32° 32' 31"	13° 07' 29"	1.0059460	15' 53.96"	23° 26' 06"	1 m 57 s
21	34° 51' 59"	-0.80"	32° 34' 52"	13° 08' 18"	1.0059572	15' 53.95"	23° 26' 06"	1 m 58 s
22	34° 54' 25"	-0.80"	32° 37' 14"	13° 09' 07"	1.0059684	15' 53.94"	23° 26' 06"	1 m 58 s
23	34° 56' 51"	-0.81"	32° 39' 35"	13° 09' 56"	1.0059796	15' 53.93"	23° 26' 06"	1 m 59 s
24	34° 59' 17"	-0.81"	32° 41' 57"	13° 10' 45"	1.0059908	15' 53.92"	23° 26' 06"	1 m 59 s

*) for mean equinox of date

25 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (*)	Ecliptic Latitude (*)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	34° 59' 17"	-0.81"	32° 41' 57"	13° 10' 45"	1.0059908	15' 53.92"	23° 26' 06"	1 m 59 s
1	35° 01' 43"	-0.81"	32° 44' 18"	13° 11' 34"	1.0060020	15' 53.90"	23° 26' 06"	1 m 60 s
2	35° 04' 09"	-0.82"	32° 46' 40"	13° 12' 23"	1.0060132	15' 53.89"	23° 26' 06"	1 m 60 s
3	35° 06' 36"	-0.82"	32° 49' 01"	13° 13' 11"	1.0060244	15' 53.88"	23° 26' 06"	2 m 00 s
4	35° 09' 02"	-0.82"	32° 51' 22"	13° 14' 00"	1.0060356	15' 53.87"	23° 26' 06"	2 m 01 s
5	35° 11' 28"	-0.83"	32° 53' 44"	13° 14' 49"	1.0060467	15' 53.86"	23° 26' 06"	2 m 01 s
6	35° 13' 54"	-0.83"	32° 56' 05"	13° 15' 38"	1.0060579	15' 53.85"	23° 26' 06"	2 m 02 s
7	35° 16' 20"	-0.83"	32° 58' 27"	13° 16' 27"	1.0060691	15' 53.84"	23° 26' 06"	2 m 02 s
8	35° 18' 46"	-0.84"	33° 00' 48"	13° 17' 15"	1.0060802	15' 53.83"	23° 26' 06"	2 m 03 s
9	35° 21' 12"	-0.84"	33° 03' 10"	13° 18' 04"	1.0060914	15' 53.82"	23° 26' 06"	2 m 03 s
10	35° 23' 38"	-0.84"	33° 05' 32"	13° 18' 53"	1.0061025	15' 53.81"	23° 26' 06"	2 m 03 s
11	35° 26' 04"	-0.85"	33° 07' 53"	13° 19' 41"	1.0061137	15' 53.80"	23° 26' 06"	2 m 04 s
12	35° 28' 31"	-0.85"	33° 10' 15"	13° 20' 30"	1.0061248	15' 53.79"	23° 26' 06"	2 m 04 s
13	35° 30' 57"	-0.85"	33° 12' 36"	13° 21' 19"	1.0061359	15' 53.78"	23° 26' 06"	2 m 05 s
14	35° 33' 23"	-0.86"	33° 14' 58"	13° 22' 07"	1.0061470	15' 53.77"	23° 26' 06"	2 m 05 s
15	35° 35' 49"	-0.86"	33° 17' 20"	13° 22' 56"	1.0061581	15' 53.76"	23° 26' 06"	2 m 05 s
16	35° 38' 15"	-0.86"	33° 19' 41"	13° 23' 44"	1.0061693	15' 53.75"	23° 26' 06"	2 m 06 s
17	35° 40' 41"	-0.87"	33° 22' 03"	13° 24' 33"	1.0061804	15' 53.74"	23° 26' 06"	2 m 06 s
18	35° 43' 07"	-0.87"	33° 24' 24"	13° 25' 21"	1.0061915	15' 53.73"	23° 26' 06"	2 m 07 s
19	35° 45' 33"	-0.87"	33° 26' 46"	13° 26' 10"	1.0062025	15' 53.71"	23° 26' 06"	2 m 07 s
20	35° 47' 59"	-0.87"	33° 29' 08"	13° 26' 58"	1.0062136	15' 53.70"	23° 26' 06"	2 m 08 s
21	35° 50' 25"	-0.88"	33° 31' 30"	13° 27' 47"	1.0062247	15' 53.69"	23° 26' 06"	2 m 08 s
22	35° 52' 51"	-0.88"	33° 33' 51"	13° 28' 35"	1.0062358	15' 53.68"	23° 26' 06"	2 m 08 s
23	35° 55' 17"	-0.88"	33° 36' 13"	13° 29' 24"	1.0062469	15' 53.67"	23° 26' 06"	2 m 09 s
24	35° 57' 44"	-0.88"	33° 38' 35"	13° 30' 12"	1.0062579	15' 53.66"	23° 26' 06"	2 m 09 s

*) for mean equinox of date

28 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jan	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	37° 54' 31"	-0.95"	35° 32' 13"	14° 08' 26"	1.0067818	15' 53.17"	23° 26' 05"	2 m 28 s
1	37° 56' 57"	-0.95"	35° 34' 36"	14° 09' 13"	1.0067925	15' 53.16"	23° 26' 05"	2 m 28 s
2	37° 59' 23"	-0.95"	35° 36' 58"	14° 10' 00"	1.0068033	15' 53.15"	23° 26' 05"	2 m 29 s
3	38° 01' 49"	-0.95"	35° 39' 21"	14° 10' 47"	1.0068141	15' 53.14"	23° 26' 05"	2 m 29 s
4	38° 04' 14"	-0.95"	35° 41' 43"	14° 11' 35"	1.0068248	15' 53.13"	23° 26' 05"	2 m 29 s
5	38° 06' 40"	-0.95"	35° 44' 05"	14° 12' 22"	1.0068355	15' 53.11"	23° 26' 05"	2 m 30 s
6	38° 09' 06"	-0.95"	35° 46' 28"	14° 13' 09"	1.0068463	15' 53.10"	23° 26' 05"	2 m 30 s
7	38° 11' 32"	-0.95"	35° 48' 50"	14° 13' 56"	1.0068570	15' 53.09"	23° 26' 05"	2 m 30 s
8	38° 13' 58"	-0.95"	35° 51' 13"	14° 14' 43"	1.0068677	15' 53.08"	23° 26' 05"	2 m 31 s
9	38° 16' 24"	-0.95"	35° 53' 35"	14° 15' 30"	1.0068784	15' 53.07"	23° 26' 05"	2 m 31 s
10	38° 18' 50"	-0.95"	35° 55' 58"	14° 16' 17"	1.0068892	15' 53.06"	23° 26' 05"	2 m 31 s
11	38° 21' 16"	-0.95"	35° 58' 20"	14° 17' 04"	1.0068999	15' 53.05"	23° 26' 05"	2 m 32 s
12	38° 23' 41"	-0.95"	36° 00' 43"	14° 17' 51"	1.0069106	15' 53.04"	23° 26' 05"	2 m 32 s
13	38° 26' 07"	-0.95"	36° 03' 05"	14° 18' 38"	1.0069212	15' 53.03"	23° 26' 05"	2 m 33 s
14	38° 28' 33"	-0.95"	36° 05' 28"	14° 19' 25"	1.0069319	15' 53.02"	23° 26' 05"	2 m 33 s
15	38° 30' 59"	-0.95"	36° 07' 50"	14° 20' 11"	1.0069426	15' 53.01"	23° 26' 05"	2 m 33 s
16	38° 33' 25"	-0.95"	36° 10' 13"	14° 20' 58"	1.0069533	15' 53.00"	23° 26' 05"	2 m 34 s
17	38° 35' 51"	-0.95"	36° 12' 36"	14° 21' 45"	1.0069640	15' 52.99"	23° 26' 05"	2 m 34 s
18	38° 38' 17"	-0.94"	36° 14' 58"	14° 22' 32"	1.0069746	15' 52.98"	23° 26' 05"	2 m 34 s
19	38° 40' 42"	-0.94"	36° 17' 21"	14° 23' 19"	1.0069853	15' 52.97"	23° 26' 05"	2 m 35 s
20	38° 43' 08"	-0.94"	36° 19' 43"	14° 24' 05"	1.0069959	15' 52.96"	23° 26' 05"	2 m 35 s
21	38° 45' 34"	-0.94"	36° 22' 06"	14° 24' 52"	1.0070066	15' 52.95"	23° 26' 05"	2 m 35 s
22	38° 47' 60"	-0.94"	36° 24' 29"	14° 25' 39"	1.0070172	15' 52.94"	23° 26' 05"	2 m 36 s
23	38° 50' 26"	-0.94"	36° 26' 51"	14° 26' 25"	1.0070278	15' 52.93"	23° 26' 05"	2 m 36 s
24	38° 52' 52"	-0.94"	36° 29' 14"	14° 27' 12"	1.0070385	15' 52.92"	23° 26' 05"	2 m 36 s

*) for mean equinox of date

LAMPIRAN 2

1. Perhitungan awal waktu Dzuhur dan Ashar untuk markaz Semarang pada tanggal 22 April 2017:

Data :

Lintang	: -6° 59' 32.7" LS
Bujur	: 110° 21' 26.3" BT
Deklinasi 1	: 12° 13' 38"
Deklinasi 2	: 12° 14' 29"
<i>Equation of Time</i>	: 0 ^j 1 ^m 28 ^d
Waktu bidik	: Pukul 10.37 WIB

Perhitungan :

- a. Mencari waktu hakiki

$$\begin{aligned} \text{KWD} &= -e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= -0^j 1^m 28^d + (105^\circ - 110^\circ 21' 26.3'') : \end{aligned}$$

15

$$= -0^\circ 22' 53.75''$$

$$\begin{aligned} \text{Dzuhur} &= 12 + \text{KWD} \\ &= 12^\circ 00' 00'' + (-0^\circ 22' 53.75'') \\ &= 11:37:06.25 \text{ WIB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zm} &= \delta - \phi \\ &= 12^\circ 17' 50'' - (-6^\circ 59' 32,7'') \\ &= 19^\circ 17' 22,7'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan ha} &= \tan \text{Zm} + 1 \\ &= \tan 19^\circ 17' 22,7'' + 1 \end{aligned}$$

$$\text{ha} = 36^\circ 31' 44.46''$$

$$\begin{aligned}
\text{Cos to} &= \sin h_a : \cos \phi : \cos \delta - \tan \phi \times \tan \delta \\
&= \sin 36^\circ 31' 4.46'' : \cos -6^\circ 59' 32.7'' \\
&\quad : \cos 12^\circ 17' 50'' - \tan -6^\circ 59' \\
&\quad 32.7'' \times \tan 12^\circ 17' 50'' \\
&= 3^\circ 20' 40.86''
\end{aligned}$$

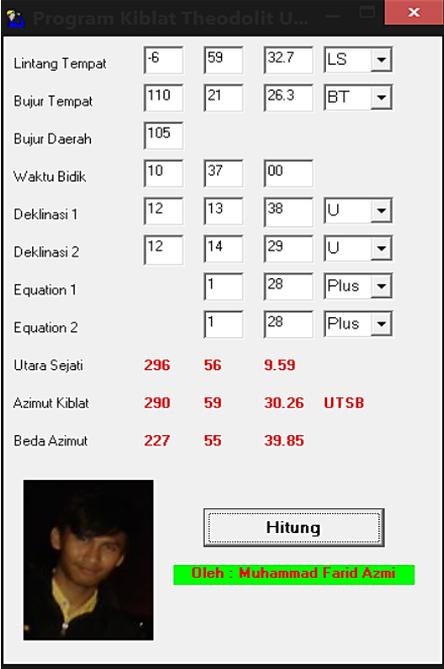
$$\begin{aligned}
\text{Ashar} &= 12 + e + 3^\circ 20' 40.86'' - \text{Kwd} \\
&= 12 + 0^\circ 1' 30'' + 3^\circ 20' 40.86'' - 0^\circ \\
&\quad 21' 25.75'' \\
&= 15^\circ 22' 10.86'' \text{ WH} + (- 0^\circ \\
&\quad 21' 25.75'') \\
&= 14:57:45.11 \text{ WIB.}
\end{aligned}$$

Jadi, pada tanggal 22 April 2017 untuk markaz Semarang memperoleh hasil awal waktu Dzuhur 11:39 WIB dan awal waktu Asar 15:00 WIB.

- b. Menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur
 - 1) Tetapkan arah utara sejati terlebih dahulu dengan menggunakan theodolite, dimana untuk penentuannya menggunakan sebuah program.

Program Kiblat Theodolite Universal.

(Sumber : M. Farid Azmi)



Lintang Tempat	-6	59	32.7	LS
Bujur Tempat	110	21	26.3	BT
Bujur Daerah	105			
Waktu Bidik	10	37	00	
Deklinasi 1	12	13	38	U
Deklinasi 2	12	14	29	U
Equation 1	1	28	Plus	
Equation 2	1	28	Plus	
Utara Sejati	296	56	9.59	
Azimut Kiblat	290	59	30.26	UTSB
Beda Azimut	227	55	39.85	

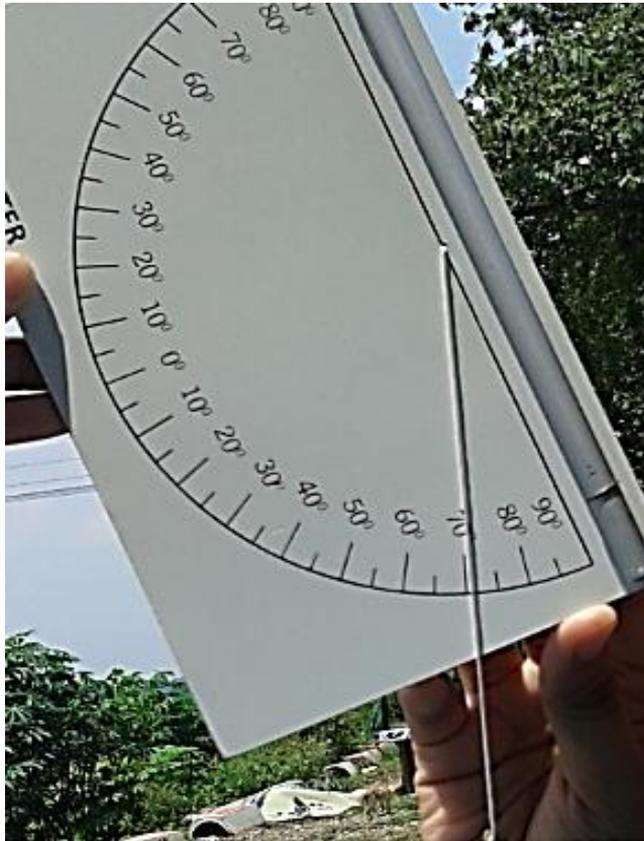
Hitung

Oleh: Muhammad Farid Azmi

- 2) Arah utara sejati telah diketahui.
- 3) Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.
- 4) Arahkan sesuai dengan arah utara sejati.
- 5) Jangan membidik matahari secara langsung, gunakan kaca mata matahari atau menggunakan perantara lainnya.
- 6) Arahkan klinometer pada matahari di waktu yang telah ditentukan sebelumnya.

- 7) Arahkan ujung klinometer yang lain ke arah matahari dimana matahari merupakan objek yang akan dicari ketinggiannya.
- 8) Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang.
- 9) Lihat di angka berapa tinggi matahari itu di klinometer. Tinggi matahari disini memakai satuan derajat dan hasilnya bisa langsung terbaca.
- 10) Hasil yang ditunjukkan oleh benang, merupakan hasil ketinggian matahari.
- 11) Tinggi matahari awal waktu dzuhur

Hasil praktek pengukuran tinggi matahari awal waktu dzuhur.



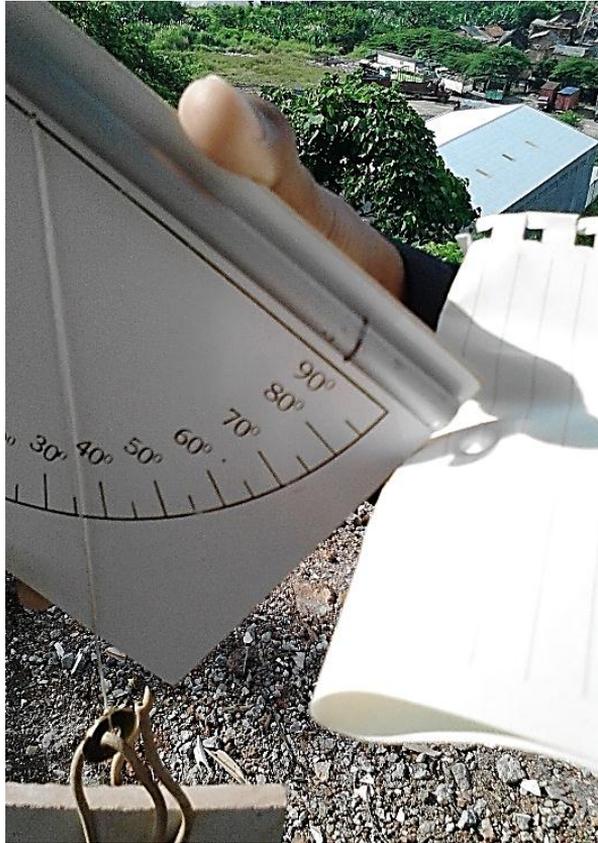
Sumber: Klinometer

Jadi, pada tanggal 22 April 2017 pengukuran tinggi matahari awal waktu Dzuhur menggunakan Klinometer memperoleh hasil 71° dan telah memasuki awal waktu Dzuhur untuk markaz Semarang.

c. Menentukan tinggi matahari awal waktu ashar

- 1) Dalam menentukan tinggi matahari awal waktu ashar, kita tidak perlu menentukan arah utara sejati seperti menentukan tinggi matahari awal waktu dzuhur.
- 2) Matahari bisa dibidik dari arah manapun.
- 3) Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata.
- 4) Arahkan ujung klinometer pada matahari di waktu yang telah ditentukan sebelumnya.
- 5) Membaca sudut yang ditunjukkan oleh benang.
- 6) Lihat di angka berapa tinggi matahari itu di klinometer. Tinggi matahari disini memakai satuan derajat dan hasilnya bisa langsung terbaca.
- 7) Hasil yang ditunjukkan oleh benang, merupakan hasil ketinggian matahari.
- 8) Tinggi matahari awal waktu ashar

Hasil praktek pengukuran tinggi matahari awal waktu ashar
(Sumber: Klinometer)



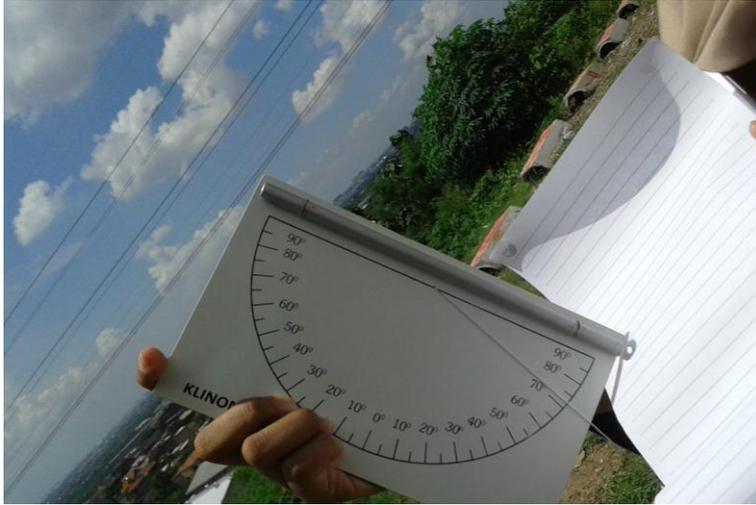
Jadi, pada tanggal 22 April 2017 pengukuran tinggi matahari awal waktu Ashar menggunakan Klinometer memperoleh hasil 36° dan telah memasuki awal waktu Ashar untuk markaz Semarang.

LAMPIRAN 3

Foto Dokumentasi Penelitian di Perum BPI, Ngaliyan Semarang



Kedaaan tempat di Perum BPI, Ngaliyan Semarang sebagai lokasi penelitian



Klinometer selama penelitian sedang berlangsung



Theodolite selama penelitian berlangsung

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Novi Ariyanti
Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 26 November 1995
Alamat Asal : Jl. Kol. Sunandar Gang V No. 23 RT 11 RW
03 Ds Winong Pati
Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah,
Jl. Bukit Beringin Lestari 131 C Wonosari
Ngaliyan Semarang

Jenjang Pendidikan:

A. Pendidikan Formal:

1. TK Pardomuan Bandung (lulus tahun 2001)
2. SD Pardomuan Bandung (lulus tahun 2007)
3. SMP Nasional Pati (lulus tahun 2010)
4. SMA Nasional Pati (lulus tahun 2013)
5. UIN Walisongo Semarang (2013 – 2017)

B. Pendidikan Non Formal :

1. Taman Pendidikan Qur'an At-Taqwa (tahun 2000-2002)
2. Pendidikan Bahasa Inggris di Piramid English Course Pare Kediri (tahun 2015)
3. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah (tahun 2013-sekarang)

C. Pengalaman Organisasi :

1. Anggota ASTROFISIKA (Asosiasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak Indonesia Merdeka) tahun 2014 – sekarang
2. Anggota KFPI (Komunitas Falak Perempuan Indonesia)
3. Anggota THR MAJT (Tim Hisab Rukyat Masjid Agung Jawa Tengah) tahun 2013 – sekarang

Semarang, 9 Juni 2017

Novi Ariyanti
132611051