

**ANALISIS JAM MATAHARI DI BARON TECHNOPARK
GUNUNGGIDUL YOGYAKARTA**

SKRIPSI

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



Disusun oleh :
ISHTHOFIYATUL KHOIROH
NIM : 132611021

Dosen Pembimbing :

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Drs. H. Maksun, M.Ag. | 2. Drs. H. Slamet Hambali, M.Si. |
| NIP. 19680515 199303 1 002 | NIP. 19540805 198003 1 004 |

**JURUSAN ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
SEMARANG
2017**

Drs. H. Maksun, M.Ag
Perum Griya Indo Permai A/22
Tambakaji, Ngaliyan, Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.
Hal : NaskahSkripsi
An. Sdr. Ishthofiyatul Khoiroh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikumWr. Wb.

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

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Judul : **Analisis Jam Matahari di Baron Technopark
Gunungkidul Yogyakarta**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing 1



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

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.
Jl. Candi Permata II/180 Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : NaskahSkripsi
An. Sdr. Ishthofiyatul Khoiroh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikumWr. Wb.

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

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh

NIM : 132611021

Judul : **Analisis Jam Matahari di Baron Technopark
Gunungkidul Yogyakarta**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.

NIP. 19540805 198003 1 004



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

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

PENGESAHAN

Nama : Isthofiyatul Khoiroh
N I M : 132611021
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum/Program Studi Ilmu Falak
Judul : ANALISIS JAM MATAHARI DI BARON TECHNOPARK
GUNUNGGIDUL YOGYAKARTA

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

02 Juni 2017

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

Semarang, 02 Juni 2017

Dewan Penguji,
Ketua Sidang

Supangat, M.Ag.

NIP. 19710402 200501 1 004

Sekretaris Sidang

Drs. H. Maksun, M.Ag.

NIP. 19680515 199303 1 002

Penguji I

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

NIP. 19720512 199903 1 003

Penguji II

Dr. Rupi'i, M.Ag.

NIP. 19730702 199803 1 002

Pembimbing I

Drs. H. Maksun, M.Ag.

NIP. 19680515 199303 1 002

Pembimbing II

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.

NIP. 19540805 198003 1 004



MOTTO

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ

الْعَلِيمِ

Dan Matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui. (Yaasiin: 38)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, cet V, Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2007.

PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan untuk:

1. *Kedua orang tua penulis, Ayah tercinta Muhammad Dawud dan Ibu tercinta Siti Faizah, orang tua luar biasa yang sangat berjasa dalam kehidupan penulis karena senantiasa mendoakan dan membimbing langkah penulis.*
2. *Para Kyai, Guru, dan Dosen yang telah mengajarkan ilmunyakepada penulis.*
3. *Kakak dan adik-adik penulis, mbak Nurul Hidayah, adek Isbihatun Niswah, adek Muhammad Ibrahim Faidul Karim dan keponakan tercinta Arumatin Diyanah yang selalu mendukung kesuksesan penulis.*
4. *Seluruh keluarga dan teman-teman tercinta yang selalu memberi motivasi serta semangat menuju keberhasilan.*

DEKLARASI

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

Semarang, 17 Mei 2017

Deklarator



Ishthofiyatul Khoiroh
NIM. 132611034

PEDOMAN TRANSLITERASI

Adapun pedoman transliterasi Arab – Latin yang digunakan penulis dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut²:

A. Konsonan

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

B. Vokal

َ = a

ِ = i

ُ = u

C. Diftong

آي = ay

أو = au

D. Syaddah (ˆ)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya

الطِّبّ *al-thibb*.

²Tim Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: BASSCOM Multimedia Grafika, 2012, hal. 61-62.

E. Kata Sandang (ال...)

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

F. Ta' Marbutah (ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h” misalnya **المعيشة الطبيعية**= *al-maisyah al-thabi'iyah*.

ABSTRAK

Jam Matahari adalah alat penunjuk waktu yang menggunakan bayangan pergerakan semu Matahari yang dihasilkan oleh gnomon jatuh pada garis jam pada bidang *dial* yang menunjukkan momen suatu waktu. Eksistensi jam Matahari di Indonesia salah satunya ada di kawasan wisata edukasi Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta yang merupakan salah satu *landmark* kota pelajar tersebut. Sebagai penunjuk waktu, maka fungsi utama dari jam Matahari ini harus berjalan dengan baik sebagaimana seharusnya, yaitu menunjukkan waktu hakiki (waktu Matahari) yang berbeda dengan waktu rata-rata pada jam standar/sipil yang umum digunakan sekarang. Untuk memenuhi fungsi utama tersebut, maka jam Matahari harus sesuai dengan ketentuan bakunya, baik pengaturan bidang *dial*, gnomon dan posisinya terhadap sumbu Bumi.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan penelitian tentang teori yang digunakan dalam pembangunan jam Matahari di Baron *Technopark* dan kesesuaiannya dengan ketentuan bakunya. Setelah itu, penulis juga meneliti tingkat akurasi yang dimiliki oleh jam Matahari tersebut sebagai alat penunjuk waktu hakiki.

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan kajian penelitian yang bersifat lapangan (*field research*). Adapun sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi secara langsung di lapangan, wawancara, dan data Astronomis dari GPS dan Ephemeris.

Sedangkan data sekunder diperoleh dari buku-buku ilmu Falak dan Astronomi serta buku-buku keislaman lainnya. Untuk menganalisis data, penulis menggunakan metode analisis observatif dan analisis verifikatif, yakni dengan melakukan pengukuran secara langsung pada jam Matahari di Baron *Technopark* Guungkidul Yogyakarta untuk mengetahui selisih antara waktu hakiki dan waktu rata-rata yang terdapat pada jam Matahari tersebut serta melakukan verifikasi antara kesesuaian data di lapangan dengan menggunakan *Software* WinHisab sebagai data acuan.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan. Pertama, teori yang digunakan untuk membangun jam Matahari di Baron *Technopark* tidak sesuai dengan aturan baku pembuatan jam Matahari Horizontal, yaitu ukuran sudut dari gnomon jam Matahari yang tidak disesuaikan dengan koordinat lintang setempat, tetapi disamakan dengan ukuran jam Matahari *Bridge* yang ada di California, Amerika Serikat. Kedua, akurasi jam Matahari Baron *Technopark* yang sangat rendah. Hal ini dikarenakan ketidaksesuaian fisik bangunan jam Matahari Baron *Technopark* dengan ketentuan baku pembangunan Jam Matahari Horizontal.

Kata Kunci : *Sundial*, Jam Matahari, akurasi, jam Matahari Baron *Technopark*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Analisis Jam Matahari di Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta** dengan baik.

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

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

1. Drs. H. Maksun, M.Ag., selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak dan Pembimbing I, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas, juga kepada dosen-dosen serta karyawan di lingkungan Jurusan Ilmu Falak dan Fakultas Syari'ah dan Hukum, atas bantuan dan kerjasamanya.

2. Drs. H. Slamet Hambali, M.SI., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahan serta saran-saran yang konstruktif dalam proses penulisan skripsi hingga purna.
3. Dr. Achmad Arief Budiman, M.Ag, selaku dosen wali selama masa studi di UIN Walisongo yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesai penulisan tugas akhir.
4. Kedua orang tua penulis beserta keluarga, atas segala doa, perhatian, dukungan dan curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam kata-kata.
5. Kementerian Agama RI dalam hal ini Direktorat Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren yang telah membiayai penulis menempuh masa studi selama empat tahun.
6. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang serta jajaran wakil dekan dan staf yang telah memberikan fasilitas perkuliahan hingga akhir studi penulis.
7. Para dosen Ilmu Falak Drs. H. Slamet Hambali, M.SI., Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., Ahmad Syifaul Anam, S.HI., Rifa Djamaludin Nasir, M.SI., Siti Tatmainnul Qulub, M.SI., Dr. Moh. Arif Royyani, Lc., M.SI., atas ilmu, bimbingan, pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas ilmu dan wawasan yang luar biasa.
9. Ridwan Budi Prasetyo, ST, M.Eng., selaku Kepala Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta yang telah memberikan

izin bagi penulis untuk melakukan penelitian beserta staf dan seluruh karyawan.

10. Gatot Suprihadi, ST., IAI dan Agiv Perdana Putra, S.T, IAI. selaku konsultan perencana dan arsitek dari jam Matahari Baron *Technopark* yang telah memberikan pengarahannya dan penjelasan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Mas Luayyin, S.Hi., dan mas Muhammad Aful Marom, S.Hi., yang telah memberikan inspirasi, mengarahkan dan memberikan masukan-masukan hingga terselesaikannya skripsi ini.
12. Teman-teman yang telah dibaikhatin Allah SWT yang setia menemani penulis selama melakukan penelitian di Baron *Technopark* Gunungkidul, Yogyakarta yaitu: Nur Hayati, Qina Mahrumah, Alfi Mahrumah.
13. Pengasuh YPMI Al-Firdaus, Drs. K.H. Ali Munir dan para ustadz atas nasihat dan pembinaan serta Bapak Mashuri dan keluarga selaku pengasuh santri putri yang telah mengayomi dan memfasilitasi penulis.
14. Keluarga besar Yayasan Riyadlotut Thalabah yang telah mengantarkan penulis hingga jenjang Strata 1.
15. UN7ON-kuh tercinta dari Aceh sampai Papua: Asih Pertiwi (Aceh), Nurlina (Riau), Syaifur Rizal Fahmi (Riau), Unggul Suryo Ardi (Jambi), M. AlFarabi Putra (Palembang), Enjam Syahputra (Medan), Syifa Afifah Nur Hamimah (Majalengka), Nila Ainatul Mardhiyah (Tegal), Lina Rahmawati (Banyumas),

Anis Alfiani Atiqoh (Purwokerto), Ehsan Hidayat (Pekalongan), Siti Nur Halimah (Salatiga), Fitriyani (Demak), Imam Tobroni (Demak), Masruhan (Kudus), Alamul Yaqin (Kudus), Muhammad Jumal (Kudus), Muhammad Hasib (Pati), Ahmad Hafidz Hidayatullah (Pati), Indraswati (Pati), Aulia Nurul Inayah (Pati), Yuhanidz Zahrotul Jannah (Pati), Eva Rusdiana Dewi (Gresik), Arhamur Rijal (Sidoarjo), Fitri Sayyidatul Uyun (Sidoarjo), Zulfia Aviv (Sidoarjo), Ahmad Syarif Hidayatulloh (Malang), Syaifudin Zuhri (Malang), Nur Hayati (Jember), Mujahidum Mutamakkin (Bali), Abdul Kohar (Lombok), Halimah (Makassar), Amrah Susila Rahman (Muna), Witriah (Jayapura).

16. Keluarga besar CSS MoRA UIN Walisongo Semarang khususnya Pengurus Periode 2015-2016 dan Kru LPM Zenith atas ilmu organisasi dan kepenulisan yang sangat bermanfaat.
17. Keluarga besar KKN UIN Walisongo ke-67 posko 29 desa Cerme yang luar biasa dan biasa di luar : Pak Kordes Rouf, mbak Dew (Sekdes), Mbak Chilya (Bendes), Pella, Mbak Nel, Yessong, Mbak Bib, Miss Suhaini Tuupengmah, Syarif Ndut, Mas Sopan, Mas Boy, Najih. atas kenangan 45 hari tak terlupakan yang telah diberikan selama di tanah air Kauman.
18. Mas Khoiruddin atas dukungan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis selama kuliah hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.

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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini.

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

Semarang, 17 Mei 2017

Penulis



Ishthofiyatul Khoiroh

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI	vii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	x
HALAMAN KATA PENGANTAR	xii
HALAMAN DAFTAR ISI	xvii
 BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Telaah Pustaka.....	8
F. Metodologi Penelitian	15
G. Sistematika Penulisan	19
 BAB II : KONSEP WAKTU DAN PERGERAKAN BENDA LANGIT	
A. Matahari, Bumi dan Pergerakannya	21
1. Matahari.....	23

2. Bumi.....	27
B. Konsep Waktu	37
C. Sejarah Perkembangan Penunjuk Waktu.....	39
D. Jam Matahari	50
E. Macam - Macam Jam Matahari dan Konsep Aplikasi.....	51
1. Jam Matahari Horizonta.....	51
2. Jam Matahari Vertika.....	54
3. Jam Matahari Ekuatoria.....	55

**BAB III : JAM MATAHARI DI BARON *TECHNOPARK*
GUNUNGGKIDUL YOGYAKARTA**

A. Sekilas tentang Baron <i>Technopark</i>	59
B. Sejarah dan Latar Belakang Jam Matahari Baron <i>Technopark</i>	64
C. Konsep Jam Matahari Baron <i>Technopark</i>	68
1. Bidang Dial	69
2. Gnomon.....	69
3. Indikator jam	72
D. Data Pengamatan.....	72

**BAB IV : ANALISIS TEORI PEMBANGUNAN DAN
AKURASI JAM MATAHARI BARON
*TECHNOPARK***

A. Analisis Teori Pembangunan Jam Matahari Baron <i>Technopark</i>	75
---	----

1. Bidang Dial.....	75
2. Gnomon	76
3. Indikator jam.....	78
B. Analisis Akurasi Jam Matahari Baron	
<i>Technopark</i>	80

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	107
B. Saran	108
C. Penutup	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Waktu adalah bentangan masa yang tak berujung¹. Waktu telah ada sebelum manusia diciptakan atau berada di muka Bumi dan akan tetap ada setelah manusia tidak lagi berada di muka Bumi. Waktu menjadi sulit dipahami kecuali dengan mengklasifikasikannya ke dalam satuan-satuan masa yang terbatas. Pengklasifikasian waktu dilakukan oleh manusia berdasarkan siklus pergerakan Bumi, Bulan dan Matahari yang berlangsung teratur dan eksak.

Matahari sebagai pusat tata surya dan sumber utama planet-planet yang berada di dalamnya, memiliki sinar yang terang dan menjadi sumber cahaya. Begitu pula dengan Bulan yang bercahaya karena menerima pantulan sinar dari Matahari. Bulan memiliki *manzilah-manzilah* (orbit/garis edar) yang dimanfaatkan oleh manusia sebagai patokan waktu untuk mengetahui hari, bulan, bilangan tahun dan sebagainya dengan menggunakan perhitungan-perhitungan

¹ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak (Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan)*, Yogyakarta: Teras, 2011, h. 51.

tertentu². Sebagaimana Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Yunus ayat 5:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا
 وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا
 خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ

يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya *manzilah-manzilah* (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”³.

Selain untuk perhitungan waktu sebagai pedoman manusia dalam berinteraksi sosial dan membangun kehidupan di Bumi, Allah SWT juga menciptakan waktu sebagai pedoman bagi manusia untuk beribadah dan berinteraksi

² Moedji Raharto, *Sistem Penanggalan Syamsiyah/Masehi*, Bandung: ITB, 2000, h. 1.

³ Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, cet V, Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2007.

secara vertikal pada waktu yang telah ditentukan oleh Allah SWT. QS. Ali Imron: 190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ
لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا
وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا
عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan Bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan Bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.”(QS. Ali Imron: 190-191).⁴

Dalam catatan sejarah, alat pengukur atau penentu waktu memiliki catatan yang cukup panjang untuk akhirnya dapat digunakan sebagai pedoman dalam kehidupan manusia. Salah satu contohnya ialah kejadian yang tercatat dalam salah satu hadis Nabi:

⁴ Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, cet V, Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2007.

حَدَّثَنَا مُسْلِمُ بْنُ أَبِرَاهِيمَ حَدَّثَنَا هِشَامٌ حَدَّثَنَا قَتَادَةُ عَنْ أَنَسٍ عَنْ زَيْدِ بْنِ ثَابِتٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: تَسَحَّرْنَا مَعَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ثُمَّ قَامَ إِلَى الصَّلَاةِ قُلْتُ: كَمْ كَانَ بَيْنَ الْأَذْنِ وَالسَّحُورِ؟ قَالَ: قَدْرَ خَمْسِينَ آيَةً. (رواه البخاري و مسلم)⁵

“Telah meriwayatkan pada kami Muslim bin Ibrahim dari Hisyam dari Qotadah dari Anas, bahwa Zaid bin Tsabit meriwayatkan, “kami makan sahur bersama Rasulullah, lalu kami berdiri untuk melakukan shalat. Aku bertanya pada Nabi, berapakah kira-kira jarak antara keduanya? Nabi menjawab, lima puluh ayat.”” (HR. Al-Bukhari dan Muslim)

Dari dialog antara Zaid bin Tsabit dan Rasulullah itu, nampak jelas bahwa pada saat itu belum ada hitungan jam. Pertanyaan Zaid bin Tsabit dijawab Rasulullah dengan jawaban 50 ayat, bukan hitungan menit, jam, atau satuan waktu lainnya. Hal tersebut disebabkan pada zaman itu belum ada teknologi pembuatan jam seperti sekarang. Dan hal demikian tidak hanya terjadi di kalangan umat Islam saja, melainkan seluruh umat agama lain juga belum ada alat hitungan jamnya.⁶

Alat pengukur waktu telah mengalami perubahan dari zaman ke zaman. Dimulai dari zaman primitif, zaman Yunani, zaman Romawi, zaman kejayaan Islam hingga sampai di zaman digitalisasi seperti sekarang ini. Pergantian siang dan

⁵ Zainuddin Hamidy, *Shahih al-Bukhari*, “Terjemah Hadis Shahih Buchari”, Jakarta: Penerbit Widjaya, 1970, h. 267.

⁶ E Darmawan Abdullah, *Jam Hijriyah*, Pustaka Al-Kautsar, Jakarta: 2011, h. 86.

malam telah membagi aktivitas kehidupan sehari-hari manusia dimana siang untuk bekerja dan malam untuk beristirahat. Aktivitas manusia yang semakin kompleks membuat mereka berpikir bahwa tidak cukup hanya membagi waktu kedalam siang dan malam saja, sehingga mereka mulai membagi waktu berdasarkan pergerakan posisi Matahari yang mereka lihat setiap hari.⁷

Setiap hari Matahari terbit di ufuk timur, lalu bergerak semakin lama semakin tinggi, pada tengah hari Matahari mencapai kedudukan tertinggi pada hari itu atau dikatakan Matahari sedang berkulminasi. Setelah tengah hari ia meneruskan perjalanannya bergerak semakin lama semakin rendah dan senja hari terbenam di ufuk barat.⁸ Dari pengamatan inilah maka akhirnya tercipta jam Matahari (*Sundial*) sebuah alat untuk menentukan acuan waktu yang tepat dan spesifik untuk menentukan rutinitas harian manusia dengan bantuan bayangan posisi Matahari⁹.

Jam Matahari kini telah banyak dibangun dan tersebar di seluruh dunia dengan berbagai bentuk dan ukuran, termasuk di Indonesia. Di kawasan wisata edukasi Baron

⁷<http://menujuhijau.blogspot.co.id/2012/02/sejarah-perkembangan-jam-dari-zaman-ke.html> diakses pada 23 November 2016 pukul 13:58

⁸ Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983, h.1.

⁹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, h. 198.

Technopark yang berlokasi di desa Planjan, Kecamatan Saptosari, Gunungkidul Yogyakarta telah dibangun jam Matahari dengan panjang gnomon mencapai ± 9 meter atau bisa disebut jam Matahari raksasa. Lokasi yang digunakan untuk membangun jam Matahari raksasa ini berada di puncak bukit karang kawasan wisata edukasi Baron *Technopark* dan berhadapan langsung dengan laut lepas Samudera Hindia yang nantinya disana akan dijadikan sebagai Pos Observasi Bulan Daerah Istimewa Yogyakarta (POB DIY).

Keberadaan jam Matahari sebagai salah satu objek wisata edukasi Astronomi di kawasan Baron *Technopark* Gunung Kidul Yogyakarta ini menimbulkan pertanyaan bahwa apakah jam Matahari itu hanya sebagai monumen atau dapat bekerja secara fungsional sebagaimana mestinya jam Matahari, yakni menunjukkan waktu hakiki. Pertanyaan selanjutnya adalah apakah jam Matahari tersebut dapat menunjukkan waktu hakiki secara akurat sebagaimana seharusnya jam Matahari secara umum. Adakah faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi jam Matahari yang dapat ditinjau dari tata letak gnomon dan bidang *dial*. Berdasarkan kualifikasi tersebut dapat diketahui seberapa teliti akurasi dari jam Matahari di Baron *Technopark* ini.

Jam Matahari di Baron *Technopark* dilihat dari bentuk bidang *dialnya* termasuk jenis jam Matahari horizontal. Hal itu diketahui bahwa bidang *dialnya* yang diletakkan secara horizontal dan angka penunjuk jam pada jam Matahari ini yang masing-masing jarak satu sama lain tidak selalu 15° , berbeda dengan jam Matahari ekuatorial yang selisih setiap garis jamnya adalah 15° .

Sebagai objek wisata edukasi Astronomi yang baru diresmikan pada tahun 2016 dan mengingat *urgently* mengetahui waktu hakiki sebagai penunjuk untuk mengetahui waktu ibadah, yakni waktu shalat. penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian terhadap ANALISIS JAM MATAHARI DI BARON *TECHNOPARK* GUNUNG KIDUL YOGYAKARTA.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana teori yang digunakan untuk membuat jam Matahari di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta?
2. Bagaimana akurasi jam Matahari di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui teori yang digunakan dalam membuat jam Matahari di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta

2. Untuk mengetahui akurasi jam Matahari di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta

D. Manfaat Penelitian

1. Bermanfaat untuk menambah wawasan dalam memahami konsep dan akurasi jam Matahari.
2. Bermanfaat untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan, khususnya Ilmu Astronomi dan Ilmu Falak.
3. Sebagai karya ilmiah, yang selanjutnya dapat menjadi informasi dan sumber rujukan bagi para peneliti dikemudian hari.

E. Telaah Pustaka

Buku-buku tentang Ilmu Falak dan Astronomi serta hasil penelitian, khususnya yang membahas proses penentuan dan konsep waktu sudah cukup banyak. Pada penelitian dalam skripsi ini terdapat beberapa perbedaan yang cukup signifikan, khususnya terkait penentuan waktu menggunakan jam Matahari dan lebih spesifik pada jam Matahari yang terletak di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta.

Beberapa penelitian yang terkait, di antaranya skripsi yang ditulis oleh Tamhid Amri, sarjana Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang tahun 2013 yang berjudul “Jam Matahari sebagai Penunjuk Waktu Hakiki, Akurasi Jam Matahari di Kotabaru Parahyangan Padalarang Jawa Barat”. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa selain sebagai penunjuk waktu hakiki, jam Matahari ini juga berfungsi

sebagai penunjuk waktu shalat, penanda pergantian musim dan penunjuk arah kiblat. Pengujian tingkat akurasi terhadap jam Matahari ini, dilakukan penulis dengan melakukan verifikasi data di lapangan dengan *software* Winhisab sebagai koreksi.¹⁰

Skripsi yang ditulis oleh Tri Hasan Bashori, sarjana Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang tahun 2014 yang berjudul “Akurasi Bencet Masjid Tegal Sari Laweyan Surakarta Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki”. Dalam skripsi ini, Tri Hasan Bashori melakukan penelusuran terkait sejarah jam bencet Masjid Tegalsari Laweyan Surakarta seperti pembuatan, fisik dan kegunaanya. Hasil dari penelitian tersebut adalah jam bencet ini merupakan salah satu jam bencet yang tertua di Indonesia. Peneliti juga melakukan analisis terhadap konsep kerja dari jam bencet tersebut. Jam bencet ini menggunakan sinar Matahari sebagai *gnomon* dan mempunyai tingkat akurasi yang cukup tinggi.¹¹

Skripsi yang ditulis oleh Muhammad Aufal Marom, sarjana Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang tahun 2015 yang berjudul “Uji Akurasi Jam

¹⁰ Tamhid Amri, *Jam Matahari sebagai Penunjuk Waktu Hakiki, Akurasi Jam Matahari di Kotabaru Parahyangan Padalarang Jawa Barat*, Skripsi strata I Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, Semarang, 2013.

¹¹ Tri Hasan Basori, *Akurasi Bencet Masjid Tegal Sari Laweyan Surakarta Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki*, Skripsi strata I Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, Semarang, 2014.

Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Studi Kasus di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Jakarta)¹². Dalam penelitian ini terdapat selisih antara waktu hakiki hasil perhitungan dengan waktu hakiki yang ditunjukkan oleh jam Matahari. Ketidakakuratan ini disebabkan oleh faktor ketidaksesuaian bentuk fisik bangunan jam Matahari Kementerian PUPR dengan ketentuan baku pembangunan jam Matahari horizontal. Selain itu, tidak adanya garis bantu jam menyebabkan ketelitian penunjukan jam rendah karena bayangan gnomon jam Matahari ini tidak pernah menyentuh angka-angka indikator waktu.¹² Berbeda dengan bentuk fisik jam Matahari yang ada di Baron *Technopark* di mana bayangan dari *gnomonnya* bisa menyentuh langsung angka-angka indikator waktu yang ada pada bidang *dial*. Adapun penulis memiliki hipotesis bahwa tingkat akurasi kedua jam Matahari tersebut akan berbeda dan atau lebih akurat jam Matahari di Baron *Technopark* Yogyakarta.

Dari ketiga penelitian sebelumnya yang mengangkat tema yang sama dengan penelitian yang penulis lakukan, yaitu uji akurasi jam Matahari dengan lokasi yang berbeda

¹² Ahmad Aufal Marom, *Uji Akurasi Jam Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Studi Kasus di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Jakarta)*, Skripsi strata I Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2015.

dan belum pernah dilaksanakan penelitian yakni di Baron *Technopark* Gunung Kidul Yogyakarta.

Skripsi yang ditulis oleh Ikhwan Muttaqin, sarjana Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang tahun 2012 yang berjudul “Studi Analisis Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan *Equatorial Sundial*”. Dalam skripsi tersebut ditemukan tentang penentuan arah kiblat dengan menggunakan *equatorial sundial*. Prinsip yang digunakan dalam mengukur kiblat dengan menggunakan metode ini adalah menggunakan *equatorial sundial* sebagai kompas. Untuk mengetahui keakuratan yang dihasilkan, Ikhwan Muttaqin membandingkan antara hasil perhitungan pengukuran arah kiblat yang menggunakan *equatorial sundial* dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.¹³

Skripsi Endang Ratna Sari, sarjana Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang tahun 2012 yang berjudul “Studi Analisis Jam Bencet Karya Kiai Mishbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat”. Dalam Skripsi ini, Endang Ratna Sari melakukan penelitian tentang jam bencet karya Kyai Misbachul Munir. Jam bencet tersebut tidak hanya dapat digunakan untuk menentukan waktu shalat dhuhur dan ashar, namun jam bencet ini dapat digunakan untuk

¹³ Ikhwan Muttaqin, Studi Analisis Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan Equatorial Sundial, Skripsi strata I Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

menentukan waktu shalat maghrib, isya dan subuh dengan pedoman *rubu' mujayyab*. Penulis mengkomparasikan waktu shalat yang ditentukan oleh jam bencet dengan hisab waktu shalat kontemporer.¹⁴

Artikel Slamet Hambali yang berjudul “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolas Copernicus”. Dalam artikel tersebut, Slamet Hambali menyampaikan bahwa Teori Heliocentris Nicolas Copernicus telah membuktikan kebenaran ilmu pengetahuan yang dibawa oleh al-Qur'an. Ayat-ayat al-Qur'an secara tegas menunjukkan bahwa tidak ada pertentangan dengan ilmu pengetahuan modern, khususnya yang berkaitan dengan Ilmu Astronomi, walaupun al-Qur'an diturunkan jauh sebelumnya, yaitu pada abad ke-7 Masehi.¹⁵

Artikel Anisah Budiwati yang berjudul “Tongkat Istiwa', *Global Positioning System (GPS)* dan *Google Earth* Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat”. Penelitian ini menemukan bahwa tongkat *istiwa'* adalah salah satu alternatif penentuan titik koordinat Bumi yang menggunakan teori perhitungan

¹⁴ Endang Ratna Sari, Studi Analisis Jam Bencet Karya Kiai Mishbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat, Skripsi strata I Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

¹⁵ Slamet Hambali, “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolas Copernicus” *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 23, No.2, edisi Oktober 2013, h. 235.

spherical trigonometry secara sederhana tanpa bantuan teknologi, sedangkan GPS dan *Google Earth* menggunakan prinsip keilmuan geodesi yang lebih teliti. Dari segi aplikasi, yang paling praktis dan akurat adalah GPS. Kemudian disusul *Google Earth*, dan tongkat *istiwa*'.¹⁶

Artikel Ahmad Adib Rofiuddin yang berjudul “Penentuan Hari dalam Sistem Kalender Hijriah”. Kalender merupakan sebuah sistem pengorganisasian untuk menghitung waktu selama periode tertentu. Secara konvensi, hari adalah unit kalender terkecil, sementara untuk pengukuran bagian dari sebuah hari digunakan sistem perhitungan waktu (jam, menit, dan detik). Beberapa sistem kalender mengacu kepada suatu siklus Astronomi, mengikuti aturan yang tetap. Konsep hari yang dipakai oleh sebagian besar manusia di Bumi adalah konsep hari dimana hari dimulai pada tengah malam dan hari dimulai di garis yang berjarak 180° dari Kota Greenwich. Penelitian kualitatif ini bermaksud untuk menganalisis penentuan hari dalam kalender hijriah. Masalah utama adalah perbedaan pendapat tentang awal hari dan di mana awal hari dimulai. Berbeda dengan masyarakat dunia pada umumnya, umat Islam mempunyai beberapa kriteria dalam menentukan

¹⁶ Anisah Budiwati, “Tongkat Istiwa’, Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat”, *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 26, No.1, edisi April 2016, h. 90.

di mana dan kapan hari dimulai dalam Islam. Ada tiga pendapat tentang permulaan hari. Pertama, fajar dijadikan patokan dari permulaan hari. Kedua, permulaan hari terjadi saat terbenamnya matahari. Ketiga, hari dimulai sejak tengah malam (pukul 00.00).¹⁷

Tesis Daniëlle Verburg Master bidang Mathematics and Education, Mathematical Institute, University Leiden 2015 berjudul "*Keeping Track of Time: A Study of The Mathematics Behind Historical Methods*".¹⁸ Penelitian dilakukan dengan cara menelusuri sejarah alat pengukuran waktu di Leiden. Penelusuran dilakukan di Museum van Oudheden, Observatorium Astronomi, berbagai situs jam Matahari ditemukan di seluruh Leiden dan Zeevaartschool (perguruan tinggi nautika). Dari penelusuran tersebut, peneliti menemukan jam air, jam Matahari dan pendulum di sebuah kapal yang berfungsi sebagai pengukur waktu ketika di laut. Setiap alat tersebut dibahas dalam bab yang berbeda di mana setiap babnya memiliki struktur yang sama, dimulai dengan pengenalan, diikuti oleh beberapa dasar matematik dan cara pembangunannya.

¹⁷ Ahmad Adib Rofiuddin "Penentuan Hari dalam Sistem Kalender Hijriah" *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 26, No.1, edisi April 2016, h. 117.

¹⁸ Daniëlle Verburg, "Keeping Track of Time: A Study of The Mathematics Behind Historical Methods", Tesis Master Mathematics and Education, Mathematical Institute, University Leiden, 2015.

Dalam pengecekan pustaka, penulis belum menemukan yang secara spesifik membahas mengenai jam Matahari yang berada di Baron Tecnopark Yogyakarta yang notabene adalah jam Matahari raksasa dengan data koordinat, ukuran jam Matahari dan bentuk gnomon yang berbeda. Sehingga menurut kami penelitian ini perlu dilakukan karena memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

F. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan (*field research*) dengan melakukan observasi secara langsung terhadap jam Matahari yang ada di Baron *Technopark* untuk mendapatkan pengetahuan tentang konsep, teori dan akurasi dari jam Matahari tersebut. Sehingga, penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian kualitatif.

2. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer¹⁹ adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya. Data primer dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data yang diperoleh dari observasi lapangan terhadap jam Matahari yang ada di Baron *Technopark*.
- 2) Wawancara kepada para informan mulai dari Kepala Sub Bidang Pengelolaan Baron *Technopark*, perancang jam Matahari yang ada di Baron *Technopark*, hingga kontraktor dan konsultan perencanaan jam Matahari.
- 3) Data astronomis dari GPS dan Ephemeris yang digunakan untuk mengkonversi waktu hakiki ke waktu daerah.

b. Data Sekunder

Data sekunder²⁰ yaitu data yang tidak memberikan informasi secara langsung kepada pengumpul data, yang termasuk dalam data sekunder diantaranya adalah buku-buku yang berkenaan tentang Ilmu Falak

¹⁹ Data primer adalah rujukan utama dalam penelitian yang termasuk dalam objek penelitian.

²⁰ Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui pihak lain, tidak langsung dari subjek penelitiannya.

dan Astronomi, buku-buku keislaman, buku-buku Tafsir dan buku-buku lainnya yang dapat menunjang penelitian ini.

3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, metode yang penulis gunakan adalah:

a. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data melalui pengamatan terhadap objek penelitian untuk memperoleh fakta di lapangan. Penulis melakukan pengamatan dan pengukuran terhadap jam Matahari yang ada di Baron *Technopark* Gunung Kidul Yogyakarta secara berulang-ulang. Dalam hal ini pengamatan dilakukan dengan cara membandingkan waktu yang ditentukan oleh jam Matahari dengan waktu hakiki yang dikonversi dari waktu daerah.

b. Wawancara

Wawancara yaitu proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab antara pewawancara dan informan. Dalam penelitian ini yang menjadi informan adalah Ridwan Budi Prasetyo, ST, M.Eng., selaku Kepala Sub Bidang Pengelolaan Baron *Technoparak*, Gatot Suprihadi, ST., IAI, selaku konsultan perencanaan dan Agiv

Perdana Putra, S.T, IAI., selaku perancang/arsitek dari jam Matahari yang ada di Baron *Technopark*.

c. Dokumentasi

Dokumentasi ialah metode untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan jam Matahari dan konsep waktu dari dokumen-dokumen baik berupa buku, makalah, maupun *website*.

4. Metode Analisis Data

Dalam menganalisis data, penulis menggunakan teknik analisis observatif dan analisis verifikatif.²¹ Analisis observatif adalah suatu metode analisis yang berangkat dari pengamatan dan pencatatan fenomena-fenomena yang diselidiki secara sistematis, sedangkan analisis verifikatif bertujuan untuk mengecek kebenaran hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya. Penulis melakukan pengukuran secara langsung pada Jam Matahari di Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta untuk mengetahui selisih antara waktu hakiki dan waktu rata-rata yang terdapat pada jam Matahari tersebut serta melakukan verifikasi antara kesesuaian data di lapangan dengan menggunakan *Software* WinHisab sebagai data acuan. Apabila terdapat perbedaan, maka penelitian

²¹Noeng Muhadjir, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Yogyakarta : Rake Sarasin, Ed. III, 1996, h. 105.

selanjutnya ialah mengenai kecocokkan antara keadaan fisik atau bangunan jam Matahari tersebut dengan ketentuan baku tentang akurasi Jam Matahari pada umumnya. Seperti kemiringan gnomon dan bidang *dial*. Teknik analisis semacam ini disebut juga analisis kualitatif.²²

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan penelitian skripsi ini dibagi dalam 5 (lima) Bab. Dalam setiap bab terdiri dari sub-sub pembahasan. Sistematika penulisan ini adalah sebagai berikut:

Bab pertama berisi pendahuluan. Bab ini meliputi Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Telaah Pustaka, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

Bab kedua berisi pembahasan umum tentang teori-teori dasar yang berhubungan dengan judul penelitian, meliputi konsep penentuan waktu dan pergerakan benda langit seperti Matahari, Bumi dan Bulan, serta ketentuan umum tentang konsep pembuatan dan penggunaan jam Matahari.

Bab ketiga berisi pemaparan data tentang jam Matahari di Baron *Technopark* Yogyakarta yang meliputi

²² Analisis kualitatif pada dasarnya mempergunakan pemikiran logis, analisis dengan logika, induksi, deduksi, analogi, komparasi dan sejenisnya. Lihat Tatang M. Amirin, *Menyusun Rencana Penelitian*, Jakarta : Raja Grafindo Persada, 1995, h. 95.

sejarah Baron *Technopark*, latar belakang pembangunan jam Matahari serta data tentang jam Matahari di Baron *Technopark* Gunung Kidul Yogyakarta.

Bab keempat berisi tentang analisis tingkat akurasi jam Matahari di Baron *Technopark* Gunung Kidul Yogyakarta dengan melakukan koreksi menggunakan data yang ada pada *software* Winhisab sebagai acuan.

Bab kelima berisi tentang Penutup. Bab ini meliputi: Kesimpulan, Saran-saran yang berkaitan dengan penelitian penulis tentang jam Matahari di Baron *Technopark* Yogyakarta dan Penutup.

BAB II

KONSEP UMUM WAKTU DAN JAM MATAHARI

A. Matahari, Bumi dan Pergerakannya

Dialog antara Allah dan malaikat tentang penciptaan manusia yang digambarkan dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 30-34 menunjukkan bahwa salah satu potensi yang dimiliki manusia adalah berpengetahuan tentang benda-benda di alam semesta. Eksistensi benda-benda di Bumi dan di langit memiliki daya tarik bagi manusia. Daya tarik itu bervariasi bisa menumbuhkan rasa takut dan kagum, bisa memunculkan rasa ingin tahu untuk mengkaji dan menggali lebih jauh tentang hukum alam (*sunnatullah*).¹

Jika kita mengamati Matahari pada siang hari serta Bulan dan bintang pada malam hari, kita pasti melihat semua benda langit itu tampak bergerak mengitari Bumi. Seolah-olah Bumi menjadi pusat alam semesta. Sulit membayangkan bahwa sebenarnya Bumi bukan pusat alam semesta, tetapi menjadi satelit benda langit lain yang menurut penglihatan kita bergerak mengitari Bumi. Oleh sebab itu, wajarlah kalau pada awal perkembangan ilmu Astronomi, hipotesis yang paling banyak diterima tentang kedudukan Bumi di alam semesta adalah hipotesis geosentris, Bumi adalah pusat alam semesta. Dalam perjalanan waktu, seiring

¹ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, h. 13.

berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kemudian diketahui bahwa Bumi beserta planet-planet lain mengelilingi Matahari. Dan Matahari beserta planet-planet itu ternyata hanya salah satu dari sekian banyak tata surya di dalam Galaksi Bima Sakti. Bima Sakti hanyalah satu bagian dari sekian banyak galaksi di alam semesta, dan seterusnya. Semakin lengkap pengetahuan manusia seiring dengan berkembangnya waktu.²

Waktu adalah konsep dasar yang berkaitan dengan terjadinya peristiwa. Dengan kata lain, ada urutan yang pasti di mana dua peristiwa secara tidak serentak (non-simultan) terjadi. Oleh karena itu, diantara dua kejadian non-simultan ada selang interval waktu. Dalam hal ini siang dan malam merupakan fenomena non-simultan berulang yang terjadi paling banyak dan dengan demikian dapat menunjukkan selang waktu. Penyebab mendasar fenomena ini adalah rotasi Bumi pada porosnya yang telah memberi kita satuan waktu yang paling dasar, yaitu hari. Dari hari dapat menghasilkan unit yang lebih besar seperti bulan dan tahun dan juga dapat menghasilkan unit yang lebih pendek seperti jam, menit, dan detik.³ Sebelum mengenal konsep waktu, perlu adanya penjelasan tentang konsep pergerakan Bumi terhadap Matahari.

² A. Gunawan Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2009, h.1.

³ Mohamad Ilyas, *Astronomy of Islamic Times for The Twenty-First Century*, Kuala Lumpur: AS Nordeen, 1999, h. 10.

1. Matahari

Matahari merupakan salah satu bintang yang ada di dalam jagat raya dan yang paling dekat dengan Bumi. Jarak rata-rata Bumi dengan Matahari adalah 150 juta kilometer atau disebut dengan 1SA (satu satuan Astronomi). Matahari terbentuk 5 miliar tahun yang lalu, terdiri atas bola api raksasa. Suhu permukaan Matahari sekitar 6.000°C , tetapi bagian intinya mencapai $15\text{ juta}^{\circ}\text{C}$. Matahari terdiri atas materi gas dengan komposisi hidrogen (70%), helium (25%), dan unsur lain (5%).⁴

Matahari yang dikenal sebagai pusat tata surya serta kedelapan buah planet (yang sudah diketahui atau ditemukan manusia) membentuk sistem tata surya. Matahari dikategorikan sebagai bintang kecil jenis G.⁵ Bentuknya nyaris bulat sempurna dengan kepepatan sebesar sembilan per satu juta, artinya diameter kutubnya berbeda 10 km saja dengan diameter khatulistiwa. Di dalam jagat raya terdapat beberapa bintang yang ukurannya jauh lebih besar dari Matahari, diantaranya yaitu: Sirius, Pollux, Aldebaran, Rigel, dan Antares.⁶

⁴ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, Bandung: PT Rosdakarya Offset, 2013, h. 2.

⁵ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, Semarang: Bismillah Publisher, 2012, h. 114.

⁶ Muhammad Nur Fadhila "7 Bintang yang Lebih Besar dari Matahari" kepentingan-bersama.blogspot.id diakses pada 8 Juni 2017 pukul 09:18 WIB

Secara umum, Matahari terbagi menjadi tiga bagian, yaitu: bagian angkasa/atmosfer Matahari, permukaan Matahari dan bagian dalam. Bagian Matahari yang bisa diamati secara langsung hanyalah bagian angkasa/atmosfer Matahari saja. Segala radiasi yang datang ke Bumi berasal dari bagian angkasa Matahari dan bagian ini mendapat sumber energinya dari reaksi termonuklir yang berlangsung di inti Matahari.⁷

Atmosfer Matahari terbagi menjadi tiga, yaitu; fotosfer, kromosfer dan korona. Fotosfer adalah bagian Matahari yang paling mudah terlihat dari Bumi. Bagian ini memiliki temperatur sekitar 6000° C, dan didominasi oleh unsur-unsur hidrogen dan helium (75% hidrogen, 23% helium, dan sisanya unsur-unsur lain). Di atas fotosfer, terdapat suatu lapisan tipis yang kelihatan jelas sekali saat terjadi gerhana Matahari total. Kromosfer memiliki ketebalan 2.000 - 3.000 km, tetapi batas dengan bagian di atas tidak jelas karena di lapisan perbatasan kromosfer berubah lautan semburan materi yang diberi nama *spicule*. Di atas daerah transisi kromosfer, terdapat lapisan terluar dari angkasa/atmosfer Matahari yang disebut korona (berarti “mahkota”). Kecerlangan korona jauh lebih lemah dibandingkan kecerlangan fotosfer (sepersepjuta kalinya). Itulah sebabnya korona Matahari hanya bisa diamati saat

⁷ Admiranto, *Menjelajahi...*, h. 24.

gerhana Matahari total meskipun sebenarnya kecerlangan korona sendiri sama dengan setengah kecerlangan Bulan Purnama.⁸

Sebagaimana bintang-bintang lain yang ada di alam semesta, Matahari juga melakukan gerakan. Berdasarkan gerak yang dilakukannya, Matahari mempunyai dua macam pergerakan, yaitu gerakan hakiki dan gerakan semu. Berikut penjelasan dari masing-masing gerakan.

a. Gerakan Hakiki Matahari

Gerakan hakiki adalah gerakan sebenarnya yang dimiliki Matahari. Gerakan ini meliputi gerak rotasi dan gerakan mengelilingi galaksi Bimasakti.

1.) Matahari berotasi pada sumbunya selama sekitar 27 hari untuk mencapai satu kali putaran. Gerakan rotasi ini pertama kali diketahui melalui pengamatan terhadap perubahan posisi bintik Matahari. Sumbu rotasi Matahari miring sejauh $7,25^\circ$ dari sumbu orbit Bumi sehingga kutub utara Matahari akan lebih terlihat di bulan September sementara kutub selatan Matahari lebih terlihat di bulan Maret. Matahari bukanlah bola padat, melainkan bola gas, sehingga Matahari tidak berotasi dengan kecepatan yang seragam. Ahli Astronomi mengemukakan bahwa rotasi bagian interior Matahari tidak sama dengan

⁸ *Ibid.* h. 25.

bagian permukaannya. Bagian inti dan zona radiatif berotasi bersamaan, sedangkan zona konvektif dan fotosfer juga berotasi bersama, namun dengan kecepatan yang berbeda. Bagian ekuatorial (tengah) memakan waktu rotasi sekitar 24 hari sedangkan bagian kutubnya berotasi selama sekitar 31 hari. Sumber perbedaan waktu rotasi Matahari tersebut masih diteliti.⁹

- 2.) Matahari dan keseluruhan isi tata surya bergerak di orbitnya mengelilingi galaksi Bimasakti. Gerakan ini dinamakan dengan gerak revolusi Matahari. Matahari terletak sejauh 28.000 tahun cahaya dari pusat galaksi Bimasakti. Kecepatan rata-rata pergerakan ini adalah 828.000 km/jam sehingga diperkirakan akan membutuhkan waktu 230 juta tahun untuk mencapai satu putaran sempurna mengelilingi galaksi.¹⁰

b. Gerakan Semu Matahari

- 1) Harian (Gerak Diurnal)

Gerak semu harian Matahari terjadi akibat gerak rotasi Bumi. Periode rata-ratanya 24 jam. Arah gerak dari timur ke barat. Kemiringan gerak harian Matahari tergantung letak lintang geografis pengamat. Di equator berupa lingkaran tegak di kutub mendatar, di

⁹ Etty Indrianty, dkk. *Ensiklopedia Sains dan Teknologi*. Jakarta: Lentera Abadi, 2007. h. 27.

¹⁰ *Ibid.*

belahan Bumi selatan miring ke utara dan di belahan Bumi utara miring ke selatan. Kemiringannya sesuai besar lintangnya.¹¹

2) Tahunan (Gerak Annual)

Periode gerak semu tahunan Matahari adalah 365,25 hari. Arah terbit dan tenggelam Matahari selalu berubah letaknya sepanjang tahun. Pada setiap tanggal 21 Maret dan 23 September terbit di titik timur dan tenggelam di titik barat. Pada setiap tanggal 22 Juni paling utara sejauh $23,5^\circ$ busur dari timur atau barat dan pada tanggal 22 Desember paling selatan sejauh $23,5^\circ$ busur. Kedua titik tersebut dinamai soltitum (titik perhentian Matahari), karena kecepatan perubahan deklinasi Matahari pada kedua titik tersebut sangat lama seakan-akan berhenti, sedang pada titik equinox perubahan deklinasinya sangat cepat.¹²

2. Bumi

Bumi merupakan planet kelima terbesar dari 8 planet dalam sistem tata surya. Orbit Planet Bumi terletak ketiga terdekat dari Matahari setelah planet Merkurius dan planet

¹¹ Hambali, *Pengantar...*, h. 213.

¹² *Ibid.* h. 214.

Venus.¹³ Diameter planet Bumi adalah 12.756 km (di khatulistiwa).¹⁴ Bumi mengorbit Matahari dengan lintasan elips dengan jarak rata-rata dari Matahari sebesar 149.500.000 km atau dikenal dengan satu Satuan Astronomis (1 SA). Karena lintasan elips ini, jarak Matahari dan Bumi selalu berubah. Perbedaan jarak Bumi di titik *perihelion* (titik terdekat) dengan titik *aphelion* (titik terjauh) adalah 5 juta km (3,3%).¹⁵

Seperti planet-planet lainnya, planet Bumi juga melakukan dua gerakan yaitu rotasi dan revolusi, berikut penjelasannya:

a. Rotasi Bumi

Rotasi adalah perputaran bumi pada porosnya. Perputaran ini terjadi dari akibat adanya gaya tarik menarik antara gaya gravitasi Matahari dengan gaya gravitasi Bumi. Bumi berotasi pada porosnya dari arah barat ke timur. Arahnya persis sama dengan arah revolusi Bumi mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bumi adalah 23 jam 56 menit 4 detik, selang waktu ini disebut satu hari. Sekali berotasi, Bumi menempuh 360 bujur selama 24 jam. Artinya 10 bujur menempuh 4 menit. Dengan

¹³ Moedji Raharto, *Dasar-Dasar Sistem Kalender Bulan dan Kalender Matahari (Catatan Kuliah AS 3006)*, Bandung: Penerbit ITB, 2013, h. 14.

¹⁴ Hambali, *Pengantar...*, h. 131.

¹⁵ Admiranto, *Menjelajahi...*, h. 74.

demikian, tempat-tempat yang berbeda 10 bujur akan berbeda waktu 4 menit.¹⁶ Tanda-tanda adanya rotasi dapat kita lihat dengan adanya pergerakan bulan dan matahari. Bulan yang tadinya misalkan ada di sebelah timur beberapa jam kemudian tepat berada di atas kepala kita. Hal ini menunjukkan bahwa Bumi berputar. Rotasi Bumi menimbulkan beberapa peristiwa yaitu:¹⁷

1) Pergantian Siang dan Malam

Matahari memberikan sinarnya ke segala penjuru Bumi dan mengakibatkan terjadinya siang dan malam. Permukaan Bumi yang menghadap Matahari adalah siang. Sedangkan permukaan Bumi yang membelakanginya adalah malam.¹⁸ Lamanya siang dan malam di daerah khatulistiwa adalah rata-rata 12 jam, sedangkan untuk daerah yang jauh dari khatulistiwa akan mengalami siang dan malam lebih dari 12 jam.¹⁹

2) Gerak Semu Benda-Benda Langit

Bintang-bintang (termasuk Matahari) yang tampak bergerak sebenarnya tidak bergerak. Akibat rotasi Bumi dari arah barat ke timur, bintang-bintang

¹⁶ Tim Redikta, *Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Alam FISIKA*, Semarang: Aneka Ilmu, 2009, h. 23.

¹⁷ Hambali, *Pengantar...*, h. 197.

¹⁸ Khazin, *Ilmu...*, h. 128.

¹⁹ Hambali, *Pengantar...*, h. 199.

tersebut tampak bergerak dari timur ke barat. Rotasi Bumi tidak dapat kita saksikan, yang dapat kita saksikan adalah peredaran Matahari dan benda-benda langit melintas dari timur ke barat. Oleh karena itu, kita selalu menyaksikan Matahari terbit di sebelah timur dan terbenam di sebelah barat. Pergerakan dari timur ke barat yang tampak pada Matahari dan benda-benda langit ini dinamakan gerak semu benda-benda langit.²⁰

3) Perbedaan Waktu

Rotasi Bumi menyebabkan adanya perbedaan waktu di berbagai tempat di dunia. Tempat-tempat di Bumi yang lebih timur akan mengalami waktu lebih dulu dari pada tempat di sebelah baratnya. Perbedaan waktu tersebut adalah sebesar 1 jam untuk setiap perbedaan 15 derajat bujur, atau 4 menit untuk setiap 1 derajat bujur. Perhitungan ini diperoleh dari waktu yang diperlukan untuk satu kali putaran penuh ($360^\circ : 24 = 15^\circ$).²¹

Indonesia terletak di antara 95° BT dan 141° BT. Artinya, panjang wilayah Indonesia adalah 46° . Karena setiap jarak 15° selisih waktunya satu jam, maka Indonesia memiliki tiga daerah waktu. Tiga

²⁰ *Ibid.*

²¹ Khazin, *Ilmu...*, h.129.

daerah waktu tersebut yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB), WITA (Waktu Indonesia Tengah), dan WIT (Waktu Indonesia Timur).

Kota Greenwich, London, Inggris terletak pada garis bujur 0° . Oleh karenanya, waktu di kota ini digunakan sebagai patokan bagi seluruh dunia. Patokan waktu ini disebut *Greenwich Mean Time* (GMT). Dengan mengacu standar GMT, maka Waktu Indonesia Barat lebih cepat tujuh jam dari GMT. Sementara itu, Waktu Indonesia Tengah lebih cepat delapan jam dari GMT. Adapun Waktu Indonesia Timur lebih cepat sembilan jam dari GMT. Sebagai contoh, jika GMT menunjukkan pukul 01.00, maka Waktu Indonesia Barat menunjukkan pukul 08.00.²²

4) Perubahan Arah Angin

Menurut hukum Boys Ballot, angin akan bergerak dari daerah yang bertekanan maksimum ke daerah yang tekanannya minimum, juga disebabkan karena adanya pembelokan dari Bumi Utara ke kanan dan Bumi Selatan ke kiri, atau angin yang datang dari selatan khatulistiwa menuju khatulistiwa membelok ke kiri.

²² Tugino thok “Gerakan Bumi dan Bulan” <http://www.mediabelajar.cf/2012/11/gerakan-bumi-dan-bulan.html>, diakses pada 12 Februari 2017 pukul 13:54.

Sedangkan yang datang dari utara khatulistiwa menuju khatulistiwa membelok ke kanan.²³

- 5) Perbedaan Percepatan Gravitasi di Permukaan Bumi
Rotasi Bumi menyebabkan Bumi berbentuk tidak bulat sempurna. Bumi pepat di bagian kutubnya. Bentuk ini mengakibatkan jari-jari Bumi di daerah kutub dan khatulistiwa berbeda. Perbedaan jari-jari Bumi menimbulkan perbedaan percepatan gravitasi di permukaan Bumi. Perbedaan tersebut terutama di daerah khatulistiwa dengan kutub.²⁴

b. Revolusi Bumi

Revolusi Bumi adalah peredaran Bumi mengelilingi Matahari dari arah barat ke timur dengan kecepatan sekitar 30 km per detik. Satu kali putaran penuh (360°) memerlukan waktu 365,2425 hari, sehingga gerak Bumi ini disebut gerak tahunan.²⁵ Bidang orbit Bumi terhadap Matahari disebut bidang ekliptika. Dalam revolusinya sumbu Bumi miring $66,5^\circ$ terhadap bidang ekliptika, sehingga gerakan revolusi Bumi tidak sejajar dengan ekuator Bumi, melainkan membentuk sudut sebesar

²³ Hambali, *Pengantar...*, h. 202.

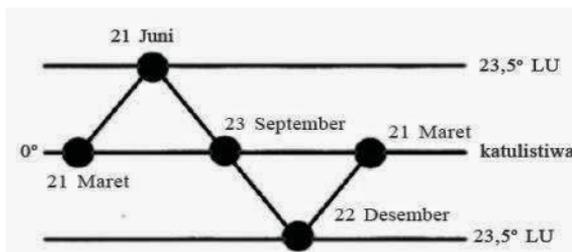
²⁴ Tugino thok “Gerakan Bumi dan Bulan”
<http://www.medibelajar.cf/2012/11/gerakan-bumi-dan-bulan.html>, diakses pada 12 Februari 2017 pukul 13:54 WIB.

²⁵ Khazin, *Ilmu...*, h. 129.

23,5°.²⁶ Adapun akibat yang ditimbulkan dari gerak revolusi Bumi adalah sebagai berikut.

1) Gerak Semu Tahunan Matahari

Matahari tidak selalu terlihat berada di daerah khatulistiwa, tetapi kadangkala berada pada daerah utara khatulistiwa dan daerah selatan khatulistiwa. Matahari seolah-olah tepat berada di daerah khatulistiwa pada tanggal 21 Maret kemudian Matahari seolah-olah bergerak ke utara dan setelah mencapai 23,5° LU atau garis balik utara pada 21 Juni Matahari seolah-olah bergerak kembali ke khatulistiwa. Pada 23 September Matahari seolah-olah berada di daerah khatulistiwa dan Matahari seolah-olah bergerak ke selatan dan setelah mencapai 23,5° LS atau garis balik selatan pada 22 Desember Matahari akan kembali bergerak menuju khatulistiwa.



Gambar 2.1: Gerak Semu Tahunan Matahari

²⁶ Hambali, *Pengantar...*, h. 202.

Sumber:<http://seputarpendidikan003.blogspot.co.id/2015/03/pengertian-revolusi-bumi-dan-akibat.html>

2) Perubahan Panjang Hari

Ketika berevolusi sumbu Bumi miring 23.5° yang disebut sudut inklinasi. Ada kalanya bagian utara Bumi lebih condong atau miring sehingga seolah-olah Matahari berada di bagian utara khatulistiwa Bumi. Hal ini menyebabkan bagian utara Bumi lebih banyak mendapat sinar Matahari, sehingga lebih lama mengalami waktu siang. Sedangkan bumi bagian selatan khatulistiwa lebih sedikit mendapat sinar Matahari sehingga lebih lama mengalami waktu malam. Begitu pun sebaliknya, ketika bagian selatan Bumi condong ke Matahari maka bagian selatan khatulistiwa Bumi akan lebih banyak mendapat sinar matahari dan mengalami siang yang lebih lama.²⁷

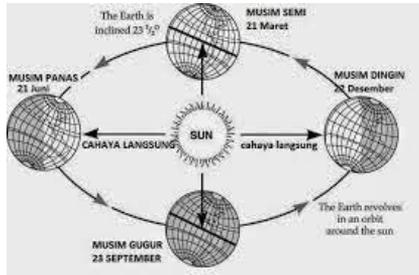
²⁷Pengertian Revolusi dan Akibat Revolusi Bumi <http://www.areabaca.com/2015/03/pengertian-revolusi-bumi-dan-akibat.html>, diakses pada 12 Februari 2017 pukul 18:08 WIB.

3) Perubahan Musim

Selain mengakibatkan gerak semu tahunan Matahari dan perbedaan lamanya waktu siang dan malam, revolusi Bumi juga mengakibatkan terjadinya pergantian musim.

- a) Pada 21 Maret – 21 Juni, belahan Bumi utara mengalami musim semi, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim gugur.
- b) Pada 21 Juni – 23 September, belahan Bumi utara mengalami musim panas, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim dingin.
- c) Pada 23 September – 22 Desember, belahan Bumi utara mengalami musim gugur, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim semi.
- d) Pada 22 Desember – 21 Maret, belahan Bumi utara mengalami musim dingin, sedangkan belahan Bumi selatan mengalami musim panas.²⁸

²⁸ *Ibid.*



Namun, perubahan secara keseluruhan hanya terjadi di belahan Bumi utara dan selatan. Hal itulah yang menyebabkan Indonesia tidak memiliki keempat musim tersebut karena Indonesia berada di daerah khatulistiwa.

4) Perbedaan Kenampakan Rasi Bintang

Sebagai konsekuensi revolusi Bumi, manusia melihat seolah-olah Matahari bergerak mengelilingi Bumi, lewat lintasan semu yang disebut lingkaran ekliptika. Lingkaran ekliptika ditandai dengan keberadaan rasi-rasi bintang tertentu yang disebut zodiak. Gerak Matahari di sepanjang lingkaran ekliptika sangat lambat dan sulit untuk dilihat, tetapi bisa dideteksi berdasarkan rasi zodiak di latar belakangnya.²⁹

Bumi yang terus berevolusi menyebabkan pengamat di Bumi melihat rasi bintang dari arah yang

²⁹ Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar: Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*, Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2011, h. 243.

berbeda. Pada saat Matahari berada di sebelah timur, pengamat di Bumi hanya dapat melihat rasi bintang yang berada di sebelah timur Matahari. Misalnya pada bulan Februari akan terlihat rasi bintang Aquarius sedangkan rasi bintang Leo akan terlihat pada bulan Agustus.

5) Ditetapkannya Kalender Masehi

Hitungan kalender masehi berdasarkan pada kala revolusi Bumi, di mana satu tahun sama dengan $365 \frac{1}{4}$ hari. Kalender Masehi yang mula-mula digunakan adalah Kalender Julius Caesar atau Kalender Julian. Kalender Julian berdasarkan pada selang waktu antara satu musim semi dengan musim semi berikutnya di belahan Bumi utara. Selang waktu ini tepatnya adalah 365,242 hari atau 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik.

B. Konsep Waktu

Dalam penentuan waktu perhitungan didasarkan atas berputarnya Bumi pada porosnya. Perbedaan satu sama lain berpangkal pula pada objek benda langit yang diambil untuk dijadikan dasar perhitungan, selanjutnya dianggap Bumi mempunyai rotasi yang seragam.

Ada tiga macam waktu sebagai dasar perhitungan antara lain: waktu Bintang, waktu Matahari sejati dan waktu Matahari rata-rata.

a. Waktu Bintang

Objek peninjauan di bola langit adalah vernal equinox atau titik aries. Jam 00.00 waktu bintang dimulai pada waktu titik aries berada di zenit (kulminasi atas) dan 12.00 waktu bintang pada waktu titik aries berada di nadir (kulminasi bawah) dari peninjauan.³⁰

b. Waktu Matahari Sejati

Objek dasar perhitungan adalah Matahari yang pada siang hari tampak dari Bumi oleh peninjauan. Jam 00.00 waktu Matahari sejati jika Matahari berada di nadir (kulminasi bawah) dari peninjauan dan jam 12.00 waktu Matahari sejati jika Matahari berada di titik zenit (kulminasi atas) dari peninjauan.³¹

Sebelum ada jam tangan waktu Matahari sejati ini dipergunakan, oleh karena penghidupan sehari-hari dipengaruhi dengan Matahari, maka dianggapnya pada waktu itu suatu ukuran yang logis.

Oleh karena itu, pengukuran waktu didasarkan atas kedudukan Matahari, maka masing-masing tempat dengan sendirinya mempunyai waktu sejati sendiri menurut letaknya pada meridian masing-masing.

c. Waktu Matahari Rata-Rata

³⁰Badan Hisab Rukyat, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2010, h. 241.

³¹*Ibid.*

Objek dari dasar perhitungan waktu adalah benda langit yang dinamakan Matahari rata-rata. Matahari rata-rata bergerak beraturan di khatulistiwa lagi dan menempuh jarak sama dalam setahun dengan waktu Matahari sejati.³²

Jika Matahari rata-rata berada di kulminasi atas, maka waktu Matahari rata-rata jam 12.00 dan jika kulminasi bawah jam 00.00. Dalam hal kehidupan sehari-hari yang dipergunakan ialah waktu Matahari rata-rata, di mana jam-jam yang merupakan pengukur untuk waktu Matahari rata-rata tersebut.³³

C. Sejarah Perkembangan Penunjuk Waktu

Manusia telah mengenal waktu sejak jaman dulu. Pada zaman purba manusia membagi waktu menjadi dua bagian yaitu saat terang yang disebut dengan siang dan saat gelap yang disebut dengan malam.³⁴ Sebelum ditemukannya alat pengukur waktu, manusia mengukur waktu dengan memperhatikan bayangan benda-benda yang berdiri tegak seperti pohon, ketika bayang-bayang pohon bergerak memanjang manusia mulai keluar dari tempat tinggalnya untuk berburu dan ketika bayang-bayang pohon

³² *Ibid.* h. 242.

³³ *Ibid.*

³⁴ Rene R J Rohr, *Sundial: History Theory and Practice*, New York: Dover, 1996, h. 3.

bergerak memendek, mereka mulai kembali ke tempat tinggal mereka.³⁵

Jam Matahari³⁶ atau biasanya disebut *Sundial* adalah jam yang pertama kali digunakan sekitar 3500 SM. *Sundial* terdiri atas beberapa jenis, yaitu *sundial* horizontal, vertikal, ekuatorial dan meridian. Masing-masing *sundial* memiliki aturan tersendiri dalam pembuatannya. Prinsip kerja jam ini yaitu dengan menunjukkan berdasarkan letak Matahari dengan cara melihat bayangan Matahari.³⁷

Pada permulaan abad ke-20 para arkeolog menemukan sebuah *sundial* yang diperkirakan telah dibuat sekitar abad 370 SM, *sundial* tersebut merupakan *sundial* yang pertama kali ditemukan. Seiring dengan perkembangannya, para arkeolog mulai menemukan *sundial-sundial* lain yang berumur lebih tua dan kebanyakan *sundial* tersebut ditemukan di daerah Mesir.³⁸

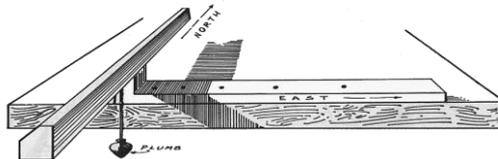
³⁵ Lawrence E Jones, *The Sundial and Geometry*, Glastonbury: North American Sundial Society, 2005, h. 3.

³⁶ Secara etimologi *sundial* berasal dari bahasa Inggris yang artinya alat petunjuk waktu dengan bantuan bayangan sinar Matahari. *Sundial* dalam bahasa Arab disebut *as-sa'ahasy-syamsiyah* atau *mizwala*. Kedua istilah tersebut digunakan dalam bahasa Arab modern. Di Indonesia *sundial* lebih dikenal dengan sebutan *bencet* yang berarti alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Alat ini berguna untuk mengetahui waktu Matahari hakiki, tanggal Syamsiah serta untuk mengetahui waktu *pranotomongso*. Lihat dalam John M Echols dan Hasan Shadily, *Kamus Inggris Indonesia*, Jakarta: Gramedia, 2003, Cet XXV, h. 586.

³⁷ Rohr, *Sundial...*, h. 47.

³⁸ R Newton Mayyal dan Margaret W Mayyal, *Sundials Their Construction and Use*, Cambridge: Sky Pub Corp, 1994, h. 3.

Salah satu *sundial* tertua yang ditemukan di daerah Mesir diperkirakan dibuat sekitar tahun 1500 SM dan digunakan oleh Thutmosis III.³⁹ *Sundial* tersebut terbuat dari batu yang berbentuk batangan datar dengan panjang sekitar 12 inchi dengan sebuah bidang tegak lurus yang berbentuk “ T ” pada salah satu ujungnya. Ketika Matahari menyinari *sundial* tersebut, bayangan dari bidang yang berbentuk “ T ” akan jatuh pada batangan datar yang terletak di bawahnya dan menunjukkan ukuran waktu (gambar 2.3). Untuk dapat menggunakan *sundial* tersebut, bidang yang berbentuk “ T ” harus diarahkan ke arah timur pada waktu pagi dan ke arah barat pada waktu sore . *Sundial* ini juga dilengkapi dengan sebuah bandul yang digunakan sebagai alat untuk mengukur ke sejajaran *sundial* ketika di tempatkan.⁴⁰



Gambar 2.3

Sumber: google.com

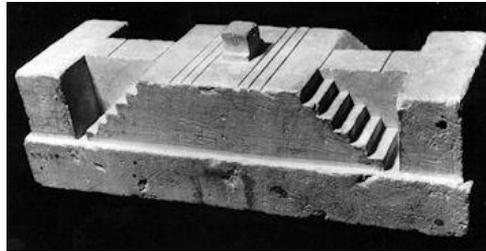
Sundial tertua (1500 BC)

Sumber: google.com

³⁹ Rohr, *Sundial...*, h. 5.

⁴⁰ *Ibid.* h. 4.

Sundial lainnya yang ditemukan di daerah Mesir yang diperkirakan dibuat sekitar tahun 660-330 SM. *Sundial* ini bisa menunjukkan waktu sepanjang hari tanpa harus mengubah posisi *sundial* ketika sore hari seperti *sundial* yang pertama. Selain memiliki bidang *sundial* yang datar, *sundial* ini juga memiliki bidang yang miring dan bertingkat menyerupai tangga di kedua sisinya. Bayangan yang jatuh pada bidang miring tersebut juga dapat menunjukkan waktu. Dengan bentuk yang seperti di atas, *sundial* ini bisa ditempatkan tanpa harus mengetahui garis meridian terlebih dahulu. Untuk menggunakan *sundial* ini yang perlu dilakukan hanyalah meletakkannya pada posisi yang datar kemudian *sundial* tersebut digerakkan sampai waktu yang ditunjukkan oleh bayangan pada bidang yang miring sama dengan waktu yang ditunjukkan oleh bayangan yang berada pada bidang datar yang berada di atasnya.⁴¹



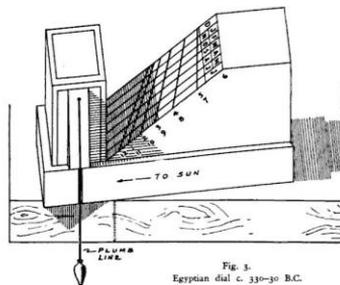
Gambar 2.4

Egyptian dial c. 660-330 BC

Sumber: google.com

⁴¹ *Ibid.*

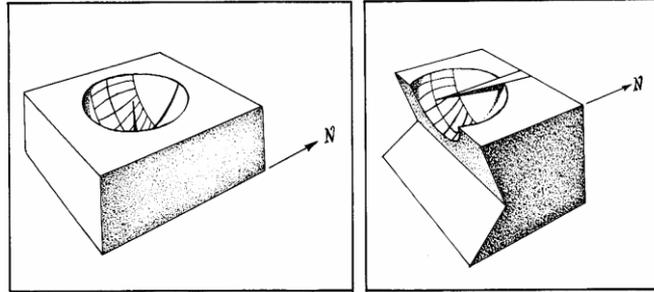
Selain kedua *sundial* di atas, masih ada satu lagi *sundial* yang ditemukan di Mesir yang diperkirakan dibuat sekitar abad 330-30 SM (gambar 2.5). Berbeda dengan kedua *sundial* sebelumnya yang mempunyai permukaan yang datar sebagai area untuk menangkap bayangan yang dihasilkan oleh balok yang tegak lurus (*gnomon*), *sundial* ini memiliki permukaan yang miring yang mana kemiringannya tersebut sesuai dengan lintang tempat. Lebar dari *sundial* tersebut dibagi menjadi beberapa bagian untuk menunjukkan bulan, serta garis-garis diagonal yang digambar melewati garis-garis bulan tersebut digunakan untuk menunjukkan jam. Adapun cara penggunaannya hampir menyerupai *sundial* yang pertama, yakni *sundial* pertama-tama diletakan pada daerah yang datar kemudian arahkan balok yang berdiri tegak tersebut ke arah Matahari. Posisi bayangan pada garis waktu menunjukkan waktu harian pada bulan-bulan tersebut.⁴²



Gambar 2.5
Egyptian dial 330-30 SM

⁴² *Ibid.* h. 5.

Pada periode Yunani klasik, beberapa desain jam Matahari mulai di kembangkan. Aristarcus dari Samos (abad ke-3 SM) dikatakan telah merancang sebuah jam Matahari yang disebut “



hermisperium “ (gambar 2.6). *Sundial* ini terbuat dari batu yang berbentuk cekung yang di tengahnya terdapat sebuah *gnomon* vertikal yang berupa stik yang mengarah ke arah *zenit*. Seiring dengan pergerakan Matahari, bayangan dari ujung *gnomon* akan bergerak dengan arah yang berlawanan dengan arah pergerakan Matahari. Garis-garis vertikal pada permukaan *sundial* tersebut membagi panjang hari ke dalam duabelas bagian sedangkan garis horizontal pada permukaan dial tersebut dibuat untuk menunjukkan bulan atau musim. Metode yang digunakan *sundial* ini sama dengan metode *sundial* yang digunakan pada *sundial* yang ke tiga

⁴³

Gambar 2.6

Gambar 2.7

Hemisperium

Hemicyclium

⁴³ Jones, *Sundial...*, h. 4.

Jika dibandingkan dengan penggunaan jam air, *hemisperium* lebih terkenal dan banyak digunakan pada saat itu. Jam air jarang digunakan karena jam ini membutuhkan tempat yang besar serta kurang fleksibel karena tidak bisa dibawa dengan mudah. Berbeda dengan *hemisperium* yang bisa dibuat dalam bentuk yang kecil sehingga mudah untuk dibawa dan bisa *diset up* di mana saja.

Dalam perkembangan selanjutnya *hemisperium* dimodifikasi oleh Berossus, seorang ahli Astronomi yang hidup pada zaman Alexander The Great. (356-323 SM). *Hemisperium* yang dimodifikasi oleh Berossus ini dinamakan *hemicyclium* yang terkadang orang menyebutnya sebagai *dial of berossus*. Bagian depan atau bagian *hemisperium* yang mengarah ke arah selatan dipotong karena bayangan dari *gnomon* tidak pernah menyentuh bagian tersebut, sehingga bagian tersebut dianggap tidak berguna. Selain itu, *sundial* ini tidak menggunakan *gnomon* vertikal lagi melainkan diganti dengan menggunakan *gnomon* horizontal. Dengan adanya modifikasi tersebut, *hemicyclium* lebih mudah untuk dibawa dan lebih ringan untuk dibawa, sehingga para peneliti pada waktu itu menyatakan bahwa *hemicyclium* merupakan perbaikan besar dari *hemisperium*.⁴⁴

Pada akhir abad ke sepuluh, para astronom Arab menemukan sebuah penemuan besar yang menjadi cikal bakal lahirnya *sundial* modern. Mereka menyadari bahwa dengan menggunakan *gnomon* yang sejajar dengan sumbu Bumi, sebuah

⁴⁴ Rohr. *Sundial..*, h. 8.

sundial akan mampu menunjukkan waktu yang sama pada satu hari dalam setiap tahun. *Sundial* jenis ini pernah dibuat oleh seorang astronom yang bernama Ibnu Al-Syatir untuk Masjid Umayyah di Damaskus pada tahun 1371. *Sundial* tersebut merupakan *sundial* – yang menggunakan *gnomon* yang sejajar dengan kutub Bumi – tertua yang masih ada.⁴⁵

Pada tahun 1500 SM orang Mesir juga menggunakan jam air yang diberi nama *Clepsydra*. Alat ini terdiri atas tabung kerucut yang menyempit ke dasar, dengan sebuah lubang di sisi dekat alas. Ketika air mengalir melalui lubang, turunnya permukaan air dalam tabung memberi ukuran jangka waktu yang terlampaui. Jam air masuk ke Cina sekitar tahun 200 SM dan tetap menjadi standar pengukuran waktu di sana sampai akhir abad pertengahan. Penemuan *Horology* yang gemilang di Cina sebenarnya adalah sebuah jam air monumental yang dibangun oleh Su Song di penghujung abad ke-11 M. Jam air ini digerakkan oleh sebuah kincir air bergaris tengah sekitar 3 meter, kecepatan rotasinya dikontrol oleh sebuah mekanisme gerak yang mengatur agar roda bergerak pada putaran yang tepat.⁴⁶

Jam air paling canggih pertama kali ditemukan di zaman kejayaan Islam yang dibuat oleh Al-Jaziri pada tahun 1136-1206 yang berbentuk gajah dan bisa menghasilkan suara tiap jam. Jam

⁴⁵ Jones, *The Sundial...*, h. 6.

⁴⁶ Ahmad Y. Hasan dan Donald R. Hiil, *Islamic Tecnology: An Illustrated History*, diterjemahkan oleh Yuliana Liputo, “Teknologi Dalam Sejarah Islam” , Bandung: Mizan, 1993, h. 83-84.

Astronomi terbesar yang dibuat Al-Jazari disebut *Castle Clock*, yang dianggap menjadi analog komputer terprogram pertama. Ketika al-Jazari membuat jam air pada abad 12 dan awal 13, dunia kekhalfahan Islam masing-masing wilayah ingin membuat wilayah-wilayah sendiri-sendiri, melepaskan diri dari tali ikatan kekhalfahan. Jadi walaupun ada kekhalfahan, sudah tidak ada lagi sesolid dan sekuat dahulunya. Jam air yang relatif modern seringkali dijadikan hadiah kepada raja-raja di Eropa, di mana masyarakat Eropa saat itu masih jauh ketinggalan dengan Ilmuan muslim dalam hal ilmu pengetahuan dan teknologi. Sehingga jam bagi mereka merupakan hadiah yang sangat istimewa, baik dari sisi kebendaannya, terlebih lagi dari sisi ilmu teknologinya.⁴⁷

Pada 1.300 SM, Ctesibus dari Alexandria membuat jam dengan menggunakan instrumen pasir. Pasir yang diisi di dalam tabung itu jatuh ke bawah melewati bagian tabung yang sempit untuk menunjukkan waktu tertentu. Lalu, tabung itu dibalik 180 derajat untuk mengulangi pengukuran waktu. Jam Pasir atau *Hourglass* terdiri dari dua kaca gembung yg diisi pasir halus (satu di atas satu di bawah) dan dihubungkan oleh pipa sempit. Rata-rata menunjukkan waktu selama satu jam. Faktor yang berpengaruh dalam penunjukan waktu adalah, volume tabung, jenis kualitas pasir dan lebar leher. Menurut beberapa ahli jam pasir diciptakan di Alexandria sekitar pertengahan abad ketiga. Pada masa itu, orang-

⁴⁷ Darmawan Abdullah, *Jam Hijriyah: Mengungkap Konsepsi Waktu dalam Islam*, Jakarta:Pustaka al-Kautsar, 2011, h. 92.

orang membawa jam pasir ke mana-mana seperti yang kita lakukan dengan jam sekarang ini. Pada zaman dahulu di Inggris, jam pasir digunakan untuk mengetahui panjang khotbah seorang pendeta di gereja. Jam pasir diletakkan di sudut mimbar, ketika pasir yang terdapat pada jam pasir telah habis maka khotbah pun juga selesai.⁴⁸

Jam dengan alat berat pertama kali diciptakan Ibnu Khalaf al-Muradi dari Islam Spanyol. Ahmad Y al-Hassan dan Donald R Hill dalam bukunya *Islamic Technology: An Illustrated History* mengungkapkan, ilmuwan Muslim yang menciptakan jam mekanik lainnya adalah Taqi al-Din. Taqi al-Din menguraikan konstruksi jam yang dikendalikan pemberat dengan mekanisme gerak berupa *verge and foliot*, suatu rangkaian gir yang berdetak, sebuah alarm, dan pemodelan fase-fase Bulan. Dia juga menjabarkan tentang pembuatan jam yang dijalankan pegas dengan penggerak silinder-konis.⁴⁹

Taqi al-Din lebih awal menguasai seni horologi (seni pembuatan jam) dibandingkan orang Eropa. Sayangnya, penguasaan teknologi jam itu tidak dibarengi dengan munculnya industri arloji di Turki. Justru negara-negara Eropa lah yang memasok jam-jam murah bagi Turki. Umat Islam saat itu tak mampu menjadikan temuannya menjadi sebuah industri. baru lah pada tahun 1950-an dilahirkan jam digital. The Hamilton Watch

⁴⁸ Rev. Alfred Taylor. *The Watch And The Clock*, New York : Phillips & Hunt, 1883, h. 2-3.

⁴⁹ Hasan dan Donald R. Hill, *Islamic Tecnology...*, h. 87.

Co of Lancaster, Pennsylvania, adalah perusahaan yang pertama kali membuat jam elektrik/digital.⁵⁰

Akhir tahun 1600-an, jam mulai dibuat tegak. Di awal tahun 1700, mesinnya mulai diberi pembungkus dari kuningan. Kemudian di abad yang sama jam diperkaya dengan penutup kaca dan jarum penunjuk menit. Tidak hanya itu, mulai tahun 1656 diperkenalkan pula jam dengan pemberat dan pendulum bertali pendek yang dikemas dalam kotak kayu dan bisa digantung didinding. Dengan begitu lahirlah jam ding-dong, atau *grand father's clock* dengan pendulum sebagai alat pengukur waktu yang andal.⁵¹

Pada tahun 1600-an jam mekanik yang awalnya hanya digunakan sebagai penunjuk waktu berkembang menjadi perhiasan. Ketika itu, jam mekanik terbuat dari uang logam, logam berharga, ataupun bahan perhiasan lainnya. Dengan demikian jam mekanik pun dipandang sebagai bagian dari perhiasan. Tahun 1700 hingga 1800 merupakan masa di mana jam mekanik yang di simpan di saku bermigrasi menjadi jam tangan (arloji) yang bisa digunakan dipergelangan tangan. Hal ini tentu memudahkan bagi para pengguna penunjuk waktu itu. Meskipun pada awalnya sulit untuk menyesuaikan desain jam tangan (arloji) dengan anatomi tangan

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ George I. Overton, *Clocks And Watches*, London: Fellow Of The British Horological Institute, 1922, h. 94-95.

serta pengaruh kegiatan tangan dengan sistem keakuratan waktu namun seiring perkembangan semua mampu teratasi.⁵²

D. Jam Matahari

Jam Matahari atau yang lebih dikenal dengan sebutan bencet atau tongkat istiwa ialah suatu alat yang digunakan untuk mengetahui waktu dengan bantuan bayangan Matahari. Secara etimologi, jam Matahari berasal dari Bahasa Inggris yaitu *sundial* yang artinya ialah alat penunjuk waktu dengan bantuan bayangan Matahari.⁵³ Sedangkan dalam Bahasa Arab dikenal dengan nama *al-sa'ah al-syamsiyah* atau *mizwalla*.

Jam Matahari adalah jam tertua yang pertama kali digunakan sekitar 3500 sebelum Masehi. Prinsip kerja jam ini yaitu dengan menunjukkan berdasarkan letak Matahari dengan cara melihat bayangan Matahari. Di Indonesia, jam Matahari biasanya dibuat dari tongkat atau semen serta sejenisnya dan ditempatkan di daerah terbuka agar mudah terkena sinar Matahari.⁵⁴

Apabila kita lihat dari bentuknya, jam Matahari memiliki bagian-bagian penting yang menyertainya, yaitu *Gnomon* dan Bidang *Dial*. Gnomon ialah alat yang berfungsi sebagai penunjuk jam pada bidang *dial* yang dihasilkan oleh bayangan Matahari.⁵⁵ Sedangkan Bidang *Dial* ialah alat berupa piringan atau dataran

⁵² *Ibid.*

⁵³ Echols dan Hasan Shadily, *Kamus Inggris Indonesia*, Jakarta: Gramedia, 2003, h. 586.

⁵⁴ Rohr, *Sundial...*, h. 47.

⁵⁵ Azhari, *Ensiklipedi...*, h. 105.

yang di atasnya tertulis angka-angka jam yang ditunjukkan oleh gnomon sebagai penunjuk bayangan Matahari.⁵⁶

E. Macam – Macam Jam Matahari dan Konsep Aplikasinya

Sebagai alat penunjuk waktu, jam Matahari terdiri dari beberapa jenis, yaitu Jam Matahari Horizontal, Vertikal dan Ekuatorial. Masing-masing jenis jam Matahari tersebut memiliki konsep berbeda dalam pembuatannya. Selain itu, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pembuatannya ialah penyesuaian dengan daerah di mana jam Matahari tersebut akan digunakan.⁵⁷

1. Jam Matahari Horizontal

Jam Matahari Horizontal merupakan bentuk yang paling mudah dipahami. Jam Matahari ini biasanya diletakkan orang di tempat terbuka seperti kebun-kebun atau taman. Garis jam berpotongan pada titik di mana gnomon ini melintasi bidang horizontal. Bentuk dari jam ini disesuaikan dengan skema kemiringan yang sama dari garis lintang tempat. Jam ini lebih mendekati prinsip dalam pemakaian jam *equatorial*. *Sundial* ini dirancang untuk satu lintang dan dapat digunakan dalam lintang lain, asalkan *sundial* ketika ke atas atau ke bawah memiliki sudut miring yang sama dalam perbedaan lintang.⁵⁸

⁵⁶ *Ibid.*

⁵⁷ Rohr, *Sundial...*, h. 47.

⁵⁸ Rohr. *Sundial: History Theory and Practice...*, h. 49.



Gambar 2.8: Jam Matahari Horizontal

Sumber: www.wsanford.com

a. Konsep Jam Matahari Horizontal

1) Bidang Dial

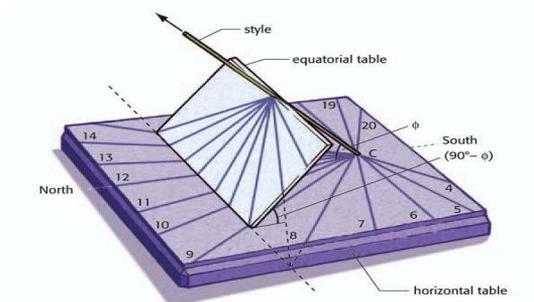
Jam Matahari ini dinamakan dengan Jam Matahari Horizontal karena bidang dial pada alat ini berbentuk datar sejajar dengan garis horizon Bumi. Hal inilah yang menjadikan alat ini dapat di bentuk sedemikian rupa, dengan bentuk lingkaran, persegi empat, segi enam ataupun bentuk lainnya. Bahkan alat ini dapat pula dijadikan sebagai penghias halaman rumah atau lainnya asalkan berbentuk datar.⁵⁹

2) Gnomon

Gnomon pada jam Matahari ini, harus disesuaikan dengan besar sudut lintang tempat di

⁵⁹ Denis Savoie, *Sundials, Design, Construction, and Use*, Chichester: Praxis Publishing, 2009, h. 68.

mana sundial ini akan digunakan. Mungkin disinilah kita dapat menemukan perbedaan antara jam Matahari Ekuatorial dan Horizontal. Di mana pada jam Matahari Ekuatorial, yang harus disesuaikan kemiringannya dengan besar sudut lintang tempat. Sedangkan untuk jam Matahari Horizontal adalah kemiringan gnomonnya.⁶⁰



Sumber: Buku Sundials Design, Construction, and Use Karya Denis Savoie

Gambar 2.9: Konsep Bidang Dial Jam Matahari

Horizontal

3) Garis Jam

Penentuan garis jam pada bidang *dial* untuk Jam Matahari Horizontal tidak sama seperti Jam Matahari Ekuatorial. Jam Matahari Ekuatorial memiliki jarak sebesar 15^0 antar garis jam. Sedangkan untuk Jam Matahari Horizontal, besar sudut antar garis jam dihitung dengan mempertimbangkan lintang tempat dari daerah di

⁶⁰ *Ibid.* h. 69.

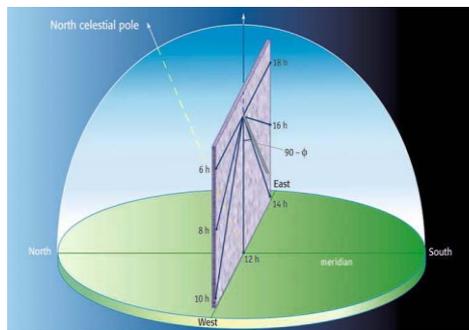
mana jam Matahari tersebut akan digunakan. Yaitu dengan menggunakan rumus:

$$\tan H' = \sin \phi \cdot \tan H$$

Di mana H adalah sudut jam Matahari ($H = 0^\circ$ pada garis tengah hari, $H = 15^\circ$ pada jam 13, $H = 30^\circ$ pada jam 14,..... $H = -15^\circ$ pada jam 11 dan seterusnya, sehingga besar sudut antar jam pada bidang dial tidak mutlak sebesar 15° .⁶¹

2. Jam Matahari Vertikal

Jam Matahari Vertikal adalah jam Matahari yang biasanya ditemui di dinding-dinding bangunan, menara atau bangunan lainnya. Hal ini berhubungan dengan bentuk jam Matahari tersebut yang tegak lurus/vertikal. Penempatan jam Matahari ini lebih tepat untuk diletakkan di tempat yang tegak lurus pula.



Sumber: Buku Sundials Design, Construction, and Use Karya Denis Savoie

Gambar 2.10: Jam Matahari Vertikal

⁶¹ *Ibid.*

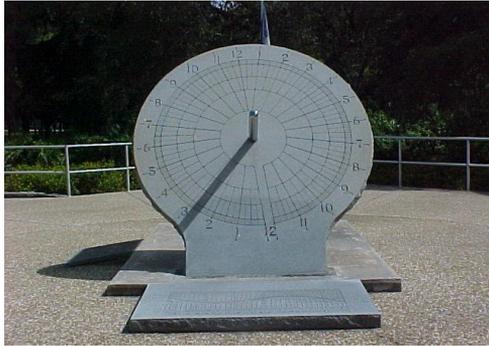
Konsep yang terdapat di dalam jam Matahari ini hampir sama dengan apa yang ada di dalam jam Matahari Horizontal. Diantara persamaannya ialah pada konsep penentuan kemiringan *gnomon* yang disesuaikan dengan besar sudut lintang tempat daerah yang akan dijadikan tempat penggunaan jam ini. Sedangkan untuk bidang *dial*nya ialah datar, sehingga keadaannya dapat tegak lurus dengan alas bangunan yang akan dijadikan pijakannya. Selain itu, rumus penentuan garis antara satu jam ke jam lain pun sama dengan apa yang terdapat pada jam Matahari Horizontal, yaitu dengan menggunakan rumus dan mempertimbangkan besar sudut lintang tempat. Apabila kita simpulkan, maka Jam Matahari Vertikal ini layaknya Jam Matahari Horizontal yang diubah posisinya menjadi tegak lurus.⁶²

3. Jam Matahari Ekuatorial

Jam Matahari Ekuatorial merupakan salah satu macam jam Matahari. Jam Matahari Ekuatorial mempunyai bidang *dial* miring sesuai dengan lintang suatu tempat dan memiliki *gnomon* yang tegak lurus terhadap dataran bidang *dial*nya tersebut. Kemiringan bidang *dial* sesuai dengan besar lintang tempat ditujukan

⁶² Rohr, *Sundial...*, h. 53.

untuk penyesuaian posisi bidang *dial* dengan lingkaran meridian.⁶³



Gambar 2.11: Jam Matahari Ekuatorial

Sumber: <http://keywordsuggest.org/gallery/408395.html>

a. Konsep jam Matahari Ekuatorial (Khatulistiwa)

1) Bidang *dial*

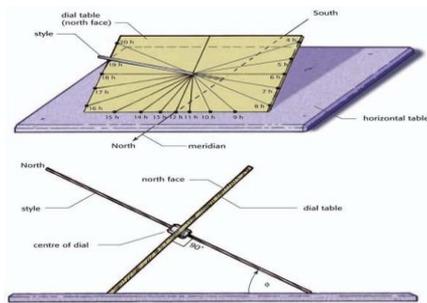
Sebagaimana gambar di atas, bentuk dan model bidang *dial* pada Jam Matahari Ekuatorial memiliki kemiringan sesuai dengan lintang suatu tempat. Tabel pada bidang *dial* memiliki dua sisi yang sejajar dengan khatulistiwa dan memiliki sudut 90° . Selain itu, bidang *dial* memiliki tabel garis waktu yang digunakan sebagai penanda bayangan Matahari. Hal ini dikarenakan adanya pergerakan deklinasi Matahari yang mana kadang kala Matahari berada di utara khatulistiwa atau memiliki deklinasi

⁶³ *Ibid*, h. 47.

positif dan kadang kala berada di selatan khatulistiwa atau memiliki deklinasi negatif.⁶⁴

2) Bayangan Gnomon

Ketika hari berganti, model bayangan tidak akan selalu bergerak ke arah yang sama. Seperti ketika Matahari berada pada deklinasi utara maka bayangan Matahari akan searah dengan jarum jam. Akan tetapi ketika deklinasi selatan maka bayangan Matahari akan berlawanan dengan arah jarum jam. Pada saat deklinasi utara, setelah tanggal 21 juni panjang bayangan akan menjadi lebih panjang, dan akan terus memanjang tak terhingga sampai pada musim gugur yang terjadi pada tanggal 23 September. Begitu juga sebaliknya akan terjadi pada saat deklinasi selatan.⁶⁵



Gambar 2.12: Konsep Jam Matahari Ekuatorial

Sumber: Buku *Sundial, Construction and Use*

⁶⁴ Savoie, *Sundial...*, h. 57.

⁶⁵ *Ibid.* h. 59.

3) Garis Jam

Besar sudut garis dalam tabel *dial* Jam Matahari Ekuatorial sebesar 15° . Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk bergeser 1 jam adalah 15° busur. Ketika Matahari berada pada puncak deklinasi utara, pada saat itu Matahari berada di $23^\circ 26'$ dari garis khatulistiwa. Pada saat itu, di Perancis mengalami terbit Matahari tercepat yakni pukul 4 waktu setempat dan Mataharipun terbenam paling akhir yakni pukul 20 waktu setempat. Dan ketika Matahari berada di puncak deklinasi selatan, maka pada saat itu matahari terbit pada pukul 8 dan terbenam pada pukul 16 waktu setempat. Siklus ini akan berjalan normal sesuai dengan biasanya ketika Matahari berada di titik vernal equinox dan berada pada titik autumnal equinox.⁶⁶

⁶⁶ *Ibid.*

BAB III

JAM MATAHARI DI BARON *TECHNOPARK* GUNUNGGKIDUL YOGYAKARTA

A. Sekilas tentang Baron *Technopark*

Technopark berasal dari dua akar kata bahasa Inggris, yaitu *techno* dan *park*. *Techno* dalam bahasa Indonesia adalah teknologi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia teknologi adalah pengembangan dan aplikasi dari alat, mesin, material dan proses yang menolong manusia menyelesaikan masalahnya. Sedangkan *park* dalam bahasa Indonesia berarti taman. Jadi *Technopark* adalah taman teknologi yang dikaitkan dengan perguruan tinggi, karena keberadaannya memang terkait dengan perguruan tinggi. Istilah lain yang juga sering digunakan misalnya adalah *science park*, *science city*, *business park*.¹

Sementara itu, pakar perkembangan teknologi dan informasi dari ITB, Budi Rahardjo, mendefinisikan *Technopark* (*Technology park*) sebagai sebuah kawasan atau daerah dimana teknologi ditampilkan (diperagakan), dikembangkan dan dikomersilkan.² Sedangkan definisi *Technopark* menurut Aegean

¹Amir Sambodo, “Perkembangan Bisnis Teknologi di Silicon Valley”, <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2010/02/02/perkembangan-bisnis-teknologi-di-silicon-valley> diakses pada 26 April 2017 pukul 11:39 WIB.

² Robi Pradana Maulidan, “*Technopark* di Indonesia” <http://robipm.blogspot.co.id/2015/10/Technopark-di-indonesia-bab-i.html> diakses pada 26 April 2017 pukul 11:53 WIB.

Tech Turki adalah suatu tempat yang menarik dan berisi bangunan indah yang berfungsi sebagai pusat penelitian atau ilmu pengetahuan dan teknologi, untuk menciptakan penemuan baru. Adanya hubungan antara R&D dan universitas untuk saling menguntungkan di bidang teknologi, adanya kerja sama di bidang teknologi antara universitas, industri dan laboratorium riset, adanya dukungan dari manajemen *Technopark* secara sistematis dengan tujuan mengembangkan ketrampilan manajemen, temukan solusi kepada semua tingkatan dari proses inovasi, hingga jasa konsultasi dan fasilitas kantor yang modern.³

Dari uraian di atas dapat disimpulkan secara sederhana bahwa *Technopark* adalah sebuah kawasan yang melingkupi perkantoran, pusat perdagangan, laboratorium penelitian, pusat pelatihan dan pendidikan, dan fasilitas lain yang dilengkapi dengan infra-struktur super modern di lingkungan yang hijau, dengan tujuan utama untuk mendorong tumbuhnya inisiatif regional guna membangun ekonomi berbasis inovasi dan teknologi.

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) adalah Lembaga Pemerintah Non-Kementerian yang berada dibawah koordinasi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang mempunyai tugas melaksanakan tugas pemerintahan di bidang pengkajian dan penerapan teknologi. Sejak tahun 2010 BPPT telah membangun Baron *Technopark* sebagai pusat

³ *Ibid.*

penelitian dan pengembangan teknologi energi terbarukan yang juga dipergunakan sebagai sarana diseminasi IPTEK Energi Terbarukan.⁴

Kawasan Baron, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta dipilih karena daerah tersebut mempunyai potensi sumber daya energi terbarukan yang besar. Pembangunan pembangkit listrik di kawasan ini merupakan kerjasama dengan NORAD-Norwegia pada tahun 2009, dimana pelaksanaan pembangunannya dimulai tanggal 27 Oktober 2010 dan telah dilakukan inagurasi penyelesaian pembangunan pada 5 Juni 2012.⁵

Baron *Technopark* merupakan kawasan pusat pengkajian dan pelatihan teknologi pembangkit listrik energi terbarukan serta sarana pendidikan teknologi yang bersifat rekreatif dan inovatif. Pengembangan pusat riset ini mendapat dukungan dari Pemerintah DIY dan Gunungkidul. Pengembangan Baron *Technopark* telah dimasukkan ke dalam Perda Kabupaten Gunungkidul tahun 2011-2020. Oleh Gubernur DIY, pengembangan Baron *Technopark* dan sekitarnya telah ditetapkan sebagai salah satu program unggulan utama DIY. Pengembangan kawasan Baron *Technopark* telah

⁴ Hasil wawancara dengan Ridwan Budi Prasetya (Kepala Sub Bidang Baron *Technopark*) pada tanggal 8 Maret 2017 pukul 16:30 WIB.

⁵ Profil Baron *Technopark*, <http://btp.b2tke.bppt.go.id> diakses pada 26 April 2017 pukul 21:36 WIB.

diintegrasikan dengan Kawasan Agro *Technopark* (ATP) dan pengembangan pantai wisata Baron.⁶

Technopark umumnya memiliki dua peran utama: pertama, sebagai tempat persemaian dan pengembangan teknologi, dan bertindak sebagai inkubator dalam penumbuhan dan pengembangan unit-unit usaha berteknologi tinggi yang baru, memfasilitasi transfer teknologi dan pengetahuan dari universitas ke perusahaan-perusahaan pengembang teknologi, serta merangsang munculnya perusahaan-perusahaan *spin-off* dari universitas/ perguruan tinggi yang mendorong proses-proses serta produk-produk yang berinovasi tinggi. Tujuan kedua adalah untuk berperan sebagai katalis dalam peningkatan/revitalisasi pembangunan ekonomi regional dan mendorong pertumbuhan ekonomi.⁷

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai oleh Baron *Technopark* adalah meningkatkan kualitas riset Sumber Daya Manusia (SDM) di bidang Energi Baru Terbarukan (EBT), menjadi model dari kawasan mandiri energi dan menjadikan sarana R&D Teknologi EBT “Baron *Technopark*” sebagai pemicu pengembangan wilayah.⁸ Untuk mewujudkan tujuan yang ingin

⁶ *Ibid.*

⁷ Amir Sambodo, “Perkembangan Bisnis Teknologi di Silicon Valley”, <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2010/02/02/perkembangan-bisnis-teknologi-di-silicon-valley> diakses pada 26 April 2017 pukul 11:39 WIB.

⁸ Brosur Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

dicapai, Baron *Technopark* membekali diri dengan beberapa fasilitas. Diantaranya:

1. Model implementasi sistem pembangkit listrik hibrida berbasis EBT
2. Pengolahan minyak nabati (Biodiesel)
3. Desalinasi air laut menjadi air tawar
4. *Ice maker* dan *cold storage*
5. Rumah contoh berbahan baku komposit
6. Pusat informasi edukasi multimedia energi terbarukan
7. *Techno camp*
8. Jam Matahari

Dengan dibekali beberapa fasilitas yang ada Baron *Technopark* mampu memberikan berbagai kontribusi kepada masyarakat, diantaranya:

1. Memberikan pelatihan pemanfaatan sumber daya lokal dalam rangka mendukung kemandirian ekonomi masyarakat sekitar yang berupa pembuatan batubata *interlocking* dan pembuatan kerajinan dari limbah batu gamping
2. Memberikan pelatihan pengoperasian PLT Hibrida untuk pelajar SLTA
3. Menjadi tempat praktek kerja pengoperasian proses produksi Biodiesel untuk pelajar SLTA
4. Mengadakan sosialisasi pengenalan teknologi *full cell* sebagai energi terbarukan ramah lingkungan dan demo perakitan sistem untuk pelajar SLTA

5. Mengadakan pelatihan kepada para petani dari daerah Gunungkidul tentang Agrofroresty dan teknik budidaya tanaman tumpang sari
6. Mengadakan pelatihan pengoperasian proses desalinasi air laut untuk pelajar SLTA
7. Mengadakan sosialisasi dan menjadi tempat pelatihan instansi terkait, Pemerintah daerah yang akan memanfaatkan teknolgoli Energi Baru Terbarukan dalam pengembangan daerah atau kawasan
8. Mengadakan pelatihan *entrepreneurship* untuk masyarakat
9. Tempat camping eduwisata IPTEK bagi pelajar dan Mahasiswa
10. Tempat para Mahasiswa melakukan tugas akhir/penelitian dalam penerapan teknologi EBT maupun meneliti untuk kerja masing-masing sistem pembangkit.⁹

B. Sejarah dan Latar Belakang Jam Matahari Baron *Technopark*

Pembangunan jam Matahari di kawasan Baron *Technopark* termasuk dalam proyek 10 *Technopark* yang merupakan salah satu 9 agenda prioritas pemerintahan Presiden Jokowi Widodo Jusuf Kalla. Kesembilan agenda prioritas itu disebut Nawa Cita.

1. Kami akan menghadirkan kembali negara untuk melindungi segenap bangsa dan memberikan rasa aman pada seluruh

⁹ Brosur Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta

warga negara, melalui pelaksanaan politik luar negeri bebas aktif, keamanan nasional yang terpepercaya dan pembangunan pertahanan negara Tri Matra terpadu yang dilandasi kepentingan nasional dan memperkuat jati diri sebagai negara maritim.

2. Kami akan membuat pemerintah tidak absen dengan membangun tata kelola pemerintahan bersih, efektif, demokratis, dan terpercaya.
3. Kami akan membangun Indonesia dari pinggiran dengan memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka negara kesatuan.
4. Kami akan menolak negara lemah dengan melakukan reformasi sistem dan penegakan hukum yang bebas korupsi, bermartabat dan terpercaya.
5. Kami akan meningkatkan kualitas hidup manusia Indonesia, melalui peningkatan kualitas pendidikan dan pelatihan dengan program Indonesia Pintar wajib belajar 12 tahun bebas pungutan.
6. Kami akan meningkatkan produktivitas rakyat dan daya saing di pasar Internasional, sehingga bangsa Indonesia bisa maju dan bangkit bersama bangsa-bangsa Asia lainnya.
7. Kami akan mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik

8. Kami akan melakukan revolusi karakter bangsa, melalui kebijakan penataan kembali kurikulum pendidikan nasional dengan mengedepankan aspek pendidikan kewarganegaraan.
9. Kami akan memperteguh Kebhinekaan dan memperkuat restorasi sosial Indonesia, melalui kebijakan memperkuat pendidikan kebhinekaan dan menciptakan ruang-ruang *dialog* antar warga negara.¹⁰

Jam Matahari mulai dibangun pada awal tahun 2015 dan selesai pada bulan Agustus tahun 2015. Pembangunan jam Matahari dimulai dari keinginan Baron *Technopark* yang sedang mengembangkan lokasi *edu-park*. Pengelola Baron *Technopark* berfikir agar kawasan ini tidak hanya menjadi tempat riset yang mengedepankan unsur konversi energi terbarukan akan tetapi juga ada unsur wisata yang berbasis edukasi. Menurut Ridwan Budi Prasetyo, ST, M.Eng. selaku Kepala Sub Bidang Pengelolaan Baron *Technopark*: “kalau hanya sebagai tempat riset Baron *Technopark* akan sepi atau tidak banyak yang melakukan kunjungan. Berbeda dengan kalau dilengkapi unsur wisata, akan lebih banyak yang mengadakan kunjungan.”¹¹

¹⁰ Visi, Misi dan Program Aksi Jokowi-Jusuf Kalla 2014 diakses dari kpu.go.id_VISI_MISI_Jokowi_JK.pdf pada 28 April 2017 pukul 15:16 WIB.

¹¹ Hasil Wawancara Ridwan Budi Prasetyo (Kepala Sub Bidang Pengelolaan Baron *Technopark*) pada tanggal 8 Maret 2017 pukul 16:30 WIB.

Ide untuk membangun jam Matahari datang dari konsultan perencana, atas masukan dari pihak Baron *Technopark*. Pihak Baron *Technopark* meminta ingin dibuatkan sebuah bangun semacam gardu pandang yang bisa dijadikan sebagai *icon* dari Baron *Technopark* Gunungkidul Yogyakarta. Wasna Adi Cipta Buana ditunjuk sebagai konsultan perencana oleh pihak Baron *Technopark*. Oleh konsultan perencana diusulkanlah bangunan berupa jam Matahari. Selain sebagai sebuah landmark, jam Matahari juga bisa dijadikan sebagai instrumen pembelajaran di lapangan sesuai dengan visi Baron *Technopark* sendiri yaitu sebagai sarana uji terap, edukasi & wisata teknologi pemanfaatan energi baru dan terbarukan.¹²

Lokasi yang digunakan untuk membangun jam Matahari berada di tempat yang paling tinggi di kawasan Baron *Technopark* yaitu di puncak pantai parangrucuk desa Planjan kecamatan Saptosari kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Hal inilah yang menjadikan jam Matahari ini istimewa dibanding dengan jam-jam Matahari lain khususnya yang berada di Indonesia. Umumnya jam Matahari dibangun di tengah perkotaan, perkantoran atau di area masjid akan tetapi jam Matahari ini dibangun di puncak kawasan pantai dan berhadapan langsung dengan laut lepas Samudra Hindia.

¹² Hasil wawancara Agiv Perdana Putra selaku Arsitek jam Matahari pada jumat, 10 Maret 2017 pukul 16:30 WIB.

C. Konsep Jam Matahari Baron *Technopark*

Bangunan yang terdiri dari bidang *dial* dan gnomon ini dibangun di puncak kawasan Baron *Technopark* dengan koordinat lokasi $08^{\circ}08'0.72''$ LS dan $110^{\circ}32'35.4''$ BT. Adapun rancangan pembangunannya dipercayakan kepada Agiv Perdana Putra, S.T, IAI., seorang arsitektur dari UII (Universitas Islam Indonesia). Pembangunan jam Matahari di Baron *Technopark* terinspirasi dari *Sundial Bridge* yang ada di California, Amerika Serikat.



Sumber: www.google.id/sundial_bridge

Sumber: www.google.id/jam-matahari_baron

Gambar: Sundial Bridge di California,

Gambar: Jam Matahari Baron Techopark

Amerika Serikat

Gunungkidul, Yogyakarta

Jam Matahari Baron Tehnopark mempunyai detail fisik sebagai berikut:¹³

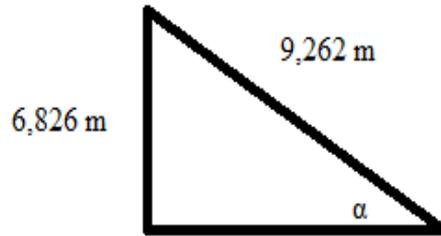
1. Bidang *Dial*

Bidang *dial* jam Matahari ini berbentuk lingkaran dengan diameter lingkarannya 13000 mm atau 13 m. Permukaan bidang dari jam Matahari ini divariasi dengan pemasangan batu sungai yang menjadikannya terlihat lebih natural. Berdasarkan pengamatan langsung penulis pada bidang *dial* jam Matahari Baron *Technopark*, penomoran garis jam ditulis dengan angka-angka romawi yang berjajar secara berurutan dari angka VI, VII, VIII, IX, X, XI (a.m., penunjuk jam dari pagi hingga tengah hari) XII (*noon line*, tengah hari), I, II, III, IV, V, VI (p.m., jam dari tengah hari hingga sore hari) berlawanan dengan arah jarum jam (*anti-clockwise*).

2. Gnomon

Berdasarkan denah yang diberikan oleh konsultan perencanaan pembangunan jam Matahari, panjang gnomon jam Matahari Baron *Technopark* adalah 9262 mm (9,262 m). Sudut yang terbentuk dari gnomon yang diletakkan secara horizontal ini sebesar $47^{\circ} 28' 32.25''$ sama dengan sudut gnomon *Sundial Bridge* yang ada di California, Amerika Serikat.

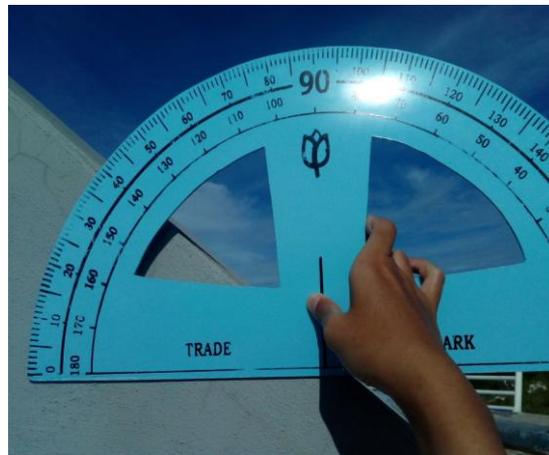
¹³ *Ibid.*



$$\sin \alpha = \frac{6,826}{9,262}$$

$$\sin \alpha = 0,7369$$

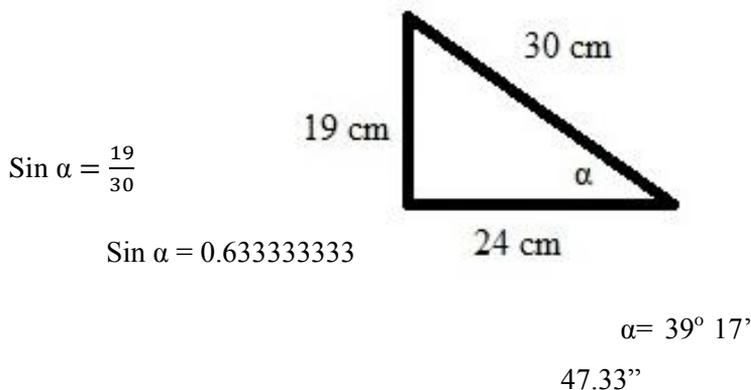
$$\alpha = 47^{\circ} 28' 32.25''$$



langsung sudut gnomon

Diambil pada: Selasa, 7
Maret 2017 pukul 08:30 WIB

Gambar di atas menunjukkan pada besaran sudut $\pm 40^\circ$ karena besaran sudut dari busur hanya sampai pada satuan derajat, tidak ada menit bahkan detik. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat penulis mengambil ukuran kecil dari gnomon tersebut dan menghitung besar sudut gnomonnya dengan aturan segitiga siku-siku.



Ukuran dari gnomon jam Matahari di Baron *Technopark* tidak sebesar lintang tempat lokasi jam Matahari ini didirikan yaitu $08^\circ 08' 0.72''$ LS melainkan sebesar $39^\circ 17' 47.33''$ sebagaimana hasil pengukuran. Besar sudut gnomon dari hasil pengukuran yang dilakukan penulis dengan data rancangan dari arsitek jam Matahari juga tidak sama besar. Tentunya hal ini akan sangat mempengaruhi akurasi jam Matahari tersebut karena ukuran sudutnya tidak sesuai dengan aturan baku pembuatan jam Matahari horizontal, yang mana

seharusnya besar sudut gnomon jam Matahari horizontal sama dengan lintang tempat jam matahari tersebut dibangun.

3. Indikator Jam

Jam ini tidak menampilkan garis jam sebagai indikator jatuhnya bayangan sebagai penunjuk momentum waktu, melainkan hanya menempatkan angka-angka Romawi di tepian lingkaran bidang *dial*. Angka-angka tersebut berjajar dari angka VI, VII, VIII, IX, X, XI yang ada di sebelah kanan angka XII (*noon line*) yang berfungsi sebagai penunjuk jam dari pagi hingga tengah hari. Sedangkan angka-angka setelahnya adalah I, II, III, IV, V, VI yang ada di sebelah kiri garis tengah hari menunjukkan jam dari tengah hari hingga sore hari.

D. Data Pengamatan

Penelitian pengamatan jam Matahari sebagai penentu waktu hakiki ini dilakukan di kawasan Baron *Technopark*, Desa Planjan, Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta dengan koordinat $8^{\circ} 8' 0,72''$ LS, $110^{\circ} 32' 35,4''$ BT dan elevasi 75 mdpl. Pengamatan dilakukan selama 6 hari, yaitu pada tanggal 5 sampai dengan 10 Maret 2017 Namun tidak kesemuanya memiliki langit cerah, dan ada bayangan Matahari melainkan hanya 3 hari berturut-turut pada tanggal 7 sampai dengan 9 Maret 2017.

Berikut gambaran selama 6 hari penelitian di kawasan Baron *Technopark*¹⁴

Tanggal	Kondisi Cuaca	Hasil
5 Maret 2017	Hujan	Gagal
6 Maret 2017	Mendung dan Gerimis	Gagal
7 Maret 2017	Cerah	Baik
8 Maret 2017	Cerah	Baik
9 Maret 2017	Cerah	Baik
10 Maret 2017	Mendung	Gagal

Tabel: cuaca harian selama pengamatan

Selama 3 hari pengamatan yaitu pada tanggal 7 sampai 9 Maret 2017 keadaan langit cerah dan menghasilkan bayangan Matahari sehingga dapat diambil sebagai hasil yang sesuai untuk kemudian dianalisis. Pengamatan dilakukan dalam rentang waktu pukul 09.00 Waktu Istiwa sampai dengan 14.00 Waktu Istiwa setiap harinya dengan interval pengambilan data per 1 jam. Berikut tabel data pengamatan per hari dari tiga hari pengamatan yang dilakukan oleh penulis.¹⁵

	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Daerah / WIB
Selasa, 7 Maret 2017	09:00	09:45:06
	10:00	10:45:08
	11:00	11:15:30
	12:00	11:49:15

¹⁴ Sumber tabel: Penulis

¹⁵ *Ibid.*

	13:00	12:30:33
	14:00	13:15:09

	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Daerah / WIB
Rabu, 8 Maret 2017	09:00	09:35:30
	10:00	10:36:28
	11:00	11:10:20
	12:00	11:56:12
	13:00	12:33:12
	14:00	13:14:36

	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Daerah / WIB
Kamis, 9 Maret 2017	09:00	09:46:45
	10:00	10:30:35
	11:00	11:10:20
	12:00	11:55:30
	13:00	12:35:30
	14:00	13:14:36

BAB IV

ANALISIS TEORI PEMBANGUNAN DAN AKURASI JAM MATAHARI BARON *TECHNOPARK*

A. Analisis Teori Pembangunan Jam Matahari Baron *Technopark*

Jam Matahari di kawasan Baron *Technopark* adalah jam Matahari horizontal. Maka dari itu, pengaturan fisik jam Matahari ini harus sesuai dengan ketentuan baku aturan pembuatan jam Matahari horizontal. Prinsip dasar jam Matahari horizontal adalah terdiri dari *horizontal dial*, gnomon, dan indikator jam yang masing-masing *disetting* sedemikian rupa, sebagai berikut:

1. Bidang *Dial*

Aturan baku ukuran bidang *dial* pada jam Matahari minimal dua kali dari panjang gnomon. Hal ini bertujuan agar bayangan sinar Matahari bisa selalu terpancar masuk ke area bidang *dial*.

Berdasarkan denah rancangan pembangunan dan pengukuran langsung penulis, diameter bidang *dial* jam Matahari Baron *Technopark* sebesar 13 meter, sedangkan panjang gnomon 9,262 meter. Perbandingan ukuran diameter bidang *dial* dan tinggi gnomon tersebut tidak ideal untuk menghasilkan bayangan yang terpancar dari sinar Matahari di pagi dan sore hari. Pada pagi hari mulai pukul 06:00 WIB sampai pukul 08:00 WIB bayangan

Matahari belum masuk ke dalam area bidang *dial*, sedangkan menjelang sore bayangan sudah keluar melebihi area bidang.

Agar bidang *dial* dapat menangkap bayangan Matahari dari pagi hingga sore, maka setidaknya diameter dari bidang ini minimal harus dua kali panjang gnomonnya, yaitu sebesar $\pm 18,5$ meter, sehingga baik pagi maupun sore hari, dari pukul 6 p.m. pukul 6 p.m. bayangan akan tetap tertangkap dalam area bidang *dial*.

2. Gnomon

Gnomon sebagai pembentuk bayangan yang jatuh ke atas bidang *dial* mengarah ke Kutub Utara Langit. Gnomon akan selalu dalam bidang vertikal meridian dan untuk menunjuk ke arah Kutub Utara Langit, sudut gnomon dengan bidang *dial* diatur sedemikian rupa sebesar lintang lokal tempat jam Matahari tersebut dibangun. Sedangkan untuk jam Matahari yang berada di lintang selatan (belahan Bumi selatan), gnomon mengarah ke Kutub Selatan Langit.¹

Terdapat dua aturan baku untuk rancangan gnomon jam Matahari Horizontal. *Pertama*, besar sudut gnomon

¹ Denis Savoie, *Sundials, Design, Construction, and Use*, Chichester: Praxis Publishing, 2009, h. 67.

disesuaikan dengan lintang tempat di mana jam Matahari tersebut dibangun. Ukuran sudut gnomon jam Matahari Baron *Technopark* tidak disesuaikan dengan lintang tempat lokasi jam Matahari ini didirikan yaitu $08^{\circ} 08' 0.72''$, melainkan sebesar $39^{\circ} 17' 47.33''$ sebagaimana hasil pengukuran. Terdapat selisih sebesar $31^{\circ} 09' 46.61''$ antara koordinat lintang lokasi jam Matahari dengan besar sudut gnomon. Besar sudut gnomon dari hasil pengukuran di lapangan yang dilakukan penulis ($39^{\circ} 17' 47.33''$) dengan data rancangan dari arsitek jam Matahari ($47^{\circ} 28' 32.25''$) juga tidak sama besar. Tentunya hal ini sangat mempengaruhi akurasi jam Matahari tersebut.

Penulis berusaha mengklarifikasi hal ini dengan melakukan wawancara kepada Agiv Perdana Putra, S.T, IAI. Dari hasil wawancara dengan arsitek dari jam Matahari diperoleh jawaban bahwa besar sudut gnomon memang tidak dibangun sesuai lintang lokasi, akan tetapi disamakan dengan ukuran *Sundial Bridge* yang ada di California, Amerika Serikat karena beberapa faktor, yaitu: estetika, finansial dan material. Dari segi estetika (keindahan bangunan), jika ukuran gnomon sebesar lintang tempat, maka bangunan gnomonnya akan menjadi sangat landai. Untuk membuat sudut gnomon yang landai akan memerlukan pondasi yang lebih kuat dan material yang lebih banyak, karena ini merupakan proyek

pemerintah, maka pihak konsultan perencana tidak berani berpikir idealis. Jika rancangan jam Matahari dibuat dengan aturan baku pembuatannya, maka akan berbenturan dengan tiga aspek yang ingin dijaga oleh pihak Baron *Technopark* tersebut.

Kedua, gnomon dan garis tengah hari (*noon line*) dari jam Matahari Horizontal harus dihadapkan ke arah Kutub Utara Langit (*True North*) apabila jam Matahari berada di Bumi belahan utara dan harus dihadapkan ke arah Kutub Selatan Langit (*True South*) apabila jam Matahari yang berada di Bumi bagian selatan.

Pengecekan terhadap arah gnomon jam Matahari Baron *Technopark* yang harus tepat menghadap ke arah Kutub Selatan Langit (*True South*) tidak dilakukan secara langsung melalui observasi di lapangan, akan tetapi melalui hasil analisis akurasi jam Matahari tersebut.

3. Indikator Jam

Penomoran garis jam pada jam Matahari belahan utara dimulai dari pukul 6 a.m. di sebelah kiri garis tengah hari (pukul 12) searah dengan jarum jam (*clockwise*) ke pukul 6 p.m. di sebelah kanan. Sedangkan untuk merancang sebuah jam Matahari belahan Bumi selatan adalah membalikkan penomoran jam, yaitu dari dari pukul 6 a.m. di sebelah kanan garis tengah hari (pukul 12) berlawanan

dengan arah jarum jam (*anti-clockwise*) ke pukul 6 p.m. di sebelah kiri.²

Jam Matahari Baron *Technopark* tidak menampilkan garis jam sebagai indikator jatuhnya bayangan sebagai penunjuk momentum waktu, melainkan dengan menempatkan angka-angka Romawi di tepian lingkaran bidang *dial*. Penomoran garis jam ditulis dengan angka-angka romawi yang berjajar secara berurutan dari angka VI, VII, VIII, IX, X, XI (a.m., penunjuk jam dari pagi hingga tengah hari), XII (*noon line*, tengah hari), I, II, III, IV, V, VI (p.m., jam dari tengah hari hingga sore hari) berlawanan dengan arah jarum jam (*anti-clockwise*). Sesuai letak geografisnya yang berada di belahan Bumi Selatan, maka sistem penomoran jam ini sesuai dengan ketentuan baku jam Matahari horizontal yang ada di belahan selatan, yakni urutan jam 6 a.m. hingga 6 p.m. berlawanan dengan arah jarum jam.

Berdasarkan uraian di atas, penulis menyimpulkan Kesimpulan bahwa ada ketidaksesuaian antara jam Matahari di lapangan dengan teori baku jam Matahari. Hal ini terletak pada luasan bidang dial yang tidak lebih dari dua kali panjang gnomon. Selain itu, ketidaksesuaian juga terdapat pada sudut kemiringan gnomon dengan selisih $31^{\circ} 09' 46.61''$. Inkompatibilitas ini

² *Ibid.* h. 69.

tentunya mempengaruhi tingkat akurasi dari jam Matahari tersebut.

B. Analisis Akurasi Jam Matahari Baron *Technopark*

Keberadaan jam Matahari sebagai salah satu instrumen pembelajaran di kawasan wisata edukasi Baron *Technopark* telah berhasil menarik banyak pengunjung untuk datang ke sana. Sebelum jam Matahari ini dibangun, kawasan Baron *Technopark* masih sangat sepi. Sebagai salah satu instrumen pembelajaran di kawasan wisata edukasi, maka menjadi penting untuk melakukan penelitian mengenai tingkat akurasi yang dimiliki oleh jam Matahari ini.

Koreksi atas pembacaan waktu jam Matahari dapat dilakukan dengan pengecekan waktu lokal yang ditunjukkan jam Matahari tersebut dengan waktu jam sehari-hari yang dikoreksi dengan Equation of Time dan koreksi bujur yang hasilnya adalah waktu lokal setempat (hakiki).³

Koreksi Equation of Time diperlukan dikarenakan kecepatan Bumi di orbit elips bervariasi dan miringnya sumbu Bumi yang menjadi sebab jauhnya dari atau ke arah Matahari sebagai penyebab pergantian musim membuat jam dari Matahari nyata (waktu hakiki) tidak teratur dan tidak merata, sedangkan

³Lawrence E Jones., *The Sundial and Geometry*, Glastonbury: North American Sundial Society, 2005, h. 24.

Matahari rata-rata (waktu jam) mengasumsikan kecepatan seragam dan jam yang sama. Dengan begitu, perbedaan antara waktu Matahari dan waktu jam dapat bervariasi sebanyak tujuh belas menit.⁴

Sedangkan koreksi bujur ada karena selisih waktu jam dan waktu Matahari berhubungan dengan zona waktu (waktu standar). Waktu Matahari tetap akan menunjukkan waktu setempat, meskipun semua jam akan menunjukkan waktu standar yang sama. Di kota A dengan bujur 100 misalnya, jam Matahari akan menunjukkan siang ketika Matahari berada di meridiannya, tapi Zona Waktu Standar baginya tidak akan menunjukkan siang sampai Matahari mencapai bujur 105. Maka dengan itu Matahari membutuhkan 4 menit untuk perjalanan satu derajat ke arah barat, sehingga akan membutuhkan 20 menit untuk perjalanan 5 derajat bujur dari kota A ke meridian pusat zona waktu. Oleh karena itu, di kota A jam Matahari akan selalu 20 menit lebih cepat. Inilah yang disebut koreksi bujur.⁵

Penelitian pada tahap ini adalah pertama-tama peneliti melakukan pengamatan dengan mengambil waktu lokal yang ditunjukkan oleh jam Matahari dan menandainya dengan waktu daerah. Observasi pertama dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Ketika jam Matahari menunjukkan pukul 09:00. Pada saat itu adalah pukul 09:35:30 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya

⁴ *Ibid.*

⁵ *Ibid.*

adalah mencari nilai Equation of Time⁶ (e) pada pukul 09:35:30 WIB (02:35:30 GMT)

$$\text{Pukul 02 (e}_1\text{)} : -11\text{m } 03\text{s}$$

$$\text{Pukul 03 (e}_2\text{)} : -11\text{m } 03\text{s}$$

Karena nilai Equation of Time pukul 02 dan pukul 03 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalu perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH} &= \text{WP} + e \\ &= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\ &= (09:35:30 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-) 0^\circ 11' 03'' \\ &= (09:35:30 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 11' 03'' \\ &= 10^\circ 7' 16.36'' + (-) 0^\circ 11' 03'' \\ &= 09:46:37.36 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 09:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 09:46:37.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari

⁶ Data-data astronomis Matahari diambil dari Winhisab Version 2.0, BHR Depatemen Agama RI, 1996.

pada waktu itu (09:00) terdapat selisih sebesar 46 menit 37.36 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kedua, dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 10:00. Pada saat itu adalah pukul 10:30:35 WIB (GMT +7) tanggal 6 Maret 2017. Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 10:30:35 WIB (03:30:35 GMT)

$$\text{Pukul 03 (e}_1\text{)} = -11\text{m } 03\text{s}$$

$$\text{Pukul 04 (e}_2\text{)} = -11\text{m } 02\text{s}$$

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times k \\ &= -0^\circ 11' 03'' + (-0^\circ 11' 02'' - (-0^\circ 11' 03'')) \times 0^\circ 45' 08'' \\ &= -0^\circ 11' 2.25'' \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 10:30:35 adalah $-0^\circ 11' 2.25''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH} &= \text{WP} + e \\ &= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\ &= (10:30:35 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\ &\quad (-0^\circ 11' 2.25'') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (10:30:35 + 0^{\circ}22'10.36'') + (-)0^{\circ}11'2.25'' \\
&= 10^{\circ}52'45.36'' + (-)0^{\circ}11'2.25'' \\
&= 10:41:43.11
\end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 10:30:35 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 10:41:43.11. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (10:00) terdapat selisih sebesar 41 menit 43.11 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi ketiga, dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 11:00. Pada saat itu adalah pukul 11:10:20 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:10:20 WIB (04:10:20 GMT)

Pukul 04 (e_1) : -11m 02s

Pukul 05 (e_2) : -11m 02s

Karena nilai Equation of Time pukul 04 dan pukul 05 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$WH = WP + e$$

$$\begin{aligned}
&= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
&= (11:10:20 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
&\quad (-) 0^\circ 11' 02'' \\
&= (11:10:20 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 11' 02'' \\
&= 11^\circ 32' 30.36'' + (-) 0^\circ 11' 02'' \\
&= 11:21:28.36
\end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:10:20 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 11:26:38.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (11:00) terdapat selisih 21 menit 28.36 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi keempat, dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 12:00. Pada saat itu adalah pukul 11:49:15 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:49:15 WIB (04:49:15 GMT)

Pukul 04 (e_1) : -11m 02s

Pukul 05 (e_2) : -11m 02s

Karena nilai Equation of Time pukul 04 dan pukul 05 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (11:49:15 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-) 0^\circ 11' 02'' \\
 &= (11:49:15 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 11' 02'' \\
 &= 12^\circ 11' 25.36'' + (-) 0^\circ 11' 02'' \\
 &= 12:00:23.36
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:49:15 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:00:23.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (12:00) terdapat selisih sebesar 0 menit 23.36 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kelima, dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 13:00. Pada saat itu adalah pukul 12:35:30 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 12:35:30 WIB (12:35:30 GMT)

$$\text{Pukul 05 (e}_1\text{)} = -11\text{m } 02\text{s}$$

$$\text{Pukul 06 (e}_2\text{)} = -11\text{m } 01\text{s}$$

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times k \\ &= -0^\circ 11' 02'' + (-0^\circ 11' 01'' - (-0^\circ 11' 02'')) \times 0^\circ 30' 33'' \\ &= -0^\circ 11' 1.49'' \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 12:35:30 adalah $-0^\circ 11' 1.49''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH} &= \text{WP} + e \\ &= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\ &= (12:35:30 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-0^\circ 11' 1.49'') \\ &= (12:35:30 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-0^\circ 11' 1.49'') \\ &= 12^\circ 57' 40.36'' + (-0^\circ 11' 1.49'') \\ &= 12:46:38.87 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 12:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:46:38.87. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (13:00) terdapat selisih sebesar 13 menit 21.13 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi keenam, dilakukan pada tanggal 6 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 14:00. Pada saat itu adalah pukul 13:14:36 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 13:14:36 WIB (06:14:36 GMT)

$$\text{Pukul 06 (e}_1\text{)} = -11\text{m } 01\text{s}$$

$$\text{Pukul 07 (e}_2\text{)} = -11\text{m } 00\text{s}$$

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times k \\ &= -0^\circ 11' 01'' + (-0^\circ 11' 00'' - (-)0^\circ 11' 01'') \times 0^\circ 15' 09'' \\ &= -0^\circ 11' 0.75'' \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 13:14:36 adalah $-0^\circ 11' 0.75''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH} &= \text{WP} + e \\ &= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (13:14:36 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
&\quad (-0^\circ 11' 0.75'') \\
&= (13:14:36 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-0^\circ 11' 0.75'') \\
&= 13^\circ 36' 46.36'' + (-0^\circ 11' 0.75'') \\
&= 13:25:45.61
\end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 13:14:36 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 13:25:45.61. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (14:00) terdapat selisih sebesar 34 menit 14.39 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi ketujuh, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 09:00. Pada saat itu adalah pukul 09:35:30 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 09:35:30 WIB (02:35:30 GMT)

$$\text{Pukul 02 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 49\text{s}$$

$$\text{Pukul 03 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 48\text{s}$$

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

$$= -0^\circ 10' 49'' + (-0^\circ 10' 48'' - (-0^\circ 10' 49'')) \times 0^\circ 35' 30''$$

$$= -0^\circ 10' 48.41''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 09:35:30 adalah $-0^{\circ} 10' 48.41''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (09:35:30 + ((110^{\circ} 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^{\circ} 10' 48.41'' \\
 &= (09:35:30 + 0^{\circ}22'10.36'') + (-)0^{\circ} 10' 48.41'' \\
 &= 09^{\circ}57'40.36'' + (-)0^{\circ} 10' 48.41'' \\
 &= 09:46:51.95
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 09:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 09:46:51.95. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (09:00) terdapat selisih sebesar 46 menit 51.95 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kedelapan, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 10:00. Pada saat itu adalah pukul 10:30:35 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 10:30:35 WIB (03:30:35 GMT)

Pukul 03 (e_1) : -10m 48s

Pukul 04 (e_2) : -10m 48s

Karena nilai Equation of Time pukul 03 dan pukul 04 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (10:30:35 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
 &\quad (-) 0^\circ 10' 48'' \\
 &= (10:30:35 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 10' 48'' \\
 &= 10^\circ 52' 45.36'' + (-) 0^\circ 10' 48'' \\
 &= 10:41:57.36
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 10:30:35 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 10:41:57.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (10:00) terdapat selisih sebesar 41 menit 57.36 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kesembilan, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari

menunjukkan pukul 11:00. Pada saat itu adalah pukul 11:10:20 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:10:20 WIB (04:11:20 GMT)

$$\text{Pukul 04 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 48\text{s}$$

$$\text{Pukul 05 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 47\text{s}$$

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

$$= -0^\circ 10' 48'' + (-0^\circ 10' 47'' - (-)0^\circ 10' 48'') \times 0^\circ 11' 20''$$

$$= -0^\circ 10' 47.81''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 11:10:20 adalah $-0^\circ 10' 47.81''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\text{WH} = \text{WP} + e$$

$$= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e$$

$$= (11:10:20 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^\circ 10' 47.81''$$

$$= (11:10:20 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-)0^\circ 10' 47.81''$$

$$= 11^\circ 32' 30.36'' + (-)0^\circ 10' 47.81''$$

$$= 11:21:42.55$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:10:20 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 11:21:42.55. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (11:00) terdapat selisih sebesar 21 menit 42.55 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kesepuluh, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 12:00. Pada saat itu adalah pukul 11:49:15 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:49:15 WIB (04:49:15GMT)

$$\text{Pukul 04 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 48\text{s}$$

$$\text{Pukul 05 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 47\text{s}$$

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

$$= -0^\circ 10' 48'' + (-0^\circ 10' 47'' - (-)0^\circ 10' 48'') \times 0^\circ 56' 12''$$

$$= -0^\circ 10' 47.06''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 11:49:15 adalah $-0^\circ 10' 47.06''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\text{WH} = \text{WP} + e$$

$$= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e$$

$$\begin{aligned}
&= (11:49:15 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^\circ 10' 47.06'' \\
&= (11:49:15 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-)0^\circ 10' 47.06'' \\
&= 12^\circ 11' 25.36'' + (-)0^\circ 10' 47.06'' \\
&= 12:00:38.3
\end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:49:15 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:00:38.3. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (12:00) terdapat selisih sebesar 0 menit 38.3 dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kesebelas, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 13:00. Pada saat itu adalah pukul 12:35:30 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 12:35:30 WIB (05:35:30GMT)

$$\text{Pukul 05 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 47\text{s}$$

$$\text{Pukul 06 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 46\text{s}$$

$$\begin{aligned}
e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times k \\
&= -0^\circ 10' 47'' + (-0^\circ 10' 46'' - (-)0^\circ 10' 47'') \times 0^\circ 33' 12'' \\
&= -0^\circ 10' 46.45''
\end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 12:35:30 adalah $-0^{\circ} 10' 46.45''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (12:35:30 + ((110^{\circ} 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^{\circ} 10' 46.45'' \\
 &= (12:35:30 + 0^{\circ}22'10.36'') + (-)0^{\circ} 10' 46.45'' \\
 &= 12^{\circ}57'40.36'' + (-)0^{\circ} 10' 46.45'' \\
 &= 12:46:53.91
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 12:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:46:53.91. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (13:00) terdapat selisih sebesar 13 menit 06.09 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kedua belas, dilakukan pada tanggal 7 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 14:00. Pada saat itu adalah pukul 13:14:36 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 13:14:36 WIB (06:14:36 GMT)

Pukul 06 (e_1) : -10m 46s

Pukul 07 (e_2) : -10m 46s

Karena nilai Equation of Time pukul 06 dan pukul 07 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (13:14:36 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
 &\quad (-) 0^\circ 10' 46'' \\
 &= (13:14:36 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 10' 46'' \\
 &= 13^\circ 36' 46.36'' + (-) 0^\circ 10' 46'' \\
 &= 13:26:0.36
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 13:14:36 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 13:26:0.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (14:00) terdapat selisih 33 menit 59.64 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi ketiga belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari

menunjukkan pukul 09:00. Pada saat itu adalah pukul 09:35:30 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 09:35:30 WIB (02:35:30 GMT)

$$\text{Pukul 02 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 34\text{s}$$

$$\text{Pukul 03 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 33\text{s}$$

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

$$= -0^\circ 10' 34'' + (-0^\circ 10' 33'' - (-)0^\circ 10' 34'') \times 0^\circ 46' 45''$$

$$= -0^\circ 10' 33.22''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 09:35:30 adalah $-0^\circ 10' 33.22''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\text{WH} = \text{WP} + e$$

$$= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e$$

$$= (09:35:30 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^\circ 10' 33.22''$$

$$= (09:35:30 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-)0^\circ 10' 33.22''$$

$$= 09^\circ 57' 40.36'' + (-)0^\circ 10' 33.22''$$

$$= 09:47:07.14$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 09:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 09:47:07.14. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (09:00) terdapat selisih sebesar 47 menit 07.14 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi keempat belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 10:00. Pada saat itu adalah pukul 10:30:35 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 10:30:35 WIB (03:30:35 GMT)

Pukul 03 (e_1) : -10m 33s

Pukul 04 (e_2) : -10m 33s

Karena nilai Equation of Time pukul 03 dan pukul 04 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (10:30:35 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
 &\quad (-) 0^\circ 10' 33'' \\
 &= (10:30:35 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 10' 33''
 \end{aligned}$$

$$= 10^{\circ}52'45.36'' + (-)0^{\circ}10'33''$$

$$= 10:42:12.36$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 10:30:35 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 10:42:12.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (10:00) terdapat selisih 42 menit 12.36 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kelima belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 11:00. Pada saat itu adalah pukul 11:10:20 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:10:20 WIB (04:10:20 GMT)

$$\text{Pukul 04 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 33\text{s}$$

$$\text{Pukul 05 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 32\text{s}$$

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

$$= -0^{\circ}10'33'' + (-0^{\circ}10'32'' - (-)0^{\circ}10'33'') \times 0^{\circ}10'20''$$

$$= -0^{\circ}10'32.83''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 11:10:20 adalah $-0^{\circ}10'32.83''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
WH &= WP + e \\
&= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
&= (11:10:20 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^\circ 10' 32.83'' \\
&= (11:10:20 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-)0^\circ 10' 32.83'' \\
&= 11^\circ 32' 30.36'' + (-)0^\circ 10' 32.83'' \\
&= 11:21:57.53
\end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:10:20 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 11:21:57.53. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (11:00) terdapat selisih sebesar 21 menit 57.53 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi keenam belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 12:00. Pada saat itu adalah pukul 11:49:15 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 11:49:15 WIB (04:49:15GMT)

$$\text{Pukul 04 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 33\text{s}$$

$$\text{Pukul 05 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 32\text{s}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= -0^{\circ} 10' 33'' + (-0^{\circ} 10' 32'' - (-0^{\circ} 10' 33'')) \times 0^{\circ} 55' 30'' \\
 &= -0^{\circ} 10' 32.08''
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 11:49:15 adalah $-0^{\circ} 10' 32.08''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (11:49:15 + ((110^{\circ} 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-0^{\circ} 10' 32.08'') \\
 &= (11:49:15 + 0^{\circ} 22' 10.36'') + (-0^{\circ} 10' 32.08'') \\
 &= 12^{\circ} 17' 40.36'' + (-0^{\circ} 10' 32.08'') \\
 &= 12:00:53.28
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 11:49:15 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:00:53.28. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (12:00) terdapat selisih sebesar 0 menit 53.28 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi ketujuh belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 13:00. Pada saat itu adalah pukul 12:35:30

WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 12:35:30 WIB (05:35:30 GMT)

$$\text{Pukul 05 (e}_1\text{)} = -10\text{m } 32\text{s}$$

$$\text{Pukul 06 (e}_2\text{)} = -10\text{m } 31\text{s}$$

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

$$= -0^\circ 10' 32'' + (-0^\circ 10' 31'' - (-)0^\circ 10' 32'') \times 0^\circ 35' 30''$$

$$= -0^\circ 10' 31.41''$$

Setelah diketahui nilai e pada pukul 12:35:30 adalah $-0^\circ 10' 31.41''$ maka langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\text{WH} = \text{WP} + e$$

$$= (\text{WD} + ((\lambda - 105) \div 15)) + e$$

$$= (12:35:30 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + (-)0^\circ 10' 31.41''$$

$$= (12:35:30 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-)0^\circ 10' 31.41''$$

$$= 12^\circ 57' 40.36'' + (-)0^\circ 10' 31.41''$$

$$= 12:47:8.95$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 12:35:30 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 12:47:8.95. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (13:00) terdapat selisih sebesar 12 menit 51.05 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan.

Observasi kedelapan belas, dilakukan pada tanggal 8 Maret 2017. Pengamatan dilakukan pada saat jam Matahari menunjukkan pukul 14:00. Pada saat itu adalah pukul 13:14:36 WIB (GMT +7). Maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Equation of Time (e) pada pukul 13:14:36 WIB (06:14:36 GMT)

Pukul 06 (e_1) : -10m 46s

Pukul 07 (e_2) : -10m 46s

Karena nilai Equation of Time pukul 06 dan pukul 07 sama, maka tidak perlu dilakukan interpolasi. Kemudian langkah selanjutnya adalah menemukan waktu hakiki pada jam tersebut melalui perhitungan dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 WH &= WP + e \\
 &= (WD + ((\lambda - 105) \div 15)) + e \\
 &= (13:14:36 + ((110^\circ 32' 35.4'' - 105) \div 15)) + \\
 &\quad (-) 0^\circ 10' 46'' \\
 &= (13:14:36 + 0^\circ 22' 10.36'') + (-) 0^\circ 10' 46''
 \end{aligned}$$

$$= 13^{\circ}36'46.36'' + (-)0^{\circ}10'46''$$

$$= 13:26:0.36$$

Dengan demikian waktu hakiki pada pukul 13:14:36 WIB yang didapat melalui perhitungan adalah 13:26:0.36. Maka bila dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan jam Matahari pada waktu itu (14:00) terdapat selisih sebesar 33 menit 59.64 detik dengan waktu hakiki hasil perhitungan

Secara ringkas perbandingan antar waktu ada dalam tabel berikut⁷:

Waktu Daerah / WIB	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Hakiki Hasil Perhitungan	Selisih
09:35:30	09:00	09:46:37.36	00:46:37.36
10:30:35	10:00	10:41:43.11	00:41:43.11
11:10:20	11:00	11:21:28.36	00:21:28.36
11:49:15	12:00	12:00:23.36	00:00:23.36
12:35:30	13:00	12:46:38.87	00:13:21.13
13:14:36	14:00	13:25:45.61	00:34:14.39

Tabel: Hasil Pengamatan Selasa, 7 Maret 2017

Waktu Daerah / WIB	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Hakiki Hasil Perhitungan	Selisih
09:35:30	09:00	09:46:51.95	00:46:51.95
10:30:35	10:00	10:41:57.36	00:41:57.36

⁷ Sumber tabel: Penulis

11:10:20	11:00	11:21:42.55	00:21:42.55
11:49:15	12:00	12:00:38.30	00:00:38.30
12:35:30	13:00	12:46:53.91	00:13:06.09
13:14:36	14:00	13:26:0.36	00:33:59.64

Tabel: Hasil Pengamatan Rabu, 8 Maret 2017

Waktu Daerah / WIB	Waktu Hakiki Jam Matahari	Waktu Hakiki Hasil Perhitungan	Selisih
09:35:30	09:00	09:47:07.14	00:47:07.14
10:30:35	10:00	10:42:12.36	00:42:12.36
11:10:20	11:00	11:21:57.53	00:21:57.53
11:49:15	12:00	12:00:53.28	00:00:53.28
12:35:30	13:00	12:47:08.95	00:12:51.05
13:14:36	14:00	13:26:00.36	00:33:59.64

Tabel: Hasil Pengamatan Kamis, 9 Maret 2017

Menurut Drs. Slamet Hambali, M.SI., jam Matahari bisa dikatakan akurat jika tidak mempunyai selisih sama sekali dengan waktu hakiki hasil perhitungan.⁸ Sedangkan menurut Lawrence E. Jones dalam bukunya *The Sundial and Geometry: an Introduction For The Classroom* memberikan batas toleransi sebesar 17 menit. Penulis menggunakan pendapat yang kedua untuk menguji akurasi jam Matahari Baron *Technopark*.

⁸ Hasil Wawancara Slamet Hambali (Ahli Falak UIN Walisongo Semarang) pada 12 Mei 2017 pukul 16:30 WIB.

Berdasarkan tabel tersebut, dari 18 kali pengamatan mulai jam 09:00 sampai dengan pukul 14:00 ada dua jam yang selisih antara jam Matahari dengan waktu hakiki hasil perhitungan selisihnya di bawah batas toleransi (17 menit)⁹ yaitu pada pukul 12:00 dan 13:00 waktu hakiki jam Matahari. Sedangkan di jam-jam lain selain jam 12 dan jam 13 selisihnya bervariasi antara 21 menit hingga 56 menit. Selisih yang sangat besar tersebut menunjukkan adanya kemelencengan gnomon dari Kutub Selatan Langit.

Menurut analisis penulis, akurasi jam Matahari Baron *Technopark* dalam menunjukkan waktu hakiki sangat rendah atau bisa disebut tidak akurat. Ketidakakuratan ini disebabkan oleh faktor ketidaksesuaian fisik bangunan jam Matahari Baron *Technopark* dengan ketentuan baku pembangunan Jam Matahari Horizontal. Karena dari 12 jam lama penyinaran Matahari selama sehari, hanya ada dua jam yang dapat ditunjukkan secara tepat oleh jam Matahari Baron *Technopark*, itupun pada pukul 12:00 dan 13:00. Tanpa bangunan seperti jam Matahari, saat kulminasi atau pukul 12:00 bayangan terpendek sebuah tongkat atau benda tegak sudah pasti menunjukkan waktu hakiki jam 12:00.

⁹ Jones., *The Sundial...*, h. 24.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pembahasan dan analisis yang telah dilakukan terhadap jam Matahari di Baron *Technopark* menghasilkan kesimpulan:

1. Teori yang digunakan untuk membuat jam Matahari di Baron *Technopark* menggunakan aturan geometri segitiga. Dari tiga komponen jam Matahari di Baron *Technopark* yaitu bidang *dial*, gnomon dan indikator jam yang sudah dibangun sesuai dengan konsep pembuatan jam Matahari Horizontal adalah indikator jam. Sedangkan dua komponen yang lain tidak dirancang sesuai dengan konsep pembuatan jam Matahari Horizontal. Pertama, bidang *dial*. Ukuran diameter bidang *dial* yang hanya 13 meter tidak lebih dari dua kali panjang gnomon yang ukurannya 9,262 meter, hal ini akan menjadikan bayangan Matahari tidak bisa selalu masuk ke dalam area bidang *dial* tersebut. Kedua, gnomon. Ukuran sudut gnomon jam Matahari ini adalah $39^{\circ} 17' 47.33''$, ukuran sudut tersebut tidak sesuai dengan aturan baku pembuatan jam Matahari Horizontal yang seharusnya besar sudut disetting sesuai lintang tempat lokasi jam Matahari Baron *Technopark* dibangun yaitu $08^{\circ} 08' 0.72''$.
2. Jam Matahari di Baron *Technopark* dapat menunjukkan waktu hakiki yang akurat hanya pada pukul 12:00 dan 13:00. Hal ini

menunjukkan bahwa akurasi jam Matahari tersebut sangat rendah. Ketidakakuratan ini disebabkan oleh faktor ketidaksesuaian fisik bangunan jam Matahari Baron *Technopark* dengan ketentuan baku pembangunan jam Matahari Horizontal.

B. Saran

1. Keberadaan jam Matahari sebagai instrumen pembelajaran di lapangan harus didukung dengan akurasi yang presisi. Hal mendasar yang harus diperbaiki adalah besar sudut dan ukuran gnomon. Ukuran sudut gnomon harus disesuaikan dengan lintang tempat jam Matahari dibangun dan tingginya tidak melebihi diameter bidang *dial* agar bayangan yang terbentuk dari gnomon dapat masuk dalam bidang *dial*, tidak keluar jauh dari bidang *dial*.
2. Tidak semua pegawai yang ada di lingkungan Baron *Technopark* mengenal bagaimana cara kerja jam Matahari, padahal di sana sering dikunjungi oleh para siswa yang ingin belajar tentang jam Matahari. Alangkah lebih baik jika diberikan sosialisasi kepada para pegawai mengenai sistem kerja dari jam Matahari.
3. Saat penulis melakukan penelitian terjadi pengelupasan di bagian tengah sampai ujung gnomon. Kondisi ini bisa dimanfaatkan untuk memperbaiki dan membenarkan ukuran gnomon agar sesuai dengan ketentuan baku pembuatannya.

4. Selama jam Matahari di Baron *Technopark* belum diperbaiki dan tidak menunjukkan waktu hakiki secara tepat, penulis tidak merekomendasikan jam Matahari tersebut dijadikan sebagai acuan dalam penunjukan waktu hakiki.

C. Penutup

Alhamdulillah robbil ‘alamin, syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang masih memberikan nikmat dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Penulis sadari masih terdapat kekurangan dalam tulisan ini. Oleh karena itu, saran dan kritik membangun sangat penulis harapkan dari para pembaca demi lebih baiknya tulisan ini.

Demikian apa yang dapat penulis sampaikan, mudah-mudahan tulisan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kiat semua. *`Wallahu a'lam bis-shawwab.*

Daftar Pustaka

Buku

Admiranto, A. Gunawan. *Menjelajahi Tata Surya*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2009.

Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005.

Badan Hisab Rukyat. *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2010.

Darmawan, Abdullah. *Jam Hijriyah: Menguk Konsepsi Waktu dalam Islam*, Jakarta:Pustaka al-Kautsar, 2011.

Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, cet V, Bandung: CV Penerbit Diponegoro,2007.

Echols, John M dan Hasan Shadily. *Kamus Inggris Indonesia*, Jakarta: Gramedia, 2003.

Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.

_____, *Almanak Sepanjang Masa*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.

_____, *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, Semarang: Bismillah Publisher, 2012.

Hamidy, Zainuddin. *Shahih al-Bukhari*, “Terdjemah Hadis Shahih Buchari”, Jakarta: Penerbit Widjaya, 1970.

Hasan, Ahmad Y. dan Donald R. Hiil, *Islamic Tecnology: An Illustrated History*, diterjemahkan oleh Yuliana Liputo, “Teknologi Dalam Sejarah Islam” , Bandung: Mizan, 1993.

Ilyas, Mohammad. *Astronomy of Islamic Times for The Twenty-First Century*, Kuala Lumpur: AS Nordeen, 1999.

Indrianty, ETTY., dkk. *Ensiklopedia Sains dan Teknologi*. Jakarta: Lentera Abadi, 2007.

Izzuddin, Ahmad., *Sistem Penanggalan*, Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015.

Jones, Lawrence E. *The Sundial and Geometry* ,Glastonbury: North American Sundial Society, 2005.

Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

_____, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

King, David A “Mizwala” dalam David A. King. *Astronomy in The Service of Islam*, Great Britain: Variorum, 1993.

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

Overton, George. *Clocks And Watches*, London: Fellow Of The British Horological Institute, 1992.

Prastowo, Andi. *Metode Penelitian Kualitatif dalam Perspektif Rancangan Penelitian*, Jogjakarta: Ar-Ruzz Media, 2016.

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

Rahardjo, Budi. *Science & Technology Parks di Perguruan Tinggi*, Bandung: Pusat Pembinaan dan Pengembangan Program Diploma (P4), 2003.

Raharto, Moedji. *Sistem Penanggalan Syamsiyah/Masehi*, Bandung: ITB, 2000.

_____, *Dasar-Dasar Sistem Kalender Bulan dan Kalender Matahari (Catatan Kuliah AS 3006)*, Bandung: Penerbit ITB, 2013.

Rohr, Rene R J. Sundial: *History Theory and Practice*, New York: Dover, 1996.

Savoie, Denis. *Sundials, Design, Contruction, and Use*, Chichester: Praxis Publishing, 2009.

Sudibyoy, Muh. Ma'rufin. *Sang Nabi Pun Berputar: Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*, Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2011.

Taylor, Rev. Alfred. *The Watch And The Clock*, New York : Phillips & Hunt, 1883.

Tim Penyusun Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang. *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2010.

Tim Redikta. *Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Alam FISIKA*, Semarang: Aneka Ilmu, 2009.

Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, Bandung: PT Rosdakarya Offset, 2013.

Jurnal

Budiwati, Anisah., “Tongkat Istiwa’, Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat”, *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 26, No.1, edisi April 2016.

Hambali, Slamet., “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolas Copernicus”, *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 23, No.2, edisi Oktober 2013.

Rofiuddin, Ahmad Adib., “Penentuan Hari dalam Sistem Kalender Hijriah”, *Jurnal Al-Ahkam*, Volume 26, No.1, edisi April 2016

Penelitian yang tidak diterbitkan

Amri, Tamhid. *Jam Matahari sebagai Penunjuk Waktu Hakiki, Akurasi Jam Matahari di Kotabaru Parahyangan Padalarang Jawa Barat*, Skripsi Strata 1 Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2013.

Basori, Tri Hasan. *Akurasi Bencet Masjid Tegal Sari Laweyan Surakarta Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki*, Skripsi Strata 1 Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, Semarang, 2014.

Marom, Ahmad Aupal. *Uji Akurasi Jam Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Studi Kasus di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Jakarta)*, Skripsi Strata 1 Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, Semarang, 2015.

Muttaqin, Ikhwan. *Studi Analisis Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan Equatorial Sundial*, Skripsi Strata 1 Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

Sari, Endang Ratna. *Studi Analisis Jam Bencet Karya Kiai Mishbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Salat*, Skripsi Strata 1 Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2012.

Verburg, Daniëlle. *Keeping Track of Time: A Study of The Mathematics Behind Historical Methods*, Tesis Master Mathematics and Education, Mathematical Institute, University Leiden, 2015.

Brosur

Brosur Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Brosur Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta

Website

Amir Sambodo, “Perkembangan Bisnis Teknologi di Silicon Valley”,
<https://imambudiraharjo.wordpress.com/2010/02/02/perkembangan-bisnis-teknologi-di-silicon-valley> diakses pada 26 April 2017 pukul 11:39 WIB

Carl Sabanski, “Make a Horizontal Sundial - Graphical Method”,
The Sundial Primer, diakses dari
http://www.mysundial.ca/sdu/graphical_horizontal_sundial.html pada 14 Desember 2015 pukul 00.23 WIB

Pengertian Revolusi dan Akibat Revolusi Bumi
<http://www.areabaca.com/2015/03/pengertian-revolusi-bumi-dan-akibat.html>, diakses pada 12 Februari 2017 pukul 18:08 WIB

Profil Baron Technopark, <http://btp.b2tke.bppt.go.id> diakses pada 26 April 2017 pukul 21:36.

Robi Pradana Maulidan, “Technopark di Indonesia”
<http://robipm.blogspot.co.id/2015/10/technopark-di-indonesia-bab-i.html> diakses pada 26 April 2017 pukul 11:53 WIB

Tugino thok “Gerakan Bumi dan Bulan”
<http://www.mediabelajar.cf/2012/11/gerakan-bumi-dan-bulan.html>,
diakses pada 12 Februari 2017 pukul 13:54 WIB

Visi, Misi dan Program Aksi Jokowi-Jusuf Kalla 2014 diakses dari kpu.go.id_VISI_MISI_Jokowi_JK.pdf pada 28 April 2017 pukul 15:16 WIB.

Software / Aplikasi

Winhisab Version 2.0, BHR Depatemen Agama RI, 1996.

Lampiran 1:

Foto-foto hasil pengamatan jam Matahari Baron Technopark



Gambar: Bangunan gnomon jam Matahari Baron Technopark



Jam Matahari menunjukkan pukul 09:00 diambil pada pukul 09:45:06
WIB



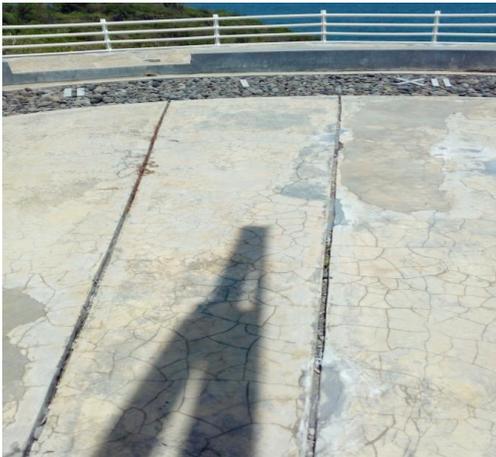
Jam Matahari menunjukkan pukul 10:00 diambil pada pukul 10:45:08
WIB



Jam Matahari menunjukkan pukul 11:00 diambil pada pukul
11°15'30" WIB



Jam Matahari menunjukkan pukul 12:00 diambil pada pukul 11:49:15
WIB



Jam Matahari menunjukkan pukul 13:00 diambil pada pukul
12:30:33 WIB



Jam Matahari menunjukkan pukul 14:00 diambil pada pukul 13:15:09

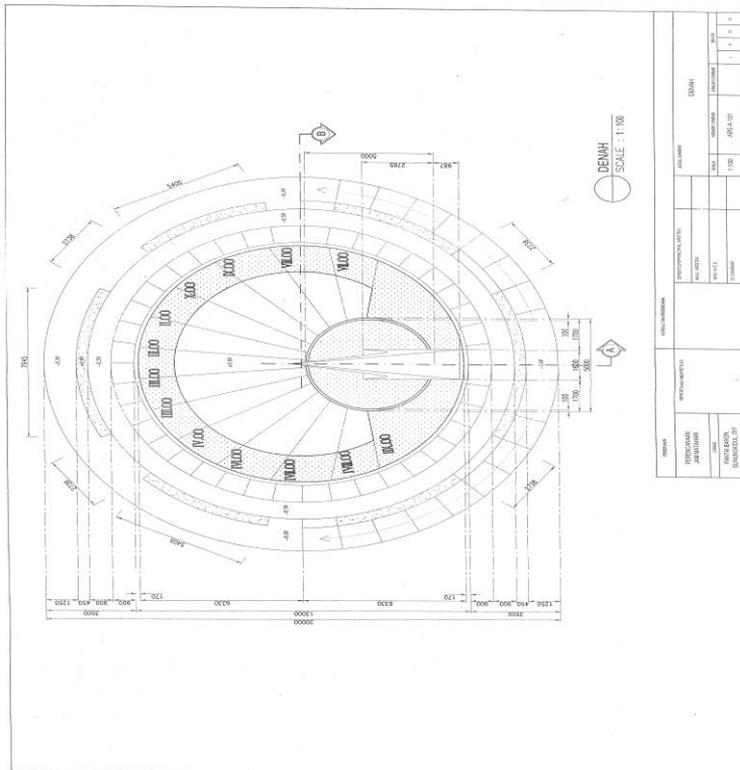
WIB



Foto bersama Agiv Perdana Putra, S.T, IAI. (arsitek jam Matahari)
dan Gatot Suprihadi, S.T, IAI. (Direktur Wasna Adi Cipta
Buana/Konsultan Perencana)

Lampiran 2:

Gambar rancangan Jam Matahari Baron Technopark dari pihak Konsultan Perencana



Lampiran 3:

HASIL WAWANCARA

Narasumber : Ridwan Budi Prasetyo, ST. M.Eng.

Jabatan : Kepala Sub Bidang Baron Technopark Gunungkidul
Yogyakarta

Pewawancara : Ishthofiyatul Khoiroh

Waktu : 8 Maret 2017

Tanya: Bagaimana sejarah berdirinya Baron Technopark?

Jawab: Dimulai dari tahun 1995 Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sedang melakukan pengkajian dan survei terhadap energi terbarukan. Di daerah pantai Baron terdapat tenaga ombak yang bisa dijadikan sumber pengkajian energi terbarukan. Tahun 1996 mulai dilakukan pembebasan wilayah seluas 12 hektar. Terdiri dari 9.5 hektar kompleks gedung dan 3.5 hektar jalan menuju Baron Technoparknya. Penyelesaian pembangunan kawasan ini merupakan kerja sama dengan NORAD-Norwegia pada tahun 2009, dimana pelaksanaan pembangunannya dimulai tanggal 27 Oktober 2010 dan selesai pada 5 Juni 2012.

Tanya: Apa visi dan misi Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta?

Jawab: Visi Baron Technopark adalah sebagai sarana uji terap, edukasi & wisata teknologi pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Sedangkan misinya yaitu:

1. Meningkatkan kualitas riset Sumber Daya Manusia (SDM) di bidang EBT,
2. Menjadi model dari kawasan mandiri energi
3. Menjadikan sarana R&D Teknologi EBT “Baron *Technopark*” sebagai pemicu pengembangan wilayah.

Tanya: apa fungsi dan tujuan dibangunnya jam Matahari di Baron Technopark?

Jawab: Fungsi jam Matahari untuk mendukung wisata edukasi yang ada di kawasan Baron Technopark, sebagai instrumen pembelajaran ilmu alam di lapangan bahwa matahari sebagai penanda waktu.

Tanya: Termasuk dalam proyek apakah pembangunan jam Matahari tersebut?

Jawab: Proyek pembangunan technopark program pemerintahan Presiden Joko Widodo dan Wakil Presiden Jusuf Kalla tahun 2014-2019.

Lampiran 4:

HASIL WAWANCARA

Narasumber : Agiv Perdana Putra, S.T, IAI

Jabatan : arsitek Jam Matahari Baron Technopark
Gunungkidul Yogyakarta

Pewawancara : Ishthofiyatul Khoiroh

Waktu : 10 Maret 2017

Tanya : Bagaimana latar belakang pembangunan jam matahari yang ada di Baron Technopark?

Jawab : Latar belakang pembangunan jam Matahari diperoleh dari pengembangan Baron Technopark yang direncanakan sebagai kawasan edu-park yang mengadopsi tentang konversi energi. Sebagai pelengkap kawasan edu-park maka dibangunlah jam Matahari Baron Technopark. Hal ini berfungsi sebagai icon Baron Technopark di Gunungkidul serta landmark area pesisir pantai selatan.

Tanya : Mengapa memilih bangunan berupa jam matahari? Bukan landmark yang lain?

Jawab : hasil pemilihan bentuk jam Matahari berasal dari diskusi intern pihak Baron Technopark, yaitu ingin membangun landmark. Sebagai perencana maka point yang sudah kami tangkap berupa jam

Matahari. Dari segi bentukan belum diperoleh referensinya seperti apa, sehingga sebagai perencana merumuskan bentukan jam Matahari

Tanya : Apakah perancangan dan pembangunannya terinspirasi dari jam matahari lain?

Jawab: inspirasi didapat oleh bentukan dari Sacrament Bridge di California

(http://en.wikipedia.org/wiki/Sundial_Bridge_at_Turtle_Bay)

Tanya : Bagaimana konsep yang digunakan untuk merancang dan membangun jam matahari ini?

Jawab : konsep yang digunakan berupa bentukan gnomon yang diambil dari geometri segitiga, kemudian untuk bidang dialnya menggunakan huruf Romawi.

Lampiran 5:

Data Matahari tanggal 7 Maret 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	346° 36' 39"	-0.88"	347° 40' 23"	-5° 17' 14"	0.9923041	16' 07.07"	23° 26' 06"	-11 m 05 s
1	346° 39' 09"	-0.88"	347° 42' 42"	-5° 16' 16"	0.9923146	16' 07.06"	23° 26' 06"	-11 m 04 s
2	346° 41' 39"	-0.88"	347° 45' 01"	-5° 15' 18"	0.9923250	16' 07.05"	23° 26' 06"	-11 m 03 s
3	346° 44' 09"	-0.88"	347° 47' 20"	-5° 14' 19"	0.9923355	16' 07.04"	23° 26' 06"	-11 m 03 s
4	346° 46' 39"	-0.87"	347° 49' 38"	-5° 13' 21"	0.9923459	16' 07.03"	23° 26' 06"	-11 m 02 s
5	346° 49' 09"	-0.87"	347° 51' 57"	-5° 12' 23"	0.9923564	16' 07.02"	23° 26' 06"	-11 m 02 s
6	346° 51' 39"	-0.87"	347° 54' 16"	-5° 11' 24"	0.9923668	16' 07.01"	23° 26' 06"	-11 m 01 s
7	346° 54' 10"	-0.86"	347° 56' 35"	-5° 10' 26"	0.9923773	16' 07.00"	23° 26' 06"	-11 m 00 s
8	346° 56' 40"	-0.86"	347° 58' 54"	-5° 09' 28"	0.9923878	16' 06.99"	23° 26' 06"	-10 m 60 s
9	346° 59' 10"	-0.86"	348° 01' 13"	-5° 08' 29"	0.9923983	16' 06.98"	23° 26' 06"	-10 m 59 s
10	347° 01' 40"	-0.85"	348° 03' 31"	-5° 07' 31"	0.9924087	16' 06.97"	23° 26' 06"	-10 m 59 s
11	347° 04' 10"	-0.85"	348° 05' 50"	-5° 06' 32"	0.9924192	16' 06.96"	23° 26' 06"	-10 m 58 s
12	347° 06' 40"	-0.85"	348° 08' 09"	-5° 05' 34"	0.9924297	16' 06.95"	23° 26' 06"	-10 m 57 s
13	347° 09' 10"	-0.84"	348° 10' 28"	-5° 04' 36"	0.9924402	16' 06.94"	23° 26' 06"	-10 m 57 s
14	347° 11' 40"	-0.84"	348° 12' 46"	-5° 03' 37"	0.9924507	16' 06.93"	23° 26' 06"	-10 m 56 s
15	347° 14' 10"	-0.84"	348° 15' 05"	-5° 02' 39"	0.9924612	16' 06.92"	23° 26' 06"	-10 m 56 s
16	347° 16' 40"	-0.83"	348° 17' 24"	-5° 01' 40"	0.9924717	16' 06.91"	23° 26' 06"	-10 m 55 s
17	347° 19' 10"	-0.83"	348° 19' 43"	-5° 00' 42"	0.9924822	16' 06.90"	23° 26' 06"	-10 m 54 s
18	347° 21' 40"	-0.83"	348° 22' 01"	-4° 59' 43"	0.9924928	16' 06.89"	23° 26' 06"	-10 m 54 s
19	347° 24' 10"	-0.82"	348° 24' 20"	-4° 58' 45"	0.9925033	16' 06.88"	23° 26' 06"	-10 m 53 s
20	347° 26' 40"	-0.82"	348° 26' 39"	-4° 57' 47"	0.9925138	16' 06.87"	23° 26' 06"	-10 m 53 s
21	347° 29' 10"	-0.81"	348° 28' 58"	-4° 56' 48"	0.9925244	16' 06.86"	23° 26' 06"	-10 m 52 s
22	347° 31' 40"	-0.81"	348° 31' 16"	-4° 55' 50"	0.9925349	16' 06.85"	23° 26' 06"	-10 m 51 s
23	347° 34' 10"	-0.81"	348° 33' 35"	-4° 54' 51"	0.9925455	16' 06.84"	23° 26' 06"	-10 m 51 s
24	347° 36' 40"	-0.80"	348° 35' 54"	-4° 53' 53"	0.9925560	16' 06.83"	23° 26' 06"	-10 m 50 s

*) for mean equinox of date

Data Matahari tanggal 8 Maret 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (*)	Ecliptic Latitude (*)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	347° 36' 40"	-0.80"	348° 35' 54"	-4° 53' 53"	0.9925560	16' 06.83"	23° 26' 06"	-10 m 50 s
1	347° 39' 10"	-0.80"	348° 38' 12"	-4° 52' 54"	0.9925666	16' 06.82"	23° 26' 06"	-10 m 49 s
2	347° 41' 40"	-0.80"	348° 40' 31"	-4° 51' 56"	0.9925771	16' 06.81"	23° 26' 06"	-10 m 49 s
3	347° 44' 10"	-0.79"	348° 42' 49"	-4° 50' 57"	0.9925877	16' 06.80"	23° 26' 06"	-10 m 48 s
4	347° 46' 40"	-0.79"	348° 45' 08"	-4° 49' 59"	0.9925983	16' 06.79"	23° 26' 06"	-10 m 48 s
5	347° 49' 10"	-0.78"	348° 47' 27"	-4° 49' 00"	0.9926088	16' 06.78"	23° 26' 06"	-10 m 47 s
6	347° 51' 40"	-0.78"	348° 49' 45"	-4° 48' 02"	0.9926194	16' 06.77"	23° 26' 06"	-10 m 46 s
7	347° 54' 10"	-0.77"	348° 52' 04"	-4° 47' 03"	0.9926300	16' 06.75"	23° 26' 06"	-10 m 46 s
8	347° 56' 40"	-0.77"	348° 54' 22"	-4° 46' 05"	0.9926406	16' 06.74"	23° 26' 06"	-10 m 45 s
9	347° 59' 10"	-0.77"	348° 56' 41"	-4° 45' 06"	0.9926512	16' 06.73"	23° 26' 06"	-10 m 44 s
10	348° 01' 40"	-0.76"	348° 58' 60"	-4° 44' 07"	0.9926618	16' 06.72"	23° 26' 06"	-10 m 44 s
11	348° 04' 10"	-0.76"	349° 01' 18"	-4° 43' 09"	0.9926724	16' 06.71"	23° 26' 06"	-10 m 43 s
12	348° 06' 40"	-0.75"	349° 03' 37"	-4° 42' 10"	0.9926830	16' 06.70"	23° 26' 06"	-10 m 43 s
13	348° 09' 10"	-0.75"	349° 05' 55"	-4° 41' 12"	0.9926937	16' 06.69"	23° 26' 06"	-10 m 42 s
14	348° 11' 40"	-0.75"	349° 08' 14"	-4° 40' 13"	0.9927043	16' 06.68"	23° 26' 06"	-10 m 41 s
15	348° 14' 10"	-0.74"	349° 10' 32"	-4° 39' 15"	0.9927149	16' 06.67"	23° 26' 06"	-10 m 41 s
16	348° 16' 40"	-0.74"	349° 12' 51"	-4° 38' 16"	0.9927256	16' 06.66"	23° 26' 06"	-10 m 40 s
17	348° 19' 10"	-0.73"	349° 15' 09"	-4° 37' 17"	0.9927362	16' 06.65"	23° 26' 06"	-10 m 40 s
18	348° 21' 40"	-0.73"	349° 17' 28"	-4° 36' 19"	0.9927469	16' 06.64"	23° 26' 06"	-10 m 39 s
19	348° 24' 10"	-0.72"	349° 19' 46"	-4° 35' 20"	0.9927575	16' 06.63"	23° 26' 06"	-10 m 38 s
20	348° 26' 40"	-0.72"	349° 22' 05"	-4° 34' 22"	0.9927682	16' 06.62"	23° 26' 06"	-10 m 38 s
21	348° 29' 10"	-0.71"	349° 24' 23"	-4° 33' 23"	0.9927788	16' 06.61"	23° 26' 06"	-10 m 37 s
22	348° 31' 40"	-0.71"	349° 26' 41"	-4° 32' 24"	0.9927895	16' 06.60"	23° 26' 06"	-10 m 36 s
23	348° 34' 10"	-0.70"	349° 28' 60"	-4° 31' 26"	0.9928002	16' 06.59"	23° 26' 06"	-10 m 36 s
24	348° 36' 40"	-0.70"	349° 31' 18"	-4° 30' 27"	0.9928109	16' 06.58"	23° 26' 06"	-10 m 35 s

*) for mean equinox of date

Data Matahari Tanggal 9 Maret 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	348° 36' 40"	-0.70"	349° 31' 18"	-4° 30' 27"	0.9928109	16' 06.58"	23° 26' 06"	-10 m 35 s
1	348° 39' 10"	-0.69"	349° 33' 37"	-4° 29' 29"	0.9928215	16' 06.57"	23° 26' 06"	-10 m 34 s
2	348° 41' 40"	-0.69"	349° 35' 55"	-4° 28' 30"	0.9928322	16' 06.56"	23° 26' 06"	-10 m 34 s
3	348° 44' 09"	-0.69"	349° 38' 13"	-4° 27' 31"	0.9928429	16' 06.55"	23° 26' 06"	-10 m 33 s
4	348° 46' 39"	-0.68"	349° 40' 32"	-4° 26' 33"	0.9928536	16' 06.54"	23° 26' 06"	-10 m 33 s
5	348° 49' 09"	-0.68"	349° 42' 50"	-4° 25' 34"	0.9928643	16' 06.53"	23° 26' 06"	-10 m 32 s
6	348° 51' 39"	-0.67"	349° 45' 09"	-4° 24' 35"	0.9928751	16' 06.52"	23° 26' 06"	-10 m 31 s
7	348° 54' 09"	-0.67"	349° 47' 27"	-4° 23' 37"	0.9928858	16' 06.51"	23° 26' 06"	-10 m 31 s
8	348° 56' 39"	-0.66"	349° 49' 45"	-4° 22' 38"	0.9928965	16' 06.50"	23° 26' 06"	-10 m 30 s
9	348° 59' 09"	-0.66"	349° 52' 04"	-4° 21' 39"	0.9929072	16' 06.49"	23° 26' 06"	-10 m 29 s
10	349° 01' 39"	-0.65"	349° 54' 22"	-4° 20' 40"	0.9929180	16' 06.47"	23° 26' 06"	-10 m 29 s
11	349° 04' 09"	-0.65"	349° 56' 40"	-4° 19' 42"	0.9929287	16' 06.46"	23° 26' 06"	-10 m 28 s
12	349° 06' 39"	-0.64"	349° 58' 59"	-4° 18' 43"	0.9929395	16' 06.45"	23° 26' 06"	-10 m 27 s
13	349° 09' 08"	-0.64"	350° 01' 17"	-4° 17' 44"	0.9929502	16' 06.44"	23° 26' 06"	-10 m 27 s
14	349° 11' 38"	-0.63"	350° 03' 35"	-4° 16' 46"	0.9929610	16' 06.43"	23° 26' 06"	-10 m 26 s
15	349° 14' 08"	-0.63"	350° 05' 53"	-4° 15' 47"	0.9929717	16' 06.42"	23° 26' 06"	-10 m 26 s
16	349° 16' 38"	-0.62"	350° 08' 12"	-4° 14' 48"	0.9929825	16' 06.41"	23° 26' 06"	-10 m 25 s
17	349° 19' 08"	-0.62"	350° 10' 30"	-4° 13' 49"	0.9929933	16' 06.40"	23° 26' 06"	-10 m 24 s
18	349° 21' 38"	-0.61"	350° 12' 48"	-4° 12' 51"	0.9930041	16' 06.39"	23° 26' 06"	-10 m 24 s
19	349° 24' 08"	-0.61"	350° 15' 06"	-4° 11' 52"	0.9930148	16' 06.38"	23° 26' 06"	-10 m 23 s
20	349° 26' 38"	-0.60"	350° 17' 25"	-4° 10' 53"	0.9930256	16' 06.37"	23° 26' 06"	-10 m 22 s
21	349° 29' 07"	-0.60"	350° 19' 43"	-4° 09' 55"	0.9930364	16' 06.36"	23° 26' 06"	-10 m 22 s
22	349° 31' 37"	-0.59"	350° 22' 01"	-4° 08' 56"	0.9930472	16' 06.35"	23° 26' 06"	-10 m 21 s
23	349° 34' 07"	-0.58"	350° 24' 19"	-4° 07' 57"	0.9930580	16' 06.34"	23° 26' 06"	-10 m 20 s
24	349° 36' 37"	-0.58"	350° 26' 37"	-4° 06' 58"	0.9930689	16' 06.33"	23° 26' 06"	-10 m 20 s

*) for mean equinox of date

Lampiran 6:

Surat Pengantar Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fs.walisongo.ac.id

Nomor : B-2258/Un.10.01/J4/PP.00.9/12/2016
Lamp. : -
Hal : **Pengantar Penelitian**

Semarang, 8 Desember 2016

Kepada Yth.

Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Balai Besar Teknologi
Konversi Energi (BPPT-B2TKE)
di

Tempat

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP : 19680515 199303 1 002
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian untuk keperluan penyusunan skripsi. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Ilmu Falak



Drs. H. Maksun, MAg
NIP. 19680515 199303 1 002

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip



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

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fs.walisongo.ac.id

Nomor : B-2258/Un.10.01/J4/PP.00.9/12/2016

Semarang, 8 Desember 2016

Lamp. :-

Hal : **Pengantar Penelitian**

Kepada Yth.

Pengelola Baron Technopark Gunung Kidul
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP : 19680515 199303 1 002
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian untuk keperluan penyusunan skripsi. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Ilmu Falak

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

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM**

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fs.walisongo.ac.id

Nomor : B-2258/Un.10.01/J4/PP.00.9/12/2016
Lamp. : -
Hal : Pengantar Penelitian

Semarang, 8 Desember 2016

Kepada Yth.

CV. Wastu Buana Adi Cipta
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP : 19680515 199303 1 002
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian untuk keperluan penyusunan skripsi. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Ketua Jurusan Ilmu Falak

Drs. H. Maksun, MAg
NIP. 19680515 199303 1 002

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip



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

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fs.walisongo.ac.id

Nomor : B-2258/Un.10.01/J4/PP.00.9/12/2016
Lamp. : -
Hal : **Pengantar Penelitian**

Semarang, 8 Desember 2016

Kepada Yth.

CV. Wastu Buana Adi Cipta
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP : 19680515 199303 1 002
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Isthohiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian untuk keperluan penyusunan skripsi. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Ilmu Falak

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

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip



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

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fs.walisongo.ac.id

Nomor : B-2258/Un.10.01/J4/PP.00.9/12/2016
Lamp. : -
Hal : **Pengantar Penelitian**

Semarang, 8 Desember 2016

Kepada Yth.

Bpk/Ibu Perancang Jam Matahari di Baron Technopark Gunung Kidul
di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP : 19680515 199303 1 002
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian untuk keperluan penyusunan skripsi. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Ilmu Falak



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

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 7:

Surat Keterangan Wawancara

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ridwan Budi Prasetyo, ST. M.Eng
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Umur : -
Jabatan : Kepala Baron Technopark Yogyakarta
Alamat :

Dengan ini menyatakan bahwa saudari:

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 122611021
Fakultas / Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Alamat : Jl. Bukit Wato-Wato I Blok B15 No 5 Perum Permata Puri

Ngaliyan Semarang Jawa Tengah

Benar-benar telah melakukan interview (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang diperlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul:

"Analisis Jam Matahari di Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta"

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon dapat digunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, .d.. Maret 20017



Ridwan Budi Prasetyo, ST. M.Eng.

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Agiv Perdana Putra.
Jenis Kelamin : Laki', Laki'.
Umur : 26 Tahun.
Jabatan : Arsitek .
Alamat : Jambon 03/02, Trihanggo, Gamping, Sleman, Jk.

Dengan ini menyatakan bahwa saudara:

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Fakultas / Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Alamat : Jl. Bukit Wato-Wato I Blok B15 No 5 Perum Permata Puri

Ngaliyan Semarang Jawa Tengah

Benar-benar telah melakukan interview (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang diperlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul:

“Analisis Jam Matahari di Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta”

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon dapat digunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 10 Maret 2017


AGIV PERDANA P.

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Gatot Suprihadi
Jenis Kelamin : Laki Laki
Umur : 46
Jabatan : Principal Arsitek / Direktur
Alamat : Jl. Kelurahan TK II / 232

Dengan ini menyatakan bahwa saudara:

Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
NIM : 132611021
Fakultas / Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Alamat : Jl. Bukit Wato-Wato I Blok B15 No 5 Perum Permata Puri
Ngaliyan Semarang Jawa Tengah

Benar-benar telah melakukan interview (wawancara) kepada kami guna melengkapi data yang diperlukan untuk menyusun skripsi mahasiswa tersebut dengan judul:

“Analisis Jam Matahari di Baron Technopark Gunungkidul Yogyakarta”

Demikian surat keterangan ini dibuat, mohon dapat digunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 10 Maret 2017


.....Gatot Suprihadi.....

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ishthofiyatul Khoiroh
Tempat, Tanggal Lahir : Rembang, 15 Juli 1995
Alamat Asal : Jalan Kampung RT.01/RW.V,
Rembang Jawa Tengah
Domisili : Perumahan Permata Puri Jln. Bkit Wato-
Wato I Blok B15 No.5
E-mail : ishthofiyatulkhoiroh95@gmail.com
Nomor Handphone: 082313086545

Riwayat Pendidikan :

A. Formal

1. RA Riyadlotut Thalabah Sedan Rembang
(1999 - 2001)
2. MI Riyadlotut Thalabah Sedan Rembang
(2001 - 2007)
3. MTs Riyadlotut Thalabah Sedan Rembang
(2007 - 2010)
4. MA Riyadlotut Thalabah Sedan Rembang
(2010 - 2013)
5. UIN Walisongo Semarang

B. Non-Formal

1. PP.Riyadlotut Thalabah
2. Madrasah Diniyah Banat Salafiyah Al-Ma'arif

3. TPA Al-Ittihad
4. Nano English Course Pare
5. ELFAST English Course Pare

Pengalaman Organisasi :

1. CSSMoRA UIN Walisongo
(2015 - 2016)
2. Lembaga Pers Mahasiswa Zenith
(2015 – 2016)