

**PENERAPAN KONSEP TRIGONOMETRI DALAM MENENTUKAN
WAKTU SHALAT DENGAN INSTRUMEN *SUNDIAL*
DI OBSERVATORIUM ILMU FALAK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd)
Program Studi Pendidikan Matematika

Oleh :

LEO HERMAWAN
1502030135



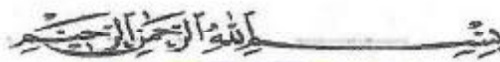
UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**



BERITA ACARA

Ujian Mempertahankan Skripsi Sarjana Bagi Mahasiswa Program Strata 1
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



Panitia Ujian Sarjana Strata-1 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan dalam sidangnya yang diselenggarakan pada hari Kamis, Tanggal 03 Oktober 2019, pada pukul 07.30 WIB sampai dengan selesai. Setelah mendengar, memperhatikan dan memutuskan bahwa:

Nama : Leo Hermawan
N P M : 1502030135
Program Studi : Pendidikan Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Ditetapkan : (A) Lulus Yudisium
() Lulus Bersyarat
() Memperbaiki Skripsi
() Tidak lulus

Dengan diterimanya skripsi ini, sudah lulus dari ujian Komprehensif, berhak memakai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd).

PANITIA PELAKSANA

Ketua

Sekretaris

Dr. H. Elfrianto Nasution, S.Pd, M.Pd

Dra. Hj. Svamsuyurnita, M.Pd

ANGGOTA PENGUJI :

1. Dr. H. Elfrianto Nasution, S.Pd, M.Pd
2. Dr. Zainal Azis, MM, M.Si
3. Dr. Irvan, S.Pd, M.Si

3.



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Telp (061) 6619056 Medan 20238
Website: <http://www.fkip.umsu.ac.id> E-mail: fkip@umsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Skripsi ini yang diajukan oleh mahasiswa di bawah ini :

Nama Lengkap : Leo Hermawan

NPM : 1502030135

Program Studi : Pendidikan Matematika

Judul Skripsi : Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Sudah layak disidangkan.

Medan, September 2019

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

Dr. Irvan, S.Pd, M.Si

Diketahui oleh :

Dekan

Ketua Program Studi
Pendidikan Matematika



Dr. H. Elfrianto Nasution, S.Pd, M.Pd

Dr. Zainal Azis, M.M, M.Si

SURAT PERNYATAAN



Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Leo Hermawan
NPM : 1502030135
Program Studi : Pendidikan Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Penelitian yang saya lakukan dengan judul di atas belum pernah diteliti di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Penelitian ini akan saya lakukan sendiri tanpa ada bantuan dari pihak manapun dengan kata lain penelitian ini tidak saya tempahkan (dibuat) oleh orang lain dan juga tidak tergolong *Plagiat*.
3. Apabila point 1 dan 2 di atas saya langgar maka saya bersedia untuk dilakukan pembatalan terhadap penelitian tersebut dan saya bersedia mengulang kembali mengajukan judul penelitian yang baru dengan catatan mengulang seminar kembali.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga, dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 01 Oktober 2019

Hormat saya
Yang membuat pernyataan,



LEO HERMAWAN

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Nama Lengkap : Leo Hermawan
NPM : 1502030135
Program Studi : Pendidikan Matematika
Judul Skripsi : Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Tanggal	Materi Bimbingan Skripsi	Paraf	Keterangan
10/09/2019	Bimbingan Tata Cara Penulisan dan Perbaikan skripsi		
15/09/2019	Perbaikan Bab IV dan Bab V		
19/09/2019	Perbaikan Bab IV dan Bab V serta Penulisan		
23/09/2019	Bimbingan Pengjucuman skripsi dari Bab I s/d Bab V		
24/09/2019	ACC Gedung		


Unggul | Cerdas | Terpercaya

Medan, September 2019

Diketahui oleh :
Ketua Program Studi
Pendidikan Matematika


Dr. Zainal Aziz, M.M., M.Si

Dosen Pembimbing


Dr. Irvan, S.Pd., M.Si

ABSTRAK

Leo Hermawan, 1502030135. Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Matematika merupakan ilmu yang selalu digunakan dalam kehidupan sehari-hari. tetapi kenyataan penerpan matematika dalam kehidupan sehari hari masih sedikit orang yang mengetagui penggunaan konsep tersebut, padahal banyak sekali konsep matematika yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. salah satu penerapan konsep matematik dalam kehidupan sehari-hari adalah kegiatan ibadah dalam menentukan awal waktu shalat dengan menggunakan salah satu cabang ilmu matematika yaitu trigonometri. Dalam menentukan awal waktu shalat tidaklah sembarangan yaitu harus berdasarkan penjelasan Al-Qur'an dan hadis Nabi Saw maka dari pada itu harus adanya pengevaluasian tentang waktu shalat yang telah di hitung dengan menggunakan konsep matematika agar berdasarkan penjelasan yang telah di sampaikan Nabi Saw, maka dari pada itu *Sundial* dapat digunakan sebagai instrumen pengevaluasi waktu shalat dikarenakan instrumen dalam penggunaannya harus menggunakan cahaya matahari sehingga waktu shalat yang dapat dievaluasi adalah waktu shalat Zuhur dan Asar. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field reasearch*) dengan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa *Sundial Horizontal* yang bernama Jam Istiwa. Penelitian ini dilakukan di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan penelitian yang membahas tentang pengevaluasian waktu shalat dengan *Sundial*. Maka berdasarkan dari hasil penelitian, *Sundial* sudah dapat nyatakan akurat dikarena panjang bayangan benda pada waktu asar yang terbentuk, misalkan pada 11 Juli 2019 panjang bayangan waktu Asar yaitu 18,7 cm, sedangkan pada penjumlahan antara panjang bayangan Zuhur dengan *gnomon* pada 11 Juli 2019 yaitu 17,925 sehingga panjang yang berlebih dari bayangan Asar adalah 0,775. Maka *Sundial* dapat dinyatakan akurat untuk menentukan awal waktu shalat Zuhur dan Asar serta dapat digunakan sebagai instrumen pengevaluasian waktu shalat.

Kata kunci: Trigonometri, *Sundial*, Waktu Shalat

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya kepada kita sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”.

Penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan. Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Agussani, MAP, selaku rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. H. Elfrianto Nasution, M.Pd, Selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Zainal Azis, M.M, M.Si dan Bapak Tua Holomoan Harahap, M.Pd., selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Irvan, S.Pd, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan serta motivasi yang kuat dalam penyusunan skripsi ini

5. Bapak Dr. Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, MA, selaku kepala Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Kepada Abangda Muhammad Hidayat S.Pd, M.Pd, Abangda Hariyadi Putraga, S.Pd, Abangda Marataon Ritonga, S.Pd.I dan Abangda Abu Yazid Raisal, S.Pd, M.Pd yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini baik berupa informasi ataupun data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi.
7. Kepada kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara materil ataupun moral.
8. Kepada semua Tim Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
9. Kepada semua pihak serta rekan-rekan satu angkatan dari Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Walaupun demikian, dalam skripsi ini peneliti menyadari bahwa penulisan masih belum sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan penelitian ini. Namun dengan demikian adanya, semoga skripsi ini dapat dijadikan acuan tindak lanjut penelitian selanjutnya dan bermanfaat bagi kita semua terutama bagi peneliti.

Hormat Saya
Medan, 23 September 2019

Leo Hermawan
1502030135

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PEGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II : LANDASAN TEORITIS	8
A. Kerangka Teoritis	8
1. Pengertian <i>Sundial</i>	8
2. Macam-Macam <i>Sundial</i>	9
3. Kelebihan dan Kelemahan <i>Sundial</i>	12
4. Pengertian Trigonometri.....	12
5. Pengertian Shalat	14

6. Perhitungan Waktu Salat	15
7. Pengertian Observasi	21
8. Pengertian Dokumentasi.....	22
9. Pengertian Ekperimen.....	22
B. Penelitian Relevan	23
C. Kerangka Konseptual.....	26
BAB III : METODE PENELITIAN.....	28
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian	28
B. Jenis Penelitian	28
C. Prosedur Penelitian	28
D. Instrumen Penelitian	29
E. Teknik Pengumpulan Data.....	30
F. Teknik Analisis Data	31
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil Pembahasan.....	32
1. Pengambilan Data Penelitian.....	32
2. Metode Dan Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen Sundial.....	35
B. Pembahasan	44
BAB V : PENUTUP	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Sundial Equatorial</i> di OIF UMSU	10
Gambar 2.2	<i>Sundial Equatorial</i> di <i>Singapore Bitanic Garden</i>	10
Gambar 2.3	<i>Sundial Horizontal</i> di OIF UMSU	11
Gambar 2.4	Sundial Vertikal di Aldeburgh, Suffolk, Inggris	11
Gambar 2.5	Ilustrasi Bayang-Bayang Waktu Zuhur	17
Gambar 2.6	Ilustrasi Tinggi Matahari Awal Waktu Asar	19
Gambar 4.1	Lokasi Observatorium Ilmu Falak UMSU	32
Gambar 4.2	<i>Sundial</i> di tempat terbuka.....	41
Gambar 4.3	<i>Sundial</i> Kearah Utara	41
Gambar 4.4	Zuhur	42
Gambar 4.5	Asar	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengamatan Bayangan Matahari (Benda).....	33
Tabel 4.2	Data Waktu Shalat Zuhur dan Asar.....	37
Tabel 4.3	Data Hitung Bayangan Matahari (Benda).....	39
Tabel 4.4	Data Pengukuran Bayangan Benda di Lapangan	42
Tabel 4.5	Data Hitung Bayangan Benda Waktu Shalat Zuhur.....	45
Tabel 4.6	Data Hitung Bayangan Benda Waktu Shalat Asar.....	47
Tabel 4.7	Data Panjang Bayangan Benda Waktu Zuhur Dilapangan	49
Tabel 4.8	Data Panjang Bayangan Benda Waktu Asar Dilapangan.....	51
Tabel 4.9	Data Perbandingan Panjang Bayangan Benda Shalat Zuhur...	53
Tabel 4.10	Presentasi Kesalahan Perkiraan bayangan benda waktu Zuhur ..	54
Tabel 4.11	Data Perbandingan Panjang Bayangan Benda Shalat Asar	56
Tabel 4.12	Presentasi Kesalahan Perkiraan bayangan benda waktu Asar.....	57
Tabel 4.13	Tabel Panjang Bayangan Waktu	58

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Data Hitung Bayangan Benda Untuk Waktu Shalat Zuhur.....	46
Grafik 4.2	Data Hitung Bayangan Benda Untuk Waktu Shalat Asar	48
Grafik 4.3	Panjang Bayangan Benda Lapangan Shalat Zuhur	50
Grafik 4.4	Panjang Bayangan Benda Lapangan Shalat Asar.....	52
Grafik 4.5	Perbandingan Bayangan Benda Waktu Zuhur	55
Grafik 4.6	Perbandingan Bayangan Benda Waktu Asar	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Deklinasi Matahari
- Lampiran 2. Jadwal Waktu Shalat
- Lampiran 3. Data Bayangan Benda di Lapangan
- Lampiran 4. Data *Altitude* Matahari
- Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian
- Lampiran 6. Form K-1
- Lampiran 7. Form K-2
- Lampiran 8. Form K-3
- Lampiran 9. Form Surat Keterangan Seminar
- Lampiran 10. Surat Permohonan Perubahan Judul Skripsi
- Lampiran 11. Surat Keterangan Plagiat
- Lampiran 12. Surat Permohonan Izin Riset
- Lampiran 13. Surat Balasan Riset
- Lampiran 14. Berita Acara Bimbingan Skripsi

**PENERAPAN KONSEP TRIGONOMETRI DALAM MENENTUKAN
WAKTU SHALAT DENGAN INSTRUMEN *SUNDIAL*
DI OBSERVATORIUM ILMU FALAK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd)
Program Studi Pendidikan Matematika

Oleh :

LEO HERMAWAN
1502030135



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Matematika merupakan salah satu ilmu yang selalu digunakan didalam kehidupan sehari-hari. Defenisi matematika menurut KBBI Daring (2016: 21) adalah ilmu tentang bilangan, hubungan antara bilangan, dan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan. Melalui penalaran logika dan abstraksi, matematika berkembang dari pencacahan, perhitungan, pengukuran dan pengkajian sistematis terhadap bangun dan pergerakan benda-benda fisika, menjadi matematika praktis yang berwujud dalam kegiatan manusia sehari-hari yang tidak dapat dilepaskan dari matematika dikarena setiap kegiatan manusia selalu menerapkan ilmu matematika.

Tetapi pada kenyataan penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari masih sedikit orang yang mengetahui penggunaan konsep tersebut, padahal banyak sekali konsep matematika yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari adalah kegiatan ibadah. Salah satu kegiatan ibadah yang menggunakan matematika adalah penentuan awal waktu shalat bagi umat islam. Shalat merupakan kewajiban setiap muslim, ia merupakan salah satu dari rukun islam yang harus dijalankan oleh setiap umat islam. Bagi umat islam shalat merupakan sarana untuk berkomunikasi kepada Tuhan Yang Maha Esa (Allah SWT). Dalam shalat terikat pada waktu-waktu tertentu yang tidak bisa dilaksanakan dalam sembarang waktu, namun

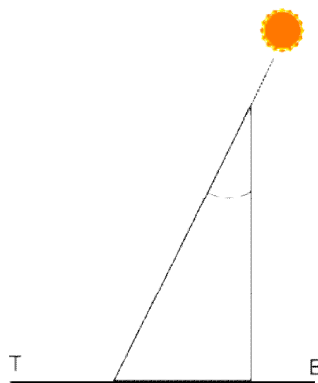
harus mengikuti petunjuk Al-Qur'an dan hadis Nabi Saw. sebagaimana firman Allah “*Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) Subuh. Sesungguhnya shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)*” (QS. Al-Isra: 78) dan hadis Nabi Saw “*waktu Zuhur apabila Matahari condong dimana bayang seseorang sama panjang selama sebelum datang waktu Asar. Waktu Asar selama Matahari belum menguning, waktu shalat Magrib selama belum hilang syafaq, dan waktu shalat Isya' terus berlanjut hingga pertengahan malam, dan waktu shalat Subuh sejak terbit fajar sampai sebelum terbit Matahari*” (HR. Muslim). Maka dari petunjuk Al-Qur'an dan hadis tersebut awal waktu shalat dapat dikonversikan kedalam matematika dan trigonometri. Konsep posisi benda langit dapat ditunjukkan melalui konsep trigonometri dengan menggunakan alat bantu penentu awal waktu shalat yaitu *Sundial*.

Sundial merupakan sebuah perangkat sederhana yang menunjukkan waktu berdasarkan pergerakan Matahari di meridian. Secara *etimologi Sundial* berasal dari bahasa Inggris yang artinya alat penunjuk waktu dengan bayangan sinar Matahari. *Sundial* dalam bahasa Arab disebut *as-Sa'ah asy-Syamsiyah* atau *Mizwalah*. Butar-Butar (2016: 317) juga menyatakan bahwa Mizwala (Arab: *al-mazawil* atau *al-mizalah asy-syamsiyyah*) adalah instrumen astronomi kuno yang digunakan sebagai petunjuk waktu melalui bayang-bayang Matahari. Dalam praktiknya alat ini memang hanya berfungsi apabila ada sinar Matahari sehingga akan membentuk bayang-bayang yang menunjukkan waktu pada saat itu. Instrumen ini juga dapat digunakan untuk menentukan awal waktu shalat terkhusus untuk

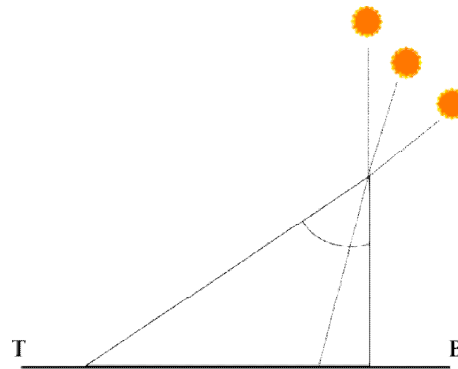
shalat Zuhur dan Asar. Sebagai mana menurut Butar-Butar (2016: 319) menyatakan bahwa di peradaban Islam alat ini lebih berfungsi sebagai penentu waktu shalat siang hari yaitu shalat Zuhur dan Asar.

Selain itu instrumen *Sundial* juga berkaitan dengan sudut yang digunakan dalam trigonometri. Trigonometri merupakan cabang ilmu matematika yang mempelajari tentang sudut-sudut. Menurut Muzamil (2015: 3) mengatakan bahwa kata Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata: “*trigonon*” berarti segitiga dan “*metron*” berarti ukuran. Oleh karena itu, trigonometri berhubungan dengan geometri karena dalam KBBI Daring (2016: 78) menyatakan bahwa trigonometri adalah ilmu ukur mengenai sudut dan sempadan segitiga (digunakan dalam astronomi dan sebagainya).

Adapun konsep trigonometri ini adalah terhadap posisi Matahari yang akan membentuk bayangan *gnomon* dengan panjang bayangan dan bentuk sudut tertentu. Pada pembentukan bayangan Matahari pada *gnomon* akan membentuk suatu panjang bayangan yang berbeda dalam penentuan waktu Zuhur dan Asar. Maka bayangan dan sudut yang terbentuk ketika Zuhur adalah ketika Matahari tergelincir dimeridian melintasi *gnomon* () sehingga bentuk panjang bayangan (), maka akan menghasilkan sudut depresi ().



berdasarkan persamaan trigonometri terhadap hubungan antara sudut dan sisi segitiga siku-siku dalam hal ini sisinya adalah AB dan BC dan sudut yang dibentuk adalah $\angle C$ maka dapat digunakan rumusan persamaan Trigonometri dari segitiga tersebut yaitu $\sin C = \frac{AB}{AC}$. Sehingga nilai besar sudut kemiringan Matahari (sudut depresi $\angle C$) adalah $\angle C = \sin^{-1} \left(\frac{AB}{AC} \right)$. Sedangkan pada bayangan waktu Asar akan membentuk bayangan sama panjang dengan gnomon ditambah dengan panjang bayangan waktu zuhur.



panjang bayangan Asar (AB) adalah panjang *gnomon* (BC) ditambahkan dengan panjang bayangan Zuhur (CD). Sedangkan sudut $\angle C$ adalah tinggi Matahari pada awal waktu Asar. Maka, $\sin C = \frac{AB}{AC}$ dikarenakan panjang gnomon sama dengan panjang bayangan BC , sehingga $\sin C = \frac{AB}{BC + CD}$.

Namun fakta di lapangan menunjukkan bahwa penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *sundial* belum pernah ada digunakan dalam penanda awal waktu shalat dan instrumen *sundial* sebagai pengevaluasian perhitungan awal waktu shalat, hal ini sesuai dengan hasil

wawancara peneliti kepada ahli hisab (perhitungan) waktu shalat di Sumatera Utara yaitu bapak Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar pada tanggal 05 April 2019.

Dalam penentuan awal waktu shalat masih hanya menggunakan perhitungan tanpa mengevaluasi tentang awal waktu shalat tersebut dengan menggunakan instrumen, untuk mengevaluasi awal waktu shalat yang sudah dihitung tersebut dengan instrumen maka untuk mengevaluasinya ada perbandingan perhitungan terhadap hasil yang ditampilkan oleh instrumen penentu awal waktu shalat dalam keadaan waktu dilapangan yang dalam hal ini instrumen yang digunakan adalah *Sundial*. Maka dari pengevaluasian tersebut akan diteliti untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan antara awal waktu shalat berdasarkan firman Allah SWT dan hadis Nabi SAW terhadap perhitungan (hisab) waktu shalat.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan Latar belakang masalah dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya pengetahuan penerapan konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari
2. Belum adanya penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen sundial.
3. Belum adanya pengevaluasian waktu shalat berdasarkan perhitungan waktu shalat dengan instrumen *Sundial* dengan konsep trigonometri.

C. Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini lebih terarah dan jelas maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada yaitu:

1. Perhitungan awal waktu shalat dengan konsep trigonometri.
2. Instrumen yang digunakan adalah *Sundial Horizontal*.
3. Penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *sundial* di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode dan Penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *sundial*?
2. Bagaimana keakuratan *Sundial* sebagai penanda awal waktu shalat dengan konsep trigonometri?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah

1. Untuk mengetahui metode dan Penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *sundial*.
2. Untuk mengetahui keakuratan *Sundial* sebagai penanda awal waktu shalat dengan konsep trigonometri.

F. Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian di atas, diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat sebagai:

1. Bagi penulis, sebagai sarana untuk mengaplikasikan dan menerapkan ilmu matematika yang telah diterima dalam bidang keilmuannya kedalam kehidupan sehari-hari.
2. Bagi Universitas dan lembaga, dari hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam mengevaluasi keakuratan waktu shalat dengan *Sundial*.
3. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan, menambah wawasan dan penerapan keilmuan matematika mengenai mengenai konsep trigonometri digunakan dalam menentukan waktu shalat dengan bantuan instrumen *Sundial*.
4. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi semua orang dalam menentukan awal waktu shalat.

BAB II

LANDASAN TEORITIS

A. Kerangka Teoritis

1. Pengertian *Sundial*

Secara *etimologi*, *Sundial* berasal dari bahasa Inggris yang artinya alat penunjuk waktu dengan bantuan bayangan sinar Matahari. Sedangkan dalam bahasa Arab *Sundial* disebut *as-Sa'ah asy-Syamsiyah* atau *Mizwalah*. Butar-Butar (2016: 317) mengemukakan Mizwala (Arab: *al-mazawil* atau *al-mizalah asy-syamsiyah*) adalah instrumen astronomi kuno yang digunakan sebagai petunjuk waktu melalui bayang-bayang Matahari. Dalam praktiknya alat ini memang hanya berfungsi apabila ada sinar Matahari sehingga akan membentuk bayang-bayang yang menunjukkan waktu pada saat itu. Menurut peneliti dan sejarawan sains, instrumen ini berakar dan bersumber dari peradaban Yunani-Romawi, sementara pendapat lain mengatakan bersumber di era Mesir kuno. Instrumen ini banyak digunakan oleh peradaban pra Islam seperti Babilonia, Mesir, Yunani, dan Romawi. Instrumen ini dalam bahasa Indonesia disebut dengan jam Matahari.

Sundial terdiri dari sebuah tiang tegak lurus yang diletakan pada sebuah dipermukaan datar, yang mana tiang tersebut apabila tersinari Matahari akan membentuk garis bayang-bayang yang berubah-ubah sesuai gerak semu Matahari. Seiring dengan perubahan posisi Matahari maka waktu yang ditunjukkan oleh bayangan tersebut pun akan turut berubah. Menurut Jones (2005: 1) mengatakan *Sundial*, dalam arti luas adalah perangkat apa pun yang menggunakan gerakan

Matahari yang tampak untuk menghasilkan bayangan atau bintik cahaya yang jatuh pada skala referensi yang menunjukkan perjalanan waktu.

Menurut Jones (2005: 11), *Sundial* terdiri dari dua bagian, bagian pertama, *Dialface* (bidang *dial*) adalah permukaan datar yang memiliki gambar garis-garis (angka-angka) untuk menandai waktu/jam. Sedangkan bagian kedua, *gnomon* adalah benda berbentuk segitiga yang tegak lurus di atas permukaan bidang *dial* dengan ujungnya yang miring sama dengan besar derajat terhadap lintang tempat tersebut (lintang lokal). Pada saat Matahari bersinar, *gnomon* akan membentuk bayangan pada bidang *dial* tersebut sehingga waktu dapat dibaca dari skala pada garis (angka) waktu pada titik yang dibentuk (ditunjuk) oleh bayangan *gnomon*.

2. Macam-Macam *Sundial*

Menurut Riza (2018: 50) didalam penelitiannya mengemukakan bahwa *Sundial* sebagai petunjuk waktu, memiliki tiga macam bentuk yaitu: *Sundial Equatorial*, *Sundial Horizontal*, dan *Sundial Vertikal*.

a. *Sundial Equatorial*

Menurut Riza (2018: 50) didalam penelitiannya mengemukakan bahwa *Sundial Equatorial* adalah *Sundial* yang memiliki bidang *dial* yang berbentuk miring yang sesuai dengan lintang suatu tempat dan mempunyai *gnomon* yang tegak lurus terhadap dataran bidang *dial* tersebut yang disesuaikan dengan lingkaran meridian. Kemiringan bidang *dial* ini yang menjadi ciri khas dari jenis *Sundial* tersebut.

Sedangkan menurut Waugh (1973: 29), *Sundial Equatorial* memiliki kelebihan yang dapat dibuat tanpa perhitungan matematis, dan tidak seperti

kebanyakan sundial lainnya, sundial ini dapat digunakan dilintang apapun jika diatur dengan benar. alat ini mendapat sebutan karena fakta bahwa bidang dial berada sejajar ke *Equator*. *Gnomon* adalah batang atau pin yang diatur tegak lurus terhadap bidang dial di bagian tengah bidang dia. *Gnomon* ini sejajar dengan poros bumi dengan mengarah ke kutub langit utara, dekat dengan bintang kutub.



Gambar 2.1 : Sundial Equatorial di OIF UMSU



Gambar 2.2: Sundial Equatorial di Singapore Bitanic Garden

b. Sundial Horizontal

Menurut Waugh (1973: 35), *Sundial horizontal* jauh lebih umum dari semua jenis lainnya dikombinasikan. Popularitas mereka muncul karena dapat digunakan pada waktu kapanpun Matahari bersinar, sedangkan banyak jenis *sundial* hanya dapat digunakan sebagai petunjuk waktu pada periode waktu. Selain itu, *Sundial horizontal* relatif mudah untuk dibuat dan mengaturnya.

Sedangkan menurut Riza (2018: 52) didalam penelitiannya mengemukakan bahwa *Sundial horizontal* biasanya dikenal dengan *garden Sundial* karena peletakannya cukup diatas tanah. *Sundial* ini menerima bayangan sejajar dengan horizontal dan tidak tegak lurus dengan katulistiwa. Model ini lebih populer karena dapat digunakan sepanjang waktu yang terbit sampai tenggelamnya Matahari.



**Gambar 2.3: Sundial Horizontal
di OIF UMSU**

c. Sundial Vertikal

Menurut Riza (2018: 54) didalam penelitiannya mengemukakan bahwa *Sundial Vertikal* merupakan *Sundial* yang biasanya diletakan pada dinding atau sesuatu yang dapat digunakan untuk menggantung *Sundial* tersebut. Bentuk *Sundial Vertikal* memiliki bidang *dial* yang tegak lurus dengan garis vertikal. Tidak seperti *Sundial Equatorial* yang memiliki bidang dial miring berdasarkan besar lintang tempat Sundial tersebut berada, namun hampir sama seperti *Sundial Horizontal*, perbedaannya hanya penempatannya saja.



**Gambar 2.4: Sundial Vertikal di Aldeburgh,
Suffolk, Inggris**

3. Kelebihan Dan Kelemahan *Sundial*

a. Kelebihan *Sundial*

Sundial memiliki kelebihan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Sundial* mudah dibuat karena desainnya sangat sederhana.
2. *Sundial* dapat digunakan sebagai penunjuk waktu shalat, pengukuran arah kiblat dan lainnya.
3. *Sundial* dapat digunakan sepanjang tahun.
4. *Sundial* tidak terpengaruh oleh kelembaban, tarikan gravitasi dan lainnya.

b. Kelemahan *Sundial*

Adapun kelemahan yang dimiliki *Sundial* adalah sebagai berikut:

1. *Sundial* tidak berfungsi atau digunakan apabila tidak adasinar Matahari.
2. *Sundial* hanya bisa digunakan untuk menentukan waktu shalat Zuhur dan Asar.
3. *Sundial* Tidak seakurat jam modern.
4. *Sundial* hanya dirancang atau didesain untu satu tempat saja, jika memindahkannya dilaintempat yang beda lintang tempatnya akan menunjukkan waktu yang salah atau berbeda.
5. *Sundial* tidak mudah untuk di pidah-pindah dan digunakan seperti jam tangan.
6. *Sundial* hanya bisa menentukan jam lokal saja.

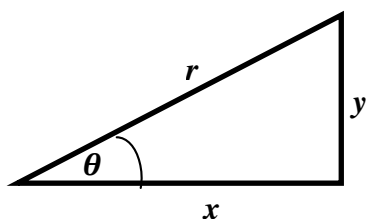
4. Pengertian Trigonometri

Menurut *Online Etymologi Dictionary*, Trigonometri (dari bahasa Yunani *trigonon* = "tiga sudut" dan *metron* = "mengukur") adalah sebuah cabang

matematika yang mempelajari hubungan yang meliputi panjang dan sudut segitiga. Sedangkan menurut Muzamil (2015: 3) mengemukakan bahwa kata Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata: “*trigonon*” berarti segitiga dan “*metron*” berarti ukuran. Oleh karena itu, trigonometri berhubungan dengan geometri karena dalam KBBI Daring (2016: 78) menyatakan bahwa trigonometri adalah ilmu ukur mengenai sudut dan sempadan segitiga (digunakan dalam astronomi dan sebagainya).

Didalam penggunaan trigonometri kita harus mengetahui istilah-istilah dasar didalam trigonometri. Menurut Hosen (2016: 80) istilah-istilah trigonometri sebagai berikut:

- a. Sinus (\sin), yaitu hasil bagi sisi depan (y) suatu sudut dengan sisi miringnya (r).
- b. Cosinus (\cos), yaitu hasil bagi sisi samping (x) suatu sudut dengan sisi miringnya (r)
- c. Tangens (\tan), yaitu hasil bagi sisi depan (y) suatu sudut dengan sisi sampingnya (x)
- d. Cotangens (\cotan), yaitu hasil pembagian 1 dengan hasil tangennya , atau bisa juga hasil bagi sisi miring (r) suatu sudut dengan sisi depannya (y)
- e. Cosec, yaitu hasil pembagian dari 1 dengan hasil sinnya
- f. Sec, yaitu hasil pembagian dari 1 dengan hasil cosnya



$$\sin \theta = \frac{y}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$\cotan \theta = \frac{1}{\tan} = \frac{x}{y}$$

$$\operatorname{cosec} \theta = \frac{1}{\sin} = \frac{r}{y}$$

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos} = \frac{r}{x}$$

5. Pengertian Shalat

Shalat merupakan kewajiban setiap muslim, ia merupakan salah satu dari rukun islam yang harus dijalankan oleh setiap umat islam. Bagi umat islam shalat merupakan sarana untuk berkomunikasi kepada Tuhan Yang Maha Esa (Allah swt). Shalat sudah diperintahkan sejak Nabi Muhammad Saw dimi'rajkan oleh Allah swt maka shalat diwajibkan bagi seluruh umat islam. Menurut Hosen (2016: 162), shalat dalam pengertian etimologi adalah do'a dan minta ampun. Sedangkan menurut daring KBBI (2016: 7) shalat adalah (1). Rukun islam kedua, berupa ibadah kepada Allah swt, wajib dilakukan oleh setiap muslim mukalaf, dengan syarat, rukun, dan bacaan tertentu, dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam; (2). Do`a kepada Allah swt. Sedangkan menurut Izzuddin (2012: 77), shalat menurut bahasa berasal dari kata *shala*, *yashilu*, *shalata*, yang mempunyai arti doa. Sebagai mana yang terdapat dalam Al-Qur'an dalam surah at-Taubat ayat 103. Shalat juga mempunyai arti rahat, dan juga mempunyai arti memohon ampunan seperti yang terdapat dalam Al-Qur'an surah al-Ahzab ayat 56.

Menurut Hosen (2016: 162), pengertian shalat secara syara' (istilah) adalah:

1. Rukun islam kedua, berupa ibadah kepada Allah swt, wajib dilakukan oleh setiap muslim mukalaf, dengan syarat, rukun, dan bacaan tertentu, dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam;
2. Perkataan dan perbuatan yang dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam dengan beberapa syarat yang telah ditentukan;
3. Perkataan yang ditentukan dan perbuatan yang diketahui, dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam, berdasarkan hadis Nabi Saw;
4. Perbuatan tertentu yang diawali dengan takbir yang diakhiri dengan salam;
5. Ibarat dari rukun-rukun khusus, zikir-zikir yang diketahui dengan syarat-syarat yang dibatasi dan waktu-waktu yang ditentukan

Sedangkan menurut Izzuddin (2012: 77), pengertian shalat secara istilah adalah suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan takbiratul ihram dan diakhiri dengan salam, dengan syarat-syarat tertentu.

Maka dapat disimpulkan bahwa pengertian shalat adalah suatu perbuatan ibadah yang dilakukan untuk berdoa untuk mendekatkan diri kepada Allah swt yang dimulai dari takbiratul ihram dan diakhiri dengan salam dengan berdasarkan syarat-syarat yang telah ditentukan secara syara'.

6. Perhitungan Awal Waktu Shalat

Awal waktu shalat merupakan petanda waktu masuknya shalat. Menurut Izzuddin (2012: 78), secara syar'i, shalat yang diwajibkan (shalat *maktubah*) itu mempunyai waktu-waktu yang telah ditentukan (sehingga terdefinisi sebagai

ibadah *muwaqqat*). Dalam penentuan awal waktu shalat tidak dijelaskan secara gamblang (jelas) waktu-waktunya, namun secara syar'i, Al-Qur'an telah mentukannya. Sedangkan penjelasan waktu shalat yang terperinci diterangkan dalam hadis Nabi Saw. Dari hadis Nabi Saw tersebutlah para ahli ilmu memberikan batasan-batasan waktu shalat dengan berbagai cara atau metode yang diasumsikan untuk awal waktu shalat. Hosen (2016: 163) menyatakan bahwa waktu shalat telah maktub dalam Al-Qur'an yang kemudian dijelaskan oleh Nabi Saw melalui perbuatan, perkataan, dan ketetapanannya sebagaimana terdapat dalam hadist-hadist. Hanya saja waktu-waktu yang dimaksud ditunjukkan oleh Al-Qur'an dan hadist sebatas fenomena alam (pergerakan Matahari pada edar hariannya), yang harus dipelajari dengan ilmu yang mengetahui gerak-gerik fenomena alam.

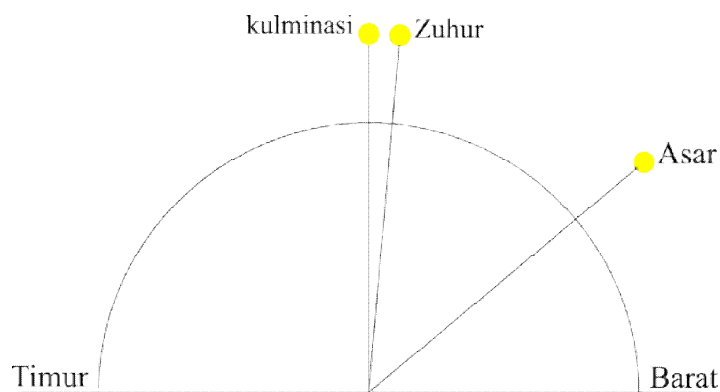
Menurut Butar-Butar (2017: 61), penentuan waktu-waktu shalat pada dasarnya menentukan posisi harian Matahari. Rumusan ayat-ayat dan hadis-hadis mengenai waktu shalat sesungguhnya merupakan penerjemahan posisi harian Matahari. Pergerakan Matahari pada khususnya terbit dan tenggelam yang menjadi standar waktu-waktu shalat merupakan perhatian umat muslim sepanjang zaman.

Pada penentuan waktu shalat yang akan diambil dari perhitungan dengan konsep trigonometri menggunakan instrumen berupa *Sundial* adalah awal waktu shalat Zuhur dan Asar. Menurut Butar-Butar (2017: 64), ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penentuan awal waktu shalat Zuhur dan Asar.

a. Zuhur

Waktu Zuhur dimulai ketika tepi piringan Matahari telah keluar dari garis zenit atau ketika Matahari meninggalkan meridian sesaat setelah Matahari berkulminasi hingga panjang bayang-bayang suatu benda lebih panjang dari objek sebenarnya. Melalui ungkapan Al-Qur'an dan al-Hadits dapat difahami bahwa waktu Zuhur dimulai tatkala Matahari telah melewati saat kulminasi dari titik pusatnya. Oleh karena itu sebagaimana dalam tabiatnya tatkala Matahari telah keluar dari meridian menuju arah barat (yang disebut dengan tergelincir maka waktu Zuhur dinyatakan telah tiba.

Secara astronomis, posisi Matahari dalam kondisi ini adalah ketika Matahari telah melampaui titik kulminasinya di titik pusatnya, dan ketika Matahari telah bergeser kearah barat, kondisi ini disebut gelincir.



Gambar 2.5: Ilustrasi Bayang-Bayang Waktu Zuhur

Tinggi Matahari pada saat waktu Zuhur dapat di rumuskan dengan 90 derajat dikurangi harga mutlak lintang suatu tempat () dikurangi deklinasi () pada hari itu. Sehingga dapat dibentuk persamaan sebagai berikut:

Keterangan

Z_m Matahari = kedudukan Matahari pada awal waktu zuhur yang berada di garis meridian (zenit meridian)

Nilai 90° = posisi Matahari pada ketinggian paling tinggi (jam 12 siang)

φ = lintang tempat

δ = deklinasi suatu tempat

Menurut para ahli astronomi merumuskan apa yang dinamakan dengan Matahari dipertengahan yang mengasumsikan matahari selalu mencapai titik kulminasinya (titik tertinggi pada 90°) tepat jam 12:00. Maka dapat disederhanakan rumus diatas sebagai berikut:

$$W \text{ Zuhur} = 12 - e$$

atau

$$W \text{ Zuhur} = MP + KWD$$

Keterangan:

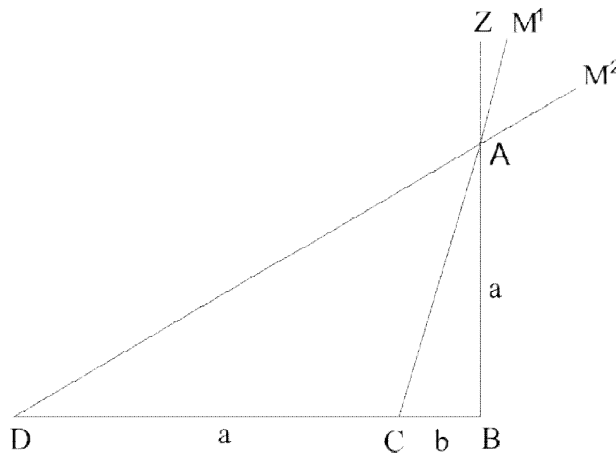
e = *equation of time*

MP = *Merr Pass*

KWD = Koreksi Waktu Daerah

b. Asar

Mengenai waktu Asar, ada dua redaksi hadis Nabi Saw terkait hal ini seperti dikemukakan kan dalam riwayat Ibn Abbas. Riwayat pertama menyatakan ketika bayang-bayang suatu benda seukuran bendanya. Redaksi kedua menyatakan ketika bayang-bayang suatu benda seukuran dua kali benda itu. Perbedaan dua redaksi ini mengakibatkan perbedaaan penjabaran astronomis terhadap masa tibanya waktu Asar.



Gambar 2.6: Ilustrasi Tinggi Matahari Awal Waktu Asar

Pada saat kulminasi, A-B tidak menimbulkan bayangan. Namun ketika Matahari bergerak ke arah barat, AB berada di C. B-A-Z adalah proyeksi ketitik zenit. C-A-M¹ adalah proyeksi ketitik pusat Matahari di meridian. Sudut Z-A-M¹ adalah jarak titik zenit ke jarak pusat Matahari (zm). Tatkala matahari bergerak ke arah melewati kulminasi dan kedudukannya semakin rendah (misalnya di titik M²), maka bayangan A-B akan semakin panjang.

Panjang bayangan waktu Asar adalah B-C-D. Sedangkan panjang bayangan A-B pada awal waktu Asar adalah b + a. Sedangkan dengan sudut A-B-D adalah tinggi Matahari pada awal waktu Asar.

Maka, — — — — —

adalah

Dengan demikian tinggi Matahari pada waktu Asar dapat disimpulkan sebagai berikut:

atau

Adapun perhitungan awal waktu shalat Zuhur dan Asar, sebagaimana yang dijelaskan oleh Butar-Butar (2017: 89), perhitungan waktu-waktu merupakan penerjemahan posisi Matahari pada saat-saat tertentu, dimana data-data yang diperlukan adalah: Lintang (φ), Bujur (λ), Deklinasi Matahari (δ), *Equation of Time* (e), *Meridian Pass* (MP), Koreksi Waktu Daerah (KWD), Tinggi Matahari (t).

Ketinggian Matahari terkait waktu-waktu shalat dicari dengan rumus berikut:

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \sin h : \cos \varphi : \cos \delta$$

Adapun rumus perhitungan waktu shalat Zuhur dan Asar menurut Butar-Butar (2017: 90) sebagai berikut:

1. Zuhur

Perhitungan waktu Zuhur dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\mathbf{Waktu\ Zuhur = MP - KWD}$$

$$MP = 12 - e$$

$$KWD = [\lambda - \lambda d] : 15$$

Keterangan:

MP = *Meridian Pass*

e = *Equation of Time*

KWD = Koreksi Waktu Daerah

λ = Bujur tempat

λd = Bujur tolok (bujur waktu daerah)

2. Asar

Perhitungan waktu Asar dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Asar} = MP + (t: 15) - KWD$$

$$\text{cotan } h = \tan[\phi - \delta] + 1$$

Keterangan:

MP = Meridian Pass

e = Equation of Time

KWD = Koreksi Waktu Daerah

ϕ = lintang tempat

δ = deklinasi suatu tempat

7. Pengertian Observasi

Menurut Sugiyono (2017: 203) menyatakan bahwa observasi sebagai teknik pengumpulan data mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain, yaitu wawancara dan kuesioner karena kalau observasi tidak terbatas pada orang, tetapi juga obyek-obyek alam lainnya.

Menurut Sutrisno Hadi (1986) dalam buku Sugiyono (2017:203) mengemukakan bahwa, observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua di antara yang penting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan.

a. Observasi Partisipan

menurut Sugiyono (2017: 204) mengemukakan bahwa observasi Partisipan merupakan penelitian yang peneliti terlibat dengan kegiatan sehari-hari orang yang sedang diamati atau yang digunakan sebagai sumber data penelitian. Sambil

melakukan pengamatan, peneliti ikut melakukan apa yang dikerjakan oleh sumber data, dan ikut merasakan suka dukanya. Dengan observasi partisipan ini, maka data yang diperoleh akan lebih lengkap, tajam, dan sampai mengetahui pada tingkat makna dari setiap perilaku yang tampak.

8. Pengertian Dokumentasi

Menurut Sukardi (2008: 81), pada teknik dokumentasi, peneliti dimungkinkan memperoleh informasi dari bermacam-macam sumber tertulis atau dokumen yang ada pada responden atau tempat, di mana responden bertempat tinggal atau melakukan kegiatan sehari-harinya. Sedangkan menurut Sugiyono (2013), dokumentasi bisa berbentuk tulisan, gambar atau karya monumental dari seseorang. Selaras dengan menurut Arikunto (1993: 202), metode dokumentasi yaitu mencari data mengenai variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasati, notulen rapat, agenda dan sebagainya.

9. Pengertian Ekperimen

Menurut Sugiyono (2017: 7), penelitian dengan pendekatan eksperimen adalah suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh, variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi terkontrol secara ketat. Sedangkan menurut Sukardi (2008:179), metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang paling produktif, karena jika penelitian tersebut dilakukan dengan baik dapat menjawab hipotesis yang utamanya berkaitan dengan hubungan sebab akibat.

B. Penelitian Relevan

Adapun beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan atau berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti yang berhubungan dengan *Sundial* ada beberapa diantaranya sebagai berikut:

Penelitian oleh Muhammad Himmatur Riza (2018) didalam penelitiannya menjelaskan bahwa *Sundial Horizontal* tersebut hanya digunakan untuk penentuan penanggalan Jawa Pranata Mangsa, serta penulis juga menjelaskan bahwa *Sundial Horizontal* didalam penentuan penanggalan Jawa Prananta Mangsa lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan pecak kaki seseorang, ini berdasarkan hasil penelitian langsung peneliti dilapangan sehingga dapat dikatakan bahwa *Sundial Horizontal* layak digunakan untuk penentuan penanggalan Jawa Prananta Mangsa yang akurat, praktis dan murah.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Aupal Marom (2015) menerangkan bahwa tujuan dari dibangunnya Jam Matahari tersebut sebagai motivasi para karyawan yang bekerja di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat untuk ingat akan waktu agar nantinya kesadaran akan waktu itu menghasilkan kinerja yang sinergi antar individu dalam organisasi masing-masing. Penomoran garis jam ditulis dengan angka-angka romawi yang berjajar secara berurutan dari jam 8 pagi sampai jam 4 sore berlawanan arah jarum jam. Setelah penulis melakukan pengecekan, jam Matahari ini kurang akurat. Ketidak akuratan ini disebabkan oleh faktor ketidaksesuaian bangunan fisik bangunan jam Matahari Kementerian PUPR dalam ketentuan baku pembangunan Jam Matahari Horizontal.

Penelitian berikutnya yaitu yang ditulis oleh Rini Listianingsih (2017), yang disini peneliti menyatakan bahwa *Istiwaaini* karya Slamet Hambali untuk menentukan titik koordinat Bumi sehingga dapat mengetahui lintang dan bujur Bumi di tempat tersebut. Penulis juga menjelaskan bahwa *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur merupakan alat non optik yang akurat. Nilai yang dihasilkan *Istiwaaini* dengan GPS hanya selisih pada nilai menitnya saja.

Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Imam Safrudy (2016), yang didalam penelitiannya mengemukakan bahwa metode penggunaan Jam Bencet dalam penentuan awal waktu shalat di Pondok Pesantren Hidayatul Mubtadi-ien Kalibening Shalatiga yaitu dengan melihat bayang-bayang Matahari dalam bidang dial Jam Bencet untuk menentukan waktu shalat Zuhur, sedangkan untuk waktu shalat Asar, Magrib, Isya dan Subuh penentuan waktu shalatnya tidak bisa langsung menggunakan jam bencet dikarenakan grafik pada bidang *dial* Jam Bencet hanya menunjukkan waktu perkiraan. Penulis juga menjelaskan bahwa tingkat keakurasian pada Jam Bencet di Pondok Pesantren Hidayatul Mubtadi-ien Kalibening Shalatiga dalam menentukan awal waktu Shalat Zuhur cukup akurat.

Berikutnya penelitian dilakukan oleh M. Hanifan Muslimin (2014), dalam penelitiannya mengemukakan bahwa Jam Bencet tersebut hanya digunakan sebagai penunjuk waktu shalat, khususnya shalat Zuhur dan Asar. Setelah peneliti melakukan observasi lapangan, keakurasian Jam Bencet tersebut terdapat perbedaan yang tidak signifikan.

Berikutnya penelitian dari Alfiyatur Rifqiyah (2017) menyatakan bahwa penentuan awal waktu shalat di Dukuh Tamansari Desa Carangerejo Kecamatan Sampung Kabupaten Ponorogo dengan bantuan sinar Matahari melalui alat yang biasa di sebut Bencet atau Jam Matahari yang diletakan di depan masjid Baitul Huda yang digunakan untuk menentukan masuknya waktu shalat. Penulis juga menjelaskan bahwa keakurasian penetapan 5 waktu shalat di Dukuh Tamansari Desa Carangerejo Kecamatan Sampung Kabupaten Ponorogo yang berpedoman pada jadwal waktu shalat jam istiwak dapat dipertanggungjawabkan dan dapat dipergunakan sebagai acuan dalam penentuan awal waktu shalat. Karena selisih yang dihasilkan ketika dikonversikan dalam waktu daerah hanya sekitar 1-2 menit. Selisih ini dimaklumi karena perbedaan ihtiyat yang ditambahkan dalam perhitungannya.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Dini Rahmadani(2018) diadalam penelitiannya mengemukakan bahwa penentuan awal waktu shalat menggunakan perhitungan dan rumus. Semua waktu shalat yang dipakai dalam perhitungan biasa umumnya menggunakan data saat posisi sudut waktu Matahari berada pada zenit atau saat Matahari berada (memasuki) waktu Zuhur. Nilai ini pada perhitungan manual digunakan disetiap perhitungan waktu shalat diwaktu-waktu lainnya dengan argumen nilai yang tidak berupa signifikan, namun secara realita data posisi Matahari (deklinasi Matahari) akan berbeda nilainya disetiap waktunya walaupun secara data nilai hanya berubah sekitar 0,1 poin dalam rentang tertentu namun hal ini menunjukkan diperlukan keakuratan data deklinasi

pada setiap hitungan untuk mendapatkan nilai waktu shalat yang mencapai akurasi tertinggi.

Berdasarkan karya-karya penelitian diatas, peneliti menelusuri dan mencari dirasa belum ada penelitian yang secara spesifik membahas tentang kajian penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.

C. Kerangka Konseptual

Matematika merupakan salah satu ilmu yang selalu digunakan didalam kegiatan sehari-hari manusia, baik didalam aktivitas kehidupan ataupun keadaan disekitar lingkungan itu sendiri. Tetapi pada umumnya banyak dari kita yang belum mengetahui bahwa disetiap segi kegiatan yang kita lakukan selalu menerapkan ilmu matematika. Ilmu matematika juga diterapkan didalam ibadah, salah satunya dalam penentuan awal waktu shalat, yang mana dalam penentuan awal waktu shalat yang dijelaskan di Al-Qur'an dan hadis Nabi Saw dapat dikonversikan ke dalam konsep matematika dan trigonometri.

Tetapi pada dasarnya penentuan awal waktu shalat yang selama ini kita gunakan hanya berdasarkan perhitungan matematis, sampai saat ini belum ada yang mengevaluasi tentang perhitungan waktu shalat tersebut sudah akurat atau belum seperti penjelasan hadis yang disampaikan Nabi Saw tentang penentuan awal waktu shalat tersebut. Maka dari pada itu diperlukan instrumen yang dapat digunakan sebagai pengevaluasian waktu shalat tersebut, yang dimana instrumen yang dapat digunakan adalah *Sundial*. Instrumen ini merupakan alat yang dapat digunakan untuk menunjukkan waktu dengan konsep bayang-bayang Matahari

serta dapat menunjukan masuknya awal waktu shalat. Melalui bantuan instrumen *Sundial* dan trigonometri kita dapat menentukan awal waktu shalat, yang dimana *Sundial* digunakan sebagai instrumen penentu awal waktu shalat dengan konsep trigonometri.

Sehingga diharapkan bahwa penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial* dapat digunakan sebagai pengevaluasian waktu shalat yang sudah ada sekarang serta *sundial* dapat akurat menentukan awal waktu shalat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang di lantai 7 beralamat di kampus pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Denai No. 217 Medan, keluarahan Tegal Sari mandala II, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan dan waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan selesai.

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) yaitu peneliti menggunakan *Sundial horizontal* yang bernama Jam Istiwa sebagai instrumen utama untuk menggumpulkan data-data di lapangan. Penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.

C. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut

1. tahap perencanaan, pada tahap ini peneliti akan mempersiapkan beberapa hal yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian yaitu:

- a. mencari dan mengurus perizinan alat dan lokasi penelitian untuk mengambil data penelitian.
 - b. Membuat hitungan waktu shalat Zuhur dan Asar
 - c. Mempersiapkan instrumen penelitian seperti *Sundial*
2. Tahap pelaksanaan, pada tahap ini peneliti akan melaksanakan pengambilan data penelitian dengan menggunakan instrumen sundial dan alat bantu ukur yaitu penggaris untuk mengambil data panjang bayangan benda yang akan dihasilkan oleh *gnomon*, pengambilan data penelitian dilakukan pada jam 12:00 WIB s/d 16:00 WIB yang dimana pada rentang waktu tersebut ada waktu shalat Zuhur dan Asar, dengan asumsi langit setiap hari cerah.
 3. Tahap Analisis Data, pada tahap ini peneliti akan mengolah data penelitian yang didapat dari lapangan.
 4. Tahap deskripsi, pada tahap ini peneliti akan mendeskripsi hasil pengolahan data yang telah dilakukan untuk menjelaskan tentang penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.
 5. Tahap kesimpulan, pada tahap ini peneliti akan menarik kesimpulan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan tentang penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen *Sundial horizontal* yang bernama Jam Istiwa dan alat bantu ukur yaitu penggaris.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi Partisipan

Teknik Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan melalui pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti. Teknik observasi yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi berpartisipasi atau observasi partisipan, artinya peneliti tidak hanya berlaku sebagai pengamat saja melainkan juga mengaplikasikan objek yang diteliti yaitu *Sundial* secara langsung dilapangan untuk memperoleh data.

2. Dokumentasi

Dokumentasi ialah metode untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan *Sundial* dan hasil dari observasi sebagai data dalam menyimpulkan hasil penelitian tersebut. Metode ini juga berfungsi untuk pengambilan gambar ketika praktik penggunaan *Sundial* sebagai penanda awal waktu shalat dengan konsep trigonometri sebagai bukti telah melakukan penelitian.

3. Eksperimen

Metode ini digunakan untuk mengaplikasikan *Sundial* dalam menentukan awal waktu shalat dengan konsep trigonometri, yang mana peneliti akan terlebih dahulu mengambil data-data pendukung seperti nilai deklinasi Matahari dan nilai *equation of time* pada tanggal dan bulan tertentu untuk sebagai data dalam perhitungan awal waktu shalat dengan konsep trigonometri. Kemudian baru

menggunakan *Sundial* untuk mengevaluasi perhitungan awal waktu shalat dengan bayang-bayang yang dibentuk oleh *Sundial*. Hasil yang diperoleh akan digunakan sebagai dasar untuk diambil kesimpulan mengenai penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.

F. Teknik Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian data-data tersebut diolah dan dianalisis bersamaan dengan proses penyajiannya dengan metode deskriptif-analitik, metode yang akan menggambarkan dan menganalisis objek dalam penelitian. Analisis yang digunakan akan mendeskripsikan sekaligus menganalisa bagaimana penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Pengambilan Data Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan kordinat $03^{\circ}34'55'' LU$ dan $98^{\circ}43'17'' BT$, tepatnya di lantai 7 kampus pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Denai No. 217 Medan, kelurahan Tegal Sari Mandala II, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan, penelitian ini dilaksanakan mulai dari Senin, 08 Juli 2019 sampai dengan Sabtu, 17 Agustus 2019. Penelitian dilakukan pada siang hari dengan menggunakan instrumen *Sundial horizontal* yang bernama Jam Istiwa dalam pengambilan datanya sendiri disini peneliti menggunakan alat tambahan berupa pengaris (mistar).

Gambar 4.1: Lokasi Observatorium Ilmu Falak UMSU



Sumber: Google Earth

b. Observasi Bayangan Matahari (Benda)

Data bayangan Matahari diambil dari 8 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019, hari efektif dalam penelitian berjumlah 26 hari. Data bayangan Matahari menggunakan instrumen *Sundial* dan bantuan penggaris (mistar). Pengambilan data diambil pada saat waktu masuk shalat Zuhur dan Asar dengan mengukur panjang bayangan *gnomon*. Berikut adalah hasil pengamatan bayangan Matahari yang dijelaskan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1: Hasil Pengamatan Bayangan Matahari (Benda)

Hari & Tanggal	Pukul	Waktu Salat	Keterangan
Senin, 08/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Senin, 08/07/2019	15.58	Asar	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Rabu, 10/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 10/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Kamis, 11/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 11/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Jum'at, 12/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Jum'at, 12/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Sabtu, 13/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Sabtu, 13/07/2019	15.59	Asar	Tertutup Awan
Senin, 15/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Senin, 15/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Selasa, 16/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 16/07/2019	15.59	Asar	Tertutup Awan
Kamis, 18/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 18/07/2019	15.58	Asar	Terlihat
Kamis, 25/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Kamis, 25/07/2019	15.58	Asar	Tertutup Awan
Jum'at, 26/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 26/07/2019	15.57	Asar	Tertutup Awan
Senin, 29/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Senin, 29/07/2019	15.57	Asar	Terlihat
Selasa, 30/07/2019	12.34	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 30/07/2019	15.56	Asar	Tertutup Awan

Rabu, 31/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Rabu, 31/07/2019	15.56	Asar	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	15.56	Asar	Terlihat
Jum'at, 02/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 02/08/2019	15.56	Asar	Terlihat
Sabtu, 03/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Sabtu, 03/08/2019	15.55	Asar	Tertutup Awan
Senin, 05/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Senin, 05/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Selasa, 06/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Selasa, 06/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Rabu, 07/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 07/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Kamis, 08/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 08/08/2019	15.53	Asar	Terlihat
Jum'at, 09/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 09/08/2019	15.53	Asar	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	15.50	Asar	Terlihat
Kamis, 15/08/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Kamis, 15/08/2019	15.50	Asar	Tertutup Awan
Jum'at, 16/08/2019	12.32	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 16/08/2019	15.49	Asar	Tertutup Awan
Sabtu, 17/08/2019	12.31	Zuhur	Terlihat
Sabtu, 17/08/2019	15.48	Asar	Terlihat

Dari tabel diatas, dapat dilihat pada saat shalat Zuhur pada tanggal 11 Juli, 15 juli, 18 Juli, 25 Juli, 26 Juli, 29 Juli, 31 Juli, 02 Agustus, 05 Agustus, 06 Agustus, 08 Agustus, 09 Agustus, 16 Agustus dan 17 Agustus keadaan langit pada siang itu terlihat cerah dan Matahari bersinar serta bayangan Matahari (benda) dapat terlihat pada saat masuk waktu zuhur. Sedangkan untuk waktu Asar bayangan yang terlihat pada tanggal 09 Juli, 10 Juli, 11 juli, 12 juli, 15 Juli, 18 Juli, 29 Juli, 1 Agustus, 02 Agustus, 05 Agustus, 06 Agustus, 07 Agustus, 08 Agustus, 14 Agustus dan 17 Agustus, pada saat itu Matahari bersinar cerah maka

bayangan dapat terlihat pada saat masuk waktu Asar. Kemudian ada beberapa hari untuk waktu Zuhur dan Asar Matahari tertutup awan dapat dilihat pada tabel 4.1 diatas.

2. Metode Dan Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen *Sundial*

Untuk menerapkan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial* kita harus mempersiapkan beberapa hal seperti berikut ini:

1. Perhitungan Waktu Shalat

Untuk menghitung waktu shalat memerlukan berapa data penunjang yang diperlukan dalam menghitung waktu shalat yaitu:

- a. Lintang tempat (φ)
- b. Bujur tempat (λ)
- c. Deklinasi Matahari (δ)
- d. *Equation of Time* (e)
- e. *Meridian Pass* (MP)
- f. Koreksi Waktu Daerah (KWD)
- g. Tinggi Matahari (t)

Dalam perhitungan kali ini kita akan menghitung waktu shalat Zuhur dan Asar saja karena kita hanya memerlukan kedua waktu shalat tersebut. Tempat yang akan kita hitung waktu shalatnya adalah untuk kawasan kota Medan yang

dimana Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Berada, dengan waktu shalat pada 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019.

- a. Lintang tempat (φ) = $03^{\circ}34'55''$ LU
- b. Bujur tempat (λ) = $98^{\circ}43'17''$ BT
- c. Deklinasi Matahari (δ) 08 Juli 2019 = $22^{\circ}26'18''$
- d. Equation of Time (e) = $-00^{\circ}05'04''$

2. Perhitungan Waktu Zuhur

$$\text{Waktu Zuhur} = MP - KWD$$

$$MP = 12 - e$$

$$KWD = [\lambda - \lambda d] : 15$$

$$MP = 12 - (-00^{\circ}05'04'') = 12^{\circ}05'04''$$

$$KWD = [98^{\circ}43'17'' - 105^{\circ}] : 15 = -00^{\circ}25'06,87''$$

$$\text{Waktu Zuhur} = 12^{\circ}05'04'' - (-00^{\circ}25'06,87'') = 12^{\circ}30'10,87''$$

Dikarenakan ada penambahan waktu ikhtiyat sebanyak 2 menit maka waktu Zuhur adalah pukul 12:32 WIB.

3. Perhitungan Waktu Asar

$$\text{Waktu Asar} = MP + (t: 15) - KWD$$

$$\cotan h = \tan[\varphi - \delta] + 1$$

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \sin h : \cos \varphi : \cos \delta$$

$$\cotan h = \tan[03^{\circ}34'55'' - 22^{\circ}26'18''] + 1$$

$$\cotan h = \tan[18^{\circ}51'23''] + 1$$

$$h = 36,7015667$$

$$\cos t = -\tan 03^{\circ}34'55'' \tan 22^{\circ}26'18'' + \sin 36,7015667 : \cos 03^{\circ}34'55''$$

$$: \cos 22^{\circ} 26' 18''$$

$$\cos t = 0,622016102$$

$$t = 51,53648908 = 51^{\circ} 32' 11,36''$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Asar} &= 12^{\circ} 05' 04'' + (51^{\circ} 32' 11,36'' : 15) - (-00^{\circ} 25' 06,87'') \\ &= 15^{\circ} 56' 19,63'' \end{aligned}$$

Dikarenakan ada penambahan waktu ikhtiyat sebanyak 2 menit maka waktu Asar adalah pukul 15:58 WIB.

maka data waktu Zuhur dan Asar dari tanggal 8 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 dapat dilihat di tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2: Data Waktu Shalat Zuhur dan Asar

Tanggal	Zuhur	Asar
08/07/2019	12.32	15.58
09/07/2019	12.32	15.59
10/07/2019	12.32	15.59
11/07/2019	12.33	15.59
12/07/2019	12.33	15.59
13/07/2019	12.33	15.59
15/07/2019	12.33	15.59
16/07/2019	12.33	15.59
18/07/2019	12.33	15.58
25/07/2019	12.34	15.58
26/07/2019	12.34	15.57
29/07/2019	12.34	15.57
30/07/2019	12.34	15.56
31/07/2019	12.34	15.56
01/08/2019	12.33	15.56
02/08/2019	12.33	15.56
03/08/2019	12.33	15.55
05/08/2019	12.33	15.54
06/08/2019	12.33	15.54
07/08/2019	12.33	15.54
08/08/2019	12.33	15.53
09/08/2019	12.33	15.53
14/08/2019	12.32	15.50
15/08/2019	12.32	15.50

16/08/2019	12.32	15.49
17/08/2019	12.31	15.48

Data waktu shalat yang dicantumkan di tabel 4.2 diatas adalah tanggal efektif pada saat melakukan penelitian.

4. Perkiraan Panjang Bayangan

Dalam menentukan panjang bayangan Matahari kita dapat menghitung perkiraan panjang bayangan yang akan terbentuk pada waktu yang ingin kita ukur panjang bayangannya. Adapun hal-hal yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Tinggi tiang (*Gnomon*)
- Altitude Matahari atau sudut Matahari

Kita dapat menghitung perkiraan panjang bayangan dengan rumus:

$$\text{panjang bayangan} = \text{tinggi tiang} / \tan \theta (\text{altitude Matahari})$$

Pada penelitian kali ini kami meneliti panjang bayangan yang terbentuk adalah panjang bayangan waktu Zuhur dan Asar mulai dari tanggal 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019.

Misalnya untuk tanggal 08 Juli 2019 panjang bayangan pada saat Zuhur dan Asar Adalah...

Tinggi tiang = 14 cm

- Altitude Matahari pada saat Zuhur (12:32) = 71,07527778
- Altitude Matahari pada saat Asar (15:58) = 36,30916667

Jawab:

$$\text{panjang bayangan} = \text{tinggi tiang} / \tan \alpha (\text{altitude matahari})$$

$$\text{panjang bayangan Zuhur} = \frac{14 \text{ cm}}{\tan 71,07527778} = 4,800021246 \approx 4,8 \text{ cm}$$

$$\text{panjang bayangan Asar} = \frac{14 \text{ cm}}{\tan 36,30916667} = 19,05230112 \approx 19,05 \text{ cm}$$

Maka berdasarkan perhitungan perkiraan panjang bayangan yang akan dapat pada saat waktu Zuhur dan Asar adalah 4,8 cm dan 19,05 cm.

Untuk memudahkan pada saat perhitungan kami menggunakan Ms. Excel dalam penghitungan panjang bayangan tersebut maka perkiraan panjang bayangan pada saat waktu Zuhur dan Asar pada tanggal 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3: Data Hitung Bayangan Matahari (Benda)

No	Hari & Tanggal	Pukul	Altitude Matahari	Gnomon (cm)	Panjang Bayangan
1	Senin, 08/07/2019	12.32	71:04:31	14	4,800021246
	Senin, 08/07/2019	15.58	36:18:33	14	19,05230112
2	Selasa, 09/07/2019	12.32	71:11:28	14	4,768412565
	Selasa, 09/07/2019	15.59	36:08:37	14	19,16812806
3	Rabu, 10/07/2019	12.32	71:18:48	14	4,735107637
	Rabu, 10/07/2019	15.59	36:12:10	14	19,12662854
4	Kamis, 11/07/2019	12.33	71:26:09	14	4,701775203
	Kamis, 11/07/2019	15.59	36:15:42	14	19,08543997
5	Jum'at, 12/07/2019	12.33	71:34:15	14	4,665096889
	Jum'at, 12/07/2019	15.59	36:19:13	14	19,04456013
6	Sabtu, 13/07/2019	12.33	71:42:43	14	4,626819747
	Sabtu, 13/07/2019	15.59	36:22:41	14	19,00437272
7	Senin, 15/07/2019	12.33	72:00:47	14	4,545349149
	Senin, 15/07/2019	15.59	36:29:28	14	18,92605414
8	Selasa, 16/07/2019	12.33	72:10:21	14	4,502321584
	Selasa, 16/07/2019	15.59	36:32:48	14	18,88772129
9	Rabu, 17/07/2019	12.33	72:20:17	14	4,457726292
	Rabu, 17/07/2019	15.59	36:36:04	14	18,85025228
10	Kamis, 18/07/2019	12.33	72:30:34	14	4,411646046
	Kamis, 18/07/2019	15.58	36:52:58	14	18,65792704
11	Jum'at, 19/07/2019	12.33	72:41:12	14	4,364088686
	Jum'at, 19/07/2019	15.58	36:52:58	14	18,65792704
12	Sabtu, 20/07/2019	12.34	72:51:46	14	4,316920255

	Sabtu, 20/07/2019	15.58	36:59:12	14	18,58762563
13	Senin, 22/07/2019	12.34	73:14:47	14	4,214484052
	Senin, 22/07/2019	15.58	37:05:07	14	18,52120811
14	Selasa, 23/07/2019	12.34	73:26:48	14	4,161168076
	Selasa, 23/07/2019	15.58	37:07:56	14	18,4896958
15	Rabu, 24/07/2019	12.34	73:39:09	14	4,106488458
	Rabu, 24/07/2019	15.58	37:10:40	14	18,45918094
16	Kamis, 25/07/2019	12.34	73:51:49	14	4,050526365
	Kamis, 25/07/2019	15.58	37:13:18	14	18,42984293
17	Jum'at, 26/07/2019	12.34	74:04:49	14	3,993215502
	Jum'at, 26/07/2019	15.57	37:29:43	14	18,24826912
18	Sabtu, 27/07/2019	12.34	74:18:07	14	3,934709872
	Sabtu, 27/07/2019	15.57	37:32:10	14	18,22136516
19	Senin, 29/07/2019	12.34	74:45:41	14	3,816765167
	Senin, 29/07/2019	15.57	37:36:40	14	18,17207952
20	Selasa, 30/07/2019	12.34	74:59:55	14	3,751652432
	Selasa, 30/07/2019	15.56	37:52:46	14	17,99710851
21	Rabu, 31/07/2019	12.34	75:14:27	14	3,688287593
	Rabu, 31/07/2019	15.56	37:54:44	14	17,97587968
22	Kamis, 01/08/2019	12.33	75:29:46	14	3,621659988
	Kamis, 01/08/2019	15.56	37:56:34	14	17,95611817
23	Jum'at, 02/08/2019	12.33	75:44:54	14	3,555980564
	Jum'at, 02/08/2019	15.56	37:58:15	14	17,93799729
24	Sabtu, 03/08/2019	12.33	76:00:19	14	3,489222299
	Sabtu, 03/08/2019	15.55	38:13:53	14	17,77078514
25	Senin, 05/08/2019	12.33	76:32:00	14	3,352489507
	Senin, 05/08/2019	15.54	38:30:42	14	17,59305788
26	Selasa, 06/08/2019	12.33	76:48:14	14	3,282667861
	Selasa, 06/08/2019	15.54	38:31:48	14	17,5815087
27	Rabu, 07/08/2019	12.33	77:04:43	14	3,211928946
	Rabu, 07/08/2019	15.54	38:32:44	14	17,57171668
28	Kamis, 08/08/2019	12.33	77:21:28	14	3,140204854
	Kamis, 08/08/2019	15.53	38:47:44	14	17,41525443
29	Jum'at, 09/08/2019	12.33	77:38:27	14	3,06764149
	Jum'at, 09/08/2019	15.53	38:48:20	14	17,4090313
30	Sabtu, 10/08/2019	12.33	77:55:41	14	2,994170362
	Sabtu, 10/08/2019	15.52	39:03:04	14	17,25706102
31	Senin, 12/08/2019	12.32	78:31:30	14	2,841971249
	Senin, 12/08/2019	15.51	39:17:46	14	17,10702641

32	Selasa, 13/08/2019	12.32	78:49:28	14	2,765868093
	Selasa, 13/08/2019	15.51	39:17:42	14	17,1077033
33	Rabu, 14/08/2019	12.32	79:07:38	14	2,689077386
	Rabu, 14/08/2019	15.50	39:31:50	14	16,96491666
34	Kamis, 15/08/2019	12.32	79:26:01	14	2,611529337
	Kamis, 15/08/2019	15.50	39:31:24	14	16,96927339
35	Jum'at, 16/08/2019	12.32	79:44:35	14	2,5333664776
	Jum'at, 16/08/2019	15.49	39:45:15	14	16,83068059
36	Sabtu, 17/08/2019	12.31	80:04:07	14	2,451295274
	Sabtu, 17/08/2019	15.48	39:58:53	14	16,69556089

5. Penerapan *Sundial* Sebagai Penentu Waktu Salat

untuk menerapkan penggunaan konsep trigonometri dalam menentukan waktu salat dengan instrumen *sundial* adalah sebagai berikut

1. Letakan *Sundial* di tempat terbuka yang tersinari oleh Matahari



Gambar 4.2: *Sundial* ditempat terbuka

2. Arahkan *Sundial* ke arah utara sejati dengan menggunakan kompas yang terletak di *Sundial*



Gambar 4.3: *Sundial* Kearah Utara

- Amati bayangan Matahari pada gnomon pada waktu salat Zuhur (4.4) dan Asar (4.5) seperti pada perhitungan yang telah kita lakukan



Gambar 4.4: Zuhur



Gambar 4.5: Asar

- Kemudian catat hasil panjang bayangan yang didapat
- Kegiatan 1 sampai 4 dilaksanakan oleh peneliti mulai dari tanggal 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019, maka didapatkan hasil pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4.4: Data Pengukuran Bayangan Benda di Lapangan

Hari & Tanggal	Pukul	Waktu Salat	Gnomon (cm)	Panjang Bayangan (cm)
Senin, 08/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
Senin, 08/07/2019	15.58	Asar	14	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	15.59	Asar	14	18,8
Rabu, 10/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
Rabu, 10/07/2019	15.59	Asar	14	18,75
Kamis, 11/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,925
Kamis, 11/07/2019	15.59	Asar	14	18,7
Jum'at, 12/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Jum'at, 12/07/2019	15.59	Asar	14	18,6
Sabtu, 13/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Sabtu, 13/07/2019	15.59	Asar	14	Tertutup Awan
Senin, 15/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,7
Senin, 15/07/2019	15.59	Asar	14	18,6

Selasa, 16/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Selasa, 16/07/2019	15.59	Asar	14	Tertutup Awan
Kamis, 18/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,6
Kamis, 18/07/2019	15.58	Asar	14	18,2
Kamis, 25/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,3
Kamis, 25/07/2019	15.58	Asar	14	Tertutup Awan
Jum'at, 26/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,25
Jum'at, 26/07/2019	15.57	Asar	14	Tertutup Awan
Senin, 29/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,05
Senin, 29/07/2019	15.57	Asar	14	17,6
Selasa, 30/07/2019	12.34	Zuhur	14	Tertutup Awan
Selasa, 30/07/2019	15.56	Asar	14	Tertutup Awan
Rabu, 31/07/2019	12.34	Zuhur	14	2,975
Rabu, 31/07/2019	15.56	Asar	14	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	15.56	Asar	14	17,6
Jum'at, 02/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,8
Jum'at, 02/08/2019	15.56	Asar	14	17,5
Sabtu, 03/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Sabtu, 03/08/2019	15.55	Asar	14	Tertutup Awan
Senin, 05/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,7
Senin, 05/08/2019	15.54	Asar	14	17,2
Selasa, 06/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,5
Selasa, 06/08/2019	15.54	Asar	14	17,2
Rabu, 07/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
Rabu, 07/08/2019	15.54	Asar	14	17,1
Kamis, 08/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,3
Kamis, 08/08/2019	15.53	Asar	14	17
Jum'at, 09/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,25
Jum'at, 09/08/2019	15.53	Asar	14	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	15.50	Asar	14	16,7
Kamis, 15/08/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
Kamis, 15/08/2019	15.50	Asar	14	Tertutup Awan
Jum'at, 16/08/2019	12.32	Zuhur	14	1,8
Jum'at, 16/08/2019	15.49	Asar	14	Tertutup Awan
Sabtu, 17/08/2019	12.31	Zuhur	14	1,7
Sabtu, 17/08/2019	15.48	Asar	14	16,25

B. PEMBAHASAN

Dari tabel 4.1 (Data Pengamatan Bayangan Matahari) dapat kita lihat bayangan benda pada waktu shalat Zuhur pada tanggal 11 Juli, 15 Juli, 18 Juli, 25 Juli, 26 Juli, 29 Juli, 31 Juli, 02 Agustus, 05 Agustus, 06 Agustus, 08 Agustus, 09 Agustus, 16 Agustus dan 17 Agustus, keadaan langit pada siang itu terlihat cerah dan Matahari bersinar serta bayangan Matahari pada *gnomon* dapat terlihat pada saat masuk waktu zuhur. Sedangkan untuk waktu Asar bayangan yang terlihat pada tanggal 09 Juli, 10 Juli, 11 Juli, 12 Juli, 15 Juli, 18 Juli, 29 Juli, 1 Agustus, 02 Agustus, 05 Agustus, 06 Agustus, 07 Agustus, 08 Agustus, 14 Agustus dan 17 Agustus pada saat itu Matahari bersinar cerah maka bayangan dapat terlihat pada saat masuk waktu Asar. Kemudian ada beberapa hari untuk waktu Zuhur dan Asar Matahari tertutup awan dapat dilihat pada tabel 4.1. maka dapat disimpulkan bahwa banyak bayangan Matahari pada tiang *gnomon* yang terlihat pada saat waktu shalat Zuhur berjumlah 14 hari, sedang bayangan Matahari pada tiang *gnomon* yang terlihat pada waktu Asar berjumlah 15 hari. Untuk waktu Zuhur dan Asar yang bayangan benda tidak terlihat pada saat melakukan penelitian di lapangan berjumlah 12 hari untuk Zuhur dan 10 hari untuk Asar.

Dari tabel 4.3 kita dapat melihat data hitung bayangan Matahari (benda) seperti dibawah ini.

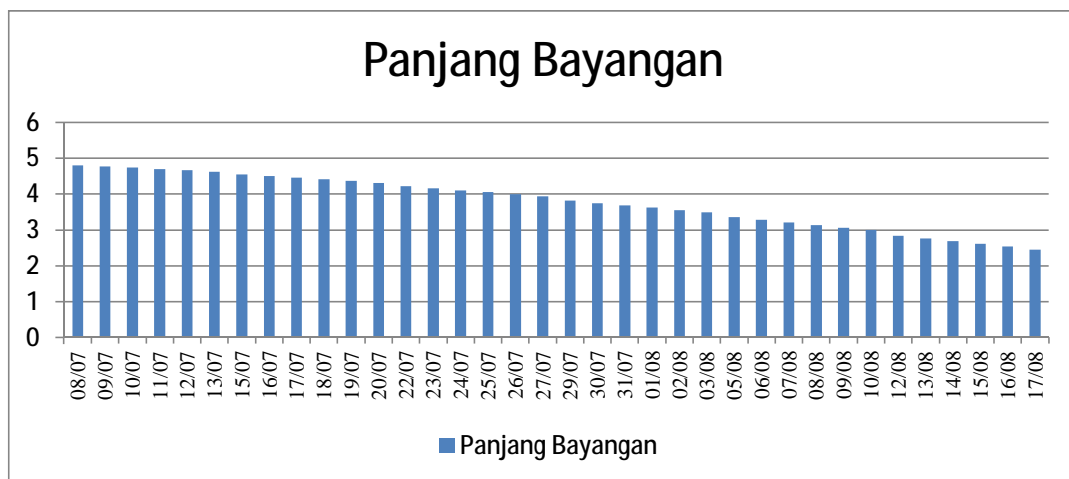
Tabel 4.5: Data Hitung Bayangan Benda Waktu Shalat Zuhur

Hari & Tanggal	Pukul	Altitude Matahari	Gnomon	Panjang Bayangan
Senin, 08/07/2019	12.32	71.04.31	14	4,800021246
Selasa, 09/07/2019	12.32	71.11.28	14	4,768412565
Rabu, 10/07/2019	12.32	71.18.48	14	4,735107637
Kamis, 11/07/2019	12.33	71.26.09	14	4,701775203
Jum'at, 12/07/2019	12.33	71.34.15	14	4,665096889
Sabtu, 13/07/2019	12.33	71.42.43	14	4,626819747
Senin, 15/07/2019	12.33	72.00.47	14	4,545349149
Selasa, 16/07/2019	12.33	72.10.21	14	4,502321584
Rabu, 17/07/2019	12.33	72.20.17	14	4,457726292
Kamis, 18/07/2019	12.33	72.30.34	14	4,411646046
Jum'at, 19/07/2019	12.33	72.41.12	14	4,364088686
Sabtu, 20/07/2019	12.34	72.51.46	14	4,316920255
Senin, 22/07/2019	12.34	73.14.47	14	4,214484052
Selasa, 23/07/2019	12.34	73.26.48	14	4,161168076
Rabu, 24/07/2019	12.34	73.39.09	14	4,106488458
Kamis, 25/07/2019	12.34	73.51.49	14	4,050526365
Jum'at, 26/07/2019	12.34	74.04.49	14	3,993215502
Sabtu, 27/07/2019	12.34	74.18.07	14	3,934709872
Senin, 29/07/2019	12.34	74.45.41	14	3,816765167
Selasa, 30/07/2019	12.34	74:59:55	14	3,751652432
Rabu, 31/07/2019	12.34	75:14:27	14	3,688287593
Kamis, 01/08/2019	12.33	75:29:46	14	3,621659988
Jum'at, 02/08/2019	12.33	75:44:54	14	3,555980564
Sabtu, 03/08/2019	12.33	76:00:19	14	3,489222299
Senin, 05/08/2019	12.33	76:32:00	14	3,352489507
Selasa, 06/08/2019	12.33	76:48:14	14	3,282667861
Rabu, 07/08/2019	12.33	77:04:43	14	3,211928946
Kamis, 08/08/2019	12.33	77:21:28	14	3,140204854
Jum'at, 09/08/2019	12.33	77:38:27	14	3,06764149
Sabtu, 10/08/2019	12.33	77:55:41	14	2,994170362
Senin, 12/08/2019	12.32	78:31:30	14	2,841971249
Selasa, 13/08/2019	12.32	78:49:28	14	2,765868093
Rabu, 14/08/2019	12.32	79:07:38	14	2,689077386
Kamis, 15/08/2019	12.32	79:26:01	14	2,611529337

Jum'at, 16/08/2019	12.32	79:44:35	14	2,533366478
Sabtu, 17/08/2019	12.31	80:04:07	14	2,451295274

Tabel diatas adalah tabel data hitung bayangan benda untuk perkiraan panjang bayangan *gnomon* pada waktu shalat Zuhur untuk melihat atau memperkirakan bayangan yang akan terjadi pada saat dilakukan pengambilan data penelitian di lapangan nanti. Pada tabel diatas akan dibuat grafik seperti dibawah ini.

Grafik 4.1: Data Hitung Bayangan Benda Untuk Waktu Shalat Zuhur



Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa bayangan waktu zuhur pada tanggal 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 semakin lama panjang bayangan yang diperkirakan tampak memendek dengan perkiraan panjang bayangan dimulai dari 4,8 s/d 2,4 cm, hal tersebut terjadi dikarenakan Matahari akan mendekati peristiwa transit Matahari di kota medan.

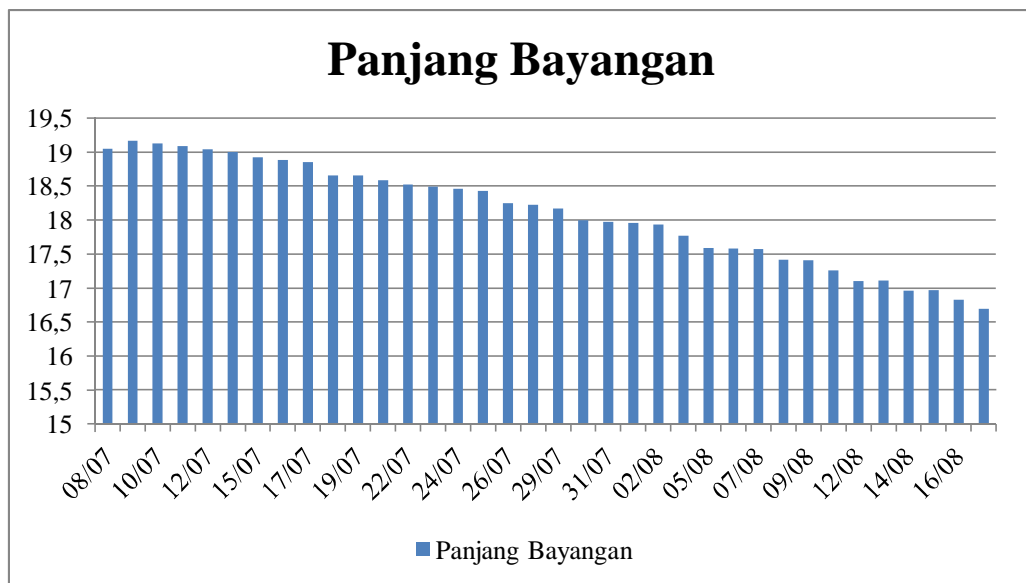
Tabel 4.6: Data Hitung Bayangan Benda Waktu Shalat Asar

Hari & Tanggal	Pukul	Altitude Matahari	<i>Gnomon</i> (cm)	Panjang Bayangan
Senin, 08/07/2019	15.58	36.18.33	14	19,05230112
Selasa, 09/07/2019	15.59	36.08.37	14	19,16812806
Rabu, 10/07/2019	15.59	36.12.10	14	19,12662854
Kamis, 11/07/2019	15.59	36.15.42	14	19,08543997
Jum'at, 12/07/2019	15.59	36.19.13	14	19,04456013
Sabtu, 13/07/2019	15.59	36.22.41	14	19,00437272
Senin, 15/07/2019	15.59	36.29.28	14	18,92605414
Selasa, 16/07/2019	15.59	36.32.48	14	18,88772129
Rabu, 17/07/2019	15.59	36.36.04	14	18,85025228
Kamis, 18/07/2019	15.58	36.52.58	14	18,65792704
Jum'at, 19/07/2019	15.58	36.52.58	14	18,65792704
Sabtu, 20/07/2019	15.58	36.59.12	14	18,58762563
Senin, 22/07/2019	15.58	37.05.07	14	18,52120811
Selasa, 23/07/2019	15.58	37.07.56	14	18,4896958
Rabu, 24/07/2019	15.58	37.10.40	14	18,45918094
Kamis, 25/07/2019	15.58	37.13.18	14	18,42984293
Jum'at, 26/07/2019	15.57	37.29.43	14	18,24826912
Sabtu, 27/07/2019	15.57	37.32.10	14	18,22136516
Senin, 29/07/2019	15.57	37.36.40	14	18,17207952
Selasa, 30/07/2019	15.56	37:52:46	14	17,99710851
Rabu, 31/07/2019	15.56	37:54:44	14	17,97587968
Kamis, 01/08/2019	15.56	37:56:34	14	17,95611817
Jum'at, 02/08/2019	15.56	37:58:15	14	17,93799729
Sabtu, 03/08/2019	15.55	38:13:53	14	17,77078514
Senin, 05/08/2019	15.54	38:30:42	14	17,59305788
Selasa, 06/08/2019	15.54	38:31:48	14	17,5815087
Rabu, 07/08/2019	15.54	38:32:44	14	17,57171668
Kamis, 08/08/2019	15.53	38:47:44	14	17,41525443
Jum'at, 09/08/2019	15.53	38:48:20	14	17,4090313
Sabtu, 10/08/2019	15.52	39:03:04	14	17,25706102
Senin, 12/08/2019	15.51	39:17:46	14	17,10702641
Selasa, 13/08/2019	15.51	39:17:42	14	17,1077033
Rabu, 14/08/2019	15.50	39:31:50	14	16,96491666
Kamis, 15/08/2019	15.50	39:31:24	14	16,96927339

Jum'at, 16/08/2019	15.49	39:45:15	14	16,83068059
Sabtu, 17/08/2019	15.48	39:58:53	14	16,69556089

Tabel diatas adalah tabel data hitung bayangan benda untuk perkiraan panjang bayangan *gnomon* pada waktu shalat Asar untuk melihat atau meperkirakan bayangan yang akan terjadi pada saat dilakukan pengambilan data penelitian di lapangan nanti. Pada tabel diatas akan dibuat grafik seperti dibawah ini.

Grafik 4.2: Data Hitung Bayangan Benda Untuk Waktu Shalat Asar



Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa bayangan waktu zuhur pada tanggal 08 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 semakin lama memendek dengan panjang bayangan hitung dimulai dari 19,05 s/d 16,69 cm.

Pada tabel 4.4 (data bayangan benda waktu Zuhur dan Asar dilapangan) dapat kita buat menjadi tabel sebagai berikut.

Tabel 4.7: Data Panjang Bayangan Benda Waktu Zuhur Dilapangan

Hari & Tanggal	Pukul	<i>Gnomon</i> (cm)	Panjang Bayangan (cm)	Tan θ	θ (Derajat)
Kamis, 11/07/2019	12.33	14	3,925	3,566878981	74,33878017
Senin, 15/07/2019	12.33	14	3,7	3,783783784	75,19601984
Kamis, 18/07/2019	12.33	14	3,6	3,888888889	75,57922687
Kamis, 25/07/2019	12.34	14	3,3	4,242424242	76,73667126
Jum'at, 26/07/2019	12.34	14	3,25	4,307692308	76,9306821
Senin, 29/07/2019	12.34	14	3,05	4,590163934	77,70974261
Rabu, 31/07/2019	12.34	14	2,975	4,705882353	78,00310069
Jum'at, 02/08/2019	12.33	14	2,8	5	78,69006753
Senin, 05/08/2019	12.33	14	2,7	5,185185185	79,08411757
Selasa, 06/08/2019	12.33	14	2,5	5,6	79,87532834
Kamis, 08/08/2019	12.33	14	2,3	6,086956522	80,67046036
Jum'at, 09/08/2019	12.33	14	2,25	6,222222222	80,86982352
Jum'at, 16/08/2019	12.32	14	1,8	7,777777778	82,67359334
Sabtu, 17/08/2019	12.31	14	1,7	8,235294118	83,07655109

Pada tabel 4.7 dapat dilihat panjang benda (*gnomon*) pada waktu shalat Zuhur pada tanggal 11 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 panjang bayangan *gnomon* yang didapat pada saat masuk waktu shalat Zuhur dimulai dari 3,925 cm s/d 1,7 cm. Dari tabel diatas juga dapat dicari sudut Matahari yang terbentuk pada saat itu yaitu sebagai berikut:

$$\tan \theta = \frac{\text{panjang Gnomon}}{\text{panjang Bayangan}}$$

Misalkan pada tanggal 11 juli 2019 bayangan benda sebesar 3,925 maka sudut Mataharinya adalah

$$\tan \theta = \frac{14}{3,925}$$

$$\tan \theta = 3,566878981$$

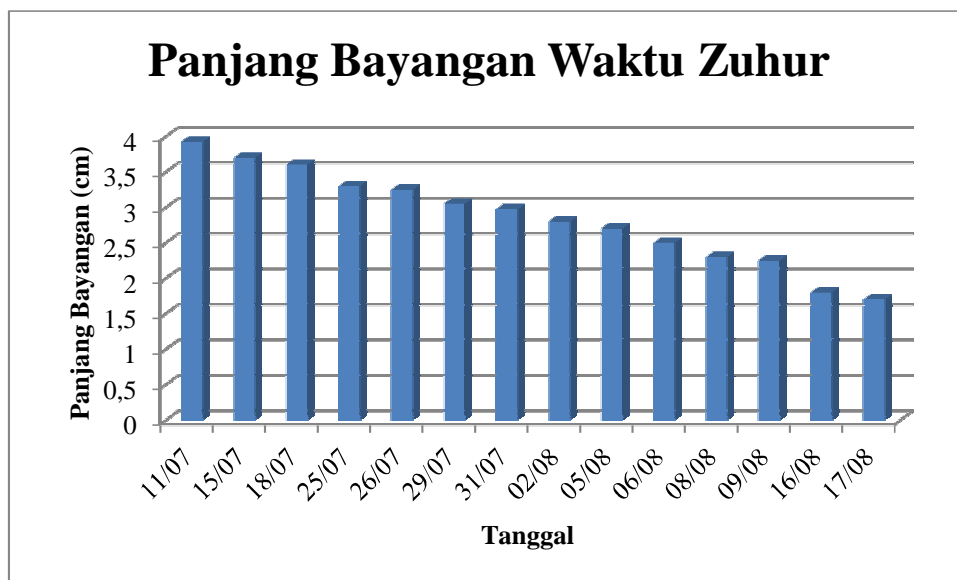
$$\theta = 74,33878017$$

Maka sudut (tinggi) Matahari pada tanggal 11 juli 2019 pada pukul 12:33 adalah 74,34 derajat.

Untuk mempermudah perhitungan peneliti menggunakan bantuan software Ms Excel dalam melakukan mencari sudut Matahari pada saat waktu shalat Zuhur. Maka dari perhitungan didapatlah besar sudut atau tinggi Matahari pada waktu Zuhur pada tanggal 11 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 adalah sebesar s/d

. Sudut (ketinggian) Matahari dapat dilihat berubah dari rendah ketinggian ini disebabkan oleh akan terjadinya peristiwa transit Matahari atau hari tanpa bayangan di tempat penelitian yang mana peristiwa ini akan terjadi apabila deklinasi Matahari sama dengan lintang tempat tersebut yaitu khusus untuk kota Medan akan terjadi pada 14 September.

Grafik 4.3: Panjang Bayangan Benda Lapangan Shalat Zuhur



Pada grafik 4.3 dapat dilihat bahwa panjang bayangan semakin lama semakin memendek dimulai dari 3,925 cm s/d 1,7 cm hal ini disebabkan oleh adanya pergerakan Matahari dimana Matahari akan mengalami transit atau

Matahari berada tepat diatas zenit, yaitu peristiwa dimana deklinasi Matahari sama dengan lintang tempat tersebut, sehingga mempengaruhi panjang bayangan benda yang terjadi.

Tabel 4.8: Data Panjang Bayangan Benda Waktu Asar Dilapangan

Hari & Tanggal	Pukul	<i>Gnomon</i> (cm)	Panjang Bayangan (cm)	<i>Tan θ</i>	<i>θ</i>
Selasa, 09/07/2019	15.59	14	18,8	0,744680851	36,67434967
Rabu, 10/07/2019	15.59	14	18,75	0,746666667	36,74747095
Kamis, 11/07/2019	15.59	14	18,7	0,748663102	36,82084305
Jum'at, 12/07/2019	15.59	14	18,6	0,752688172	36,96834391
Senin, 15/07/2019	15.59	14	18,6	0,752688172	36,96834391
Kamis, 18/07/2019	15.58	14	18,2	0,769230769	37,56859203
Senin, 29/07/2019	15.57	14	17,6	0,795454545	38,50065372
Kamis, 01/08/2019	15.56	14	17,6	0,795454545	38,50065372
Jum'at, 02/08/2019	15.56	14	17,5	0,8	38,65980825
Senin, 05/08/2019	15.54	14	17,2	0,813953488	39,14398641
Selasa, 06/08/2019	15.54	14	17,2	0,813953488	39,14398641
Rabu, 07/08/2019	15.54	14	17,1	0,81871345	39,30764812
Kamis, 08/08/2019	15.53	14	17	0,823529412	39,47245985
Rabu, 14/08/2019	15.50	14	16,7	0,838323353	39,97388958
Sabtu, 17/08/2019	15.48	14	16,25	0,861538462	40,74616356

Pada tabel 4.8 dapat dilihat panjang bayangan benda pada waktu Asar yang didapat dilapangan sebanyak 15 hari yaitu dari tanggal 09 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 panjang bayangan benda pada waktu shalat Asar dengan panjangnya yaitu 18,8 cm s/d 16,25 cm. Dari tabel 3.8 dapat dicari besar sudut Matahari pada saat terjadi pada saat panjang bayangan waktu shalat tersebut dengan sebagai berikut:

$$\tan \theta = \frac{\text{panjang Gnomon}}{\text{panjang Bayangan}}$$

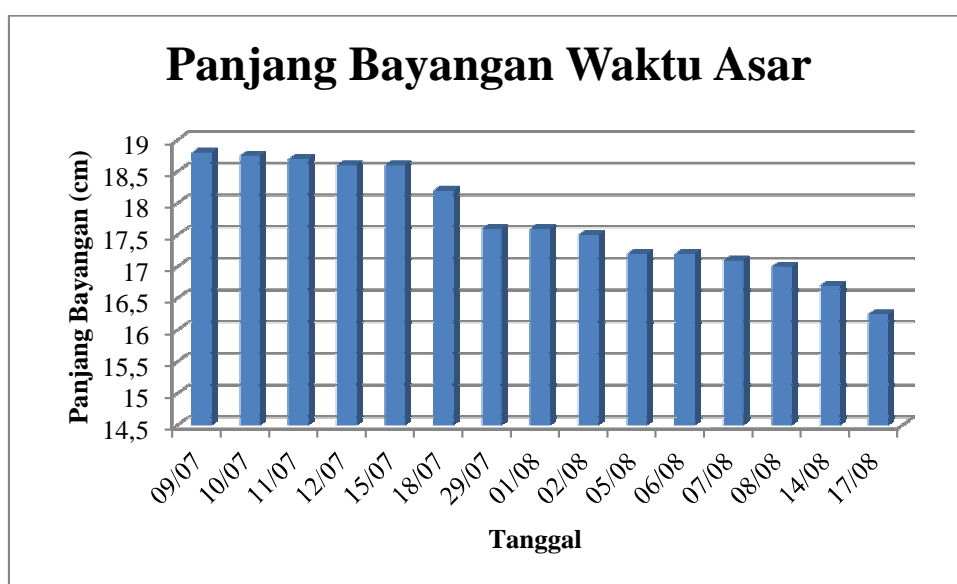
Misalkan pada tanggal 09 juli 2019 bayangan benda sebesar 18,8 maka sudut Mataharinya adalah

—

Maka sudut Matahari pada tanggal 09 juli 2019 pada pukul 15:59 adalah 36,67 derajat.

Untuk mempermudah perhitungan peneliti menggunakan bantuan software Ms Excel dalam melakukan mencari sudut Matahari pada saat waktu shalat Asar. Maka dapat dilihat dari dari tabel diatas sudut Matahari waktu Asar yang diperoleh dari hasil penelitian dilapangan pada tanggal 07 Juli 2019 s/d 17 Agustus 2019 besar sudut atau ketinggian Matahari yang diperoleh pada waktu Asar adalah s/d .

Grafik 4.4: Panjang Bayangan Benda Lapangan Shalat Asar



Pada grafik 4.4 dapat dilihat bahwa panjang bayangan benda pada waktu Asar semakin lama semakin memendek dimulai dari 18,8 cm s/d 16,25 cm hal ini disebabkan oleh adanya pergerakan Matahari dimana Matahari akan mengalami transit atau Matahari berada tepat diatas zenit, sehingga mempengaruhi panjang bayangan benda yang terjadi.

Tabel 4.9: Data Perbandingan Panjang Bayangan Benda Shalat Zuhur

Hari & Tanggal	Pukul	Data Bayangan Hitung Benda (cm)	Data Bayangan Lapangan Benda (cm)	selisih bayangan (BHB-BLB)
Kamis, 11/07/2019	12.33	4,7017752	3,925	0,776775203
Senin, 15/07/2019	12.33	4,54534915	3,7	0,845349149
Kamis, 18/07/2019	12.33	4,41164605	3,6	0,811646046
Kamis, 25/07/2019	12.34	4,05052636	3,3	0,750526365
Jum'at, 26/07/2019	12.34	3,9932155	3,25	0,743215502
Senin, 29/07/2019	12.34	3,81676517	3,05	0,766765167
Rabu, 31/07/2019	12.34	3,68828759	2,975	0,713287593
Jum'at, 02/08/2019	12.33	3,55598056	2,8	0,755980564
Senin, 05/08/2019	12.33	3,35248951	2,7	0,652489507
Selasa, 06/08/2019	12.33	3,28266786	2,5	0,782667861
Kamis, 08/08/2019	12.33	3,14020485	2,3	0,840204854
Jum'at, 09/08/2019	12.33	3,06764149	2,25	0,81764149
Jum'at, 16/08/2019	12.32	2,53336478	1,8	0,733364776
Sabtu, 17/08/2019	12.31	2,45129527	1,7	0,751295274

Pada tabel 4.9 dapat dilihat bahwa selisih dari panjang bayangan benda hitung dengan panjang bayangan benda dilapangan dari data yang didapat di lapangan selisih panjang bayanganya yaitu mulai dari 0,65 cm s/d 0,84 cm.

Dari data tabel 4.9 dapat dicari persentasi kesalahan (*presentage error*) dari data perkiraan bayangan benda dan data pengukuran bayangan benda

dilapangan, dapat dihitung presentasi kesalahan dari data perkiraan bayangan dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Exact value} - \text{Approximate value}}{\text{Exact value}} \right| \times 100 \%$$

Sebagai contoh pada pengukuran bayangan benda di tanggal 11 juli 2019 pada pengukuran bayangan benda pada saat Zuhur memiliki Presentasi kesalahan perkiraan bayangan benda adalah

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{3,925 - 4,7017752}{3,925} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 19,79045104 \approx 19,79 \%$$

Maka presentasi kesalahannya adalah 19,79 %

Dari data tabel 4.9 dan contoh perhitungan maka didapat data-data presentasi kesalahan sebagai berikut:

Tabel 4.10 : Presentasi Kesalahan Perkiraan bayangan benda waktu Zuhur

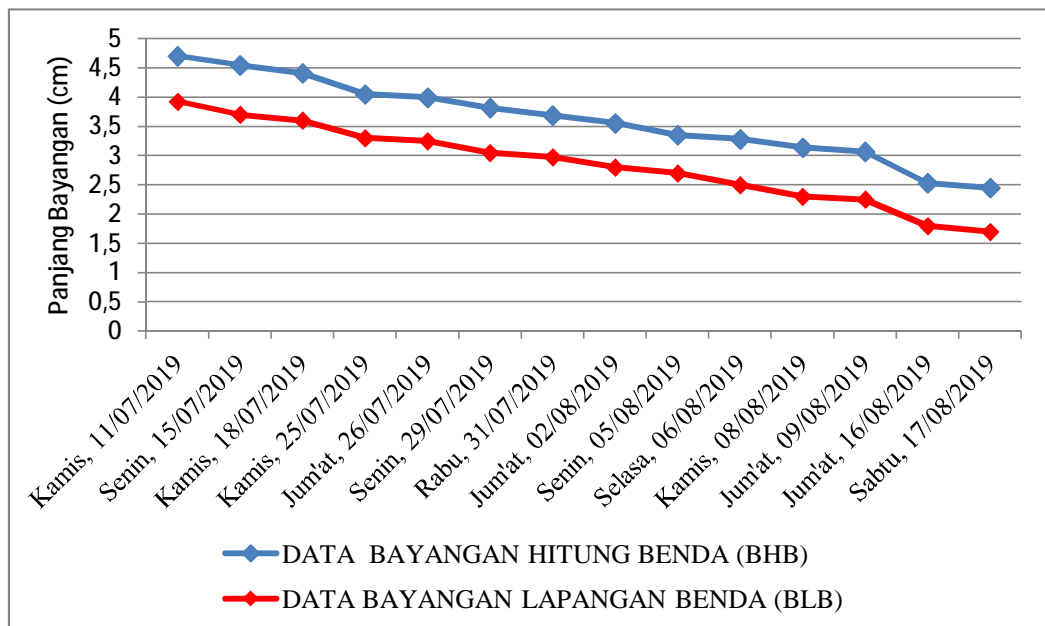
Hari & Tanggal	Pukul	Perkiraan Bayangan Benda	Bayangan Benda Benda	Persentasi Kesalahan (%)
Kamis, 11/07/2019	12.33	4,701775203	3,925	19,79045104
Senin, 15/07/2019	12.33	4,545349149	3,7	22,8472743
Kamis, 18/07/2019	12.33	4,411646046	3,6	22,54572349
Kamis, 25/07/2019	12.34	4,050526365	3,3	22,74322317
Jum'at, 26/07/2019	12.34	3,993215502	3,25	22,86816929
Senin, 29/07/2019	12.34	3,816765167	3,05	25,13984155
Rabu, 31/07/2019	12.34	3,688287593	2,975	23,97605356
Jum'at, 02/08/2019	12.33	3,555980564	2,8	26,99930587
Senin, 05/08/2019	12.33	3,352489507	2,7	24,16627803
Selasa, 06/08/2019	12.33	3,282667861	2,5	31,30671444

Kamis, 08/08/2019	12.33	3,140204854	2,3	36,53064581
Jum'at, 09/08/2019	12.33	3,06764149	2,25	36,33962176
Jum'at, 16/08/2019	12.32	2,533364776	1,8	40,74248758
Sabtu, 17/08/2019	12.31	2,451295274	1,7	44,19383966

Maka dapat dilihat pada tabel 4.10 presentasi perkiraan bayangan yang akan terjadi pada waktu Zuhur dimulai dari 19,79 % s/d 44,19 %. Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran yaitu:

1. Faktor cuaca, yang disebabkan oleh redupnya sinar Matahari dikarenakan ada halangan (tertutup) awan.
2. Adanya kemiringan bidang *dial*, yang disebabkan oleh permukaan tanah sebagai tempat peletakan *Sundial*.
3. Faktor pengukuran, disebabkan masih terbatasnya alat bantu ukur yang dipunyai oleh peneliti yaitu pengaris.

Grafik 4.5: Perbandingan Bayangan Benda Waktu Zuhur



Pada grafik 4.5 terdapat garis grafik yang dimana pada garis yang berwarna biru adalah garis grafik bayangan hitung beda, sedangkan yang berwarna merah adalah garis grafik bayangan benda dilapangan. Dapat dilihat panjang bayangan beda semakin lama semakin pendek yang dimana untuk bayangan hitung benda panjang bayangan dimulai dari 4,7 cm s/d 2,45 cm dan bayangan benda dilapangan dimulai dari 3,925 cm s/d 1,7 cm.

Tabel 4.11: Data Perbandingan Panjang Bayangan Benda Shalat Asar

Hari & Tanggal	Pukul	Data Bayangan Hitung Benda (BHB)	Data Bayangan Lapangan Benda (BLB)	Selisih Bayangan (BHB-BLB)
Selasa, 09/07/2019	15.59	19,1681281	18,8	0,368128061
Rabu, 10/07/2019	15.59	19,1266285	18,75	0,376628544
Kamis, 11/07/2019	15.59	19,08544	18,7	0,385439969
Jum'at, 12/07/2019	15.59	19,0445601	18,6	0,444560128
Senin, 15/07/2019	15.59	18,9260541	18,6	0,326054137
Kamis, 18/07/2019	15.58	18,657927	18,2	0,457927036
Senin, 29/07/2019	15.57	18,1720795	17,6	0,572079521
Kamis, 01/08/2019	15.56	17,9561182	17,6	0,356118167
Jum'at, 02/08/2019	15.56	17,9379973	17,5	0,437997293
Senin, 05/08/2019	15.54	17,5930579	17,2	0,393057875
Selasa, 06/08/2019	15.54	17,5815087	17,2	0,381508704
Rabu, 07/08/2019	15.54	17,5717167	17,1	0,471716684
Kamis, 08/08/2019	15.53	17,4152544	17	0,415254429
Rabu, 14/08/2019	15.50	16,9649167	16,7	0,264916665
Sabtu, 17/08/2019	15.48	16,6955609	16,25	0,445560894

Pada tabel 4.11 dapat dilihat bahwa selisih dari panjang bayangan benda hitung dengan panjang bayangan benda dilapangan dari data yang didapat di lapangan selisih panjang bayangannya yaitu mulai dari 0,26 cm s/d 0,44 cm.

Dari data tabel 4.11 dapat dicari persentasi kesalahan (*presentage error*) dari data perkiraan bayangan benda dan data pengukuran bayangan benda

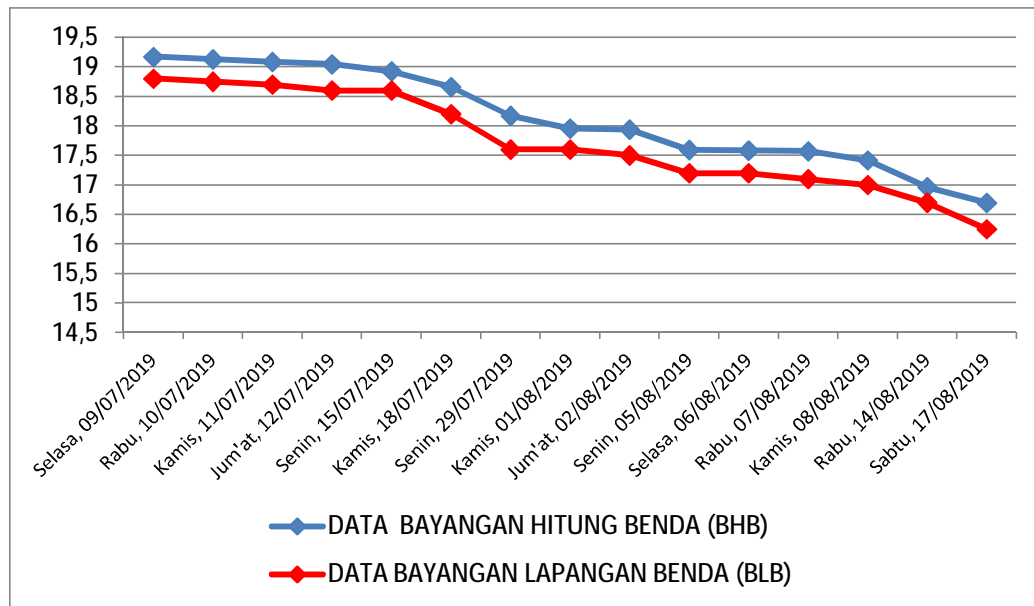
dilapangan, dapat dihitung presentasi kesalahan dari data perkiraan bayangan pada waktu shalat Asar sebagai berikut:

Tabel 4.12 : Presentasi Kesalahan Perkiraan bayangan benda waktu Asar

Hari & Tanggal	Pukul	Perkiraan Bayangan Benda	Bayangan Benda	Presentasi Kesalahan (%)
Selasa, 09/07/2019	15.59	19,16812806	18,8	1,958127983
Rabu, 10/07/2019	15.59	19,12662854	18,75	2,008685568
Kamis, 11/07/2019	15.59	19,08543997	18,7	2,061176306
Jum'at, 12/07/2019	15.59	19,04456013	18,6	2,390108216
Senin, 15/07/2019	15.59	18,92605414	18,6	1,752979229
Kamis, 18/07/2019	15.58	18,65792704	18,2	2,516082617
Senin, 29/07/2019	15.57	18,17207952	17,6	3,250451821
Kamis, 01/08/2019	15.56	17,95611817	17,6	2,023398676
Jum'at, 02/08/2019	15.56	17,93799729	17,5	2,502841673
Senin, 05/08/2019	15.54	17,59305788	17,2	2,285220205
Selasa, 06/08/2019	15.54	17,5815087	17,2	2,218073861
Rabu, 07/08/2019	15.54	17,57171668	17,1	2,758577097
Kamis, 08/08/2019	15.53	17,41525443	17	2,442673112
Rabu, 14/08/2019	15.50	16,96491666	16,7	1,586327335
Sabtu, 17/08/2019	15.48	16,69556089	16,25	2,741913192

Maka dapat dilihat pada tabel 4.12 presentasi perkiraan bayangan yang akan terjadi pada waktu Asar dimulai dari 1,58 % s/d 2,76 %. Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran yaitu:

1. Faktor cuaca, yang disebabkan oleh redupnya sinar Matahari dikarenakan ada halangan (tertutup) awan.
2. Adanya kemiringan bidang *dial*, yang disebabkan oleh permukaan tanah sebagai tempat peletakan *Sundial*.
3. Faktor pengukuran, disebabkan masih terbatasnya alat bantu ukur yang dipunyai oleh peneliti yaitu pengaris.

Grafik 4.6: Perbandingan Bayangan Benda Waktu Asar

Pada grafik 4.6 terdapat garis grafik yang dimana pada garis yang berwarna biru adalah garis grafik bayangan hitung benda, sedangkan yang berwarna merah adalah garis grafik bayangan benda dilapangan. Dapat dilihat panjang bayangan benda semakin lama semakin pendek yang dimana untuk bayangan hitung benda panjang bayangan dimulai dari 19,17 cm s/d 16,95 cm dan bayangan benda dilapangan dimulai dari 18,8 cm s/d 16,25 cm.

Tabel 4.13: Tabel Panjang Bayangan Waktu Shalat

Hari & Tanggal	Gnomon (cm)	Zuhur	Bayangan Zuhur	Asar	Bayangan Asar
Selasa, 09/07/2019	14	12.32	Tertutup Awan	15.59	18,8
Rabu, 10/07/2019	14	12.32	Tertutup Awan	15.59	18,75
Kamis, 11/07/2019	14	12.33	3,925	15.59	18,7
Jum'at, 12/07/2019	14	12.33	Tertutup Awan	15.59	18,6
Senin, 15/07/2019	14	12.33	3,7	15.59	18,6
Kamis, 18/07/2019	14	12.33	3,6	15.58	18,2
Kamis, 25/07/2019	14	12.34	3,3	15.58	Tertutup Awan
Jum'at, 26/07/2019	14	12.34	3,25	15.57	Tertutup Awan
Senin, 29/07/2019	14	12.34	3,05	15.57	17,6

Rabu, 31/07/2019	14	12.34	2,975	15.56	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	14	12.33	Tertutup Awan	15.56	17,6
Jum'at, 02/08/2019	14	12.33	2,8	15.56	17,5
Senin, 05/08/2019	14	12.33	2,7	15.54	17,2
Selasa, 06/08/2019	14	12.33	2,5	15.54	17,2
Rabu, 07/08/2019	14	12.33	Tertutup Awan	15.54	17,1
Kamis, 08/08/2019	14	12.33	2,3	15.53	17
Jum'at, 09/08/2019	14	12.33	2,25	15.53	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	14	12.32	Tertutup Awan	15.50	16,7
Jum'at, 16/08/2019	14	12.32	1,8	15.49	Tertutup Awan
Sabtu, 17/08/2019	14	12.31	1,7	15.48	16,25

Untuk keakuratan *Sundial* peneliti pertama kali menghitung waktu awal shalat Zuhur dan Asar dan peneliti menerapkan waktu tersebut ke *Sundial* yang dimana peneliti melihat panjang bayangan *gnomon* yang jatuh di bidang *dial Sundial* seperti pada tabel 4.13. untuk waktu Zuhur yaitu ketika Matahari telah melintasi meridiannya dan Matahari mulai tergelicir ke arah barat, pada saat peneliti melakukan penelitian Matahari sedang berdeklinasi diarah utara sehingga menghasilkan bayangan Zuhur yang paling pendek ke arah selatan dan sedikit bergeser ke arah barat seperti pada tabel 4.13 untuk panjang bayangan waktu Zuhur. untuk waktu Asar yang dimana panjang bayangan waktu Zuhur ditambah dengan panjang *gnomon* maka dapat dibuat permisalan sebagai berikut:

Misalnya pada tanggal 11 Juli 2019 panjang bayangan waktu Zuhur adalah 3,925 cm dengan panjang *gnomon* adalah 14 cm.

$Waktu\ Asar = panjang\ bayangan\ Zuhur + Panjang\ Tiang\ (Gnomon)$

$Waktu\ Asar = 3,925 + 14$

$Waktu\ Asar = 17,925\ cm$

Maka panjang bayangan pada waktu Asar adalah 17,925 cm

Dengan demikian *Sundial* sudah dapat nyatakan akurat dikarena panjang bayangan benda pada waktu Asar yaitu 18,7 cm, sedangkan pada penjumlahan yaitu 17,925 sehingga panjang yang berlebih dari bayangan Asar adalah 0,775 maka dengan demikian *Sundial* dapat dinyatakan akurat untuk menentukan awal waktu shalat Zuhur dan Asar, dan dapat digunakan sebagai instrumen pengevaluasian waktu shalat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dan beberapa bab terdahulu, maka selanjutnya peneliti akan menyimpulkan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Dalam penerapan konsep trigonometri dalam menentukan waktu shalat dengan instrumen *Sundial* bisa dipertanggung jawabkan untuk mengetahui panjang bayangan waktu shalat peneliti menghitung terlebih dahulu waktu shalat kemudian baru menerapkannya di *Sundial*. Adapun penerapan *Sundial* sebagai penentu waktu shalat adalah menempatkan *Sundial* di tempat rata dan posisikan *Sundial* kearah utara dan selatan dengan menggunakan kompas yang tersedia di *Sundial*, selanjutnya amati dan teliti pergerakan bayangan *gnomon* pada waktu kulminasi tepat bayangan kearah selatan (pada saat penelitian Matahari di sebelah utara sehingga bayangan akan kearah selatan) dibidang *dial* untuk waktu Zuhur apabila bayangan benda sudah bergeser dari garis selatan ke arah timur maka sudah masuk waktu Zuhur, sedangkan untuk waktu Asar apabila panjang bayangan benda sama panjang di tambah dengan panjang bayangan waktu Zuhur apabila maka sudah masuk waktu Asar, kemudian catat panjang bayangan waktu Asar dan Zuhur sebagai data penelitian dan selanjutnya dianalisis.

2. Penentu waktu shalat dengan sundial dengan bantuan konsep trigonometri dapat dinyatakan akurat karena bayangan *gnomon* pada *Sundial* tepat dengan perhitungan waktu shalat yang dibuat, dengan penjelasan hadis Nabi Saw tentang masuknya waktu shalat, dari hasil praktek dilapangan *Sundial* layak digunakan sebagai instrumen pengevaluasi waktu shalat yang akurat, praktis dan mudah dalam penggunaannya

B. Saran

Adapun dalam penelitian ini masih ada kekurangan sehingga kedepannya ada penelitian selanjutnya yang berkaitan tentang *Sundial* untuk menentukan waktu shalat dengan bantuan konsep trigonometri pada bulan-bulan lainnya dan tahun berbeda dengan konsep atau metode yang berbeda pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an dan Terjemah. 2006. _: Pustaka Agung Harapan
- Al-Helaly, Emad Ali, Israa J. Muhsin. *Gaussian Equation to Describe the Percent of Shadow Length in Satellite Image*. Di akses di www.researchgate.net
- Arikunto, Suharsimi. 1993. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta
- Azhari, Susiknan. 2007. *Ilmu Falak (Perjumpaan khazanah Islam dan Sain Modern)*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Berggren, J.L. _. *Sundial in Medieval Islamic Science and Civilization*. Simon Fraser University, Burnaby, B. C. Canada._
- Bir, Atilla, Sinasi Acar, dan Mustafa Kacar. 2015 . *A mathematical Analysis of the Theory of Horizontal Sundials in the Ottoman Period: The Case of Risalah of Ruhama*. *Nazariyat Jurnal for the History of Islamic Philosophy Sciences*. 1 (2): 69-94
- Bueing, Leah, dkk._. *Sundial and apparent Solar Motion*._._
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. 2016. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inivasi, Dan Kontribusi Peradaban Islam Di Bidang Astronomi)*. Purwokerto: UM Purwokerto Press
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. 2017. *Waktu Shalat Menurut Sejarah, Fikih, dan Astronomi*. Malang: Madani..
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. 2018. *Pengantar Ilmu Falak (Teori, Praktik, dan Fikih)*. Depok: Rajawali Pers
- Hosen. 2016. *Zenit (Panduan Perhitungan Azimut Syathir Kiblat dan Awal Waktu Shalat)*. _: Duta Media.
- Izzuddin, Ahmad. 2012. *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat praktis dan Solusi Permasalahannya)*. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra.
- Jones, Lawrence E. 2005. *The Sundial And Geometry (An Introduction For The Classrom)*. Glastonbury: North American Sundial Society.
- Kanginan, Marthen dan Terzalgi, Yuza. 2014. *Matematika Untuk SMA-MA/SMK Kelas XI*. Bandung: Srikandi Empat Widya Utama.

- Listianingsih, Rini. 2017. *Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat*. Semarang: UIN Walisongo.
- Ma'u, Dahlia Haliah. 2015. *Waktu Shalat: Pemaknaan Syar'i ke Dalam Kaidah Astronomi*. 14 (2): 269-285.
- Marom, Ahmad Aufal. 2015. *Akurasi Jam Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Studi Kasus di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Jakarta)*. Semarang: UIN Walisongo
- Muslimin, M. Hanifan. 2014. *Anilisis Penggunaan Bencet di Pondok Pesantren al-Mahfudz Seblak Diwek Jombang Sebagai Petunjuk Waktu Shalat*. Semarang: UIN Walisongo.
- Muzamil, Lutfi Adnan. 2015. *Studi Falak Dan Trigonometri (Cara Cepat Dan Praktis Memahami Trigonometri Dalam Ilmu Falak)*. Yogyakarta: Pusaka Ilmu
- Odeh, Mohammad. *Accurate Times 5.5 . _: International Astronomical Center (IAC)*.
- Rahmi, Nailur. 2014. *Penyatuan Zona Waktu Dan Pengaruhnya Terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat*. JURIS. 13 (1): 75-83.
- Rahmadani, Dini. 2018. *Telaah Rumus Perhitungn Waktu Shalat: Tinjauan Parameter dan Algoritma*. *Al-Marshad: Jurnal astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*. 4 (2): 172-186.
- Rifqiyah, Alfiyatur. 2017. *Studi Analisa Penentuan Awal Waktu Shalat Di Duku Tamansari Desa Carangerejo Kecamatan Samping Kabupaten Ponorogo*. Ponorogo: IAIN Ponorogo.
- Riza, Muhammad Himmatur. 2018. *Sundial Horizontal Dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa*. *Ulul Albab Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam*. 2 (1): 119-142..
- Riza, Muhammad Himmatur. 2018. *Sundial Horizontal Dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa*. Semarang: UIN Walisongo.
- Safrudy, Imam. 2016. *Analisa Metode Penggunaan Jam Bencet Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Di Pondok Pesantren Hidayatul Mubtadi-ien Kalibening Shalatiga*. Shalatiga: IAIN Shalatiga.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALFABETA.

- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Administrasi (Dilengkapi dengan Metode R&D)*. Bandung: ALFABETA.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: ALFABETA
- Sukardi. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan (Kompetensi dan Praktiknya)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Vincent, Jill. *_. The Mathematics Of Sundials. Australia Senior Mathematics Journal*. 22 (1): 13-23.
- Waugh, Albert E. 1973. *Sundial Their Theory And Construction*. New York: Dover Publication.
- Kementrian Agama RI. 2019. *Ephemeris Hisab Rukyat 2019*. Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI.
- Clockwork.weebly.com. *Shadow Clocks*. Diakses 2 Agustus 2019. Di jdclockwork.weebly.com/shadow-clock.html
- KBBI Daring. 2016. *Trigonometri*. Diakses 2 agustus 2019. Di <https://kbbi.kemendikbud.go.id>
- KBBI Daring. 2016. *Salat*. Diakses 2 agustus 2019. Di <https://kbbi.kemendikbud.go.id>
- KBBI Daring. 2016. *Matematika*. Diakses 2 agustus 2019. Di <https://kbbi.kemendikbud.go.id>
- Online Etymology Dictionary. 2001-2019. *Trigonometry*. Diakses 2 Agustus 2019. Di www.etymonline.com
- PLANETCALC. *Shadow Length*. Di akses 1 september 2019. Di <https://planetcalc.com/1875/>

LAMPIRAN 1

DATA DEKLINASI MATAHARI

Tanggal	Juli		Agustus	
	Deklinasi	<i>Eqution of Time</i>	Deklinasi	<i>Eqution of Time</i>
1	+23°05'10''	-03 ^m 51 ^d	+17°56'16''	-06 ^m 19 ^d
2	+23°00'48''	-04 ^m 02 ^d	+17°40'56''	-06 ^m 14 ^d
3	+22°56'03''	-04 ^m 13 ^d	+17°25'19''	-06 ^m 10 ^d
4	+22°50'53''	-04 ^m 24 ^d	+17°09'25''	-06 ^m 04 ^d
5	+22°45'20''	-04 ^m 35 ^d	+16°53'14''	-05 ^m 58 ^d
6	+22°39'23''	-04 ^m 45 ^d	+16°36'47''	-05 ^m 52 ^d
7	+22°39'23''	-04 ^m 55 ^d	+16°20'04''	-05 ^m 45 ^d
8	+22°26'18''	-05 ^m 04 ^d	+16°03'05''	-05 ^m 37 ^d
9	+22°19'11''	-05 ^m 13 ^d	+15°45'51''	-05 ^m 29 ^d
10	+22°11'41''	-05 ^m 21 ^d	+15°28'21''	-05 ^m 20 ^d
11	+22°03'47''	-05 ^m 30 ^d	+15°10'37''	-05 ^m 11 ^d
12	+21°55'31''	-05 ^m 37 ^d	+14°52'38''	-05 ^m 01 ^d
13	+21°46'53''	-05 ^m 45 ^d	+14°34'25''	-04 ^m 50 ^d
14	+21°37'52''	-05 ^m 51 ^d	+14°15'57''	-04 ^m 39 ^d
15	+21°28'29''	-05 ^m 58 ^d	+13°57'16''	-04 ^m 27 ^d
16	+21°18'44''	-06 ^m 03 ^d	+13°38'22''	-04 ^m 27 ^d
17	+21°08'37''	-06 ^m 08 ^d	+13°19'49''	-04 ^m 02 ^d
18	+20°58'09''	-06 ^m 13 ^d	+12°59'54''	-03 ^m 49 ^d
19	+20°47'19''	-06 ^m 17 ^d	+12°40'22''	-03 ^m 36 ^d
20	+20°36'09''	-06 ^m 21 ^d	+12°20'37''	-03 ^m 21 ^d
21	+20°24'38''	-06 ^m 24 ^d	+12°00'21''	-03 ^m 07 ^d
22	+20°12'46''	-06 ^m 26 ^d	+11°40'33''	-02 ^m 52 ^d
23	+20°00'33''	-06 ^m 28 ^d	+11°20'14''	-02 ^m 36 ^d
24	+19°48'01''	-06 ^m 29 ^d	+10°59'45''	-02 ^m 20 ^d
25	+19°35'09''	-06 ^m 30 ^d	+10°39'05''	-02 ^m 04 ^d
26	+19°21'59''	-06 ^m 30 ^d	+10°18'15''	-01 ^m 47 ^d
27	+19°08'27''	-06 ^m 29 ^d	+09°57'16''	-01 ^m 30 ^d
28	+18°54'38''	-06 ^m 28 ^d	+09°36'07''	-01 ^m 13 ^d
29	+18°40'29''	-06 ^m 27 ^d	+09°14'48''	-00 ^m 55 ^d
30	+18°26'03''	-06 ^m 25 ^d	+08°53'22''	-00 ^m 36 ^d
31	+18°11'18''	-06 ^m 22 ^d	+08°31'46''	-00 ^m 18 ^d

LAMPIRAN 2**JADWAL WAKTU SHALAT**

JULI						
TANGGAL	SUBUH	SHURUQ	ZUHUR	ASAR	MAGRIB	ISYA
01/07/2019	05.06	06.19	12.31	15.58	18.41	19.54
02/07/2019	05.06	06.19	12.31	15.58	18.41	19.54
03/07/2019	05.06	06.19	12.31	15.58	18.41	19.54
04/07/2019	05.06	06.19	12.31	15.58	18.42	19.55
05/07/2019	05.07	06.19	12.32	15.58	18.42	19.55
06/07/2019	05.07	06.20	12.32	15.58	18.42	19.55
07/07/2019	05.07	06.20	12.32	15.58	18.42	19.55
08/07/2019	05.07	06.20	12.32	15.58	18.42	19.55
09/07/2019	05.08	06.20	12.32	15.59	18.42	19.55
10/07/2019	05.08	06.20	12.32	15.59	18.42	19.55
11/07/2019	05.08	06.21	12.33	15.59	18.42	19.55
12/07/2019	05.08	06.21	12.33	15.59	18.43	19.55
13/07/2019	05.09	06.21	12.33	15.59	18.43	19.55
14/07/2019	05.09	06.21	12.33	15.59	18.43	19.55
15/07/2019	05.09	06.21	12.33	15.59	18.43	19.55
16/07/2019	05.09	06.21	12.33	15.59	18.43	19.55
17/07/2019	05.10	06.22	12.33	15.59	18.43	19.55
18/07/2019	05.10	06.22	12.33	15.58	18.43	19.55
19/07/2019	05.10	06.22	12.33	15.58	18.43	19.55
20/07/2019	05.10	06.22	12.33	15.58	18.43	19.55
21/07/2019	05.11	06.22	12.34	15.58	18.43	19.54
22/07/2019	05.11	06.22	12.34	15.58	18.43	19.54
23/07/2019	05.11	06.22	12.34	15.58	18.43	19.54
24/07/2019	05.11	06.22	12.34	15.58	18.43	19.54
25/07/2019	05.11	06.23	12.34	15.58	18.43	19.54
26/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.57	18.43	19.54
27/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.57	18.43	19.54
28/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.57	18.43	19.53
29/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.57	18.42	19.53
30/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.56	18.42	19.53
31/07/2019	05.12	06.23	12.34	15.56	18.42	19.53

JADWAL WAKTU SHALAT

AGUSTUS						
TANGGAL	SUBUH	SHURUQ	ZUHUR	ASAR	MAGRIB	ISYA
01/08/2019	05.12	06.23	12.33	15.56	18.42	19.52
02/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.56	18.42	19.52
03/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.55	18.42	19.52
04/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.55	18.42	19.52
05/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.54	18.41	19.51
06/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.54	18.41	19.51
07/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.54	18.41	19.51
08/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.53	18.41	19.50
09/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.53	18.41	19.50
10/08/2019	05.13	06.23	12.33	15.52	18.40	19.50
11/08/2019	05.13	06.23	12.32	15.52	18.40	19.49
12/08/2019	05.13	06.23	12.32	15.51	18.40	19.49
13/08/2019	05.13	06.22	12.32	15.51	18.40	19.49
14/08/2019	05.13	06.22	12.32	15.50	18.39	19.48
15/08/2019	05.13	06.22	12.32	15.50	18.39	19.48
16/08/2019	05.13	06.22	12.32	15.49	18.39	19.47
17/08/2019	05.13	06.22	12.31	15.48	18.39	19.47
18/08/2019	05.13	06.22	12.31	15.48	18.38	19.47
19/08/2019	05.13	06.22	12.31	15.47	18.38	19.46
20/08/2019	05.13	06.22	12.31	15.46	18.38	19.46
21/08/2019	05.13	06.21	12.30	15.46	18.37	19.45
22/08/2019	05.13	06.21	12.30	15.45	18.37	19.45
23/08/2019	05.13	06.21	12.30	15.44	18.37	19.45
24/08/2019	05.13	06.21	12.30	15.43	18.36	19.44
25/08/2019	05.13	06.21	12.29	15.43	18.36	19.44
26/08/2019	05.13	06.21	12.29	15.42	18.35	19.43
27/08/2019	05.13	06.20	12.29	15.41	18.35	19.43
28/08/2019	05.13	06.20	12.28	15.40	18.35	19.42
29/08/2019	05.13	06.20	12.28	15.39	18.34	19.42
30/08/2019	05.12	06.20	12.28	15.39	18.34	19.41
31/08/2019	05.12	06.20	12.28	15.38	18.34	19.41

LAMPIRAN 3

Data bayangan benda dilapangan

Hari & Tanggal	Pukul	Waktu Salat	Keterangan
Senin, 08/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Senin, 08/07/2019	15.58	Asar	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 09/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Rabu, 10/07/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 10/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Kamis, 11/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 11/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Jum'at, 12/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Jum'at, 12/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Sabtu, 13/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Sabtu, 13/07/2019	15.59	Asar	Tertutup Awan
Senin, 15/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Senin, 15/07/2019	15.59	Asar	Terlihat
Selasa, 16/07/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 16/07/2019	15.59	Asar	Tertutup Awan
Kamis, 18/07/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 18/07/2019	15.58	Asar	Terlihat
Kamis, 25/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Kamis, 25/07/2019	15.58	Asar	Tertutup Awan
Jum'at, 26/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 26/07/2019	15.57	Asar	Tertutup Awan
Senin, 29/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Senin, 29/07/2019	15.57	Asar	Terlihat
Selasa, 30/07/2019	12.34	Zuhur	Tertutup Awan
Selasa, 30/07/2019	15.56	Asar	Tertutup Awan
Rabu, 31/07/2019	12.34	Zuhur	Terlihat
Rabu, 31/07/2019	15.56	Asar	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Kamis, 01/08/2019	15.56	Asar	Terlihat
Jum'at, 02/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 02/08/2019	15.56	Asar	Terlihat
Sabtu, 03/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Sabtu, 03/08/2019	15.55	Asar	Tertutup Awan
Senin, 05/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Senin, 05/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Selasa, 06/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat

Selasa, 06/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Rabu, 07/08/2019	12.33	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 07/08/2019	15.54	Asar	Terlihat
Kamis, 08/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Kamis, 08/08/2019	15.53	Asar	Terlihat
Jum'at, 09/08/2019	12.33	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 09/08/2019	15.53	Asar	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Rabu, 14/08/2019	15.50	Asar	Terlihat
Kamis, 15/08/2019	12.32	Zuhur	Tertutup Awan
Kamis, 15/08/2019	15.50	Asar	Tertutup Awan
Jum'at, 16/08/2019	12.32	Zuhur	Terlihat
Jum'at, 16/08/2019	15.49	Asar	Tertutup Awan
Sabtu, 17/08/2019	12.31	Zuhur	Terlihat
Sabtu, 17/08/2019	15.48	Asar	Terlihat

Instrumen : Sundial Horizontal Jam Istiwa

Panjang Gnomon : 14 cm

No	Hari & Tanggal	Pukul	Waktu Salat	Gnomon (cm)	Panjang Bayangan (cm)
1	Senin, 08/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
2	Senin, 08/07/2019	15.58	Asar	14	Tertutup Awan
3	Selasa, 09/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
4	Selasa, 09/07/2019	15.59	Asar	14	18,8
5	Rabu, 10/07/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
6	Rabu, 10/07/2019	15.59	Asar	14	18,75
7	Kamis, 11/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,925
8	Kamis, 11/07/2019	15.59	Asar	14	18,7
9	Jum'at, 12/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
10	Jum'at, 12/07/2019	15.59	Asar	14	18,6
11	Sabtu, 13/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
12	Sabtu, 13/07/2019	15.59	Asar	14	Tertutup Awan
13	Senin, 15/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,7
14	Senin, 15/07/2019	15.59	Asar	14	18,6
15	Selasa, 16/07/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
16	Selasa, 16/07/2019	15.59	Asar	14	Tertutup Awan
17	Rabu, 17/07/2019	12.33	Zuhur	14	L
18	Rabu, 17/07/2019	15.59	Asar	14	L
19	Kamis, 18/07/2019	12.33	Zuhur	14	3,6
20	Kamis, 18/07/2019	15.58	Asar	14	18,2
21	Jum'at, 19/07/2019	12.33	Zuhur	14	L
22	Jum'at, 19/07/2019	15.58	Asar	14	L
23	Sabtu, 20/07/2019	12.34	Zuhur	14	L
24	Sabtu, 20/07/2019	15.58	Asar	14	L
25	Senin, 22/07/2019	12.34	Zuhur	14	L
26	Senin, 22/07/2019	15.58	Asar	14	L
27	Selasa, 23/07/2019	12.34	Zuhur	14	L
28	Selasa, 23/07/2019	15.58	Asar	14	L
29	Rabu, 24/07/2019	12.34	Zuhur	14	L
30	Rabu, 24/07/2019	15.58	Asar	14	L
31	Kamis, 25/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,3
32	Kamis, 25/07/2019	15.58	Asar	14	Tertutup Awan
33	Jum'at, 26/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,25
34	Jum'at, 26/07/2019	15.57	Asar	14	Tertutup Awan
35	Sabtu, 27/07/2019	12.34	Zuhur	14	L
36	Sabtu, 27/07/2019	15.57	Asar	14	L

37	Senin, 29/07/2019	12.34	Zuhur	14	3,05
38	Senin, 29/07/2019	15.57	Asar	14	17,6
39	Selasa, 30/07/2019	12.34	Zuhur	14	Tertutup Awan
40	Selasa, 30/07/2019	15.56	Asar	14	Tertutup Awan
41	Rabu, 31/07/2019	12.34	Zuhur	14	2,975
42	Rabu, 31/07/2019	15.56	Asar	14	Tertutup Awan
43	Kamis, 01/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
44	Kamis, 01/08/2019	15.56	Asar	14	17,6
45	Jum'at, 02/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,8
46	Jum'at, 02/08/2019	15.56	Asar	14	17,5
47	Sabtu, 03/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
48	Sabtu, 03/08/2019	15.55	Asar	14	Tertutup Awan
49	Senin, 05/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,7
50	Senin, 05/08/2019	15.54	Asar	14	17,2
51	Selasa, 06/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,5
52	Selasa, 06/08/2019	15.54	Asar	14	17,2
53	Rabu, 07/08/2019	12.33	Zuhur	14	Tertutup Awan
56	Rabu, 07/08/2019	15.54	Asar	14	17,1
57	Kamis, 08/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,3
58	Kamis, 08/08/2019	15.53	Asar	14	17
59	Jum'at, 09/08/2019	12.33	Zuhur	14	2,25
60	Jum'at, 09/08/2019	15.53	Asar	14	Tertutup Awan
61	Sabtu, 10/08/2019	12.33	Zuhur	14	L
62	Sabtu, 10/08/2019	15.52	Asar	14	L
63	Senin, 12/08/2019	12.32	Zuhur	14	L
64	Senin, 12/08/2019	15.51	Asar	14	L
65	Selasa, 13/08/2019	12.32	Zuhur	14	L
66	Selasa, 13/08/2019	15.51	Asar	14	L
67	Rabu, 14/08/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
68	Rabu, 14/08/2019	15.50	Asar	14	16,7
69	Kamis, 15/08/2019	12.32	Zuhur	14	Tertutup Awan
70	Kamis, 15/08/2019	15.50	Asar	14	Tertutup Awan
71	Jum'at, 16/08/2019	12.32	Zuhur	14	1,8
72	Jum'at, 16/08/2019	15.49	Asar	14	Tertutup Awan
73	Sabtu, 17/08/2019	12.31	Zuhur	14	1,7
74	Sabtu, 17/08/2019	15.48	Asar	14	16,25

LAMPIRAN 4

Data Altitude Matahari

No	Hari & Tanggal	Pukul	Altitude Matahari
1	Senin, 08/07/2019	12.32	71:04:31
2	Senin, 08/07/2019	15.58	36:18:33
3	Selasa, 09/07/2019	12.32	71:11:28
4	Selasa, 09/07/2019	15.59	36:08:37
5	Rabu, 10/07/2019	12.32	71:18:48
6	Rabu, 10/07/2019	15.59	36:12:10
7	Kamis, 11/07/2019	12.33	71:26:09
8	Kamis, 11/07/2019	15.59	36:15:42
9	Jum'at, 12/07/2019	12.33	71:34:15
10	Jum'at, 12/07/2019	15.59	36:19:13
11	Sabtu, 13/07/2019	12.33	71:42:43
12	Sabtu, 13/07/2019	15.59	36:22:41
13	Senin, 15/07/2019	12.33	72:00:47
14	Senin, 15/07/2019	15.59	36:29:28
15	Selasa, 16/07/2019	12.33	72:10:21
16	Selasa, 16/07/2019	15.59	36:32:48
17	Rabu, 17/07/2019	12.33	72:20:17
18	Rabu, 17/07/2019	15.59	36:36:04
19	Kamis, 18/07/2019	12.33	72:30:34
20	Kamis, 18/07/2019	15.58	36:52:58
21	Jum'at, 19/07/2019	12.33	72:41:12
22	Jum'at, 19/07/2019	15.58	36:52:58
23	Sabtu, 20/07/2019	12.34	72:51:46
24	Sabtu, 20/07/2019	15.58	36:59:12
25	Senin, 22/07/2019	12.34	73:14:47
26	Senin, 22/07/2019	15.58	37:05:07
27	Selasa, 23/07/2019	12.34	73:26:48
28	Selasa, 23/07/2019	15.58	37:07:56
29	Rabu, 24/07/2019	12.34	73:39:09
30	Rabu, 24/07/2019	15.58	37:10:40
31	Kamis, 25/07/2019	12.34	73:51:49
32	Kamis, 25/07/2019	15.58	37:13:18
33	Jum'at, 26/07/2019	12.34	74:04:49
34	Jum'at, 26/07/2019	15.57	37:29:43

35	Sabtu, 27/07/2019	12.34	74:18:07
36	Sabtu, 27/07/2019	15.57	37:32:10
37	Senin, 29/07/2019	12.34	74:45:41
38	Senin, 29/07/2019	15.57	37:36:40
39	Selasa, 30/07/2019	12.34	74:59:55
40	Selasa, 30/07/2019	15.56	37:52:46
41	Rabu, 31/07/2019	12.34	75:14:27
42	Rabu, 31/07/2019	15.56	37:54:44
43	Kamis, 01/08/2019	12.33	75:29:46
44	Kamis, 01/08/2019	15.56	37:56:34
45	Jum'at, 02/08/2019	12.33	75:44:54
46	Jum'at, 02/08/2019	15.56	37:58:15
47	Sabtu, 03/08/2019	12.33	76:00:19
48	Sabtu, 03/08/2019	15.55	38:13:53
49	Senin, 05/08/2019	12.33	76:32:00
50	Senin, 05/08/2019	15.54	38:30:42
51	Selasa, 06/08/2019	12.33	76:48:14
52	Selasa, 06/08/2019	15.54	38:31:48
53	Rabu, 07/08/2019	12.33	77:04:43
56	Rabu, 07/08/2019	15.54	38:32:44
57	Kamis, 08/08/2019	12.33	77:21:28
58	Kamis, 08/08/2019	15.53	38:47:44
59	Jum'at, 09/08/2019	12.33	77:38:27
60	Jum'at, 09/08/2019	15.53	38:48:20
61	Sabtu, 10/08/2019	12.33	77:55:41
62	Sabtu, 10/08/2019	15.52	39:03:04
63	Senin, 12/08/2019	12.32	78:31:30
64	Senin, 12/08/2019	15.51	39:17:46
65	Selasa, 13/08/2019	12.32	78:49:28
66	Selasa, 13/08/2019	15.51	39:17:42
67	Rabu, 14/08/2019	12.32	79:07:38
68	Rabu, 14/08/2019	15.50	39:31:50
69	Kamis, 15/08/2019	12.32	79:26:01
70	Kamis, 15/08/2019	15.50	39:31:24
71	Jum'at, 16/08/2019	12.32	79:44:35
72	Jum'at, 16/08/2019	15.49	39:45:15
73	Sabtu, 17/08/2019	12.31	80:04:07
74	Sabtu, 17/08/2019	15.48	39:58:53

LAMPIRAN 5

Dokumentasi Kegiatan Penelitian



