

**PEMBUKTIAN SAINS ATAS HADIS TENTANG
MATAHARI TERBIT DARI BARAT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1)
dalam Ilmu Falak



Disusun oleh :

Muhammad Fajri Kholili Zain

1902046009

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

2023

PERSETUJUAN PEMBIMBING



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

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185 Telp./fax (024) 760405 Website: fsh.walisongo.ac.id

Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Muhammad Fajri Kholili Zain

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Muhammad Fajri Kholili Zain
NIM : 1902046009
Prodi : Ilmu Falak
Judul : Pembuktian Sains atas Hadis Tentang Matahari Terbit dari Barat

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan. Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.
NIP. 19691102 201801 1 001

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimil (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah skripsi Saudara :

Nama : Muhammad Fajri Kholili Zain

NIM : 1902046009

Jurusan/Prodi : Ilmu Falak

Judul : Pembuktian Sains Atas Hadis Tentang Matahari Terbit dari Barat

Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan **Lulus**, pada tanggal :

26 Juni 2023

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I (S.I) pada Tahun
Akademik 2022/2023.

Semarang, 13 Juli 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji I,

Dr. H. Tolkah, MA.

NIP. 19690507 199603 1 005

Penguji III,

Maskur Rosyid, M.A.Hk.

NIP. 19870314 201903 1 004

Pembimbing I,

Dr. H. Ahmaduzzuddin, M.Ag.

NIP. 19720512 199903 1 003

Sekretaris/Penguji II,

Dr. Ahmad Adib Rofiudin, MSI.

NIP. 19891102 201801 1 001

Penguji IV,

Dr. Ika Aryani, ST., MT.

NIP. 19911231 201903 2 033

Pembimbing II,

Dr. Ahmad Adib Rofiudin, MSI.

NIP. 19891102 201801 1 001



MOTTO

أَنَّ خِيَارَ عِبَادِ اللَّهِ الَّذِينَ يُرَاعُونَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لِذِكْرِ اللَّهِ

(رواه الطبري)

“Sesungguhnya hamba-hamba Allah yang baik ialah yang selalu memperhatikan Matahari dan Bulan, untuk mengingat Allah. (H.R. At-Thabrani)

PERSEMBAHAN

Kehidupan bagaikan sebuah padang pasir luas tanpa ujung.

Ilmu pengetahuan menjadi oase penyejuk di tengah kegersangan itu. Nalar yang bersih akan menjadikan oase tersebut kebun yang indah. Namun, jika nalar digunakan dengan cara yang salah oase tersebut akan berlumut dan tak layak untuk disinggahi

Atas nama ilmu pengetahuan, karya ini penulis persembahkan sebagai salah satu bagian dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dalam bingkai *Unity of Sciences*

Semoga, dengan adanya karya ini Ilmu Pengetahuan yang berbasis pada akal (nalar) dapat menjadi jembatan bagi manusia untuk mengenal lebih dekat akan Tuhannya.

DEKLARASI

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah 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, 19 Juni 2023

Deklarator



Muhammad Fajri Kholili Zain

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin SKB Menteri Agama RI No. 158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/1987 tertanggal 22 Januari 1998.

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Sa	Š/š	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	Ḥ/ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ẓ/ẓ	Zet (dengan titik diatas)

ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Sad	Ṣ/ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	Dad	Ḍ/ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ta	Ṭ/ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	Ẓ/ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	‘	Koma terbalik (di atas)
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Ke
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em

ن	Nun	N	En
و	Wawu	W	We
هـ	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (*tasydid*) ditulis rangkap

Contoh: مقدمه ditulis *Muqaddimah*

C. Vokal

1. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh: فتح ditulis *fataḥa*

Kasrah ditulis “i”. Contoh: علم ditulis *‘alimun*

Dammah ditulis “u”. Contoh: كتب ditulis *kutub*

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap (fathah dan ya) ditulis “ai”.

Contoh : اين ditulis *aina*

Vokal rangkap (fathah dan wawu) ditulis “au”.

Contoh: حول ditulis *ḥaula*

D. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh: باع = *bā ‘a*

Kasrah ditulis “i”. Contoh: علم = *‘alī mun*

Dammah ditulis “u”. Contoh: علوم = *‘ulūmun*

E. Hamzah

Huruf Hamzah (ء) di awal kata tulis dengan vokal tanpa didahului oleh tanda apostrof (‘). Contoh: إيمان = *īmān*

F. Lafzul Jalalah

Lafzul jalalah (kata الله) yang terbentuk frase nomina ditransliterasikan tanpa hamzah. Contoh: عبدالله ditulis *‘Abdullah*

G. Kata Sandang “al-...”

1. Kata sandang “al-” tetap ditulis “al-”, baik pada kata yang dimulai dengan huruf qamariyah maupun syamsiyah.
2. Huruf “a” pada kata sandang “al-” tetap ditulis dengan huruf kecil.
3. Kata sandang “al-” di awal kalimat dan pada kata “Al-Qur’an” ditulis dengan huruf kapital.

H. Ta marbutah (ة)

Bila terletak diakhir kalimat, ditulis h, misalnya: البقرة ditulis *al-baqarah*. Bila di tengah kalimat ditulis t. Contoh: زكاة المال ditulis *zakāh al-māl* atau *zakātul māl*.

ABSTRAK

Banyak sekali teks-teks suci dalam agama Islam baik itu Al-Qur'an maupun hadis yang membahas fenomena terbitnya matahari dari barat. Namun, hingga saat ini belum ada suatu penelitian resmi yang membahas fenomena tersebut dalam pandangan sains. Hal tersebut kemudian merumuskan beberapa masalah umum seperti penjelasan teks-teks suci tersebut jika dilihat dari sudut pandang agama dan sains ataupun pembuktian serta prediksi terkait waktu terjadinya fenomena tersebut. Penelitian ini disusun menggunakan metode analisis kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan tersebut membatasi alat untuk analisis kasus pada suatu kejadian yang khusus. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pergeseran azimuth matahari pada saat ekuinoks. Dengan metode tersebut, ditemukan bahwa dalam pandangan agama fenomena matahari terbit dari barat dilihat sebagai sebagai suatu kejadian yang nyata dan akan berlaku secara fisik. Sedangkan sains kemudian menjelaskan bagaimana skenario yang memungkinkan untuk bisa menyebabkan fenomena tersebut terjadi. Selain itu, analisis pergeseran titik terbit matahari dengan mengacu pada azimuth terbit matahari pada saat Ekuinoks tidak dapat membuktikan serta tidak dapat memperkirakan kapan waktu matahari akan terbit dari arah barat yang menjadi tanda dari terjadinya kiamat.

Kata Kunci: Al-Qur'an dan Hadis, Kiamat, Terbit Matahari, Pergeseran Azimuth.

ABSTRACT

There are a lot of holy texts in Islam like Al-Qur'an and hadith discussing about the sun that will rise in the west. But, until now there has not been a study that explains this phenomenon from a scientific point of view. It creates several issues such as the explanation about the phenomenon of the sun that will rising from west from the point of view of religion and scientific terms nor the way to prove and predict the time of this phenomenon. This research was compiled using a qualitative analysis method with a case study approach. This approach limits its analysis tools to one specific case. This study used an analysis of the sun's azimuth shift at the time of the equinox to prove the possibility of sunrise from the west. With this method, it is discovered that in a religious view the phenomenon of the rising sun from the west is seen as a real event and will occur physically. Meanwhile, science to be explanatory how the possible scenarios can cause this phenomenon to occur. In addition, an analysis of the shift in the rising point of the sun with reference to the azimuth of the sun at the time of equinox cannot prove and cannot predict when the sun will rise from the west which is a sign of the doomsday.

Keywords: Al-Qur'an and Hadith, Doomsday, Rising of Sun, Azimuth Shift.

KATA PENGANTAR

Tidak ada kalimat lain yang dapat diungkapkan selain kalimat syukur *Alhamdulillahillāhirabbil'ālamīn*. Kalimat syukur menjadi penggambar betapa besar Rahmat dan kasih sayang yang Allah SWT berikan kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Pembuktian Sains Atas Hadis Tentang Matahari Terbit dari Barat”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Segala halang dan rintang yang datang menghadang tak akan ada artinya jika kita punya harapan dan memasrahkan semuanya kepada Allah Yang Maha Kuasa. Semua akan terasa indah jika cahaya petunjuk dari-Nya selalu tercurahkan tanpa hentinya, mengalir deras tanpa dapat dicegah, dan membasahi seluruh bagian dari raga dan rasa.

Shalawat serta salam tak hentinya penulis haturkan keharibaan sang reformis dunia, baginda Nabi besar Muhammad SAW. Lentera yang dibawanya menerangi setiap sudut alam, menghilangkan segala kegelapan. Zaman yang dipenuhi ke-*jahiliyah*-an diubahnya menjadi zaman yang penuh dengan gemerlapnya ilmu pengetahuan. Segala Rahmat ditebarkan membangun peradaban yang menjunjung tinggi kemanusiaan. Tanpanya, tidak akan dapat diri ini merasakan nektar manis dari pendidikan yang membangun jiwa menuju kemapanan dalam prinsip dan sikap.

Tentunya, dalam proses penyusunan skripsi ini banyak campur tangan pihak yang rela mencurahkan waktu, tenaga, dan pikirannya dengan Ikhlas membantu penulis untuk

menyelesaikannya. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Abiya Abdul Qadir dan Umi Muniroh, ketiga saudara kandung penulis Cak Bit (Abidurrahman), Dek Zi (Muhammad Kholid Azizi), dan Dek Ijul (Izzul Alfin Azhari) yang selama ini terus menerus tanpa lelah dan sedikit pun keluh kesah memberikan dukungan kepada penulis. Tulus dalam memberikan cinta, kasih sayang dan perhatian. Tidak ada tempat lain untuk pulang dan melepaskan seluruh penat selain bertemu dengan keluarga dengan senyuman yang menempel di wajah mereka.
2. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Dr. H. Mohammad Arja Imroni, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag., selaku dosen pembimbing I sekaligus dosen wali penulis yang selama ini telah mendampingi, menuntun, memberikan arahan, serta selalu mengingatkan akan tujuan penulis dalam melaksanakan kuliah hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian akhir ini. Seluruh dukungan dan kesempatan yang telah beliau berikan selama perkuliahan tidak akan dapat diganti dengan suatu apapun.
5. Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I., selaku dosen pembimbing II yang selama ini telah mendukung dan mendorong penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tanpa bimbingan, arahan, dan semangat dari beliau tidak mungkin

skripsi ini dapat tersajikan dengan apik dihadapan pembaca sekalian.

6. Ahmad Munif, S.H., M.S.I., selaku Ketua Program Studi Ilmu Falak atas dukungan dan semangat yang beliau berikan kepada seluruh mahasiswa, terutama kepada penulis secara pribadi menjadi penguat dan menjadi solusi ketika jalan buntu menghadang di depan mata.
7. Seluruh dosen dan staff Universitas Islam Negeri Walisongo, ucapan terimakasih rasanya tidak cukup untuk menebus seluruh jasa yang telah engkau berikan. Semoga, Allah SWT selalu memberkahi dan menjadikan pengabdian seluruh dosen dan staff ladang pahala yang mengalirkan kebahagiaan di dunia maupun di akhirat.
8. KH. Muhyiddin Abdusshomad beserta Dr. Nyai Hj. Hodaifah, M.Pd.I., dan Abah Yai Zaenal Arifin, S.HI., M.Ag., beserta Nyai Ismah, M.Pd., *Murobbi Ruhina wa Jasadina* tanpa doa dan didikan dari beliau semua, penulis yakin, penulis tidak akan menjadi sosok seperti saat ini. Semoga penulis diakui sebagai santri dan semoga mendapat cucuran berkah dari beliau semua.
9. Mba Hairlinda Arini Agustin, sosok yang pertama kali mengenalkan Astronomi lebih jauh kepada penulis dan membimbing penulis hingga saat ini penulis dapat berkuliah di prodi Ilmu Falak.
10. Seluruh *ustadz-ustadzah*, guru, dan pendidik baik di sekolah maupun di luar sekolah, baik di pesantren maupun lembaga formal, baik senior maupun yang sebaya *man ana laulakum*.

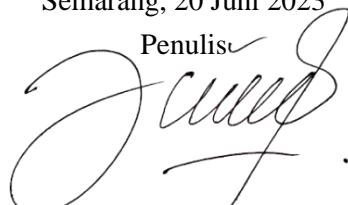
11. Seluruh keluarga besar KH, Abdurrahman Curahmati dan keluarga besar H. Luthfi Gumukmas, terimakasih atas seluruh do'a dan dukungannya semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik. Terkhusus, untuk para sepupu Mbak Vika dan Cong OO *you're the place to get some happiness*.
12. Gatal Club (Ariba, Aini, Hanafi) Club Awikwok yang menjadikan hidup seringan kapas dan membuat mulut dapat tertawa dengan lepas (GBL).
13. Pecinta Gempol Putih (Miss Fia dan Nyai Sabil) + Much Much Hota Hae *partner* diskusi, *partner* nulis, *partner* pusing-pusing, *partner* yang hebat-hebat, pemimpin masa depan, penggerak dan pelindung masyarakat.
14. Holiyeay Gasskeun, terimakasih telah mau gass kemana-mana.
15. Teman-teman kamar 8 PP. Al-Qur'an Al-Masthuriyah, teman belajar, berbagi kisah, dan keluarga pengganti di Kota Semarang yang panas.
16. Keluarga besar Unity (Ilmu Falak 2019), keluarga yang mengajarkan kebersamaan meskipun berasal dari latar belakang budaya yang berbeda-beda, *the real* "Bhinneka Tunggal Ika"
17. Wadyabala Justisia terkhusus keluarga *Sudut Institute* yang telah mengenalkan sudut pandang baru dan menanamkan cara berpikir kritis dengan landasan akademis yang kuat, tidak hanya asal berbicara tapi harus ada yang diperjuangkan.
18. Keluarga ORION 2019.
19. Keluarga KKN 52, keluarga seatap selama 45 hari dan seterusnya.

20. Seluruh teman-teman seperjuangan, kakak tingkat, dan adik tingkat, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas pengalaman dan pengajaran yang terukir indah dan menjadi sebaik-baiknya tempat untuk belajar.
21. Blackpink (**Jisoo**, Jennie, Rose, dan Lisa) dan Mba Taylor Swift yang telah menularkan semangatnya untuk terus mengejar cita dan harapan setinggi-tingginya dan membuat Bahagia ketika pusing melanda.
22. Pastinya, untuk diri ini yang telah berjuang untuk mencapai titik ini, ingat selalu untuk tidak puas atas pencapaian yang ada, hidup selamanya untuk belajar.

Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dalam setiap situasi dan kondisi. Meskipun ucapan terimakasih tidak dapat menggantikan semuanya, penulis berdoa semoga Allah memberikan ganti yang lebih baik. Tentunya, karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis sangat terbuka atas kritik, saran, dan masukan dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat memberikan nafas baru dalam dunia pendidikan dan dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Semarang, 20 Juni 2023

Penulis



Muhammad Fajri Kholili Zain

19020406009

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
DEKLARASI	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI	vii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR BAGAN	xxiv
DAFTAR GAMBAR	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah.....	8
C. Tujuan penelitian	8
D. Manfaat penelitian	8
E. Tinjauan pustaka.....	9
F. Metode penelitian	12
G. Sistematika penulisan	24

BAB II MATAHARI DAN HADIS NABI DALAM FENOMENA KIAMAT	26
A. Hadis Nabi Serta Kedudukannya dalam Islam dan Ilmu Pengetahuan	26
B. Kiamat dan Tanda-tandanya dalam Dalil Syar’i	37
C. Kiamat dalam Pandangan Sains	45
D. Tinjauan Umum Matahari dan Pergerakannya.....	57
E. Koordinat Bola Langit untuk Menentukan Posisi Matahari	77
BAB III PEMBUKTIAN MATAHARI TERBIT DARI BARAT MELALUI ANALISIS PERGESERAN AZIMUTH TERBIT MATAHARI PADA SAAT EKUINOKS	94
A. Ekuinoks dan Hubungannya dengan Deklinasi Matahari	95
B. Matahari Terbit pada Saat Ekuinoks	120
C. Azimuth Matahari Terbit pada Saat Ekuinoks	144
D. Pergeseran Azimuth Terbit Matahari Pada Saat Ekuinoks Sebagai Indikator Pergeseran Lokasi Terbit Matahari dari Timur ke Barat	165
BAB IV MENDIALOGKAN TEKS-TEKS SUCI AGAMA ISLAM DENGAN SAINS DALAM MEMBAHAS KIAMAT	209
A. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembuktian Terbitnya Matahari dari Barat Menggunakan Analisis Pergeseran Azimuth.....	209
B. Mendialogkan Teks-teks Keagamaan dengan Fakta Sains Terkait Kejadian Kiamat	214

C. Alternatif Metode Penelitian Lain untuk Membuktikan Fenomena Terbitnya Matahari dari Barat dan Temuan Lain dalam Penelitian	230
BAB V PENUTUP	237
A. Kesimpulan.....	237
B. Saran.....	238
DAFTAR PUSTAKA	240
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	251
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	295

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data terjadinya vernal equinox, Sumber: dokumentasi pribadi.....	104
Tabel 3. 2 Data terjadinya autumnal equinox, Sumber: dokumentasi pribadi	110
Tabel 3. 3 Data waktu terbit matahari pada saat vernal equinox	128
Tabel 3. 4 Data waktu terbit matahari pada saat autumnal equinox	134
Tabel 3. 5 Nilai azimuth matahari pada saat terbit dalam periode vernal equinox	150
Tabel 3. 6 Nilai azimuth matahari pada saat terbit dalam periode autumnal equinox	156
Tabel 3. 7 Siklus ketiga pada periode 1.ve	168
Tabel 3. 8 Siklus keempat pada periode 1.ve	169
Tabel 3. 9 Siklus kelima pada periode 1.ve.....	169
Tabel 3. 10 Siklus keenam pada periode 1.ve	169
Tabel 3. 11 Siklus ketujuh pada periode 1.ve.....	170
Tabel 3. 12 Siklus kedelapan pada periode 1.ve	170
Tabel 3. 13 Siklus pertama pada periode 2.ve.....	171
Tabel 3. 14 Siklus kedua pada periode 2.ve	171
Tabel 3. 15 Siklus ketiga pada periode 2.ve.....	171
Tabel 3. 16 Siklus keempat pada periode 2.ve	172
Tabel 3. 17 Siklus kelima pada periode 2.ve.....	172
Tabel 3. 18 Siklus keenam pada periode 2.ve	173
Tabel 3. 19 Siklus ketujuh pada periode 2.ve.....	173
Tabel 3. 20 Siklus kedelapan pada periode 2.ve	173
Tabel 3. 21 Siklus pertama pada periode 3.ve.....	174
Tabel 3. 22 Siklus kedua pada periode 3.ve	174
Tabel 3. 23 Siklus ketiga pada periode 3.ve.....	175
Tabel 3. 24 Siklus keempat pada periode 3.ve	175
Tabel 3. 25 Siklus kelima pada periode 3.ve.....	175
Tabel 3. 26 Siklus keenam pada periode 3.ve	176
Tabel 3. 27 Siklus ketujuh pada periode 3.ve.....	176

Tabel 3. 28 Siklus kedelapan pada periode 3.ve	177
Tabel 3. 29 Siklus pertama pada periode 4.ve.....	177
Tabel 3. 30 Siklus kedua pada periode 4.ve	177
Tabel 3. 31 Siklus kelima pada periode 1.ae	178
Tabel 3. 32 Siklus keenam pada periode 1.ae	179
Tabel 3. 33 Siklus ketujuh pada periode 1.ae.....	179
Tabel 3. 34 Siklus kedelapan pada periode 1.ae.....	179
Tabel 3. 35 Siklus pertama pada periode 2.ae	180
Tabel 3. 36 Siklus kedua pada periode 2.ae	180
Tabel 3. 37 Siklus ketiga pada periode 2.ae	181
Tabel 3. 38 Siklus keempat pada periode 2.ae	181
Tabel 3. 39 Siklus kelima pada periode 2.ae	181
Tabel 3. 40 Siklus keenam pada periode 2.ae	182
Tabel 3. 41 Siklus ketujuh pada periode 2.ae.....	182
Tabel 3. 42 Siklus kedelapan pada periode 2.ae.....	183
Tabel 3. 43 Siklus pertama pada periode 3.ae	183
Tabel 3. 44 Siklus kedua pada periode 3.ae	183
Tabel 3. 45 Siklus ketiga pada periode 3.ae	184
Tabel 3. 46 Siklus keempat pada periode 3.ae	184
Tabel 3. 47 Siklus kelima pada periode 3.ae	185
Tabel 3. 48 Siklus keenam pada periode 3.ae	185
Tabel 3. 49 Siklus ketujuh pada periode 3.ae.....	185
Tabel 3. 50 Siklus kedelapan pada periode 3.ae.....	186
Tabel 3. 51 Siklus pertama pada periode 4.ae	186
Tabel 3. 52 Siklus kedua pada periode 4.ae	187
Tabel 3. 53 Siklus ketiga pada periode 4.ae	187
Tabel 3. 54 Siklus keempat pada periode 4.ae	187
Tabel 3. 55 Siklus kelima pada periode 4.ae	188
Tabel 3. 56 Siklus ketujuh pada periode 4.ae.....	188
Tabel 3. 57 Perbandingan titik teratas pada periode 1.ve.....	190
Tabel 3. 58 Perbandingan titik terbawah pada periode 1.ve.....	191
Tabel 3. 59 Perbandingan titik teratas pada periode 2.ve.....	191
Tabel 3. 60 Perbandingan titik terbawah pada periode 2.ve....	192
Tabel 3. 61 Perbandingan titik teratas pada periode 3.ve.....	193
Tabel 3. 62 Perbandingan titik terbawah pada periode 3.ve.....	193
Tabel 3. 63 Perbandingan titik teratas pada periode 4.ve.....	194

Tabel 3. 64 Perbandingan titik terbawah pada periode 4.ve.....	194
Tabel 3. 65 Perbandingan titik teratas pada vernal equinox dengan periode yang berbeda.....	195
Tabel 3. 66 Perbandingan titik terbawah pada vernal equinox dengan periode yang berbeda.....	196
Tabel 3. 67 Perbandingan antara titik teratas autumnal equinox pada siklus ke-3.....	197
Tabel 3. 68 Perbandingan titik teratas pada periode 1.ae.....	199
Tabel 3. 69 Perbandingan titik terbawah pada periode 1.ae.....	199
Tabel 3. 70 Perbandingan titik teratas pada periode 2.ae.....	200
Tabel 3. 71 Perbandingan titik terbawah pada periode 2.ae.....	201
Tabel 3. 72 Perbandingan titik teratas pada periode 3.ae.....	201
Tabel 3. 73 Perbandingan titik terbawah pada periode 3.ae.....	202
Tabel 3. 74 Perbandingan titik teratas pada periode 4.ae.....	203
Tabel 3. 75 Perbandingan titik terbawah pada periode 4.ae.....	203
Tabel 3. 76 Perbandingan titik teratas pada autumnal equinox dengan periode yang berbeda.....	204
Tabel 3. 77 Perbandingan titik terbawah pada autumnal equinox dengan periode yang berbeda.....	205
Tabel 3. 78 Perbandingan titik tertinggi autumnal equinox pada siklus ke-4 dan ke-5.....	206
Tabel 4. 1 Perbandingan jam terbit matahari dengan jam terjadinya ekuinoks pada saat vernal equinox.....	210
Tabel 4. 2 Perbandingan jam terbit matahari dengan jam terjadinya ekuinoks pada saat autumnal equinox.....	211

DAFTAR BAGAN

Bagan 1.1 Alur proses penelitian menggunakan metodologi Studi Kasus	17
Bagan 3. 1 Pola perulangan waktu terjadinya Vernal Ekuinoks selama 100 tahun, Sumber: dokumentasi pribadi 118	
Bagan 3. 2 Pola perulangan waktu terjadinya Autumnal Ekuinoks selama 100 tahun, Sumber: dokumentasi pribadi	119
Bagan 3. 3 Pola perbedaan waktu terbit pada saat vernal equinox	142
Bagan 3. 4 Pola perbedaan waktu terbit pada saat autumnal equinox	143
Bagan 3. 5 Azimuth Terbit Matahari saat Vernal Equinox	163
Bagan 3. 6 Azimuth Terbit Matahari saat Autumnal Equinox ..	164
Bagan 4. 1 Siklus waktu terjadinya Vernal Equinox.....	234
Bagan 4. 2 Siklus waktu terjadinya Autumnal Equinox.....	234

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan data deklinasi matahari pada program excel (kiri) dengan Ephemeris Kemenag (kanan), sumber: dokumentasi pribadi	21
Gambar 2.1 Ilustrasi peredaran matahari sesungguhnya dan matahari hayal, Sumber: Jurnal Khusurur dan Arifin.....	74
Gambar 2.2 Diagram waktu matahari dalam pelaksanaan ibadah umat muslim (sumber: Jurnal Arino Bemi Sabdo, Mu'amalat, Vol. 1, 2015).....	77
Gambar 2.3 Lingkaran Dasar Utama pada Tata Koordinat Ekuator, Sumber: Dokumentasi Pribadi.....	82
Gambar 2.4 Kerangka Bola Langit yang terdiri dari Lingkaran Dasar Utama dan Lingkaran Dasar Kedua, Sumber: Dokumentasi Pribadi	83
Gambar 2.5 Ilustrasi kutub pada Tata Koordinat Ekuator, Sumber: Dokumentasi Pribadi	83
Gambar 2.6 Ilustrasi titik aries, Sumber: Dokumentasi Pribadi ..	84
Gambar 2.7 Ilustrasi tata Koordinat Ekuator, Sumber: dokumentasi pribadi.....	85
Gambar 2.8 Lingkaran Dasar Utama pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: Dokumentasi Pribadi.....	86
Gambar 2.9 Lingkaran dasar kedua pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi.....	87
Gambar 2.10 Ilustrasi kutub pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi.....	87

Gambar 2.11 Ilustrasi titik asal perhitungan koordinat pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi	88
Gambar 2.12 Penggambaran posisi benda langit pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi	89
Gambar 2.13 Lingkaran dasar utama pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi	90
Gambar 2.14 Lingkaran dasar kedua pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi	91
Gambar 2.15 Penggambaran kutub pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi.....	91
Gambar 2.16 Ilustrasi titik asal perhitungan pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi	92
Gambar 2.17 Penggambaran posisi benda langit pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi	93
Gambar 3. 1 Kemiringan sumbu rotasi bumi yang mengakibatkan lintasan tahunan matahari tidak sejajar dengan lingkaran ekuator, Sumber: https://climate.nasa.gov	97
Gambar 3. 2 Intensitas cahaya matahari yang sampai pada permukaan bumi pada posisi solstis musim dingin, solstis musim panas, d panas, dan ekuinoks, Sumber: https://spaceplace.nasa.gov/seasons/en/	98
Gambar 3. 3 Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh bumi pada saat ekuinoks, garis-garis horizontal menggambarkan lintang tempat, Sumber Bayong Tjasyono	100
Gambar 3. 4 Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh bumi pada saat solstis musim panas (a) dan solstis musim dingin (b), garis-garis horizontal menggambarkan lintang tempat, Sumber: Bayong Tjasyono.....	100

Gambar 3. 5 Ilustrasi Deklinasi dan Asensio rekta pada tata koordinat ekuator, Sumber: dokumentasi pribadi	101
Gambar 3. 6 Ilustrasi ketinggian benda langit dalam tata koordinat horizon, Sumber: dokumentasi pribadi	121
Gambar 3. 7 Ilustrasi segitiga bola sudut waktu dalam bola langit horizon + ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi	122
Gambar 3. 8 Segitiga bola sudut waktu, Sumber: dokumentasi pribadi.....	123
Gambar 3. 9 Ilustrasi perhitungan nilai azimuth pada tata koordinat bola langit horizon, Sumber: dokumentasi pribadi.....	145
Gambar 3. 10 Perbandingan lintasan matahari pada saat equinox dan solstis di lokasi yang memiliki lintang berbeda, Sumber: stanford solar center	146
Gambar 3. 11 Segitiga bola azimuth, Sumber: dokumentasi pribadi	148
Gambar 3. 12 Pergeseran titik azimuth dari arah timur (T) ke titik x yang mengarah ke arah barat, Sumber: dokumentasi pribadi.	166

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Banyak sekali teks-teks suci agama Islam membahas mengenai kiamat serta tanda-tandanya. Misalkan beberapa hadis yang menguraikan secara detail tanda-tanda baik berupa kejadian alamiah maupun psikologis-kemasyarakatan. Beberapa hadis mengungkapkan secara eksplisit bahwa salah satu dari tanda akan terjadinya kiamat adalah terbitnya Matahari dari arah barat. Salah satunya adalah hadis nomor 4872 yang terdapat dalam kitab *Shāhih Muslim* dalam hadis tersebut terdapat klausul yang memiliki makna “*Barangsiapa bertaubat sebelum Matahari terbit dari barat (kiamat), maka Allah masih akan menerima taubatnya*”. Namun, sangat disayangkan hingga saat ini belum ada yang membahas kejadian yang ada dalam teks-teks Ilahiah tersebut melalui sudut pandang sains yang terperinci dan khusus. Ketiadaan pembahasan tersebut menyebabkan banyak sekali fenomena sosial yang berdampak besar kepada masyarakat.

Beberapa tahun belakangan, santer dibahas oleh masyarakat mengenai fenomena alam yang dianggap sebagai tanda-tanda kiamat. Hampir setiap tahun pembahasan tersebut terus muncul tanpa verifikasi keilmuan yang jelas. Pada bulan Juni, tahun 2021 muncul sebuah video yang viral dan membuat banyak masyarakat panik. Video tersebut diunggah oleh seorang warga dari Jeneponto, Sulawesi Selatan yang berisikan kehebohan masyarakat di Jeneponto karena matahari tidak terbit pas di arah timur, melainkan agak condong ke arah utara.¹

¹ “Video Matahari Terbit Dari Utara Hingga Gegerkan Warga Jeneponto, Ini Penjelasan BMKG” (Indonesia: Tribunnews, 2021), accessed March 26, 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=vWp63E2CoTE>.

Pada tahun 2022, muncul kembali pembahasan serupa tetapi pembahasan ini berawal dari sebuah postingan Facebook seseorang yang menggunakan username NASA dan mengatakan bahwasannya Matahari akan terbit dari arah barat dalam waktu beberapa dekade kedepan. Postingan ini kemudian mendapatkan tanggapan NASA² langsung yang mengatakan bahwa narasi tersebut bukan berasal dari NASA dan hanya postingan orang asing belaka.³ Pembahasan serupa juga muncul dari sumber yang sama, dan sempat membuat geger masyarakat di jagat sosial media pada awal tahun 2023.⁴

Kehebohan tersebut masuk akal karena kiamat memiliki kedudukan yang sangat tinggi dalam Islam, ia termasuk ke dalam salah satu dari rukun Iman. Salah satu bukti bahwa seseorang merupakan orang Islam apabila ia telah memenuhi beberapa syarat keimanan. Setidaknya terdapat 6 hal yang harus diimani oleh seorang muslim, dan salah satunya adalah mengimani hari akhir atau biasa kita kenal dengan istilah

² National Aeronautics and Space Administration, sebuah badan independent milik Pemerintah Federal Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program luar angkasa sipil, serta penelitian aeronautika dan luar angkasa. (lihat: "[Official US Executive Branch Web Sites – Newspaper and Current Periodical Reading Room \(Serial and Government Publications Division, Library of Congress\)](#)". *loc.gov*. Diarsipkan dari [versi asli](#) tanggal 16 Mei 2016 oleh Wikipedia. Diakses tanggal 30 Maret 2023)

³ Syifa Hanifah, "CEK FAKTA: Viral NASA Prediksi Matahari Terbit Dari Barat, Simak Faktanya," *Merdeka.Com*, last modified 2022, accessed March 20, 2023, <https://www.merdeka.com/cek-fakta/cek-fakta-viral-nasa-prediksi-matahari-terbit-dari-barat-simak-faktanya.html>.

⁴ Intan Rakhmayanti Dewi, "Tanda Kiamat, Ini Kata NASA Soal Matahari Terbit Dari Barat," *CNBC Indonesia*, last modified 2023, accessed March 20, 2023, <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20230221092644-37-415535/tanda-kiamat-ini-kata-nasa-soal-matahari-terbit-dari-barat>.

Kiamat.⁵ Sebagaimana dijelaskan dalam kitab *al-Jawāhir al-Kalāmiyyah* yang dikarang oleh Syekh Ṭahīr bin Ṣālih al-Jazairi dijelaskan sebagai berikut: “Rukun aqidah Islamiyah itu ada enam hal, yaitu: iman kepada Allah SWT, Iman kepada malaikat Allah, iman kepada kitab-kitab Allah, iman kepada rasul Allah, iman kepada hari akhir, dan iman kepada qadar (takdir) Allah.”⁶ Berita akan datangnya hari kiamat merupakan petunjuk Allah Swt., yang hanya disampaikan kepada Nabi akhir zaman, Muhammad SAW. Sebelumnya, tidak ada seorangpun yang membicarakan tentang hari kehancuran seluruh alam semesta, seperti digambarkan dalam kitab suci agama Islam.⁷ Karena itulah, pemberitaan akan tanda-tanda datangnya hari kiamat termasuk salah satu mukjizat yang diberikan oleh Allah kepada Rasulullah SAW. Tanda-tanda tersebut berbaran di antara teks-teks suci agama Islam, seperti Al-Qur’an dan hadis. Dimana, teks-teks suci tersebut berkedudukan sebagai dasar filosofis dan penentu perilaku umat Islam dalam kehidupan sehari-hari.⁸

Al-Qur’an dan hadis sebagai sumber utama hukum Islam menyimpan banyak sekali misteri dan teori yang belum terpecahkan oleh manusia. menurut Agus Purwanto, Al-Qur’an

⁵ Jessica Two and Martin Curtice, “The Islamic Faith and Best Interests,” *BJPpsych Bulletin*, no. 43 (2019): 177, <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/E43522EE17C2053A26D9CF9E3E9CC348/S2056469419000044a.pdf/div-class-title-the-islamic-faith-and-best-interests-div.pdf>.

⁶ Ṭahīr bin Sholih Al-Jazairi, *Al-Jawāhiru Al-Kalāmiyyah* (Semarang: Pustaka Alawiyah, n.d.), 3.

⁷ Royani Marhan, *Kiamat dan Akhirat* (Jakarta: Erlangga, 2012), 19.

⁸ Xunzhou Ma and Zhen Xing Wu, “Do Sacred Texts Glorifying Allah Facilitate Muslims’ Trust and Trustworthiness? Evidence from Field Experiments in China,” *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 83, no. September (2019): 101466, <https://doi.org/10.1016/j.socec.2019.101466>.

memuat 1.108 ayat yang menyebutkan kata yang memiliki kaitan dan bersinggungan dengan alam. Seperti air, awan, besi, bintang, burung, cahaya, darah, emas, jahe, dan sebagainya. Ayat-ayat tersebut jika ditelaah lebih mendalam menuntun para pembacanya pada konstruksi ilmu alam dan ilmu-ilmu pengetahuan lainnya.⁹ Tidak hanya itu, Al-Qur'an dan Hadis sebenarnya telah sangat rinci dalam membahas kehidupan manusia di dunia ini, dimulai dari awal terciptanya alam, dilanjutkan bagaimana manusia hadir dan berperan, hingga akhirnya alam ini hancur dan manusia hanyalah bagaikan bulu yang beterbangan.¹⁰

Al-Qur'an dan Hadis selalu lebih terdepan dari pada sains, tapi Al-Qur'an dan hadis bukan buku pelajaran sains. Al-Qur'an dapat dijadikan inspirasi bagi pengembangan sains, tetapi jangan jadikan sains sebagai alat legitimasi atas kebenaran Al-Qur'an karena kebenaran sains masih bersifat dinamis (dapat berubah pada kondisi tertentu).¹¹ Keduanya¹² merupakan penuntun bagi umat manusia dalam mengarungi ketiga dimensi kehidupan, yaitu dimensi alam fana, *barzakh* dan akhirat. Ia merupakan mukjizat paling besar pengaruhnya, isinya selalu relevan dengan kehidupan, serta ilmu-ilmu yang terkandung di dalamnya. Meskipun, kitab ini sudah diturunkan sejak 1400 tahun yang lalu, hal ini merupakan anugerah bagi manusia. Di

⁹ Agus Purwanto, *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Menjadikan Al-Quran Sebagai Basis Kontruksi Ilmu Pengetahuan*, ed. Yadi Seful Hidayat and Henny Irawati (Bandung: Mizan, 2012), 77.

¹⁰ Mesbahul Hoque Chowdury et al., "Application of Modern Technology Im the Study of Hadith and Its Sciennces: A Case Study," *Advanced Science Letters* 23 (2017): 4773.

¹¹ Muhammad Zainuddin, "Al-Quran Dan Sains Modern," *UIN Malik Ibrahim*, last modified 2013, accessed March 6, 2023, <https://uin-malang.ac.id/r/131101/al-qu-an-dan-sains-modern.html>.

¹² Al-Quran dan Hadis

dalamnya, banyak penjelasan mengenai ilmu pengetahuan modern dan berbagai fenomena yang terjadi di dunia ini dan itu terbukti nyata dengan ditemukannya teori-teori yang berkesinambungan dengan ayat-ayat tersebut.¹³

Selain hadis riwayat Imam Muslim nomor 4872 yang telah disebutkan sebelumnya terdapat juga hadis yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah dalam kitab Sunan-nya nomor 4058 yang menyebutkan bahwasannya tidak akan terjadi kiamat sehingga Matahari terbit dari barat. Menurut pendapat beberapa ulama, tanda-tanda kiamat yang disebutkan dalam beberapa teks hadis di atas adalah kejadian fisik yang benar-benar terjadi secara alamiah. Sebagaimana pendapat Imam *al-Qurṭubi* yang menyebutkan bahwa dari beberapa tanda kiamat ada yang sudah terjadi dan ada akan terjadi di masa yang akan datang. Tanda-tanda yang sudah terjadi seperti terjadinya tiga gerhana yang menurutnya sudah terjadi di masa Rasulullah SAW.¹⁴ *al-Qurṭubi* memberikan penjelasan tersebut ketika menjabarkan hadis yang didalamnya membahas tentang 10 tanda akan terjadinya kiamat, yang mana fenomena Matahari terbit dari arah arah barat termasuk ke dalam salah satu tanda tersebut.

Berdasarkan pendapat *al-Qurṭubi* tersebut kita dapat mengambil benang merah bahwasannya kejadian-kejadian yang berhubungan dengan alam sebagai tanda terjadinya kiamat dipahami sebagai kejadian fisik yang benar-benar akan terjadi. Dalam artian, telah terjadi di masa lampau, akan terjadi di masa depan, bahkan terdapat juga kemungkinan ada beberapa tanda yang sedang terjadi di masa sekarang. Dari beberapa

¹³ Ridwan Abdullah Sani, *Alquran Dan Sains*, ed. Sri Budi Hastuti (Jakarta: AMZAH, 2020), vii.

¹⁴ Muhammad Syamsul Haq Abadi, *'Aunul Ma'būd Syarhu Sunan Abī Dāwud*, Juz XI. (Beirut: Darul Kutub Al-Ilmiyah, n.d.), 290-291.

pengamatan penulis terhadap penelitian yang telah lalu mengenai kiamat, banyak para peneliti membahas mengenai kejadian tersebut. Namun, masih sedikit atau bahkan tidak ada yang membahasnya dalam kacamata atau perspektif sains. Banyak dari penelitian terdahulu hanya membahas kejadian kiamat sebagai kejadian yang bersifat religi yang hanya berpengaruh pada kondisi psikologis umat yang mempercayainya. Memang hal tersebut tidak salah, tetapi apa salahnya jika kita mencoba membahas kejadian-kejadian tersebut dari kacamata yang berbeda. Toh, sains juga akan membawa kita pada puncak pemahaman mengenai wujud keagungan Tuhan.

Hadis-hadis yang menjelaskan kejadian kiamat bersangkutan dengan fenomena-fenomena alamiah, khususnya matahari terbit dari barat sangatlah menarik untuk diulas lebih dalam. Sebagaimana telah diketahui bersama bahwasannya sejak berabad-abad yang lalu hingga saat ini matahari seyogyanya hanya terbit dari arah timur.¹⁵ Sedangkan hadis-hadis tersebut membahas bahwasannya terdapat kemungkinan jika nantinya matahari akan terbit dari arah barat. Tapi, dalam kacamata sains, bagaimana bisa matahari ini terbit dari arah barat? apakah ada kemungkinan hal tersebut terjadi? Sebagaimana telah dijelaskan pula oleh *al-Qurtubi* bisa jadi tanda-tanda tersebut telah terjadi atau sedang terjadi saat ini. Tidak ada salahnya jika kita mencoba untuk menggali lebih dalam dan mencoba mengira-ngira apakah kita dapat mengamati, pada setiap kali terbitnya, matahari mengalami

¹⁵ Tobias G.W. Verhulst and Stanimir M. Stankov, "Height-Dependent Sunrise and Sunset: Effects and Implications of the Varying Times of Occurrence for Local Ionospheric Processes and Modelling," *Advances in Space Research* (2017): 1, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117717303873>.

pergeseran meskipun nilai pergeserannya sangat kecil sekali hingga kita tak pernah menyadarinya.

Bagaimanapun juga, kita sebagai umat muslim haruslah mempercayai hal tersebut. Karena jika tidak, keimanan kita akan dipertanyakan. Menjadi salah satu dari rukun iman “mempercayai terjadinya hari akhir”. Hal tersebut memiliki posisi penentu dan sangat penting bagi diterimanya seorang manusia menjadi muslim. Oleh karena itu, jika memang ada kemungkinan hal tersebut terjadi, maka setidaknya pembuktian sains ini akan membuat kita semakin yakin atas adanya hari akhir tersebut dan ini akan memperkuat iman kita kepada Allah SWT.

Penelitian tanda-tanda kiamat yang mengambil perspektif sains akan mengejawantahkan sifat Al-Qur’an sebagai perwujudan Firman Allah SWT yang akan dan selalu relevan dengan setiap zaman, Allah SWT saja dengan sangat bijak memerintahkan pada umat-Nya untuk menjadi “*‘Ulul Albab*”, orang yang senantiasa menggunakan akal serta tak jemu untuk terus berpikir tentang segala fenomena alam. Perintah ini tergambar dengan sangat jelas pada Ayat 190-191 Surah *‘Ali Imran*. Allah telah memberikan anugerah kepada manusia kemampuan analisis untuk mengurai rahasia-rahasia di balik semua fenomena alam. Prof. Thomas Djamaluddin mengatakan bahwa kompilasi pengetahuan inilah yang kemudian didokumentasikan dalam bentuk tulisan, sehingga terlahir sains atau ilmu pengetahuan sebagai upaya untuk menafsiri ayat-ayat kauniyah dan sebagai cara untuk lebih dekat kepada Allah SWT.¹⁶

¹⁶ T Djamaluddin, *Semesta Pun Berthawaf*, ed. Maria M. Lubis (Bandung: Mizan, 2018), 2.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka di sini dapat dipaparkan mengenai pokok-pokok pembahasan dan batasan topik dalam penelitian ini:

1. Bagaimana penjelasan hadis tentang fenomena matahari terbit dari barat?
2. Bagaimana sains dapat membuktikan adanya kemungkinan terjadinya fenomena matahari terbit dari barat dengan menggunakan analisis pergeseran azimuth matahari dalam 101 tahun terakhir?

C. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis setelah penelitian ini selesai yaitu:

1. Dapat memahami secara utuh hadis tentang fenomena matahari terbit dari barat serta mengetahui bahwa fenomena tersebut merupakan kejadian fisis alamiah.
2. Dapat membuktikan bahwa fenomena terbitnya matahari terbit dari barat tersebut dapat dianalisis dan diprediksi kejadiannya melalui perspektif sains.

D. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini antara lain:

1. Manfaat teoritis
 - a. Penelitian ini dapat menjadi sumbangan bagi khasanah keilmuan modern, khususnya dalam bidang Ilmu Falak.
 - b. Dapat menjadi pengintegrasian antara tafsir doktrin keagamaan dengan penjelasan sains modern yang berkembang, baik dalam teori maupun praktik.
 - c. Menjadi salah satu teori keilmuan modern yang memiliki paradigma berpikir *Wahdatul 'Ilmi* atau *Unity of Sciences*.
2. Manfaat praktis

- a. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwasannya kejadian-kejadian yang disebutkan dalam teks agama memiliki pembuktian/penjelasan secara sains.
- b. Menghilangkan dikotomi antara ilmu agama dan sains modern, sehingga keduanya tak dipandang sebagai sesuatu yang berbeda dan tidak dapat disatukan dalam ranah perkembangan ilmu pengetahuan di masyarakat.

E. Tinjauan pustaka

Sepanjang penelusuran penulis terkait pembuktian secara ilmiah mengenai pergeseran koordinat terbit Matahari dan kemungkinan bahwa matahari terbit dari barat yang menjadi tanda permulaan Kiamat *Kubra* (Kiamat Besar/Hari Akhir), penulis hingga saat ini masih belum menemukan penelitian yang secara spesifik membahasnya. Berikut beberapa literatur yang penulis gunakan sebagai acuan dan dukungan data bagi penelitian ini.

1. Sebuah artikel yang ditulis oleh Heru Juabdin Sabda.¹⁷ Artikel yang secara spesifik membahas mengenai bagaimana Al-Qur'an dan hadis menjelaskan tentang alam semesta ini, dan ditemukan bahwa dua sumber utama hukum Islam tersebut telah secara rinci menjelaskan mengenai alam semesta mulai dari penciptaan dan pembentukannya, perkembangannya, hingga bagaimana dunia ini akan hancur di hari akhir nanti. Tidak hanya itu, ternyata segala sesuatu yang dijelaskan oleh Al-Qur'an dan hadis tersebut dapat dijelaskan oleh sains. Penelitian dari Heru Juabdin Sabda tersebut berbeda dengan penelitian dalam skripsi ini, yang menjadi pembeda adalah Heru

¹⁷ Heru Juabdin Sabda, "Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Hadis," *Al-Tadzkiriyah: Jurnal Pendidikan Islam* 7 (2016): 103.

membahas perkembangan alam semesta dalam Al-Qur'an tanpa berfokus pada satu kejadian saja, sedangkan penelitian dalam skripsi ini pembahasannya hanya difokuskan pada pembahasan fenomena terbitnya matahari dari barat sebagai salah satu tanda dari akhir dunia ini.

2. Perdebatan Paradigma Teori Revolusi: Matahari Atau Bumi Sebagai Pusat Tata Surya? Sebuah artikel yang ditulis oleh Thoha Firdaus dan Arini Rona Sinensis, diterbitkan oleh Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences, Volume IX. Meskipun tidak secara keseluruhan artikel ini membahas mengenai pergerakan semu matahari jika dilihat dari Bumi, tapi di dalamnya artikel ini juga membahas mengenai bagaimana pergeseran matahari jika dilihat dari bumi dalam setiap tahunnya. Dan diketahui bahwa matahari tidak terbit dalam koordinat yang sama, dimana hal ini dipengaruhi oleh sumbu rotasi bumi yang miring sebesar $23,5^{\circ}$ dan menyebabkan lintasan pergerakan matahari terus berubah ubah setiap harinya, dalam batasan dari arah utara ke selatan, bukan dari arah timur ke barat. Pada penelitian Thoha Firdaus dibahas mengenai pergeseran matahari yang terjadi sepanjang tahun, sedangkan dalam penelitian ini hanya akan dibahas mengenai koordinat matahari pada saat ekuinoks saja, untuk melihat apakah ada pergeseran jika koordinat matahari terbit hanya dilihat pada satu waktu saja.
3. Hari Kiamat Dalam Perspektif Al-Qur'an: Studi Terhadap Q.S. *al-Qāri'ah*/101. Literatur ini berbentuk Skripsi yang diajukan oleh Rukmanasari sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana di UIN Alaudin Makassar. Rukmanasari menggunakan metode pendekatan tafsir dan teologis dalam cakupan kajian *tahlili*, hal ini dilakukan agar pembahasan lebih terfokus kepada satu titik pembahasan. Dari penelitiannya tersebut, Rukmanasari mendapatkan hasil bahwa Kiamat merupakan sebuah kejadian penting dalam agama Islam, dan karena

pentingnya kejadian ini seluruh Umat Muslim haruslah mempercayainya dan termasuk dalam Rukun Iman. Dalam Surah *al-Qāri'ah* kiamat digambarkan sebagai malapetaka yang membawa berbagai musibah seperti peperangan, pembunuhan, bencana alam, dsb. Adapun urgensi membahas hari kiamat adalah untuk memantapkan iman, mengetahui akan jati diri manusia sebagai makhluk yang sangat kecil di mata Tuhan, dan menjadi sarana pertanggungjawaban amal.

4. Penafsiran Ayat Tentang Hari Kiamat Menurut Umar Sulaiman ‘Abdullah Al-Asyqar. Merupakan skripsi yang ditulis oleh Soleh bin Che’ Had dari UIN Ar-Raniry Aceh. Skripsi Ini membahas tentang bagaimana Umar Sulaiman ‘Abdullah Al-Asyqar menafsiri ayat-ayat Al-Qur’an tentang hari kiamat. Di dalamnya juga dijelaskan mengenai seperti apa tanda-tanda hari kiamat yang salah satunya berbentuk matahari akan terbit dari arah yang berbeda dari biasanya, yaitu arah barat. Namun, belum ada penjelasan ilmiah yang spesifik membahas tanda-tanda ini.
5. Deskripsi Kiamat dalam Al-Qur’an: Telaah Interpretasi Ayat-Ayat Al-Qur’an Tentang Kiamat Dalam Kitab Tafsir Ilmu Kementerian Agama RI dan LIPI. Skripsi ini ditulis oleh Khabibatur Rohmah yang berasal dari UIN Sunan Ampel Surabaya. Skripsi ini membahas mengenai Tema Kiamat yang terdapat dalam Tafsir Ilmi yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI dan LIPI. Dalam tafsir tersebut tidak hanya menggunakan pendekatan teologis saja namun terdapat pula penjelasan secara ilmiah mengenai hari kiamat dan segala sesuatu yang berhubungan dengannya. Dalam tafsir tersebut disebutkan bahwa secara ilmiah kiamat memang dapat terjadi, dimana alam akan rusak dan hancur serta tidak ada satupun makhluk hidup yang akan selamat.

Dalam 3 daftar penelitian terakhir yang masing-masing disusun oleh Rukmansari, Sholeh bin Che' Had, dan Kementerian Agama yang bekerja sama dengan LIPI semuanya membahas mengenai kejadian-kejadian alam yang dapat digolongkan sebagai tanda-tanda dari kiamat dalam pisau analitik teologis. Meskipun ada yang membahas dari aspek sains, pembahasannya hanya bersifat umum tanpa ada pembahasan mendalam terhadap tiap-tiap fenomena yang dijelaskan. Secara singkatnya dapat dikatakan bahwa dalam literatur-literatur tersebut belum ada yang membahas secara spesifik mengenai pembuktian tanda-tanda kiamat seperti terbitnya matahari dari barat secara khusus dan terperinci. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan membahas secara komprehensif dengan mengerucutkan pembahasan pada satu fenomena saja yakni fenomena terbitnya matahari dari barat. Dalam pembahasannya, penulis menggabungkan dua perspektif yang berbeda yakni dari perspektif tafsir teologis atas hadis-hadis yang ada, serta melihat dari perspektif sains apakah narasi-narasi suci yang ada dalam hadis-hadis kiamat sudah dapat terlihat dan diprediksikan dari sekarang. Dapat dikatakan bahwa penelitian ini juga menggunakan prinsip *Unity of Sciences* (kesatuan ilmu) sebagai prinsip dari UIN Walisongo yang saat ini sedang digaung-gaungkan.

F. Metode penelitian

1. Jenis penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Metode ini diambil karena penelitian ini hanya berdasarkan pada kondisi alamiah dengan maksud, bukan sebuah hasil eksperimen.¹⁸ Kondisi ini mengharuskan peneliti untuk datang dan meneliti langsung sumber data tanpa ada

¹⁸ Dalam KBBI eksperimen memiliki arti percobaan yang bersistem dan berencana (untuk membuktikan kebenaran suatu teori dan sebagainya)

perubahan dan pengaturan (*setting*) terlebih dahulu. Data yang didapatkan dijadikan sebagai instrumen kunci dalam penelitian ini.¹⁹ Artinya, penelitian ini menjelaskan keadaan objek/kasus yang diteliti sesuai dengan realitas yang sebenarnya di lapangan. Sehingga, penelitian dengan metode ini akan menghasilkan kesimpulan yang rinci dan mendalam tentang kebaikan, keburukan, keberhasilan, dan kegagalan dari objek/kasus yang diteliti dengan apa adanya.²⁰

Penelitian kualitatif menjabarkan hasil penelitiannya secara deskriptif dan terperinci dalam susunan analisis secara induktif. Penjabaran data tidak hanya terpaku pada angka atau hanya menjelaskan perbedaan data satu dengan data lainnya secara statistik. Dalam penelitian kualitatif, khususnya yang menggunakan pendekatan studi kasus, data yang berbentuk angka tidak hanya dilihat dari jumlah angkanya saja, tetapi angka-angka tersebut akan diinterpretasikan lagi untuk digali makna yang terkandung di dalamnya sehingga dapat menjelaskan akar permasalahan secara lebih rinci.²¹ Peran-peran kebahasaan ini yang berfungsi sebagai penggali makna dari sebuah data yang memiliki posisi yang sangat penting, sebagaimana dikatakan oleh Cicourel yang dikutip oleh Deddy Mulyana, dikatakan bahwa:²²

¹⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif, Untuk Penelitian Yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretatif, Interaktif, Dan Konstruktif*, ed. Sofia Yustiyani Suryandari, 3rd ed. (Bandung: ALFABETA, 2021), 6-7.

²⁰ S Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus Dengan Pendekatan Kualitatif* (Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2011), 12.

²¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif, Untuk Penelitian Yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretatif, Interaktif, Dan Konstruktif*, 129.

²² Deddy Mulyana, *Metodologi Penelitian Kualitatif: Paradigma Baru Ilmu Komunikasi Dan Ilmu Sosial Lainnya*, ed. Pipit Latifah, Revisi. (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018), 197.

“Hipotesis Sapir-Whorf menyarankan bahwa kita memandang bahasa pengukuran (language of measurement) sebagai derivasi dari konsepsi kita mengenai dunia fisik dan sifat sistem logis yang matematis. Jadi, sains dan metode ilmiah (penelitian kualitatif) sebagai alat untuk memandang dan memperoleh bahasa mengenai dunia sekitar kita. Memberi mereka yang menerima prinsip-prinsipnya dengan tata bahasa yang bukan sekedar instrumen yang diproduksi ulang untuk melukiskan bagaimana dunia tersebut, tetapi sering mengabaikan cara-cara lain untuk melihat dunia.”²³

Sejalan dengan ciri tersebut, metode penelitian Studi Kasus yang merupakan salah satu jenis dari metodologi penelitian dengan pendekatan kualitatif memiliki tujuan tidak hanya untuk menjabarkan atau menjelaskan seperti apa objek yang diteliti, tetapi juga menjelaskan bagaimana keberadaan dan mengapa sebuah kasus dapat terjadi. Model penelitian ini sangat membantu dalam menjawab pertanyaan bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*) terhadap sebuah objek penelitian.²⁴ Karena fungsi inilah metode ini penulis gunakan untuk menjawab bagaimana pergeseran koordinat terbit Matahari pada saat ekuinoks dapat membuktikan fenomena Matahari terbit dari barat.

Lebih rinci lagi, K.Yin sebagaimana dikutip oleh Arifianto berpendapat bahwa tidak semua kejadian dapat termasuk dalam kategori “kasus” dalam model penelitian studi kasus. Menurutnya, kasus yang dapat dianalisis sebagai objek dalam model penelitian ini adalah kasus

²³ Lindsey Churchill and Aaron V. Cicourel, “Method and Measurement in Sociology.,” *American Sociological Review* (1966).

²⁴ Amir Hamzah, *Metode Penelitian Studi Kasus: Single Case, Instrumental Case, Multi Case, & Multisite* (Batu: Literasi Nusantara, 2020), 20.

yang bersifat unik, bertautan dengan latar belakang kasusnya. Maksudnya, “kasus” harus memiliki *setting* fisik atau memiliki konteks khusus yang berkaitan dengan aspek-aspek tertentu seperti aspek sosial, budaya, ekonomi, dan sebagainya. Kasus yang dimaksud juga harus berada dalam ruang lingkup yang dibatasi kondisi tertentu, sesuai dengan tujuan dan maksud penelitian. Pembatasan ini dapat berupa pembatasan waktu, lokasi, pelaku, dan fokus substansi lainnya.²⁵

Tidak berhenti sampai di situ, untuk mencapai pemahaman yang holistik²⁶ mengenai objek penelitian, peneliti haruslah memilih kasus yang tepat untuk dijadikan sebagai objek. Dimana, kasus yang dipilih tidak hanya dapat dijabarkan karakteristiknya saja. Tetapi, juga harus didapatkan penjelasan mengenai bagaimana dan mengapa karakteristik dari kasus tersebut dapat berbentuk dan memiliki suatu keunikan. Untuk memenuhi syarat ini, maka kasus yang diambil haruslah memiliki sifat “kontemporer”. Yakni, sebuah kasus yang secara tematik merefleksikan situasi waktu yang sedang dilalui.²⁷ Secara lebih rinci, bersifat kontemporer juga diartikan sebagai objek penelitian yang berada dalam konteks kekinian, modern, atau sesuatu yang dipersamakan dengan kondisi waktu saat ini.²⁸

Kasus yang ditelaah dalam penelitian ini adalah fenomena Matahari Terbit dari Barat, “kasus” ini kedepannya akan disebut dengan istilah “fenomena” saja. Fenomena ini memiliki konteks yang sangat dekat dengan

²⁵ Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus Dengan Pendekatan Kualitatif*. 197.

²⁶ =komprehensif

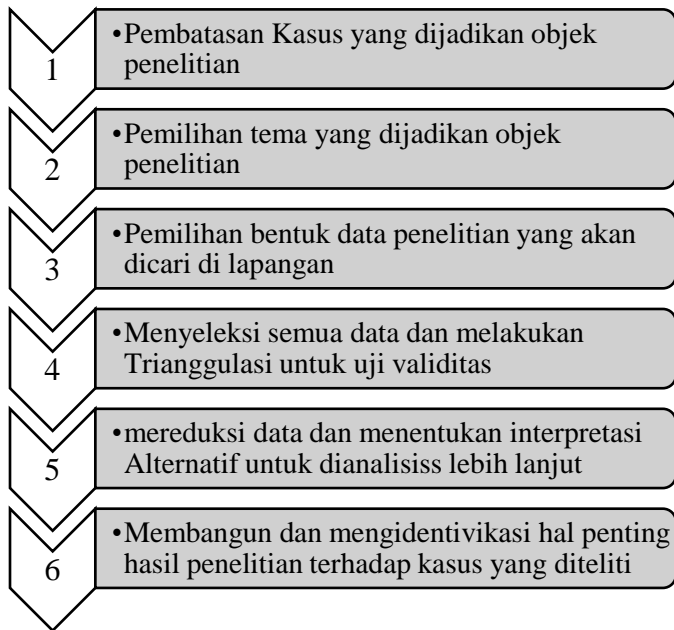
²⁷ Robert K. Yin, *Case Study Research : Design and Methods / Robert K. Yin, Applied Social Research Methods Series: 5*, 2009.

²⁸ Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus Dengan Pendekatan Kualitatif*, 198.

kehidupan umat Islam sebagaimana telah disebutkan di awal bahwa hal ini termasuk ke dalam tanda-tanda terjadinya kiamat yang masuk ke dalam 6 Rukun Iman. Untuk memberikan batasan-batasan waktu serta kondisi yang jelas agar analisis lebih mudah untuk dilakukan, data diambil dari pergerakan semu Matahari dari bumi yang menyebabkan adanya siang dan malam, dimana koordinat dari pergerakan semu ini adalah satu-kesatuan sistem yang tidak dapat dipisahkan dari pergeseran koordinat terbit Matahari. Data yang diambil hanya menggunakan sampel dari waktu-waktu tertentu saja -dalam hal ini hanya diambil saat terjadinya ekuinoks-, agar memangkas waktu penelitian namun dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

Penentuan kasus yang dipilih sebagai objek penelitian serta batasan-batasan yang akan digunakan sebagai data untuk dianalisis merupakan proses kedua dan ketiga dari keseluruhan proses yang harus dipenuhi dalam metodologi penelitian studi kasus ini. Agar mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai proses-proses yang peneliti jalani untuk menyusun penelitian ini, berikut penulis sajikan bagan susunan proses penelitian sesuai tuntunan proses yang disarikan oleh S. Arifianto dari buku Robert K. Yin yang berjudul *Case Study Research: Design and Method*:²⁹

²⁹ Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus.....*, 198.



Bagan 1.1 Alur proses penelitian menggunakan metodologi Studi Kasus

Pendefinisian dan penggambaran proses penelitian dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan tertentu seperti ini sangat penting sekali untuk dilakukan. Hal ini akan memperjelas rancangan, alur, dan pola penelitian sejak awal hingga disajikan sebagai sebuah produk penelitian (dalam hal ini berbentuk skripsi). Sebagaimana dijelaskan juga oleh Robert K. Yin yang menyebutkan bahwa pendefinisian dan penggambaran sebuah desain penelitian akan menjadi blue print yang sekurang-kurangnya mencakup empat hal, yaitu: pertanyaan apa yang harus diajukan, bagaimana relevansi data penelitiannya, data apa saja yang harus dikumpulkan, dan bagaimana model analisis yang digunakan dalam

sebuah penelitian.³⁰ Untuk semakin memperjelas masing-masing proses, berikut penulis sajikan dalam sub bab tersendiri.

2. Sumber data

Data dapat dikatakan sebagai inti dari penelitian itu sendiri. Tanpa data, sebuah penelitian tidak akan pernah ada. Tentunya, data yang dipakai juga tidak boleh sembarangan. Data yang digunakan haruslah dapat dipertanggungjawabkan keaslian dan kualitasnya. Dalam penelitian kualitatif, data yang digunakan tidak boleh hanya berasal dari satu sumber saja. Penggunaan berbagai sumber data dimaksudkan untuk mendapatkan data yang lebih terperinci dan komprehensif, serta validitasnya yang lebih tinggi dibandingkan data tunggal.³¹ Terdapat dua sumber data yang penulis gunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Sumber data primer

Sumber primer merupakan sumber data utama yang akan menentukan apakah penelitian ini berhasil atau tidak. Sumber utama yang penulis gunakan berasal dari data perhitungan dengan menggunakan rumus azimuth Matahari yang telah ditetapkan oleh para ahli astronomi. Untuk sumber hadis tentang fenomena matahari terbit dari barat penulis mengambil dari kitab-kitab hadis ulama salaf yang dikenal dengan *Kutubut Tis'ah* -sembilan kitab induk Hadis- yang masing-masing diriwayatkan oleh Imam Bukhari, Imam Muslim, Imam Abu Dawud, Imam at-Tirmidzi, Imam Nasa'i, Imam Ibnu Majah, Imam Ahmad, Imam Malik, dan

³⁰ Yin, *Case Study Research : Design and Methods* / Robert K. Yin, 5-8.

³¹ Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus Dengan Pendekatan Kualitatif*, 25.

Imam ad-Darimi. Dari kitab-kitab tersebut, beberapa hadis yang membahas secara eksplisit mengenai fenomena terbitnya matahari dari barat adalah hadis no. 158 dalam *Shāhih* Muslim, Hadis no. 2901 dari *Shāhih* Muslim dan Hadis No. 4058 dari *Sunan* Ibnu Majah.

b. Sumber data sekunder

Untuk data dukungan yang penulis gunakan sebagai penunjang data utama diambil dari kitab-kitab tafsir para mufassir hadis dan beberapa kutipan dari para ahli astronomi/ilmu falak modern mengenai kemungkinan terjadinya fenomena terbitnya matahari dari barat ini. Data ini akan memperjelas bagaimana sebenarnya teks “Matahari terbit dari Barat” yang terdapat dalam hadis-hadis tersebut diartikan. Sebagai kejadian fisik yang benar-benar akan terjadi atau hanya berupa substansi saja yang menjadi peringatan bagi manusia.

3. Metode pengumpulan data

Untuk mendapatkan data dengan tingkat akurasi yang tinggi, proses pengambilan data memegang peran yang sangat krusial dalam menentukan keakuratan data tersebut. Bahkan, menurut beberapa ahli proses pengumpulan suatu data merupakan esensi utama dari penelitian dengan pendekatan kualitatif.³² Proses pengumpulan data haruslah sesuai dengan prosedur penelitian ilmiah, jika dilakukan diluar prosedur tersebut kevalidan, keabsahan, dan keakuratan data perlu untuk dipertanyakan.

³² Arifianto, *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus.....*, 25.

Dalam penelitian ini, Terdapat dua metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan, yaitu:

a. Perhitungan

Perhitungan disini dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis yang menggunakan data-data ephemeris untuk mendapatkan data koordinat azimuth Matahari saat terbit. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan patokan waktu saat terjadinya ekuinoks, yaitu saat dimana matahari beredar pas pada garis khatulistiwa. Perhitungan secara matematis tersebut kemudian dijadikan sebagai program perhitungan berbasis excel yang didasarkan pada *astronomical algorithm* sebuah algoritma perhitungan yang disusun oleh Jean Meeus. Untuk memastikan keakuratannya, penulis membanding beberapa data dari program yang penulis susun dengan buku Ephemeris yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia (Kemenag) pada tahun 2020. Dimana, daftar data astronomi yang dicantumkan dalam data ephemeris tersebut telah dianggap sebagai data astronomis yang akurat dan banyak digunakan sebagai acuan dalam menghitung berbagai keperluan umat muslim di Indonesia seperti menghitung awal waktu sholat, awal bulan *qamariyah*, dsb.³³

³³ Ahmad Syarif Hidayatullah, "Komparasi Algoritme Dekinasi Matahari Dan Equation of Time Dalam Buku Mekanika Benda Langit Dengan Buku Anfa`ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Sholat" (UIN Walisongo, 2017), 31.

The image shows two side-by-side windows. The left window is Microsoft Excel, displaying a table with columns M, N, and O. The right window is a PDF viewer showing a document titled '1 Januari 2020' with a table of astronomical data.

Excel Data (Left Window):

	M	N	O
19	220°34'29.061	-23°03'30.152	-23°03'31.675
20	220°34'36.964	-23°03'29.960	-23°03'31.466
21	220°35'06.479	-23°03'29.769	-23°03'31.252
22	220°35'27.553	-23°03'29.577	-23°03'31.101
23	220°35'50.216	-23°03'29.385	-23°03'30.900
24	220°36'14.471	-23°03'29.194	-23°03'30.718
25	220°36'40.333	-23°03'29.002	-23°03'30.526
26	220°37'07.807	-23°03'28.810	-23°03'30.335
27	220°37'36.952	-23°03'28.618	-23°03'30.143
28			
29	LO	True Longitude	Declination
30	280.1276044	280.0200664	23.44660645
31	280.1282889	280.0207941	23.44660645

PDF Data (Right Window):

1 Januari 2020

DATA MATAHARI

Jam	Edisi Longitude	Edisi Latitude	Apparent Declination	Apparent Azimuth	True Azimuth	Solar Distance	True Altitude	Extinction
1	220°34'29.061	-23°03'30.152	-23°03'31.675	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
2	220°34'36.964	-23°03'29.960	-23°03'31.466	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
3	220°35'06.479	-23°03'29.769	-23°03'31.252	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
4	220°35'27.553	-23°03'29.577	-23°03'31.101	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
5	220°35'50.216	-23°03'29.385	-23°03'30.900	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
6	220°36'14.471	-23°03'29.194	-23°03'30.718	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
7	220°36'40.333	-23°03'29.002	-23°03'30.526	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
8	220°37'07.807	-23°03'28.810	-23°03'30.335	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
9	220°37'36.952	-23°03'28.618	-23°03'30.143	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
10	220°38'06.097	-23°03'28.426	-23°03'29.951	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
11	220°38'35.242	-23°03'28.234	-23°03'29.759	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
12	220°39'04.387	-23°03'28.042	-23°03'29.567	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
13	220°39'33.532	-23°03'27.850	-23°03'29.375	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
14	220°40'02.677	-23°03'27.658	-23°03'29.183	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
15	220°40'31.822	-23°03'27.466	-23°03'28.991	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
16	220°41'00.967	-23°03'27.274	-23°03'28.799	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
17	220°41'30.112	-23°03'27.082	-23°03'28.607	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
18	220°41'59.257	-23°03'26.890	-23°03'28.415	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
19	220°42'28.402	-23°03'26.698	-23°03'28.223	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
20	220°42'57.547	-23°03'26.506	-23°03'28.031	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
21	220°43'26.692	-23°03'26.314	-23°03'27.839	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
22	220°43'55.837	-23°03'26.122	-23°03'27.647	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
23	220°44'24.982	-23°03'25.930	-23°03'27.455	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
24	220°44'54.127	-23°03'25.738	-23°03'27.263	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
25	220°45'23.272	-23°03'25.546	-23°03'27.071	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
26	220°45'52.417	-23°03'25.354	-23°03'26.879	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
27	220°46'21.562	-23°03'25.162	-23°03'26.687	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
28	220°46'50.707	-23°03'24.970	-23°03'26.495	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
29	220°47'19.852	-23°03'24.778	-23°03'26.303	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
30	220°47'48.997	-23°03'24.586	-23°03'26.111	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000
31	220°48'18.142	-23°03'24.394	-23°03'25.919	112.521	112.521	149.597	31.252	0.000

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Azimuth	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Solar Distance	Angle Semi-Diameter	Extinction
1	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
2	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
3	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
4	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
5	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
6	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
7	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
8	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
9	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
10	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
11	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
12	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
13	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
14	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
15	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
16	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
17	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
18	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
19	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
20	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
21	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
22	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
23	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
24	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
25	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
26	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
27	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
28	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
29	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
30	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000
31	126.132	-14.241	109.332	14.241	0.000	149.597	16.000	0.000

Gambar 1.1 Perbandingan data deklinasi matahari pada program excel (kiri) dengan Ephemeris Kemenag (kanan), sumber: dokumentasi pribadi

Setelah dibandingkan, dimana dalam foto tersebut saya membandingkan data deklinasi Matahari terlihat (*apparent declination*) pada tanggal 1 Januari 2020 pukul 07.00 WIB atau 00.00 UT (karena zona waktu WIB memiliki ketentuan dari Zona UT +7). Pada tanggal dan jam tersebut nilai deklinasi pada program yang dibuat oleh penulis adalah – (minus) 23 derajat 03 menit 31,675 detik sedangkan dalam data Ephemeris kemenag data pada tanggal dan jam tersebut menunjukkan nilai – (minus) 23 derajat 03 menit 32 detik. Selain itu, untuk melihat apakah selisih nilai antara program excel dengan data dari ephemeris stabil saya coba bandingkan nilai deklinasi tersebut pada tanggal dan jam yang berbeda, yakni pada tanggal 20 Mei 2020, pukul 07.00 WIB atau pukul 00.00 UT. Data dari program excel menunjukkan nilai 20 derajat 25 menit 56,569 detik dan data dari ephemeris menunjukkan nilai 20 derajat 25 menit 56 detik. Dari data-data tersebut diketahui

bahwasannya antara program excel dengan data ephemeris kemenag terdapat perbedaan hanya sebesar 0.5 detik saja dan dengan selisih tersebut data dari excel yang dibuat oleh penulis masih dapat dikatakan sebagai data yang akurat.

b. Telaah literatur

Telaah literatur digunakan dalam mencari hadis-hadis tentang fenomena Matahari terbit dari Barat dan penafsirannya. Metode ini penting untuk dilakukan untuk membuktikan apakah hadis yang menyebutkan fenomena tersebut benar-benar ada atau tidak. Serta bagaimana memperjelas bagaimana sebenarnya teks “Matahari terbit dari Barat” yang terdapat dalam hadis-hadis tersebut diartikan. Sebagai kejadian fisik yang benar-benar akan terjadi atau hanya berupa substansi saja yang menjadi peringatan bagi manusia.

Proses ini dapat dikatakan sebagai proses yang paling penting dan paling utama untuk dilakukan saat penelitian ini dijalankan. Dalam metodologi penelitian studi kasus, pembacaan literatur merupakan proses penting yang harus dilakukan secara intens dengan jumlah referensi yang sangat banyak. Dikatakan bahwa pekerjaan pembacaan inilah yang kerap dirasakan berat dan sangat melelahkan. Namun, tanpa adanya proses ini tidak akan ditemukan metode untuk pengambilan data yang akurat dan efisien, tidak akan ditemukan penjelasan-penjelasan mengenai fenomena Matahari Terbit dari Barat sebagai fenomena fisis yang benar-benar akan terjadi, dan seterusnya.

4. Metode pengolahan data

Sebagaimana dijelaskan oleh Hasan (2006), pengolahan data merupakan sebuah proses untuk mendapatkan data ringkasan atau angka ringkasan dengan

menggunakan cara-cara tertentu. Tujuan dilakukannya pengolahan data adalah untuk mempermudah pemahaman dan penarikan kesimpulan atau penarikan hubungan antara data-data yang ada (yang telah dihasilkan dari proses pengumpulan data).

Dalam penelitian ini data yang telah didapatkan dari hasil observasi dan telaah literatur akan melalui proses editing sebagai konfirmasi dan koreksi. Kembali terhadap data, dilanjutkan dengan proses coding atau transformasi data dari masing-masing variabel dengan penataan rapi sehingga mudah untuk dipisahkan. Setelah data dari masing-masing variabel sudah rapi akan dilakukan proses tabulasi, membagi dan membandingkan setiap data yang ada dalam bentuk tabel analisis. Proses tersebut kemudian akan memudahkan analisis oleh peneliti.

5. Metode analisis data

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan penulis akan menarik hubungan-hubungan yang ada antar satu data dengan data lainnya. Pertama, hadis yang ada akan dianalisis secara arti dan kandungannya menurut mufassir hadis. Selanjutnya, data yang dihasilkan dari observasi mulai akan digunakan untuk menganalisis apakah Matahari benar-benar mengalami pergeseran. Dan kedua data tersebut akan digunakan sebagai pembuktian apakah fenomena “Matahari terbit dari barat” sebagaimana yang diucapkan dalam Hadis Nabi benar-benar dapat dibuktikan dan dianalisis secara sains.

Pola analisis utama dari penelitian kualitatif bersifat induktif. Induktif berarti analisis data berawal atau berangkat dari kasus-kasus yang bersifat khusus untuk kemudian dirumuskan menjadi model, konsep, teori, prinsip, proposisi, pola, kategori, atau definisi yang bersifat umum atau tema-tema tertentu yang telah diabstraksikan sebelumnya.

G. Sistematika penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab, dimana dalam setiap bab terdapat sub-sub bab permasalahan; yaitu:

1. **BAB I : PENDAHULUAN** - Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, pokok permasalahan, tujuan penelitian, telaah pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.
2. **BAB II : MATAHARI DAN HADIS NABI DALAM FENOMENA KIAMAT** - Bab ini berisikan landasan teori yang membahas tentang pengertian hadis, pembagian hadis, dan kedudukan hadis sebagai sumber hukum Islam yang harus diimani. Akan dijelaskan pula mengenai pengertian kiamat, dalil-dalil mengenai Kiamat serta pandangan sains terhadap kiamat itu sendiri. Selanjutnya, diperinci juga untuk pengertian matahari, pergerakan matahari, serta macam-macam koordinat matahari.
3. **BAB III : PEMBUKTIAN MATAHARI TERBIT DARI BARAT MELALUI ANALISIS PERGESERAN AZIMUTH TERBIT MATAHARI PADA SAAT EKUINOKS** - Pembahasan bab 3 fokus pada penjabaran dan penguraian data, proses dan hasil perhitungan waktu ekuinoks, proses dan hasil perhitungan waktu terbit, dan juga proses serta hasil perhitungan dari koordinat terbit Matahari pada saat ekuinoks, dalam bab ini data-data tersebut juga akan diinterpretasikan agar pembaca mudah untuk memahaminya.
4. **BAB IV : MENDIALOGKAN TEKS-TEKS SUCI AGAMA ISLAM DENGAN SAINS DALAM MEMBAHAS FENOMENA KIAMAT** - Bab ini membahas tentang analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan terkait pergeseran azimuth matahari yang dijadikan sebagai pembukti atas hadis mengenai terbitnya matahari dari barat, dalam bab ini juga

dibahas mengenai penjelasan hadis secara tafsir keagamaan dan juga mendialogkan tafsir tersebut dengan faktas sains yang ada, terakhir disajikan alternatif model penelitian lain serta penemuan lain yang ada dalam penelitian ini.

5. **BAB V : PENUTUP** - Bab ini memuat kesimpulan, saran-saran dan penutup.

BAB II

MATAHARI DAN HADIS NABI DALAM FENOMENA KIAMAT

A. Hadis Nabi Serta Kedudukannya dalam Islam dan Ilmu Pengetahuan

Terdapat dua pedoman utama yang digunakan oleh umat Islam dalam menyandarkan segala tingkah lakunya dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam hal yang mengatur hubungannya dengan Tuhan maupun hal yang mengatur hubungan seorang manusia dengan manusia yang lainnya. Dua pedoman tersebut adalah Al-Qur'an dan hadis. Dalam pandangan Ulama *Uşul*, hadis dipandang sebagai segala sesuatu yang berasal dari Rasul baik berupa perkataan, perbuatan, atau *taqrīr* yang memiliki konsekuensi hukum *syara'* di dalamnya.³⁴ Sedangkan Ulama Fikih membatasi pembahasan mereka yang berkaitan dengan Rasul SAW hanya pada masalah-masalah yang berhubungan dengan perincian hukum *syari'at*, yakni apakah ia wajib, sunnah, haram, dan makruh.³⁵

³⁴ Erwati Aziz, *Ilmu Hadis Dan Cabang-Cabangnya* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2021), 7.

³⁵ Muhammad Al-Ghozali, *Studi Kritis Atas Hadis Nabi SAW: Antara Pemahaman Tekstual Dan Kontekstual Terjemah Al-Sunnah Al-Nabawiyah : Baina Ahl Al-Fiqhi, Wa Ahli Al-Hadīts* (Bandung: Mizan, 1996), 26.

Kedudukan hadis sebagai sumber hukum syara' berada setelah Al-Qur'an. Hal ini disebutkan langsung dalam Al-Qur'an Surah *al-Nisa'* ayat 59:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا الرَّسُولَ وَأُولِيَ الْأَمْرِ مِنْكُمْ فَإِن تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِن كُنتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ
الْآخِرِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا

“Wahai orang-orang yang beriman, taatilah Allah dan taatilah Rasul (Nabi Muhammad) serta ululamri (pemegang kekuasaan) di antara kamu. Jika kamu berbeda pendapat tentang sesuatu, kembalikanlah kepada Allah (Al-Qur'an) dan Rasul (sunahnya) jika kamu beriman kepada Allah dan hari Akhir. Yang demikian itu lebih baik (bagimu) dan lebih bagus akibatnya (di dunia dan di akhirat).” (Q.S. al-Nisa': 59)

Ayat tersebut secara tersirat memerintahkan orang-orang yang beriman untuk taat kepada Allah SWT dan Rasul-Nya. Taat kepada Allah diartikan sebagai mengikuti apa yang difirmankan-Nya yakni Al-Qur'an dan dilanjutkan dengan taat kepada Rasul yang berarti mengikuti apa yang disampaikan oleh Rasul yang berupa sunnah/hadis. Ayat ini kemudian dijelaskan lebih lanjut dalam beberapa hadis yang masing-masing diriwayatkan oleh Imam Malik dan juga Imam at-Turmudzi.

تَرَكْتُ فِيكُمْ أَمْرَيْنِ لَنْ تَضِلُّوا مَا تَمَسَّكْتُمْ بِهِمَا: كِتَابَ اللَّهِ وَسُنَّةَ

رَسُولٍ³⁶

³⁶ Malik, *Al-Muwaththa', Jilid 5* (Abu Dhabi: The Zayed Charitable & Humanitarian Foundation, 2004), 1323.

“Telah aku tinggalkan untuk kalian dua hal, jika kalian berpegang teguh pada keduanya niscaya kalian tidak akan tersesat selama-lamanya: yakni Kitab Allah dan Sunah Nabi-Nya”

Muadz bin Jabal pada Tahun ke-10 Hijriyah diutus oleh Rasul ke Yaman (Sunan Abu Dawud 3119)

حَدَّثَنَا حَفْصُ بْنُ عُمَرَ عَنْ شُعْبَةَ عَنْ أَبِي عَوْنٍ عَنِ الْحَارِثِ
 بْنِ عَمْرِو بْنِ أَبِي الْمُغِيرَةِ بْنِ شُعْبَةَ عَنْ أَنَسٍ مِنْ أَهْلِ
 حِمَصَ مِنْ أَصْحَابِ مُعَاذِ بْنِ جَبَلٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
 عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا أَرَادَ أَنْ يَبْعَثَ مُعَاذًا إِلَى الْيَمَنِ قَالَ كَيْفَ
 تَقْضِي إِذَا عَرَضَ لَكَ قَضَاءٌ قَالَ أَقْضِي بِكِتَابِ اللَّهِ قَالَ فَإِنْ
 لَمْ تَجِدْ فِي كِتَابِ اللَّهِ قَالَ فَبِسُنَّةِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
 وَسَلَّمَ قَالَ فَإِنْ لَمْ تَجِدْ فِي سُنَّةِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
 وَلَا فِي كِتَابِ اللَّهِ قَالَ أَجْتَهُدُ رَأْيِي وَلَا أَلُو فَضْرَبَ رَسُولُ اللَّهِ
 صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صَدْرَهُ وَقَالَ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي وَفَّقَ رَسُولَ
 رَسُولِ اللَّهِ لِمَا يُرْضِي رَسُولَ اللَّهِ حَدَّثَنَا مُسَدَّدٌ حَدَّثَنَا يَحْيَى
 عَنْ شُعْبَةَ حَدَّثَنِي أَبُو عَوْنٍ عَنِ الْحَارِثِ بْنِ عَمْرِو عَنْ نَاسٍ
 مِنْ أَصْحَابِ مُعَاذٍ عَنْ مُعَاذِ بْنِ جَبَلٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
 عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا بَعَثَهُ إِلَى الْيَمَنِ فَذَكَرَ مَعْنَاهُ

“Telah menceritakan kepada kami Hafsh bin Umar dari Syu'bah dari Abu 'Aun dari Al Harits bin 'Amru anak saudara Al Mughirah bin Syu'bah, dari beberapa orang penduduk Himsh yang merupakan sebagian dari sahabat Mu'adz bin Jabal. Bahwa Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam ketika akan mengutus Mu'adz bin Jabal ke Yaman beliau bersabda: "Bagaimana engkau memberikan keputusan apabila ada sebuah peradilan yang dihadapkan kepadamu?" Mu'adz menjawab, "Saya akan memutuskan menggunakan Kitab Allah." Beliau bersabda: "Seandainya engkau tidak mendapatkan dalam Kitab Allah?" Mu'adz menjawab, "Saya akan kembali kepada sunnah Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam." Beliau bersabda lagi: "Seandainya engkau tidak mendapatkan dalam Sunnah Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam serta dalam Kitab Allah?" Mu'adz menjawab, "Saya akan berijtihad menggunakan pendapat saya, dan saya tidak akan mengurangi." Kemudian Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam menepuk dadanya dan berkata: "Segala puji bagi Allah yang telah memberikan petunjuk kepada utusan Rasulullah untuk melakukan apa yang membuat senang Rasulullah." Telah menceritakan kepada kami Musaddad telah menceritakan kepada kami Yahya dari Syu'bah telah menceritakan kepadaku Abu 'Aun dari Al Harits bin 'Amru dari beberapa orang sahabat Mu'adz dari Mu'adz bin Jabal bahwa Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam tatkala mengutusnyanya ke Yaman kemudian ia menyebutkan maknanya.”

Dari beberapa uraian di atas, dapat difahami bahwa sunnah atau hadis Nabi SAW. merupakan sebuah *manhaj* (metodologi) yang terinci dan memiliki kedudukan tinggi bagi kehidupan seorang Muslim dan masyarakat Muslim. Hadis berkedudukan sebagai penafsir Al-Qur'an dalam praktik atau penerapan ajaran Islam secara faktual dan ideal. Kedudukan tersebut merupakan ejawantah dari pribadi Nabi SAW.

sebagai perwujudan dari Al-Qur'an yang ditafsirkan untuk manusia, serta ajaran Islam yang dijabarkan dalam kehidupan sehari-hari. Syekh Yusuf Qardawi memaparkan lebih dalam mengenai hadis sebagai *manhaj* tersebut mencakup seluruh aspek kehidupan manusia, dalam dimensi “panjang”, “lebar”, dan “dalam”-nya.³⁷

Lebih lanjut, ia menjelaskan terkait masing-masing dimensi tersebut sebagai berikut: dimensi “panjang” di sini memiliki maksud rentangan waktu secara vertikal, yang meliputi kehidupan manusia sejak saat kelahiran sampai kematian, bahkan sejak masa kehidupannya sebagai janin sampai setelah kematiannya. Adapun dimensi “lebar” memiliki maksud dimensi kehidupan dalam rentangan horizontal yang meliputi seluruh aspek kehidupan manusia di dunia, dalam dimensi ini Petunjuk Nabi (*hidayah nabawiyyah*) senantiasa mengiringi manusia baik di rumah, di pasar, di masjid, dalam pekerjaannya, hubungannya dengan Allah, dengan dirinya sendiri, maupun dengan seluruh makhluk hidup atau segenap benda mati di sekitarnya. Sedangkan untuk dimensi “dalam” adalah dimensi yang berkaitan dengan “kedalaman” kehidupan manusia, yaitu yang mencakup tubuh, akal dan ruh, lahir dan batin, serta ucapan, perbuatan, dan niatnya.³⁸

Pada masa awal, penyebaran hadis berlangsung secara lisan. Hal ini disebabkan karena adanya larangan langsung dari Rasulullah SAW kepada para sahabat untuk menuliskan hadis pada masa tersebut. Hal ini dilakukan guna mencegah kerancuan faham para sahabat tentang mana yang termasuk ke dalam ayat-ayat Al-Qur'an dan mana perkataan Nabi yang datang langsung dari Nabi tanpa perantara Malaikat Jibril.³⁹ Begitupun pada masa sahabat, konsentrasi utama pada

³⁷ Yusuf Al-Qardawi, *Kaifa Nata'āmal Ma'a Al-Sunnah Al-Nabawiyyah* (Kairo: Dar al-Syuruq, 1989), 17-18.

³⁸ *Ibid*, 19.

³⁹ T.M. Hasbi Ash-Shiddieqy, *Sejarah Perkembangan Hadis* (Jakarta: Bulan Bintang, 1988), 12.

masa tersebut dicurahkan kepada pengkodifikasian Al-Qur'an, hadis tetap disebar dengan mempertahankan cara yang lama yakni dari lisan ke lisan. Baik dari individu ke individu maupun disampaikan dalam forum terbuka seperti majelis ilmu atau melalui penyampaian pidato/ceramah.⁴⁰

Selepas masa pemerintahan *Khulafāur Rāsyidin* para sahabat sudah banyak yang menyebar ke berbagai penjuru dunia, jumlah sahabat yang menguasai hadis-pun semakin berkurang dikarenakan banyak yang gugur dalam medan perang, kondisi semakin diperparah dengan munculnya faham-faham baru seperti *Mu'tazilah*, *Syī'ah*, *Khawārij*, dimana faham-faham tersebut memiliki pemahaman terhadap tauhid, keimanan, dan pengamalan atas ibadah yang berbeda dan jauh dari ajaran Nabi Muhammad SAW,⁴¹ dan banyak diantara faham tersebut yang membuat Hadis palsu untuk digunakan sebagai landasan syariat atas apa yang mereka pahami dan laksanakan. Oleh karena itu, pada abad ke-II Hijriyah khalifah Umar bin Abdul Aziz memerintahkan untuk dilaksanakannya pengkodifikasian hadis.⁴²

Kodifikasi atau pembukuan hadis yang diinisiasi oleh khalifah Umar bin Abdul Aziz tersebut dilakukan guna mencegah lenyapnya keilmuan mengenai hadis dan hilangnya hadis itu sendiri serta untuk menanggulangi menyebarnya hadis-hadis palsu yang dibuat oleh pelaku bid'ah (*al-Mubtadi'*) sebagaimana disebutkan di atas.⁴³ Setelah pengkodifikasian hadis telah berhasil dikodifikasikan, para ulama terus berupaya mengembangkan studi hadis dengan berorientasi pada penyeleksian hadis (kritik sanad hadis) dan

⁴⁰ Idri, *Studi Hadis* (Jakarta: Kencana, 2010), 25.

⁴¹ Abdurrahman bin Muhammad Asy-Syahuri, *Bugyah Al-Mustarsyidin* (Mesir: Dar Al-Fikr, n.d.), 298.

⁴² Luthfi Maulana, "Periodesasi Perkembangan Studi Hadits (Dari Tradisi Lisan/Tulisan Hingga Berbasis Digital)," *Esensia* 17, no. 1 (2016): 112, <http://ejournal.uin-suka.ac.id/ushuluddin/esensia>.

⁴³ Hading, "Sejarah Pertumbuhan Dan Perkembangan Hadis," *Shaut al-'Arabiyah* 4, no. 2 (2016): 2, <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/Shautul-Arabiyah/article/view/1222>.

pada abad ke-III menjelang abad ke-IV Hijriyah mulai muncul kitab-kitab hadis yang di dalamnya berisikan hadis dengan penggolongan yang sudah diperjelas, seperti *Ṣāhih Bukhori*, *Ṣāhih Muslim*, *Sunan Abu Dawud*, beserta kitab sunan lainnya.⁴⁴

Terdapat dua aspek utama yang digunakan oleh para ulama dalam pembagian Ilmu Hadis sebagai upaya untuk mencoba merumuskan kerangka filosofis hadis itu sendiri. Dua aspek tersebut antara lain: pertama, aspek sejarah (*history*) aspek histori ini kemudian memunculkan ilmu-ilmu hadis yang berhubungan dengan sanad atau *rijālul hadīs*. Sesuai dengan nama aspeknya (aspek historis) analisis yang digunakan oleh ilmu *rijalul hadis* menggunakan pisau analitik yang bersifat historis. Analisis hadis yang berdasar pada aspek historis ini menghasilkan puncak pembahasan keilmuan dalam proses kritik sanad dan matan yang mengantarkan pada penggolongan hadis *maqbul* (yang diterima) atau hadis *mardūd* (yang ditolak).⁴⁵

Kedua, ilmu hadis yang berhubungan dengan pemahaman teks atau matan hadis (*dirāyah*). Dimana, hadis yang dikaji dengan menggunakan pisau analitik yang berpedoman pada pemahaman teks adalah hadis yang telah memenuhi validitas historisnya, atau dalam bahasan ilmu hadisnya disebut dengan hadis yang telah dibagi menjadi hadis maqbul, *shahīh*, atau hasan. Kajian hadis dalam pembahasan ini berlatar belakang bahwa dari beribu-ribu bahkan berjuta-juta hadis yang ada ketika hendak dijadikan sebagai sumber atau landasan dalam praktik-praktik ibadah perlu ada perumusan khusus yang mengkaji tentang makna dari tiap-tiap hadis yang ada. *Dirāyah* diartikan sebagai *ma'rifah* (pengetahuan) yang diperoleh melalui analisis terhadap riwayat dengan menggunakan premis-premis yang

⁴⁴ Maulana, "Periodesasi Perkembangan Studi Hadits (Dari Tradisi Lisan/Tulisan Hingga Berbasis Digital).", 112.

⁴⁵ Daniel Djuned, *Ilmu Hadis: Paradigma Baru Dan Rekonstruksi Ilmu Hadis* (Jakarta: Erlangga, 2010), 13.

jelas.⁴⁶ Dalam kitab *Fathu al-Bāri, ad-dirāyah* disifati dengan *iktisab* atau upaya manusia mengetahui sesuatu dengan nalarnya sendiri. Dengan pengertian ini *dirāyah* berbeda jauh dengan *riwāyah*.⁴⁷

Diibaratkan oleh Ismail bin Muhammad bin al-Fadhal bahwa Ilmu *riwāyah* lebih membahas mengenai kuantitas dan ilmu *dirāyah* membahas lebih kepada kualitas. Sebagaimana ungkapannya yang mengatakan:⁴⁸

“*Saya berharap, siapa pun yang hendak berfatwa, dia tidak cukup hanya mengumpulkan dalam kitabnya hadis sebanyak yang disebutkan Ibnu Ma’in tadi tanpa mengetahui seluk beluknya, meneliti kualitasnya, dan paham maknanya. Sebab, ilmu itu dibuktikan dengan pemahaman dan dirayah, bukan dengan banyak dan luasnya riwayat.*”⁴⁹

Ilmu *dirayah* ini banyak membahas mengenai *Musykil* Hadis (ketidakjelasan yang memerlukan kejelasan), *Ghārib* Hadis (faktor lafal - kebahasaan), *Ikhtilāf* Hadis (pertentangan antara dua hadis) yang di dalamnya kemudian terdapat berbagai pendekatan seperti *taufiq al-hadis, jam’u al-hadis, nasikh-masukh*, dsb.⁵⁰ Untuk mendapatkan kerangka teori yang kuat mengenai pembagian *maqbul* atau tidaknya suatu hadis, berikut penulis rinci tentang pembagian golongan Hadis dalam segi periwayatannya. *Pertama*, jika dilihat dari banyaknya yang meriwayatkan:

⁴⁶ Muhammad Abdurrouf Al-Manawi, *Faidhu Al-Qadīr Syarhu Jāmi’ Al-Shoghūr* (Beirut: Dar Al-Kotob Al-Ilmiyah, n.d.).

⁴⁷ Ibnu Hajar Al-ʿAsqalani, *Fathu Al-Bārī: Syarhu Shahīh Al-Bukhārī*, 2nd ed. (Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafī’i, 2018).

⁴⁸ Djuned, *Ilmu Hadis: Paradigma Baru Dan Rekonstruksi Ilmu Hadis*, 17.

⁴⁹ Sebelumnya terdapat penjelasan bahwasannya Ismail bin Muhammad bin al-Fadhal pernah mendengar kakeknya bercerita bahwa ia (kakeknya) pernah mendengar Ibnu Ma’in menjawab pertanyaan seseorang tentang berapa jumlah hadis yang harus dihapal seseorang untuk dapat berfatwa, apakah seratus ribu, dua ratus ribu, atau tiga ratus ribu? Ibnu Ma’in menjawab lima ratus ribu.

⁵⁰ Djuned, *Ilmu Hadis: Paradigma Baru Dan Rekonstruksi Ilmu Hadis*, 90.

1. Hadis *Mutawatir*

Secara bahasa *mutawatir* berasal dari bahasa Arab yang merupakan *isim fa'il* dari *al-tawatir* yang berarti datang berturut-turut dan beriringan satu dengan yang lainnya.⁵¹ Dalam pengertian secara terminologi, yang dimaksud dengan hadis *mutawātir* adalah hadis yang diriwayatkan oleh sejumlah perawi (orang yang meriwayatkan hadis) yang tidak mungkin mereka sepakat berdusta dalam periwayatannya meskipun tidak sengaja secara bersambung dari awal hingga akhir sanadnya serta didasarkan pada penglihatan atau pendengaran atau seumpamanya.⁵² Ibnu Hajar Al-Asqolani kemudian merinci syarat-syarat agar sebuah hadis termasuk ke dalam kategori *mutawātir*, yaitu:⁵³

- a. Diriwayatkan oleh perawi yang berjumlah banyak, terdapat perbedaan diantara para ulama terkait berapa jumlah minimal perawi dari hadis *mutawātir* ini ada yang mengatakan cukup empat orang, paling sedikit lima orang, dan ada yang menyebutkan minimal perawinya adalah sepuluh orang dan pendapat terakhir ini yang kemudian disepakati oleh para ulama.
- b. Menurut kebiasaan tidak mungkin mereka (perawi) bersekongkol atau bersepakat untuk berdusta.
- c. Jumlah perawi yang banyak tersebut konsisten terdapat pada setiap *thabaqat*. Terdapat dapat setiap tingkatan sanad dari awal hingga akhir tanpa berkurang.
- d. Periwatyan oleh setiap perawi didasarkan pada keseksian indrawi, bukan dari hasil pemikiran atau pemahaman perawi.

⁵¹ Zulfahmi Alwii et al., *Studi Ilmu Hadis*, 1st ed. (Depok: Raja Grafindo Persada, 2021), 16.

⁵² Hasan Muhammad Maqbuli Al-Ahadali, *Musthalah Al-Hadits Wa Rijaluhu* (Beirut: Muassat al-Rayyan, 1990), 95.

⁵³ Alfiah, Fitriadi, and Suja'i, *Studi Ilmu Hadis* (Kreasi Edukasi, 2016), 97.

2. Hadis *Ahad*

Berkebalikan dengan pengertian dari hadis *mutawātir* hadis *ahad* berarti sesuatu yang diriwayatkan secara perorangan. Secara istilah hadis *ahad* didefinisikan sebagai hadis yang tidak sampai pada derajat *mutawātir*. Dalam setiap *thobaqat* (tingkatan sanad) yang tidak memenuhi syarat *mutawātir* ulama kemudian membagi hadis *ahad* ini ke dalam beberapa kategori yaitu:⁵⁴

a. Hadis *Masyhūr*

Hadis yang diriwayatkan oleh tiga orang perawi atau lebih, tetapi belum mencapai derajat *mutawātir*. Imam Ahmad memberikan pengertian yang lebih khusus terhadap hadis *masyhūr* ini, ia menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan hadis *masyhūr* adalah hadis yang populer di kalangan *tabi'in* atau *tabi' tābi'in*. hadis yang populer setelah dua generasi setelah sahabat kemudian tidak disebut dengan hadis *masyhūr*.

b. Hadis *Azīz*

Beberapa ulama hadis mendefinisikan hadis *azīz* sebagai hadis dengan jumlah periwayatnya tidak kurang dari dua orang dari seluruh tingkatannya. Sebagaimana disebutkan oleh Ibnu Hibban dan juga Ibnu Hajar al-Asqolani.

c. Hadis *Ghārib*

Ghārib secara bahasa memiliki makna sendirian atau jauh dari keluarganya atau jauh dari tanah airnya karena kata *ghārib* sendiri merupakan *musyabbih*. Dalam pengertiannya, hadis *ghārib* didefinisikan sebagai hadis yang di dalam sanadnya terdapat seorang menyendiri dalam meriwayatkannya, di mana saja penyendirian dalam sanad itu terjadi.

⁵⁴ Alwii et al., *Studi Ilmu Hadis*, 97=102.

Kedua, adalah pembagian Hadis dari segi kualitas periwayatannya:

1. Hadis *Shahīh*

Secara mudahnya, *shahīh* berarti hadis yang terlepas dari segala *illat* sejalan dengan arti dari kata “*shahīh*” itu sendiri yang berarti sehat atau mulus. Sedangkan dalam definisi yang lebih detail, hadis *shahīh* didefinisikan sebagai hadis yang sanadnya bersambung yang diriwayatkan oleh rawi yang adil dan *dhabith* dari rawi yang sama (adil dan *dhabith*) dari awal sanad sampai akhirnya. Serta tidak *syad* dan tidak ada *illat*. Seperti itulah kiranya definisi yang diberikan oleh Mahmud al-Thuhan, Ibnu Salah, juga ‘Ajaj al-Khuththabi. Kesemuanya memiliki definisi yang sama tanpa ada perbedaan sedikitpun. Oleh karena itu, dari definisi tersebut kita dapat mengetahui syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah hadis agar hadis tersebut dapat digolongkan menjadi hadis *shahīh*, yaitu:⁵⁵

- a. Sanadnya bersambung, dengan maksud setiap rawi yang meriwayatkan hadis tersebut mengambil hadis secara langsung dari orang yang berada di atas *thabaqah*-nya mulai dari awal hingga akhirnya sanadnya.
- b. Setiap rawi yang meriwayatkan memiliki sifat adil, dengan maksud seluruh rawi yang meriwayatkan hadis beragama Islam, *balligh*, berakal, tidak fasik, dan selalu menjaga *murū’ah*.
- c. Seluruh rawi bersifat *dhabith* atau kuat hafalannya.
- d. Hadis yang diriwayatkan tidak menyalahi hadis yang diriwayatkan oleh perawi yang lebih *tsiqat* atau istilahnya tidak *syad* (mengandung kejanggalan).

⁵⁵ Tajul Arifin, *Ulumul Hadits* (Bandung: Gunung Djati Press, 2014), 123.

- e. Tidak terkandung *illat* dalam hadis, salah satu yang dapat menjadi *illat* adalah hal yang dapat mengakibatkan lemahnya hadis seperti sisipan yang terdapat dalam sebuah hadis.

2. Hadis Hasan

Imam Jalaluddin as-Suyuthi menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan hadis hasan adalah hadis yang sanadnya bersambung, diriwayatkan oleh orang-orang adil, kurang dhabitnya, dan tidak ada *syudz* (*syad*) atau *illat*. Definisi tersebut memberi gambaran kepada kita bahwasannya hadis hasan sama dengan dengan hadis *shahih* hanya berbeda pada ke-*dhabitan* perawinya saja.⁵⁶

3. Hadis *Dha'if*

Secara gampangnya, hadis *dha'if* dapat kita fahami sebagai hadis yang tidak memenuhi syarat hadis *hasan* apalagi hadis *shahih*. Baik secara keseluruhan, maupun sebagian persyaratan, yaitu dari segitu *ittishal* sanad atau adil dan *dhabitnya* perawi, maupun dari adanya *illat* atau *syad*. Oleh karena itu, hadis ini juga dikatakan sebagai hadis yang tidak memenuhi syarat *maqbul*.⁵⁷

B. Kiamat dan Tanda-tandanya dalam Dalil Syar'i

Al-Qur'an telah menyebutkan bahwa dunia dan segala sesuatu yang ada di dalamnya nantinya akan berakhir. Semua kehidupan yang ada akan dilenyapkan, bumi akan hancur, dan langit digulung. Kehidupan yang ada ini kemudian dilanjutkan dengan proses kehidupan yang lebih kekal, yaitu kehidupan akhirat. Segala yang ada pasti akan selalu tertaut dengan ketiadaan. Jika kita berbincang tentang penciptaan

⁵⁶ Alfiah, Fitriadi, and Suja'i, *Studi Ilmu Hadis*, 108.

⁵⁷ Alfiah, Fitriadi, and Suja'i, *Studi Ilmu Hadis*, 108.

dunia dimulai dari penciptaan langit, bumi, dan kehidupan yang ada di dalam bumi pasti akan diiringi dengan perbincangan mengenai bagaimana nantinya langit dan bumi yang tercipta tadi akan berakhir karena sejatinya seluruh ciptaan Allah SWT hanyalah makhluk yang fana, tidak kekal.⁵⁸ Hari berakhirnya kehidupan secara masal inilah yang kemudian dikenal oleh masyarakat dengan istilah **Kiamat**.⁵⁹

Dalam KBBI, hari kiamat diartikan sebagai hari berakhirnya kehidupan dunia ini yang ditandai dengan kehancuran bumi dan benda angkasa, bersamaan dengan dibangkitkannya kembali orang-orang yang telah meninggal untuk diadili perbuatannya yang sudah-sudah.⁶⁰ Kata “kiamat” sendiri merupakan serapan dari bahasa Arab yaitu “*al-Qiyāmah*” yang dalam kamus *al-Munjid* memiliki arti pembangkitan dan kematian. Sedangkan jika kata *qiyāmah* digabungkan dengan kata *yaum* yang berarti “hari”, mereka menjadi satu kesatuan terminologi yang kemudian membentuk kata “*yaum al-qiyāmah*” yang dalam kamus yang sama diartikan sebagai hari kebangkitan dari kubur.⁶¹

⁵⁸ Sabda, “Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Qur’an Dan Hadis.”

⁵⁹ Rukmanasari, “Hari Kiamat Dalam Perspektif Al-Qur’an: Studi Terhadap Q.S. Al-Qari’ah/101” (UIN Alauddin Makassar, 2013), 29.

⁶⁰ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, “Kamus Besar Bahasa Indonesia” (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.).

⁶¹ Louis Ma’luf Al-Yassu’i and Bernard Toffel Al-Yassu’i, *Al-Munjid Al-Wasīl Fī Al-’Arabiyyah Al-Mu’assirah* (Beirut: Dar Al-Masyriq, 2003), 878.

Senada dengan pengertian tersebut. Imam At-Thobari juga mengungkapkan bahwa kata *al-Qiyāmah* berarti bangkit seluruh makhluk untuk menghadap Tuhan. Sedangkan *yaum al-qiyaamah* dimaksudkan dengan hari dibangkitkan seluruh makhluk dari kubur untuk menuju ke tempat perkumpulan.⁶² Dari pengertian-pengertian tersebut kita dapat menarik benang merah bahwa yang dimaksud dengan hari kiamat secara universal dapat diartikan sebagai suatu hari besar yang akan terjadi di akhir kehidupan dunia setelah dunia dan seisinya musnah, sehingga manusia dihidupkan kembali serta dikumpulkan menghadap Allah SWT untuk mempertanggungjawabkan seluruh perbuatannya semasa di dunia.⁶³

Waktu pasti kapan terjadinya kiamat tersebut masih menjadi rahasia Sang Pencipta. Tidak ada seorangpun yang tahu, bahkan Nabi Muhammad sekalipun yang notabene merupakan utusan dari Sang Maha Kuasa. Sebelumnya, tidak ada seorangpun yang membicarakan tentang hari kehancuran seluruh alam semesta, seperti digambarkan dalam kitab suci agama Islam.⁶⁴ Karena itulah, pemberitaan akan tanda-tanda datangnya hari kiamat termasuk salah satu mukjizat yang diberikan oleh Allah kepada Rasulullah SAW. Pemberitahuan akan tanda-tanda kiamat ini merupakan salah satu bentuk

⁶² Muhammad Jarir At-Thobari, *Jāmi' Al-Bayān Fi Ta'wīl Al-Qur'ān* (Beirut: Dar Al-Kutub Al-'Ilmiyah, 2002), 544.

⁶³ Sholeh bin Che' Had, "Penafsiran Ayat Tentang Hari Kiamat Menurut Umar Sulaiman 'Abdullah Al-Asyqar" (UIN Ar-Raniry, 2018), 19.

⁶⁴ Royani Marhan, *Kiamat Dan Akhirat* (Jakarta: Erlangga, 2012), 19.

kemurahan hati dari Allah SWT. Karena pemberitahuan yang dilakukan dengan mendahului kedatangan kejadian aslinya akan memudahkan akal untuk semakin mempercayai akan terjadinya kiamat yang pada saat ini kejadian kiamat masih bisa disebut sebagai kejadian yang *ghaib*. Hal ini pula akan mendorong seluruh umat manusia, khususnya umat muslim untuk terus meningkatkan keimanan dan kataqwaannya sebagai sarana persiapan sebelum sampai kepada hari pembalasan.⁶⁵

Tanda-tanda tersebut tersebar penjelasannya diantara beratus-ratus ayat Al-Qur'an serta beberapa hadis. Dalam berbagai hadis Rasulullah SAW memberikan isyarat mengenai tanda-tanda yang akan terjadi jika kiamat sudah semakin dekat. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih jelas, berikut penulis petakan dalil-dalil *syar'i* yang menyinggung kejadian kiamat di dalamnya.

1. Kejadian alam dalam kiamat

a. Q.S. *Al-Qiyāmah*: 6-9

﴿يَسْأَلُ أَيَّانَ يَوْمُ الْقِيَامَةِ ۖ ۖ فَإِذَا بَرَقَ الْبَصْرُ ۗ وَخَسَفَ الْقَمَرُ ۗ ۙ وَجُمِعَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ ۗ ۙ﴾

“Dia bertanya, “Kapankah hari Kiamat itu?” Apabila mata terbelalak (ketakutan), bulan pun telah hilang cahayanya, serta matahari dan bulan dikumpulkan,”
(*Al-Qiyāmah* /75:6-9)

⁶⁵ Fadhilah IS, *Analisis Hadis-Hadis Asyrath Al-Sa'ah Al-Sughra Wa Al-Kubrā (Kajian Tematik)* (Medan, 2021), 17-19.

b. Q.S. *Al-Infithār*: 1-3

﴿ إِذَا السَّمَاءُ انْفَطَرَتْ ۙ ۱ وَإِذَا الْكَوَاكِبُ انْتَبَرَتْ ۙ ۲ وَإِذَا الْبِحَارُ
فُجِّرَتْ ۙ ۳ ﴾

“Apabila langit terbelah, apabila bintang-bintang jatuh berserakan, apabila lautan diluapkan,” (Al-Infithār /82:1-3)

c. Q.S. *Al-Takwīr* 1-3

﴿ إِذَا الشَّمْسُ كُوِّرَتْ ۙ وَإِذَا النُّجُومُ انْكَدَرَتْ ۙ وَإِذَا الْجِبَالُ سُيِّرَتْ ۙ

“Apabila matahari digulung, apabila bintang-bintang berjatuh, apabila gunung-gunung dihancurkan,” (Al-Takwīr 1-3)

2. Waktu terjadinya kiamat

a. Q.S. *Al-Nisā'*: 87

﴿ اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ لِيَجْمَعَنَّكُمْ إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ لَا رَيْبَ فِيهِ ۗ ۝
وَمَنْ أَصْدَقُ مِنَ اللَّهِ حَدِيثًا ۚ ۘ ۸۷ ﴾

“Allah, tidak ada Tuhan selain Dia. Sungguh, Dia pasti mengumpulkan kamu pada hari Kiamat yang tidak ada keraguan di dalamnya. Siapakah yang lebih benar perkataannya daripada Allah?” (Al-Nisā’/4:87)

b. Q.S. *Al-A’rāf*: 187

﴿ يَسْأَلُونَكَ عَنِ السَّاعَةِ أَيَّانَ مُرْسَاهَا ۚ قُلْ إِنَّمَا عِلْمُهَا عِنْدَ
رَبِّي ۚ لَا يُجَلِّئُهَا لَوْفَتِهَا إِلَّا هُوَ يُفَلَّتْ فِي السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ لَا

تَأْتِيكُمْ إِلَّا بَعْتَهُ يَسْأَلُونَكَ كَاتِبًا حَفِيٌّ عَنْهَا قُلْ إِنَّمَا عِلْمُهَا
عِنْدَ اللَّهِ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ ﴿١٨٧﴾

“Mereka menanyakan kepadamu (Nabi Muhammad) tentang kiamat, “Kapan terjadi?” Katakanlah, “Sesungguhnya pengetahuan tentangnya hanya ada pada Tuhanku. Tidak ada (seorangpun) yang dapat menjelaskan waktu terjadinya selain Dia. (Kiamat) itu sangat berat (huru-haranya bagi makhluk yang) di langit dan di bumi. Ia tidak akan datang kepadamu kecuali secara tiba-tiba.” Mereka bertanya kepadamu seakan-akan engkau mengetahuinya. Katakanlah (Nabi Muhammad), “Sesungguhnya pengetahuan tentangnya hanya ada pada Allah, tetapi kebanyakan manusia tidak mengetahui.”” (Al-A’rāf /7:187)

3. Tanda-tanda kiamat

a. *Shahīh* Muslim Hadis No. 158

وَحَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ، وَزُهَيْرُ بْنُ حَرْبٍ، قَالَ حَدَّثَنَا
وَكَيْعٌ، ح وَحَدَّثَنِيهِ زُهَيْرُ بْنُ حَرْبٍ، حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ
يُوسُفَ الْأَزْرَقِ، جَمِيعًا عَنْ فُضَيْلِ بْنِ عَزْوَانَ، ح وَحَدَّثَنَا أَبُو
كُرَيْبٍ، مُحَمَّدُ بْنُ الْعَلَاءِ - وَاللَّفْظُ لَهُ - حَدَّثَنَا ابْنُ فُضَيْلٍ،
عَنْ أَبِيهِ، عَنْ أَبِي حَازِمٍ، عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ، قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ
صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ " ثَلَاثٌ إِذَا خَرَجْنَا لَا يَنْفَعُ نَفْسًا
إِيمَانُهَا لَمْ تَكُنْ آمَنَتْ مِنْ قَبْلُ أَوْ كَسَبَتْ فِي إِيمَانِهَا خَيْرًا
طُلُوعُ الشَّمْسِ مِنْ مَغْرِبِهَا وَالِدَّجَالُ وَدَابَّةُ الْأَرْضِ . "

Shahīh Muslim 158: Telah menceritakan kepada kami Abu Bakr bin Abu Syaibah dan Zuhair bin Harb, berkata siapa Zuhair bahwa telah menceritakan kepada kami Wakī'. Dan di ceritakan dari jalur yang berbeda dari Zuhair bin Harb, menceritakan kepada kamu Ishāq bin Yūsuf al-Azraq, berkumpul pada Abu Kuraib, Muhammad bin al-'Alā', diceritakan kepada kamu dari Ibnu Fudhail, dari ayahnya, dari Abi Hāzim, dari Abi Hurairah, berkata Abi Hurairah, Rasulullah SAW, bersabda 'Tiga keadaan, apabila itu terjadi tiadalah iman seseorang berguna kepadanya, kalau dia tidak beriman sebelumnya atau dalam beriman itu tiada mengusahakan perbuatan yang baik, yaitu terbit matahari dari tempat terbenamnya, dajjal, dan binatang bumi (dābbatu al-ardl)'" (HR. Muslim, No. 158)

b. *Shahīh Muslim Hadis No. 2901*

حَدَّثَنَا أَبُو حَيْثَمَةَ، زُهَيْرُ بْنُ حَرْبٍ وَإِسْحَاقُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ
وَأَبْنُ أَبِي عُمَرَ الْمَكِّيُّ - وَاللَّفْظُ لِرُحَيْمِرٍ - قَالَ إِسْحَاقُ
أَخْبَرَنَا وَقَالَ الْأَخْرَانِ، حَدَّثَنَا سُفْيَانُ بْنُ عُيَيْنَةَ، عَنْ فُرَاتٍ،
الْقَزَّازِ عَنْ أَبِي الطُّفَيْلِ، عَنْ حُدَيْفَةَ بْنِ أَسِيدِ الْعِفَارِيِّ، قَالَ
اطَّلَعَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَلَيْنَا وَنَحْنُ نَتَذَكَّرُ فَقَالَ " مَا تَذَاكُرُونَ " . قَالُوا نَذْكُرُ السَّاعَةَ . قَالَ " إِنَّهَا لَنْ تَقُومَ
حَتَّى تَرَوْنَ قَبْلَهَا عَشْرَ آيَاتٍ " . فَذَكَرَ الدُّخَانَ وَالدَّجَالَ

وَالدَّابَّةَ وَطُلُوعَ الشَّمْسِ مِنْ مَغْرِبِهَا وَنُزُولَ عِيسَى ابْنِ مَرْيَمَ
 صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ وَيَأْجُوجَ وَمَأْجُوجَ وَثَلَاثَةَ حُسُوفٍ
 حَسَفٌ بِالْمَشْرِقِ وَحَسَفٌ بِالْمَغْرِبِ وَحَسَفٌ بِجَزِيرَةِ الْعَرَبِ
 وَآخِرُ ذَلِكَ نَارٌ تَخْرُجُ مِنَ الْيَمَنِ تَطْرُدُ النَّاسَ إِلَى مُحَشَرِهِمْ .

Shahīh Muslim 2901: Telah menceritakan kepada kami Abu Khaitsamah, Zuhair bin Harb dan Ishaq bin Ibrāhīm dan Ibnu Abi Umar al-Makkiyy. Ishāq berkata telah memberikan kabar kepada kami dan berkata juga periwayat yang lain, telah menceritakan kepada kami Sufyaan bin 'Uynah, dari Furāt, al-Qazzār dari Abi Thufail, dari Hudzaifah bin Asīd al-Ghifaariyy. Hudzaifah berkata: Datang Nabi SAW kepada kami dan kami sedang memperbincangkan sesuatu, Nabi bertanya: 'Apakah yang kamu perbincangkan?' Kami menjawab: 'Kami membicarakan mengenai kiamat' Nabi bersabda: 'Sesungguhnya kiamat itu tidak akan terjadi, sebelum kamu melihat sepuluh tanda-tanda.' Lalu Nabi menyebut: 'Asap (kabut), Dajjal (penipu besar), binatang besar, matahari terbit dari tempat terbenamnya, turun Isa putra Maram SAW, Ya'juj Ma'juj, tiga kali terjadi gerhana, sekali di timur, sekali di barat, dan sekali di Jazirah Arab, dan terakhir api yang keluar dari negeri Yaman, menghalau orang banyak ke tempat mereka berkumpul'. " (HR. Muslim)

c. Sunan Ibnu Majah Hadis No. 4068

سنن ابن ماجه ٤٠٦٨ : حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ
 حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ فُضَيْلٍ عَنْ عُمَارَةَ بْنِ الْقَعْقَاعِ عَنْ أَبِي زُرْعَةَ
 عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
 يَقُولُ لَا تَقُومُ السَّاعَةُ حَتَّى تَطْلُعَ الشَّمْسُ مِنْ مَغْرِبِهَا فَإِذَا
 طَلَعَتْ وَرَأَاهَا النَّاسُ آمَنَ مَنْ عَلَيْهَا فَذَلِكَ حِينَ لَا يَنْفَعُ
 نَفْسًا إِيمَانُهَا لَمْ تَكُنْ آمَنَتْ مِنْ قَبْلُ

Sunan Ibnu Majah 4058: Telah menceritakan kepada kami Abu Bakar bin Abu Syaibah telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Fudhail dari 'Umarah bin Al Qa'qa' dari Abu Zur'ah dari Abu Hurairah dia berkata: "Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda: "Tidak akan terjadi hari Kiamat sehingga Matahari terbit dari Barat, apabila manusia melihat ia telah terbit (dari Barat), maka mereka akan beriman semuanya, namun hal itu tidak lagi bermanfaat (keimanan) mereka (karena) mereka sebelumnya tidak beriman (HR. Ibnu Majah)

C. Kiamat dalam Pandangan Sains

Kiamat tidak hanya dibahas dalam manuskrip suci agama Islam saja, manusia secara umum juga mempercayai akan adanya hari akhir tersebut sebagaimana tergambar dalam tradisi keilmuan khususnya sains yang sampai saat ini terus menggali dan mencari tahu gambaran bagaimana alam semesta ini berakhir. Dalam narasi sains, kiamat disebut dengan “Apocalypse” yang merupakan kata serapan dari

bahasa Yunani yang berarti pengungkapan misteri Ilahi. Setelah diserap dalam bahasa Inggris *apocalypse* kemudian memiliki arti bencana, malapetaka kosmik, dan akhir dari dunia.⁶⁶ Secara istilah, *apocalypse* atau kiamat didefinisikan sebagai gambaran dari kejadian akhir (alam semesta) yang akan terjadi di masa mendatang (*visions of the future shape of eschalotogical events*). Dimana, gambaran akan kejadian akhir dari alam semesta tersebut dipercaya terjadi sangat dekat dari waktu kita saat ini. Pada intinya, *apocalypse* adalah kekacauan dan kerusakan alam semesta yang akan terjadi di masa mendatang sebagai tanda akhir dari segalanya (meskipun ada kemungkinan semesta baru tercipta kembali setelah kejadian akhir tersebut).⁶⁷

Kiamat sebagai akhir dari alam semesta berperan sebagai batas (singularitas) atas keteraturan yang telah menjadi ketentuan alam semesta sejak awal. Sebagaimana adanya kehidupan yang akan berakhir dengan kematian,⁶⁸ Einstein dalam teori relativitasnya mengatakan hal yang selaras dengan garis batas waktu yang diperkirakan memiliki akhir. Ia memprediksikan akan ada dua kemungkinan kondisi yang dialami alam semesta pada masa mendatang. Menurutnya, alam semesta memiliki masa depan dalam 2 kemungkinan

⁶⁶ Barbara Freyer Stowasser, *The End Is Near: Minor and Major Signs of the Hour in Islamic Texts and Contexts* (Washington DC, 2004), 1, <https://www.semanticscholar.org/paper/The-End-is-Near%3A-Minor-and-Major-Signs-of-the-Hour-Freyer/fd9cec755a3460ee9aa7e246c58bff412e6bc92a>.

⁶⁷ Maria Manuel Lisboa, *The End of the World: Apocalypse and Its Aftermath in Western Culture* (Cambridge: Open Book Publishers, 2011), 18.

⁶⁸ Maria Manuel Lisboa, *The End of the World: Apocalypse.....*, 19.

yang keduanya sama-sama menimbulkan rasa takut dan kagum. Kemungkinan pertama adalah jagat raya akan terus berkembang selamanya, semua bintang dan galaksi akan menggunakan seluruh energinya sampai habis hingga menjadi lubang hitam dan berakhir dalam keadaan yang dingin dan gelap. Kemungkinan kedua mengatakan bahwa alam semesta akan berhenti berekspansi yang diikuti dengan penyusutan gravitasi, dalam kemungkinan ini alam semesta berakhir luluh menjadi satu titik.⁶⁹ Dalam tinjauan yang lebih sempit, model berakhirnya alam semesta dalam kaca mata sains dapat dibagi menjadi 2 skala, yaitu kehancuran semesta dalam skala universal dan kehancuran semesta skala lokal.

1. Kehancuran Skala Universal

Ketika membahas mengenai asal-usul alam semesta dan bagaimana alam semesta akan berjalan ke depannya Stephen Hawking menjelaskan bahwa sesuai dengan Teori Relativitas Einstein, diprediksi bahwa ruang-waktu (alam semesta) bermula di singularitas Ledakan Besar (*Big Bang*) dan bakal berakhir pada singularitas Rengkuhan Besar (*Big Crunch*) atau singularitas dalam lubang hitam (*Black Hole*).⁷⁰ Pemahaman penulis terkait pernyataan Hawking tersebut sedikit berbeda dengan pendapat Rinto Anugraha yang

⁶⁹ Rinto Anugraha, *Teori Relativitas Dan Aplikasinya Pada Elektro Dinamika, Lubang Hitam, Dan Jagat Raya* (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017), 178.

⁷⁰ Stephen Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)* (Jakarta: Gramedia Pustaka, 2023), 165.

menjelaskan bahwa kedua singularitas tersebut merupakan kondisi yang berlaku pada alam semesta secara keseluruhan. Penulis berpendapat, bahwa kedua singularitas tersebut berlaku pada dua kondisi yang berbeda pula, singularitas *Big Crunch* berlaku untuk alam semesta dalam skala universal dan singularitas Lubang Hitam hanya berlaku untuk skala lokal suatu daerah bintang saja. Oleh karena penulis membagi pembahasan mengenai kiamat dalam pandangan sains menjadi dua sub bahasan yang berbeda.

Untuk membahas model singularitas yang pertama, kita sebaiknya terlebih dahulu mengetahui bagaimana skema dari awal mula semesta ini ada sehingga dalam kesimpulannya nanti kita dapat melihat bagaimana semesta ini dapat berakhir dalam keadaan singularitas *Big Crunch*. Teori yang paling kuat saat ini mengatakan bahwa alam semesta berawal dari suatu titik yang memiliki kerapatan yang tidak terhingga yang kemudian meledak sehingga memunculkan materi (zarah) yang saling bereaksi satu sama lain dan berangsur-angsur menghasilkan gugusan-gugusan galaksi, bintang, planet, hingga makhluk hidup seperti kita. Teori ini disebut dengan teori Big Bang (ledakan besar). Bigbang disebut dengan teori, bukannya hipotesis dikarenakan bukti yang mendukung akan adanya kondisi seperti itu sangatlah kuat (*solid*) dan komprehensif (*comprehensive*). Teori ini muncul sebagai akibat dari

ditemukannya kondisi alam semesta yang mengembang (pergeseran merah – *Red Shift*).⁷¹

Teori mengenai alam semesta mengembang yang ditandai dengan adanya pergeseran merah dicetuskan pertama kali oleh Edwin Hubble pada tahun 1924 setelah ia berhasil menemukan bukti keberadaan galaksi-galaksi lain. Ketika Hubble menyusun katalog jarak galaksi dan mengamati spektrum cahaya ia menemukan bahwa sebagian besar galaksi mengalami insutatan (pergeseran) merah atau bergerak menjauh dari kita. Pada tahun 1929 Hubble kembali merilis penemuannya yang mengatakan ukuran insutatan merah galaksi tidaklah acak. Makin jauh sebuah galaksi dari kita, maka semakin cepat pergerakannya menjauh. Nama insutatan merah diambil dari pembahasan “efek Doppler”. Sebagaimana kita ketahui bersama, cahaya tidaklah terdiri dari satu warna saja, melainkan tersusun atas warna-warna seperti Pelangi, warna-warna penyusun ini disebut dengan spektrum. Dalam efek Doppler disebutkan panjang gelombang terbesar ada di ujung merah spektrum, sedangkan panjang gelombang terkecil berada pada ujung biru spektrum.

Sehingga, ketika sebuah bintang yang bergerak menjauh dari kita spektrum yang akan sampai kepada kita adalah spektrum terpanjangnya, yakni merah. Sebaliknya, jika sebuah bintang bergerak mendekati kita,

⁷¹ Michael Seeds and Dana Backman, *Foundations of Astronomy*, 13th ed. (Boston: Cengage Learning, 2017), 394.

maka spektrum yang akan tampak adalah spektrum biru. Oleh karena itu pergerakan menjauh sebuah bintang disebut dengan insutan merah (*redshift*) dan gerakan mendekat sebuah bintang disebut dengan insutan biru (*blueshift*).⁷² Sebelumnya, disaat semua orang percaya bahwa semesta ini statis (tidak bergerak), seorang ilmuwan dari Rusia Alexander Friedman sudah mengemukakan teorinya tentang pergerakan semesta yang mengembang ini. Ia membuat 3 model perjalanan alam semesta yang kesemuanya diawali dari singularitas ledakan besar sebagai akibat dari semesta yang mengembang, dimana menurutnya ketika semesta ini mengembang pasti pada awalnya semesta ini pernah berada pada satu titik yang sama atau setidaknya saling berdekatan.⁷³

Model pertama mengatakan bahwa alam semesta mengembang cukup lambat sehingga tarikan gravitasi antar berbagai galaksi menyebabkan pengembangan melambat sampai akhirnya berhenti. Galaksi-galaksi kemudian mulai bergerak saling mendekat dan alam semesta mulai menyusut. Dalam model kedua, digambarkan bahwa alam semesta mengembang dengan sangat cepat. Sehingga, dengan kecepatannya ini tarikan gravitasi tidak bisa menghentikannya, walau bisa melambatkannya sedikit. Solusi ketiga menyebutkan alam semesta mengembang cukup cepat untuk

⁷² Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 51-57.

⁷³ Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 62.

menghindari pengerutan. Namun, kecepatan gerak galaksi untuk saling menjauhi terus menurun meski tidak pernah sampai nol.

Model pertama pengembangan alam semesta yang disampaikan oleh Friedman memiliki ciri mencolok yang menggambarkan bahwa alam semesta tidak terbatas dalam ruang, tapi ruangpun tidak terbatas. Gravitasi sangat kuat dan membuat ruang melengkung sampai bertemu dirinya sendiri. Gambaran ini sama seperti bumi, ketika seseorang berjalan ke arah tertentu di permukaannya dia akan kembali ke titik awal ia berjalan. Namun, ruang tidaklah sama dengan bumi, permukaan bumi berdimensi dua sedangkan ruang berdimensi 3. Dimensi keempat, waktu, juga memiliki batas, waktu bisa digambarkan seperti garis yang memiliki dua ujung batas, ada permulaan dan ada akhir. Ketika alam semesta menemui kembali titik awalnya, maka ia akan menyusut dan kemudian mengalami rengkuhan besar (*Big Crunch*) sebagaimana telah diprediksi dalam teori Relativitas Einstein. Perlu diketahui, model pertama ini yang banyak diterima oleh ilmuwan dan menjadi teori yang paling kuat hingga saat ini.⁷⁴

2. Kehancuran Skala Lokal

Pembahasan mengenai kehancuran semesta dalam skala lokal ini memperjelas mengenai teori singularitas yang kedua, dimana Hawking menjelaskan

⁷⁴ Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 65-66.

bahwasannya, singularitas dalam lubang hitam terjadi pada lingkup lokal yang mencakup suatu sistem tata bintang. Sebenarnya dalam teori yang ada, akhir hidup dari sebuah bintang terbagi menjadi beberapa jenis yang dipengaruhi oleh massa masing-masing bintang. Daur hidup sebuah bintang pastinya akan mempengaruhi daerah sekitarnya sebagaimana Matahari yang mempengaruhi 8 planet yang mengelilinginya dan pastinya akan mempengaruhi kehidupan di bumi sebagai planet yang mengorbitnya. Daur hidup bintang biasa disebut dengan “Evolusi”, dimana dalam pembahasan evolusi bintang terdapat 3 fase utama yang dilalui oleh sebuah bintang, yakni *Nuclear Time Scale*, *Thermal Time Scale*, *Dynamical or Freefall Time Scale*.⁷⁵

Nuclear Time Scale adalah skala waktu dimana bintang memancarkan seluruh energi yang dihasilkan melalui reaksi nuklir. *Thermal Time Scale* merupakan waktu dimana sebuah bintang akan memancarkan (melepaskan) seluruh energi termal (panas) yang dimiliki setelah produksi energi melalui reaksi nuklir berhenti, reaksi nuklir tersebut mengubah unsur Hidrogen menjadi Helium. Fase yang terakhir atau *Dynamical/Freefall Time Scale* merupakan fase ketika bintang runtuh dikarenakan tekanan keluar yang mengimbangi tekanan kedalam oleh gravitasi tiba-tiba hilang, fase ini merupakan fase tersingkat yang akan dialami oleh sebuah

⁷⁵ Hannu Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*, 5th ed. (New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007), 243.

bintang.⁷⁶ Dalam menjalani setiap fase tersebut sebuah bintang mengalami perubahan struktur. Bentuk dari perubahan struktur yang ada tidaklah sama antar satu bintang dengan bintang lainnya, masing-masing dipengaruhi oleh massa bintang. Menurut massanya bintang dibagi menjadi dua golongan, yaitu bintang bermassa kecil (*Low-Mass Star*) dan bintang bermassa besar (*High-Mass Star*) dengan acuan utamanya adalah massa dari Matahari. Jika suatu bintang memiliki massa dibawah 8 kali massa matahari ia tergolong sebagai bintang dengan massa kecil dan jika suatu bintang memiliki massa sama dengan atau lebih dari 8 kali massa matahari ia termasuk dalam golongan bintang bermassa besar.⁷⁷

a. Evolusi Bintang Bermassa Kecil (*Low-Mass Star*)

Bintang bermassa kecil mengawali kehidupannya di dalam awan antar bintang (Nebula) yang melayang-layang di sebuah galaksi. Karena beberapa sebab seperti tabrakan dengan nebula tetangga atau ledakan bintang terdekat nebula yang ada menjadi runtuh, menyusut seiring dengan bertumbuhnya gaya gravitasi yang berada di pusatnya, materi yang dimilikinya kemudian menyusut ke dalam dan menjadikan suhu nebula menjadi lebih panas. Reaksi ini terus berlanjut

⁷⁶ Hannu Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*, 244.

⁷⁷ Thomas T. Arny and Stephen E. Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 7th ed. (New York: McGraw-Hill, 2014), 360-363.

selama beberapa juta tahun yang kemudian menghasilkan reaksi fusi nuklir pada inti dari nebula yang telah menjadi proto bintang, pada reaksi itu materi berupa hydrogen melebur menjadi helium dan melepaskan radiasi yang menghasilkan tekanan ke arah luar bintang dan menopang bintang dari gaya gravitasi yang menariknya ke arah dalam. Saat tekanan tersebut setimbang, terbentuklah bintang bermassa kecil seperti matahari, sebuah bintang kuning yang berwarna kuning. Pada kondisi ini bintang sudah mencapai tingkatan kelas deret utama pada diagram H-R.⁷⁸

Posisi bintang bermassa kecil pada kelas bintang deret utama terus bertahan hingga ia menghabiskan sekitar 90% dari hidrogen yang ada di intinya, untuk mencapai kondisi tersebut dibutuhkan waktu 10 miliar tahun. Dalam proses penghabisan bahan bakar hidrogen inti dari bintang akan menyusut dan semakin memanas. Bertambahnya suhu pada inti bintang mengakibatkan pembakaran hidrogen berjalan lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak energi daripada sebelumnya. Produksi energi yang besar membuat bintang terus mengembang. Bagian terluar bintang semakin menjauh dari pusatnya dan semakin mendingin, pendinginan ini membuat

⁷⁸ Thomas T. Arny and Stephen E. Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 363.

warna bintang menjadi merah, sehingga pada fase ini bintang disebut dengan raksasa merah (*red giant*). pada lingkungan tata surya, matahari yang perlahan menjadi raksasa merah semakin mendekat kepada bumi dan membuat bumi semakin panas, lautan akan menguap bahkan kondisi ini juga dapat melelehkan kerak bumi. Otomatis, pada kondisi seperti ini bumi sudah tidak dapat untuk dihuni oleh makhluk hidup lagi.⁷⁹

Bintang raksasa merah akan bertahan setidaknya selama satu miliar tahun lagi dan kemudian ia akan menyusut dan menjadi lebih panas yang kemudian berubah menjadi raksasa kuning (ketika inti bintang menjadi cukup panas untuk meleburkan helium). Selanjutnya, bintang akan berdenyut melambat hingga seluruh heliumnya habis tereaksikan di dalam inti bintang. hal ini membuat bintang kembali lagi pada kondisi raksasa merah dengan luminositas (kecerahan) yang lebih besar daripada sebelumnya. Radiasi yang tercipta pada kondisi ini mengalirkan seluruh energi terakhir yang dimiliki oleh bintang ke angkasa, gas yang tersebar akan membentuk cangkang yang secara bertahap akan terus menyebar. Inti bintang tetap bergejolak memproduksi panas tetapi tanpa pasokan

⁷⁹ Thomas T. Arny and Stephen E. Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 363-364.

energi lebih lanjut dan pada akhirnya suhunya akan berkurang dan menjadikannya bintang katai putih.⁸⁰

b. Evolusi Bintang Bermassa Besar (*High-Mass Star*)

Tidak berbeda jauh dengan evolusi hidup bintang bermassa kecil, bintang bermassa besar juga berawal dari sebuah nebula tetapi dengan gumpalan yang lebih besar dan masif daripada nebula yang membentuk bintang bermassa kecil. Massa pembentuk yang besar tersebut bereaksi lebih kuat dan memanaskan materi sekitarnya lebih besar dibandingkan pemanasan yang terjadi saat bintang bermassa kecil tercipta. Oleh karena itu, ketika bintang bermassa besar telah setimbang kondisinya lebih panas dengan luminositas (kecerahan) yang lebih besar dan juga berwarna biru. Luminositas yang besar tersebut menandakan bintang tersebut membakar materi pada intinya dengan lebih cepat dan lebih banyak, ini menyebabkan umurnya yang pendek yakni sekitar 100 juta tahun atau kurang.

Pada fase raksasanya, bintang bermassa besar menciptakan tekanan gravitasi yang sangat besar pada intinya. Ketika inti bintang terkompresi, ia juga menghasilkan energi yang lebih besar pula, tempraturnya meningkat dan inti bintang membakar lebih banyak bahan bakar untuk mengimbangi tekanan ke dalam oleh gravitasi. Suhu sangat tinggi

⁸⁰ Thomas T. Arny and Stephen E. Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 364.

yang diciptakan oleh reaksi fusi nuklir pada inti bintang memungkinkan bintang untuk meleburkan unsur-unsur yang semakin berat, helium dilebur menjadi karbon, karbon dilebur menjadi oksigen, oksigen dilebur menjadi silicon, dan silicon dilebur menjadi besi. Besi berat akhir dari materi yang dapat dilebur, dengan demikian sebuah bintang dengan inti besi yang masif tidak dapat menopang dirinya sendiri melawan tarikan gravitasi ke dalam. Sehingga, inti dari bintang akan runtuh kurang dari seperdetik, memicu ledakan dahsyat yang menghujani elemen berat yang dibuatnya ke luar angkasa ledakan ini disebut dengan Supernova. Bintang seperti itu tidak meninggalkan katai putih; alih-alih, intinya menjadi bola neutron yang sangat kecil dan sangat padat (bintang neutron) atau benda yang lebih padat menjadi lubang hitam.⁸¹

D. Tinjauan Umum Matahari dan Pergerakannya

Matahari merupakan sebuah bintang yang menjadi pusat dari Tata Surya sekaligus menjadi objek terbesar yang ada di Tata Surya karena 99,85% dari total keseluruhan massa tata surya dimiliki oleh matahari.⁸² Matahari merupakan bintang yang paling dekat dengan Bumi diantara 2 miliar bintang lain

⁸¹ Thomas T. Arny and Stephen E. Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 364-365.

⁸² Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan Dan Antariksa*, Revisi. (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013), 59.

yang ada di galaksi Bimasakti, ia memiliki diameter 14×10^5 km dan memiliki massa $1,99 \times 10^{30}$ kg. Jika dibandingkan dengan ukuran bumi, butuh 109 benda berukuran bumi untuk dapat menutup seluruh permukaan matahari, sedangkan untuk mengisi volume matahari dibutuhkan lebih dari sejuta benda seukuran bumi.⁸³ Matahari sebagai sebuah bintang pastinya memiliki suhu yang sangat tinggi dikarenakan terjadi reaksi termonuklir di dalam intinya yang menghasilkan cahaya serta gelombang-gelombang radiasi pada panjang tertentu dan karena suhunya yang sangat tinggi tersebut seluruh batang tubuh matahari tersusun hanya dari gas yang didominasi hydrogen (92.1%) dan helium (7,8%) serta beberapa unsur lain dalam jumlah yang jauh lebih kecil.⁸⁴

Secara keseluruhan matahari dapat dibagi menjadi 2 bagian utama, yaitu bagian dalam dan bagian atmosfer matahari. Di dalam bagian dalam terdapat 3 bagian yang pada masing-masing bagian terjadi reaksi fisis yang berbeda-beda, 3 bagian tersebut adalah bagian inti, bagian radiatif, dan bagian konvektif. Di dalam bagian inti terjadi proses reaksi fisis termonuklir yang merubah komponen hidrogen menjadi helium, bagian inti inilah yang menghasilkan tekanan gas keluar yang mengimbangi tekanan ke dalam oleh gravitasi sehingga menghindari keruntuhan. Bagian inti ini memiliki temperatur paling panas yakni sekitar 15 juta derajat celcius.

⁸³ Gunawan Admiranto, *Eksplorasi Tata Surya* (Bandung: Mizan, 2017), 34-36.

⁸⁴ Hans Gunawan, "Modul Persiapan Menuju OSN, Bidang Astronomi" (2006): 516.

Bagian radiatif yang berbatasan dengan bagian inti memiliki temperatur 7 juta derajat celcius. Di daerah ini panas dari inti dihantarkan ke arah yang lebih tinggi secara radiasi. Daerah radiatif yang berbatasan dengan daerah konvektif memiliki temperatur yang lebih rendah, yakni sekitar 2 juta derajat celcius.⁸⁵

Pada bagian konvektif temperatur semakin rendah, dimana bagian ini memiliki temperatur sekitar 2 juta derajat hingga 5.800 derajat celcius. Pada bagian ini panas dihantarkan melalui semacam pengadukan di mana, materi yang panas bergerak ke atas dan setelah sampai di atas materi tersebut turun kembali untuk kembali mengulang gerakan ini. Bagian atmosfer matahari terbagi atas daerah fotosfer, kromosfer, dan korona. Daerah fotosfer merupakan daerah Matahari yang terlihat jika diamati dari Bumi. Daerah kromosfer terletak di atas lapisan fotosfer yang berbentuk suatu lapisan tipis (2000-3000 km). Dan di atas kromosfer terdapat lapisan korona dan lapisan ini menjadi bagian terluar dari matahari. Daerah korona berukuran sangat luas bahkan bisa sampai berkali-kali lipat dari ukuran jari-jari matahari itu sendiri. Korona memiliki kecerlangan yang sangat rendah (seperjuta kali dari kecerlangan fotosfer) sehingga bagian ini hanya dapat teramati jika terjadi gerhana matahari total.⁸⁶

⁸⁵ Admiranto, *Eksplorasi Tata Surya*, 55.

⁸⁶ Admiranto, *Eksplorasi Tata Surya*, 56.

Matahari yang secara massa dan ukuran mendominasi di dalam Tata Surya memberikan pengaruh yang besar terhadap segala sesuatu yang ada di dalamnya. Penjaga keteraturan pergerakan planet, menjadi penentu suhu bagi seluruh objek yang ada di Tata Surya, pelindung bagi planet terhadap benda asing ketika Tata Surya bergerak mengorbit pusat galaksi, dan banyak lagi pengaruh matahari bagi seluruh objek yang ada di Tata Surya, tidak terkecuali bumi yang kita tinggali.⁸⁷ Dari pergerakan bumi yang selalu berkaitan dengan adanya Matahari menjadikan banyak sekali hal-hal dalam kehidupan di dalamnya memiliki ketersinggungan yang sangat besar dengan matahari. Setidaknya, kita dapat membagi pengaruh tersebut ke dalam dua jenis utama, yaitu pengaruh secara fisik dan pengaruh secara waktu.

Diantara beberapa pengaruh matahari yang berdampak secara fisik (*physically*) kepada bumi antara lain: pertama, bumi dan matahari sama-sama memiliki gaya gravitasi sebagaimana dijelaskan oleh Newton bahwasannya masing-masing benda yang memiliki gaya gravitasi yang sebanding akan berinteraksi dan saling mempengaruhi. Karena gaya ini pulalah bumi tertarik dan terus mengorbit matahari. Tetapi karena bumi juga memiliki gaya gravitasi yang cukup besar pula, bumi dapat bertahan dengan jarak sebesar 150 juta kilometer ketika mengorbit matahari tersebut dan tidak jatuh

⁸⁷ Leonia M. F. B. Da Silva, Ali Warsito, and Andreas Ch. Louk, "Analisa Komputasi Pergerakan Orbit Bumi Terhadap Matahari Berdasarkan Hukum Kepler Memanfaatkan Wolfram Mathematica," *Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya* 4, no. 1 (2019), 17-22.

ke dalamnya. Perpaduan antara energi yang dipancarkan oleh matahari dengan jaraknya yang ideal dari bumi membuat energi yang sampai ke permukaan bumi menjadi sumber dari kehidupan dan menjaga suhu bumi agar tetap selalu ideal untuk kehidupan yang ada. Pengaruh-pengaruh secara fisik dan hubungannya dengan kehidupan di bumi sebenarnya sudah banyak disebutkan dalam Al-Qur'an, sebagaimana difirmankan dalam Q.S. Yunus ayat 5:⁸⁸

﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ ۙ مَنَازِلَ
لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ
الآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ۝﴾

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu, kecuali dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada kaum yang mengetahui.”
(Yunus/10:5)

Dalam ayat tersebut juga termaktub mengenai matahari yang telah Allah tetapkan tempat-tempat orbitnya, dimana dengan ketetapan orbit tersebut matahari dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan bilangan tahun dan perhitungan waktu. Ketentuan ini masuk ke dalam

⁸⁸ Anisa Nur Afida, Yuberti, and Mukarramah Mustari, “Matahari Dalam Perspektif Sains Dan Al-Qur’an,” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2, no. 1 (2019): 27–35.

pengaruh matahari terhadap bumi yang kedua, yaitu sebagai acuan waktu. Acuan waktu ini ditentukan oleh pergerakan semu matahari yang teramati dari bumi. Pergerakan tersebut disebut dengan pergerakan semu karena sejatinya bumilah yang bergerak mengorbit matahari, karena pergerakan orbit dan rotasi⁸⁹ yang ada seolah-olah matahari yang bergerak jika diamati dari bumi sehingga pergerakan ini disebut dengan pergerakan semu matahari.⁹⁰

1. Sistem Waktu Tahunan

Matahari sebagai acuan penentuan waktu tahunan mengacu pada pergerakan tahunan bumi yakni revolusi. Revolusi ini mengakibatkan adanya perubahan musim dan juga perubahan posisi matahari setiap tahunnya. Perubahan tersebut jika disatukan akan membentuk suatu kesatuan yang disebut dengan sistem penanggalan atau kalender.⁹¹ Salah satu sistem penanggalan yang menggunakan acuan revolusi bumi dan dikenal luas oleh masyarakat adalah sistem penanggalan Masehi. Panjang satu tahun masehi didasarkan pada periode berakhir dan berlalunya dua kedudukan matahari di titik aries (*madar al-hamal*) secara semu dengan perhitungan hakiki panjang satu tahun selama 365 hari 5 jam 48 menit atau 365,2422 hari karena ini pula penanggalan masehi juga disebut sebagai tahun tropikal (*sanah al-madariyah*).

⁸⁹ Pergerakan bumi berputar mengelilingi orbitnya

⁹⁰ Tjasyono, *Ilmu Kebumihan Dan Antariksa*, 60.

⁹¹ M. Saifullah, Labibah A. Farah, and Juhanda Roesuldi, "Studi Komparasi Sejarah Dan Aturan Kalender Tahun Masehi: Julian Dan Gregorian," *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (2022): 65–77.

Oleh sebab itu pula penanggalan masehi memiliki keterkaitan dan ketepatan dengan fenomena alam terkhusus dalam pergantian musim (cuaca) dan pertanian.⁹²

Tidak hanya berkaitan, perhitungan panjang tahun yang didasarkan pada panjang tahun tropikal akan terus serasi dengan pergantian musim. Dalam penjelasan yang lebih detail, panjang tahun tropikal adalah jarak waktu yang terbentang antara dua ekuinoks musim semi (yang akan dibahas pada sub bab selanjutnya). Kata tropikal (*tropical*) diambil dari bahasa Yunani yang memiliki arti “berbalik (*to turn*)” dan merujuk pada fakta bahwa peredaran matahari berpindah utara ke timur dalam setiap tahunnya. Selain tahun tropikal ada juga tahun sideral yang panjang waktunya didasarkan pada waktu yang dibutuhkan bumi untuk menyelesaikan satu putaran orbit dengan acuan bintang-bintang tetap. Panjang tahun sideral sebesar 365.2564 hari. Bintang-bintang tetap yang dimaksud adalah rasi bintang yang dilalui oleh garis edar matahari setiap tahunnya yang berjumlah 12 atau biasa dikenal oleh masyarakat dengan rasi bintang zodiak. Dengan menggunakan panjang tahun sideral, kitab isa memperkirakan kapan sebuah rasi bintang dapat diamati oleh manusia pada lintang-lintang tertentu.⁹³

⁹² Muhammad Himmatur Riza and Ahmad Izzuddin, “Pembaruan Kalender Masehi Delambre Dan Implikasinya Terhadap Jadwal Waktu Salat,” *Util Albab: Jurna; Studi dan Penelitian Hukum Islam* 3, no. 2 (2020): 163.

⁹³ Alan Longstaff, *Calendars from Around the World* (London: National Maritime Museum, 2005), 7.

Sebelum mencapai sistem penanggalan yang lumayan “mapan” dalam perhitungan (mengenai panjang satu tahun) seperti saat ini, sebelumnya penanggalan masehi mengalami beberapa perubahan yang menunjukkan keragaman mengenai panjang tahun yang menggunakan peredaran rata-rata bumi mengelilingi matahari. Ada yang menetapkan lamanya sekitar 360 hari, 365 hari, 365,25 hari dan 366 hari.⁹⁴ Perbedaan tersebut dapat kita telaah lebih dalam lagi dengan membahas sejarah awal terciptanya penanggalan masehi. Penanggalan masehi sendiri bisa dikatakan sebagai nama lain dari sistem penanggalan Gregorian, dinamakan Gregorian dikarenakan sistem penanggalan ini dibangun dan kemudian dipopulerkan oleh Paus Gregorius XII yang perhitungan tahunnya dimulai dari lahirnya Isa al-Masih. Dari sinilah sistem penanggalan ini juga memiliki sebutan Masehi yang merujuk pada kelahiran Isa al-Masih itu sendiri.⁹⁵

Penanggalan Gregorius muncul sebagai penyempurna dari sistem penanggalan yang telah ada sebelumnya, yakni penanggalan Julian. Dimana, penanggalan yang disusun oleh Gailus Julius Caesar merupakan upaya pemimpin politik dan militer Romawi tersebut untuk mereformasi sistem penanggalan Romawi yang

⁹⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butar, “Sejarah Kalender Masehi,” *OIF UMSU* (Medan, 2019), 3.

⁹⁵ Riza and Izzuddin, “Pembaruan Kalender Masehi Delambre Dan Implikasinya Terhadap Jadwal Waktu Salat.”, 164.

sebelumnya panjang tahunnya mengacu pada siklus bulan sebelum beralih ke penggunaan siklus Bulan-Matahari (Lunisolar) dengan menambahkan bulan ke-12 setiap 2 atau 3 tahun sekali. Penambahan ini dilakukan agar penanggalan yang ada dapat selaras dengan pergantian musim yang disebabkan akibat peredaran semu matahari, sistem penanggalan Romawi kuno ini menetapkan panjang satu tahun berumur 366 hari dengan permulaan tahun dimulai dari bulan Maret. Seiring dengan berjalannya waktu, perhitungan penanggalan ini mengalami keterlambatan sebanyak 3 bulan dari musim yang seharusnya dan menyebabkan penanggalan Romawi untuk tahun 46 SM (Sebelum Masehi) menjadi tidak karuan.⁹⁶

Sebagai upaya untuk mengatasi masalah tersebut Julius Caesar menerima saran dari seorang ahli astronomi dan matematika asal Alexandria bernama Sosigenes agar merubah acuan sistem penanggalan Romawi tersebut beralih menggunakan acuan pergerakan semu matahari tahunan saja dengan panjang satu tahun 365,25 hari. Rupanya, saran yang diberikan oleh Sosigenes adalah sistem perhitungan yang telah lama diterapkan oleh masyarakat mesir sejak zaman keemasannya. Peradaban Mesir menjadi satu-satunya peradaban yang menggunakan sistem perhitungan kalender berdasarkan peredaran matahari tahunan, dimana mereka mengamati

⁹⁶ Saifullah, Farah, and Roesuldi, "Studi Komparasi Sejarah Dan Aturan Kalender Tahun Maschi: Julian Dan Gregorian.", 65.

equinox dan juga titik balik matahari berdasarkan terbitnya Sirius. Dengan pengamatan tersebut memiliki panjang 365 hari serta menetapkan adanya tahun kabisat untuk menyelaraskan perhitungan kalender mereka dengan pergantian musim yang sebenarnya.⁹⁷

Atas saran tersebut kemudian Julius Cesar melakukan reformasi penanggalan Romawi yang awalnya menggunakan acuan sistem perhitungan Lunisolar menjadi menggunakan acuan penanggalan solar saja.⁹⁸ Aturan yang diterapkan pada penanggalan Julian ini untuk menjaga agar bilangan tahun selalu tepat berumur 365,25 hari adalah untuk bilangan tahun yang tidak habis dibagi empat disebut tahun pendek (*basithah*) yang berumur 365 hari, sedangkan tahun yang bilangannya dapat dibagi empat ditetapkan sebagai tahun panjang (*kabisat*). Pada tahun kabisat ini, selisih 1 hari yang timbul dari siklus 4 tahunan itu dimasukkan ke dalam bulan Februari sehingga pada tahun kabisat jumlah hari pada bulan Februari adalah 29 hari.⁹⁹

Namun, sistem penanggalan Julian yang pada saat itu dianggap paling mapan ternyata masih mengalami sedikit kekeliruan. Hal ini diketahui pada masa pemerintahan Paus Gregorius XIII tepatnya pada tahun

⁹⁷ David Harper, "A Brief History of the Calendar," *Obliquity.Com*, last modified 1998, accessed May 23, 2023, <https://www.obliquity.com/calendar/calendar.pdf>.

⁹⁸ Ahmad Izzuddin, *Sistem Penanggalan* (Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015), 76.

⁹⁹ Saifullah, Farah, and Roesuldi, "Studi Komparasi Sejarah Dan Aturan Kalender Tahun Maschi: Julian Dan Gregorian.," 77.

1582, permulaan musim bunga (21 Maret) terus semakin maju, sehingga pada perayaan hari Paskah (*easter*) tidak jatuh pada musim dingin dan ini berimplikasi pada kesepakatan Konsili Nicea pada tahun 325 M tidak tepat lagi. Ketidaktepatan ini disebabkan karena panjang satu tahun dalam penanggalan Julian yang ternyata tidak presisi dengan perputaran bumi mengelilingi matahari sesungguhnya. Panjang satu tahun Julian berjumlah 365,25 hari sedangkan periode tropikal sesungguhnya berlangsung selama 365,2422 hari sehingga ada selisih sekitar 0,00780121. Selisih ini terakumulasi mengakibatkan kesalahan sebanyak 10 hari pada tahun 1582 M tersebut karena dalam 1 milenium (1000 tahun) selisih hari tersebut terakumulasi menjadi selisih kesalahan sebanyak 7-8 hari. Sehingga, pada saat ini kesalahan tersebut telah mencapai 13 hari yang akumulasi kesalahan hari ini kemudian dikenal dengan Anggaran Gregorius.¹⁰⁰

Tidak hanya itu, Paus Gregorius XIII kemudian menambahkan aturan khusus dalam sistem penanggalan yang ada sebagai langkah untuk mengatasi selisih 0,0078 hari tersebut. Aturannya berbunyi: untuk tahun-tahun abad (seperti tahun 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, dst.) apabila setelah dibagi 400 tidak ada sisa maka tahun tersebut merupakan tahun kabisat. Namun, apabila tahun abad tersebut jika dibagi 400 masih ada sisa maka tahun

¹⁰⁰ Butar-butur, "Sejarah Kalender Masahi." 4-6.

tersebut termasuk ke dalam tahun basithah. Adapun tahun selain tahun abad aturannya tetap mengikuti aturan penanggalan Julian. Setelah ditemukan pangkal permasalahan mengapa perayaan hari Paskah tidak jatuh pada musim dingin lagi pada tahun 1582, Paus Gregorius kemudian mengeluarkan dekret yang menentukan bahwa tepat hari Jum'at tanggal 04 Oktober 1582 M keesokannya atau hari Sabtu langsung lompat 10 hari menjadi tanggal 15 Oktober 1582 M. dan semenjak itulah sistem penanggalan ini dikenal dengan nama penanggalan Gregorius.¹⁰¹

2. Sistem Waktu Harian

Selain melakukan revolusi, bumi juga melakukan gerakan lain yang juga memiliki implikasi terhadap perubahan waktu di dalamnya. Pergerakan tersebut adalah rotasi bumi yang dalam KBBI dijabarkan sebagai gerakan perputaran bumi pada porosnya dari arah barat ke timur selama sehari yang mengakibatkan terjadinya siang dan malam.¹⁰² Bumi melakukan gerak rotasinya dengan kecepatan rata-rata 108 km/jam dan untuk menyelesaikan satu kali putarannya bumi membutuhkan waktu sekitar 24 jam, hal inilah yang kemudian menyebabkan gerakan rotasi juga disebut sebagai *gerak harian bumi*. Terdapat beberapa akibat dari terjadinya

¹⁰¹ Ibid., 4-6.

¹⁰² Kementerian Pendidikan Kebudayaan, "Hasil Pencarian - KBBI Daring," *Badan Pengembangan Dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 2016.

gerak harian ini, diantaranya adalah terjadinya pergantian siang dan malam sebagaimana disebutkan dalam KBBI sebelumnya. Perubahan ini disebabkan karena gerak berputar bumi pada porosnya mengakibatkan ada bagian bumi yang menghadap matahari dan sebagian lainnya membelakangi matahari. Bagian yang menghadap matahari akan mengalami waktu siang dan yang membelakanginya tidak akan mendapat asupan sinar matahari sehingga terjadi malam.¹⁰³

Akibat bentuk bumi yang bulat dan adanya pergantian siang dan malam secara beraturan mengakibatkan perbedaan waktu di bumi. Terdapat daerah yang terlebih dahulu menerima cahaya matahari dan daerah lainnya mengikuti setelahnya.¹⁰⁴ Jika digambarkan menggunakan wilayah-wilayah di Indonesia kita dapat mengetahui bahwasannya daerah Papua yang notabene berada di bagian paling timur Indonesia akan terlebih dahulu mengalami matahari terbit dibandingkan daerah Aceh yang berada di bagian paling barat Indonesia. Dalam satu pulau saja perbedaan waktu tersebut juga bisa dirasakan di pulau Jawa misalnya, daerah Banyuwangi yang merupakan kabupaten paling timur di pulau Jawa akan memasuki

¹⁰³ Misbah Khusurur and Jaenal Arifin, "Mengenal Equation of Time, Mean Time, Universal Time, Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah," *Yudisia: Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam* 5, no. 1 (2014): 126.

¹⁰⁴ M. Syuhudi Ismail, *Waktu Shalat Dan Arah Kiblat* (Ujung Pandang: Taman Ilmu, n.d.), 48.

waktu maghrib terlebih dahulu dibandingkan dengan kabupaten Jember yang berada di sebelah baratnya. Perbedaan waktu tersebut sebesar 1 jam untuk setiap perbedaan 15 derajat busur, atau 4 menit untuk setiap 1 derajat busur.¹⁰⁵

Perlu diketahui pula bahwasannya lama waktu bumi untuk menyelesaikan satu putaran rotasi tidaklah konstan, terkadang tepat 24 jam, terkadang kurang, bahkan bisa lebih dari 24 jam. Hal ini disebabkan karena orbit revolusi Bumi yang berbentuk elips serta matahari berada pada salah satu titik apinya. Dari bentuk orbit yang elips tersebut adakalanya Bumi berada pada jarak yang sangat dekat dengan Matahari (perihelion) dan adakalanya juga bumi berada pada jarak terjauhnya dari matahari (aphelion). Pada posisi perihelion yakni pada tanggal 22 Desember jarak antara bumi dan matahari sebesar $1,45 \times 10^{11}$ m serta pada posisi aphelion yang terjadi pada tanggal 22 Juni bumi dan matahari akan memiliki jarak sebesar $1,54 \times 10^{11}$ m.¹⁰⁶ Perbedaan posisi tersebut menyebabkan kecepatan rotasi bumi berubah-ubah. Ketika bumi dekat dengan matahari gaya gravitasi matahari akan berefek lebih kuat dan menyebabkan perputaran bumi menjadi lebih cepat sehingga mengakibatkan sehari-semalam pada saat itu kurang dari

¹⁰⁵ Khusurur and Arifin, "Mengenal Equation of Time, Mean Time, Universal Time, Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah.", 126.

¹⁰⁶ M. Dimsisiki Hadi, *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah* (Yogyakarta: Prima Pustaka, 2009), 32.

24 jam. Pada kondisi sebaliknya, yakni pada saat bumi berada lebih jauh dari matahari, efek gaya gravitasinya lebih lemah daripada biasanya sehingga perputaran bumi menjadi sedikit lebih lambat dan pada saat ini panjang 1 hari bisa lebih dari 24 jam.¹⁰⁷ Oleh sebab ini juga perhitungan waktu dalam pembahasan akademik dibagi menjadi beberapa kategori, yakni:

a. Waktu Hakiki

Waktu hakiki tersusun dari 2 kosa kata yakni “waktu” dan “hakiki” dimana kata “hakiki” jika diartikan secara bahasa memiliki arti benar, sebenarnya, sesungguhnya.¹⁰⁸ Dilihat dari namanya saja, kita dapat mengetahui bahwasannya waktu hakiki adalah waktu yang dihitung berdasarkan posisi dan pergerakan matahari yang sesungguhnya. Slamet Hambali menjelaskan bahwa perhitungan waktu hakiki ini berpatokan pada waktu matahari saat mencapai titik kulminasi atas (waktu transit) atau dalam istilah astronomisnya ketika matahari berada pada garis meridian (*meridian pass*) atau dalam istilah arab disebut ketika matahari ber-*istiwa*’.¹⁰⁹ Oleh sebab itu Waktu Hakiki (WH) juga

¹⁰⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, n.d.), 69.

¹⁰⁸ Kebudayaan, “Hasil Pencarian - KBBI Daring.”

¹⁰⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, ed. Abu Rokhmad (Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011), 81.

disebut dengan istilah lain yakni Waktu Istiwa Setempat (WIS) atau *Apparent Solar Time* (AST).

Waktu hakiki ini bersifat lokal karena waktu transit satu daerah dengan daerah lainnya berbeda. Karena dihitung berdasarkan pergerakan matahari yang sesungguhnya maka perhitungannya akan sangat terikat dengan sudut waktu matahari. Ketika kulminasi atas (waktu transit) sudut waktu matahari bernilai 0° dan pada saat ini waktu hakiki menunjukkan pukul 12.00. ketika sudut waktu matahari bernilai $+30^\circ$, maka waktu hakiki menunjukkan pukul 14.00.¹¹⁰ Dengan demikian untuk menentukan waktu hakiki dapat digunakan persamaan:

$$\text{Waktu Hakiki (WH)} = \text{pukul 12.00} + \text{Sudut Waktu}$$

Keterangan:

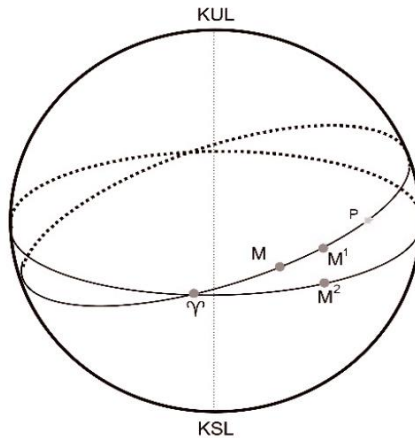
1. Pukul 12.00 memiliki satuan jam
2. Sudut waktu memiliki satuan derajat
3. Setiap 15° bernilai 1 jam
4. Maka untuk mengkonversi Sudut Waktu dari satuan derajat kepada satuan jam dapat digunakan rumus:

¹¹⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 81-82.

Sudut Waktu (jam): Nilai Sudut Waktu (Derajat) : 15°

b. Waktu Pertengahan

Waktu pertengahan biasa disebut juga dengan istilah *mean time*. Waktu ini merupakan waktu yang didasarkan pada peredaran matahari khayal yang seakan-akan perjalanannya stabil. Dalam artian matahari yang waktu peredarannya stabil 24 jam setiap harinya, tidak pernah terlalu cepat dan tidak pernah terlalu lambat. Jalur peredaran matahari hayal ini dibuat oleh para ilmuwan guna mengetahui cepat dan lambatnya perjalanan matahari hakiki serta untuk menciptakan sistem perhitungan waktu yang stabil tanpa harus mengubah *setting* waktu setiap harinya. Jalur hayal ini bukan dibuat berbeda dengan jalur matahari yang sebenarnya, tetapi menganggap bahwa bumi beredar mengelilingi matahari dalam bentuk orbit yang bulat sehingga kecepatannya akan selalu konstan. Sehingga waktu pertengahan bisa memiliki nilai yang sama dengan waktu hakiki dan bisa pula berbeda.



Gambar 2.1 Ilustrasi peredaran matahari sesungguhnya dan matahari hayal, Sumber: Jurnal Khusurur dan Arifin

Rada gambar tersebut peredaran matahari yang sebenarnya ditunjukkan oleh garis yang dilewati titik M dan M^1 dan peredaran matahari hayal yang digunakan untuk menentukan waktu pertengahan ditunjukkan oleh garis yang dilewati titik M^2 .¹¹¹

c. Perata Waktu

Istilah paling populer dari perata waktu ini adalah *equation of time* atau yang dalam bahasa arab disebut dengan istilah *ta'dilul waqt/ta'diluz zaman*. Perata waktu ini biasa disimbolkan dengan huruf "E" kecil yakni "e".¹¹² Telah kita ketahui bersama

¹¹¹ Khusurur and Arifin, "Mengenal Equation of Time, Mean Time, Universal Time, Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah.", 126.

¹¹² Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 62.

bahwasannya acuan dari perhitungan waktu adalah kondisi ketika matahari berada pada garis meridian atau biasa disebut dengan transit, dan dalam perhitungannya penentuan waktu tersebut dibagi menjadi dua kategori yakni waktu hakiki dan waktu pertengahan. Tentunya, ketika terdapat sebuah benda yang bergerak tapi digambarkan dalam dua kondisi yang berbeda nilai yang dihasilkan akan menghasilkan selisih, *equation of time* kemudian didefinisikan sebagai selisih waktu antara waktu matahari hakiki (*apparent solar time*) dengan waktu matahari rata-rata (*mean time*).¹¹³

Fungsi dari adanya *equation of time* ini adalah untuk mengkonversi waktu matahari yang bersifat lokal atau waktu matahari hakiki agar dapat terbaca dan disesuaikan dengan waktu pertengahan, dimana waktu pertengahan ini digunakan secara lebih menyeluruh serta berlaku umum dalam kehidupan sehari-hari umat manusia. Perata waktu juga dapat dikatakan sebagai koreksi atau selisih antara nilai rata-rata suatu variabel dengan nilai sesungguhnya, sehingga nilai *equation of time* ini akan sangat dibutuhkan untuk menghitung waktu-waktu ibadah khususnya bagi umat muslim.¹¹⁴ Karena perata

¹¹³ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 79.

¹¹⁴ Rinto Anugraha, "Mengenal Equation of Time," *Eramuslim.Com*, last modified 2010, accessed April 19, 2023, <https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/mengenal-equation-of-time/>.

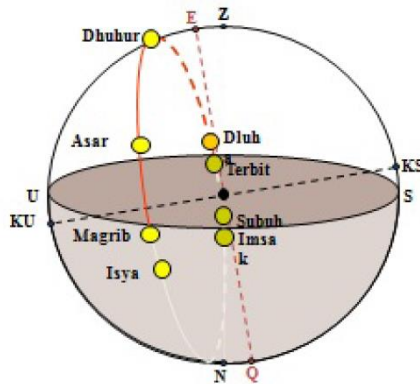
waktu merupakan sebuah selisih, maka untuk mencari nilainya dapat digunakan rumus:

$$\text{Equation of time} = \text{Waktu Hakiki} - \text{Waktu Pertengahan}$$

Dan jika ingin mencari waktu pertengahan untuk menentukan jam saat matahari berada pada posisi tertentu dapat digunakan rumus:

$$\text{Waktu Pertengahan} = \text{Waktu Hakiki} - \text{equation of time}$$

Gerak semu matahari harian akan membentuk sebuah diagram waktu jika posisinya digambarkan dalam bentuk lingkaran bumi yang digambarkan dengan seorang pengamat menjadi pusat lingkarannya. Dalam ilustrasi tersebut setidaknya ada 4 waktu krusial yang dalam dunia Astronomi secara umum dan Ilmu Falak secara khusus dijadikan sebagai acuan-acuan dalam melakukan perhitungan, salah satunya ketika melakukan perhitungan waktu ibadah sholat bagi umat muslim. Empat waktu tersebut diantaranya adalah waktu terbit, waktu transit, waktu terbenam, dan waktu ketika matahari berada di nadir atau titik balik dari waktu transit.



Gambar 2.2 Diagram waktu matahari dalam pelaksanaan ibadah umat muslim (sumber: Jurnal Arino Bemis Sabdo, *Mu'amalat*, Vol. 1, 2015)

E. Koordinat Bola Langit untuk Menentukan Posisi Matahari

Bintang, bulan, planet, dan benda-benda langit lainnya sejatinya tidak berada dalam satu bidang yang sama. Para astronom telah banyak melakukan perhitungan serta pembuktian dan mengetahui benda-benda langit tersebar di seluruh angkasa dengan jarak yang berbeda-beda, ada yang posisinya lebih dekat kepada bumi dan ada yang sangat jauh dari bumi.¹¹⁵ Penggambaran akan bentuk *real* dari persebaran benda-benda langit tersebut dirasa menyusahkan ketika seorang pengamat ingin melaksanakan pengamatan dan mencoba untuk memahami benda-benda tersebut. Untuk

¹¹⁵ Michael Seeds and Dana Backman, *Horizons: Exploring the Universe*, 13th ed. (Boston: Brooks/Cole, 2017), 16-20.

kebutuhan tersebut. Para astronom kemudian mencetuskan sebuah teori untuk membantu kita dalam memahami segala sesuatu tentang langit. Teori tersebut menjelaskan bahwa kita bisa menganggap semua bintang memiliki jarak yang sama dari Bumi. Membayangkan bahwa semua bintang tersebut menempel dalam sebuah kubah yang sangat besar yang membentang di atas kepala. Astronom mendeskripsikan kubah ini sebagai bagian dari bola langit dan menganggap bola itu sepenuhnya menyelimuti Bumi, dengan Bumi sebagai pusatnya.¹¹⁶

Bola langit bukanlah sebuah sebuah realitas fisik, tetapi berfungsi sebagai model langit yang menjadi cara mudah untuk menyederhanakan susunan dan gerak dari benda langit sehingga mereka dapat lebih mudah untuk digambarkan (divisualisasikan). Thomas T. Arny seorang guru besar Astronomi di Massachusetts University menjelaskan bahwa penggunaan kata “model” dalam deskripsi di atas sebagai bentuk representasi atas segenap aspek dari alam semesta. Artinya, bola langit merupakan cara berpikir (*a way of thinking*) untuk mengetahui lokasi dan gerakan dari bintang, planet, dan benda-benda langit secara keseluruhan.¹¹⁷ Para astronom mengukur jarak (*angular distance*) pada langit dalam bentuk sudut yang kemudian digambarkan dalam satuan derajat, menit busur (*arc minutes*), dan detik busur (*arc second*). Satuan yang sama juga digunakan untuk mengukur

¹¹⁶ Arny and Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 16.

¹¹⁷ Arny and Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*, 16.

diameter sudut dari sebuah objek langit. perhitungan tersebut diciptakan guna dapat mendeskripsikan (memahami) langit dan pergerakannya. Penggunaan istilah “*arc/busur*” untuk menghindari kebingungan antara menit dan detik dalam perhitungan waktu.¹¹⁸

Sebagaimana telah dijelaskan diatas, penggunaan konsep bola langit bisa digunakan untuk mengukur jarak antar benda langit menggunakan perspektif sudut. Hal ini sangat memudahkan untuk mendefinisikan lokasi atau jarak/arah antara satu benda langit dengan benda langitnya. Contohnya saja, astronom biasa mengatakan “bintang itu berjarak 2 derajat dari bulan” meskipun dalam jarak sesungguhnya bintang tersebut berada sangat jauh dari bulan itu sendiri. Jarak sudut antara dua benda langit merupakan besar sudut yang dihasilkan dari garis khayal yang terbentang dari mata pengamat menuju posisi benda pada bola langit.¹¹⁹ Untuk menentukan posisi tersebut tentu membutuhkan sebuah bilangan atau satuan tersendiri agar dapat dijadikan acuan bagi setiap astronom atau masyarakat ramai ketika ingin melakukan observasi benda langit. Bilangan tersebut yang kemudian dikenal dengan istilah “koordinat”. Secara bahasa sendiri, koordinat didefinisikan sebagai *bilangan yang*

¹¹⁸ Seeds and Backman, *Foundations of Astronomy*, 16.

¹¹⁹ Seeds and Backman, *Foundations of Astronomy*, 17.

*dipakai untuk menunjukkan lokasi suatu titik dalam garis, permukaan, atau ruang.*¹²⁰

Dari pemaparan tersebut kita dapat menarik sebuah definisi terkait “Koordinat Bola Langit”. “Koordinat Bola Langit” merupakan suatu bilangan yang digunakan untuk menunjukkan lokasi suatu benda langit yang digambarkan dalam ruang 2 dimensi berbentuk bola dimana bumi sebagai titik pusatnya. Koordinat bola langit sendiri dibagi menjadi beberapa model, yang setiap modelnya memiliki fungsi tersendiri dalam menggambarkan sebuah benda langit dengan beberapa perspektif yang berbeda. Namun sebelum mendalami masing-masing sebaiknya kita memahami istilah-istilah berikut terlebih dahulu sebagai jalan untuk memahami koordinat bola langit dengan lebih mudah, yaitu:¹²¹

1. Lingkaran Besar, lingkaran pada permukaan bola yang pusatnya berimpit dengan pusat bola dan membagi bola menjadi 2 bagian sama besar.
2. Lingkaran Kecil, lingkaran pada permukaan bola, tetapi pusatnya tidak berimpit dengan pusat bola.
3. Sudut Bola, titik yang membentuk sudut dari perpotongan antara 2 lingkaran besar.
4. Lingkaran Dasar Utama, lingkaran besar yang membagi bola menjadi 2 belahan, belahan Utara dan Selatan.

¹²⁰ Kebudayaan, “Hasil Pencarian - KBBI Daring.”

¹²¹ Suhardja D. Wiramihardja, Endang Soegiartini, and Yayan Sugianto, *AS 2201 - Astronomi Bola* (Bandung, 2016), <https://www.as.itb.ac.id/baru/wp-content/uploads/2016/04/Asbol.pps>.

5. Kutub-kutub, diameter bola yang tegak lurus dengan Lingkaran Dasar Utama.
6. Lingkaran Dasar Kedua, lingkaran besar yang melalui kutub-kutub Lingkaran Dasar Utama, tegak lurus dengan Lingkaran Dasar Utama.
7. Titik Asal, titik acuan pengukuran besar koordinat 1 (absis)
8. Koordinat 1 (Absis), nilai yang dihitung dari Titik Asal sepanjang Lingkaran Dasar Utama.
9. Koordinat 2 (Ordinat), nilai yang dihitung dari Lingkaran Dasar Utama ke arah Kutub

Setelah mengetahui istilah-istilah tersebut, sekarang kita dapat memahami secara menyeluruh terkait tiga model Koordinat Bola Langit berikut:

1. Tata Koordinat Ekuator¹²²

Ekuator atau yang biasa kita kenal dengan istilah Khatulistiwa adalah sebuah lingkaran besar yang membagi bumi menjadi 2 bagian sama besar, bumi bagian utara dan bumi bagian selatan. Garis ekuator ini juga dijadikan sebagai titik nol dalam pembagian garis lintang di bumi. Sedangkan, garis ekuator yang digunakan dalam tata koordinat ini adalah suatu lingkaran besar semu yang dapat dibuat dengan membesarkan ekuator bumi sampai berpotongan dengan

¹²² M. Ihtirozun Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6* (Semarang, 2021).

bola langit.¹²³ Dengan tata koordinat ini kita dapat mengetahui gerak tahunan Matahari, perubahan musim, fenomena hari tanpa bayangan, atau bahkan *roshdul* kiblat.

Pusat dari tata koordinat ini merupakan inti bumi, sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa lingkaran Ekuator yang dimaksud dalam tata koordinat ini merupakan perbesaran dari lingkaran ekuator bumi. Komponen penyusun tata koordinat ini adalah:

a. Lingkaran Dasar Utama

Lingkaran dasar utamanya adalah Ekuator.

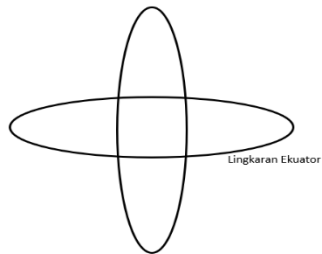


Gambar 2.3 Lingkaran Dasar Utama pada Tata Koordinat Ekuator, Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Lingkaran Kedua

Seperti penjelasan sebelumnya, yang dinamakan lingkaran dasar kedua ini adalah lingkaran yang tegak lurus terhadap lingkaran dasar utama.

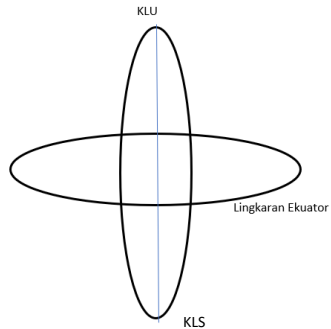
¹²³ Safinatul Ilmiah, *Bumi Dan Bola Langit*, n.d., 14, https://www.academia.edu/31422267/BUMI_Dan_BOLA_LANGIT.



Gambar 2.4 Kerangka Bola Langit yang terdiri dari Lingkaran Dasar Utama dan Lingkaran Dasar Kedua, Sumber: Dokumentasi Pribadi

c. Kutub

Dalam Tata Koordinat Ekuator kutubnya bernama **Kutub Langit Utara (KLU)** dan **Kutub Langit Selatan (KLS)**.



Gambar 2.5 Ilustrasi kutub pada Tata Koordinat Ekuator, Sumber: Dokumentasi Pribadi

d. Titik asal

Titik asal koordinat ini adalah titik aries. Titik aries merupakan titik perpotongan antara lingkaran Ekuator (Khatulistiwa) dengan lingkaran Ekliptika

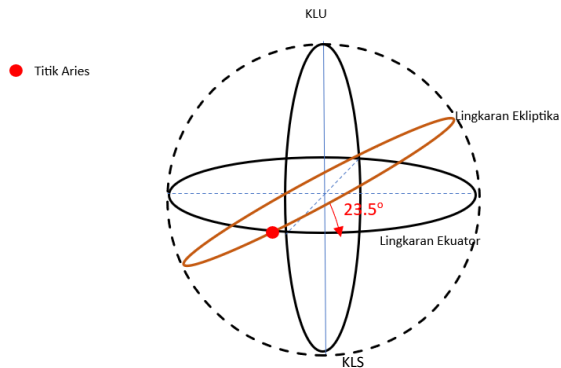
(lintasan edar matahari tahunan). Dimana, posisi keduanya mempunyai sudut inklinasi sebesar 23.5° .

e. Absis

Absis, nilai yang dihitung dari titik acuan/asal sepanjang lingkaran utama (dari titik aries sepanjang lingkaran utama). Nilai absis dalam Tata Koordinat Ekuator disebut **Asensiorekta (Ar)**.

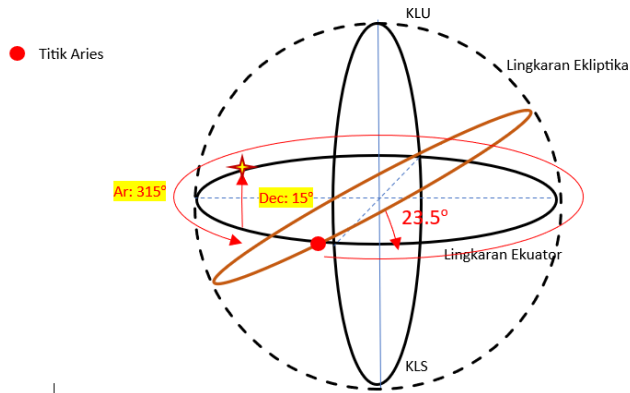
f. Ordinat

Nilai yang dihitung dari lingkaran utama ke arah kutub dan disebut dengan **Deklinasi (dec)**. Jika benda langit di atas lingkaran ekuator maka bernilai positif dan sebaliknya.



Gambar 2.6 Ilustrasi titik aries, Sumber: Dokumentasi Pribadi

Misal terdapat sebuah bintang dengan data Asensiorekta = 315° dan Deklinasi 15° maka penggambarannya sebagai berikut:



Gambar 2.7 Ilustrasi tata Koordinat Ekuator, Sumber: dokumentasi pribadi

2. Tata Koordinat Horizon¹²⁴

Sebagaimana tertera pada namanya, tata koordinat ini menggunakan horizon sebagai acuan utama dalam penentuan koordinat sebuah benda langit. Horizon sendiri adalah garis pembatas pandangan manusia. Bagaimanapun, ketika kita berada di bumi dan melihat sekitar, kita akan melihat bahwa tanah akan memblokir penglihatan sekitar menjadi hanya setengah dari keseluruhan bola langit. Garis dimana langit bertemu (berpotongan) dengan tanah, dan memisahkan penglihatan atas setengah bola langit yang lainnya dinamakan horizon.¹²⁵

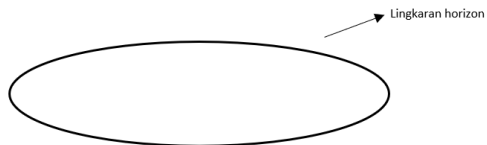
¹²⁴ Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*.

¹²⁵ Arny and Schneider, *Exploration: An Introduction to Astronomy*.

Tata koordinat horizon menggunakan pengamat (*observer*) sebagai pusat dari bola langitnya, jadi tata koordinat ini berlaku lokal hanya di daerah pengamat saja. Tidak jauh berbeda dengan tata koordinat Ekuator, tata koordinat Horizon juga memiliki komponen yang sama namun dengan spesifikasi dan fungsi yang berbeda, berikut uraiannya:

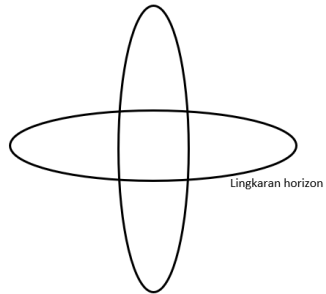
a. Lingkaran Dasar Utama

Horizon ini nama lain dari ufuk atau cakrawala, jika dalam tata koordinat ekuatorial Lingkaran Dasar Utamanya adalah representasi dari Ekuator (Khatulistiwa) maka dalam tata koordinat Horizon ini lingkaran dasar utamanya merepresantasikan garis ufuk atau horizon.



Gambar 2.8 Lingkaran Dasar Utama pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: Dokumentasi Pribadi

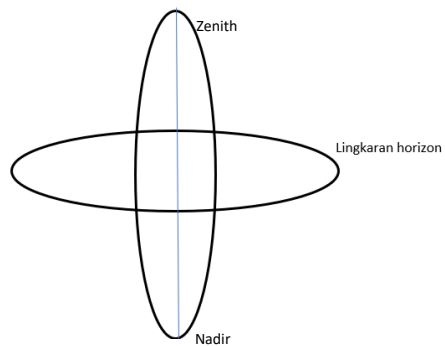
b. Lingkaran Kedua



Gambar 2.9 Lingkaran dasar kedua pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

c. Kutub

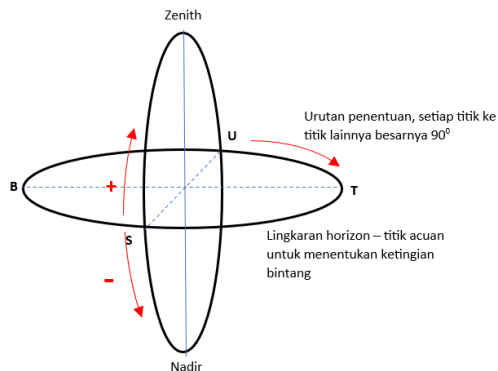
Jika dalam tata koordinat ekuator diameter dari lingkaran dasar kedua ini menunjukkan kutub, maka dalam tata koordinat horizon ini diameter dari lingkaran dasar kedua menunjukkan Zenith (titik yang tegak lurus ke atas dari pengamat) dan Nadir.



Gambar 2.10 Ilustrasi kutub pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

d. Titik asal

Dalam tata koordinat horizon titik asalnya itu ada dua, yang pertama itu ada titik yang digunakan untuk menghitung Azimuth, dimana Azimuth ini dihitung dari titik utara ke arah timur, selatan, barat dan kembali ke titik utara kembali. Titik acuan untuk menentukan ketinggian benda langit adalah lingkaran horizon itu sendiri, ke arah zenit bernilai + (plus) dan ke bawah zenit bernilai - (minus).



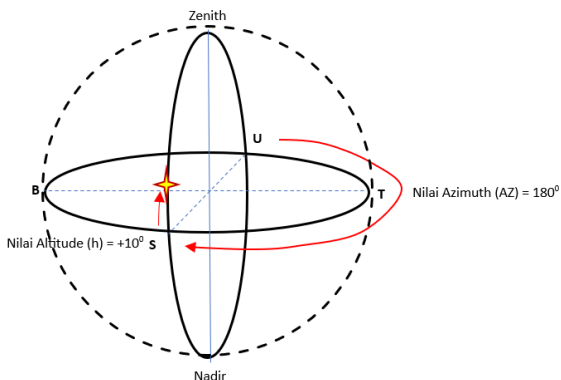
Gambar 2.11 Ilustrasi titik asal perhitungan koordinat pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

e. Absis

Absis, nilai yang dihitung dari titik acuan/asal sepanjang lingkaran utama (dari titik utara sepanjang lingkaran utama. Nilai absis disebut Azimuth (AZ).

f. Ordinat

Nilai yang dihitung dari lingkaran utama ke arah kutub (zenith) dan disebut dengan nilai ketinggian bintang (altitude) (h). Misal penggambaran:



Gambar 2.12 Penggambaran posisi benda langit pada Tata Koordinat Horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

3. Tata Koordinat Ekliptika¹²⁶

Dalam tata koordinat Ekliptika nantinya kita akan menemukan yang namanya bujur ekliptika suatu benda langit, dimana bujur ekliptika ini akan sangat menentukan dalam perhitungan *ijtima'*, *Ijtima'* adalah ungkapan atau terminologi Ketika matahari dan bulan berkumpul (bertemu) berada dalam satu garis bujur yang

¹²⁶ Ni'am, Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6.

sama. Dengan mempelajari Tata Koordinat Ekliptika ini kita akan memiliki gambaran dan ilustrasi seperti apa terjadinya *Ijtima'* dan bagaimana kondisi yang bisa dikatakan sebagai *Ijtima'*. Selain berguna dalam menentukan *Ijtima'*, penggunaan ekliptika ini dalam perhitungan Ephemeris akan digunakan sebagai indikator terjadinya gerhana. Ketika nilai ekliptikanya mendekati 0 maka besar kemungkinan bisa terjadi gerhana, baik gerhana matahari maupun bulan.

Bagian-bagian tata koordinat ekliptika yaitu:

a. Lingkaran Dasar Utama

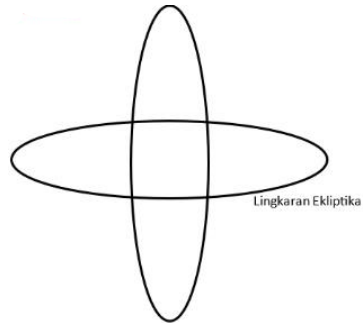
Lingkaran dasar utamanya adalah Lingkaran Ekliptika.



Gambar 2.13 Lingkaran dasar utama pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

b. Lingkaran Kedua

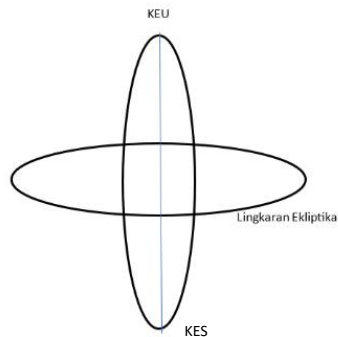
Lingkaran dasar kedua ini adalah lingkaran yang tegak lurus terhadap lingkaran dasar utama.



Gambar 2.14 Lingkaran dasar kedua pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

c. Kutub

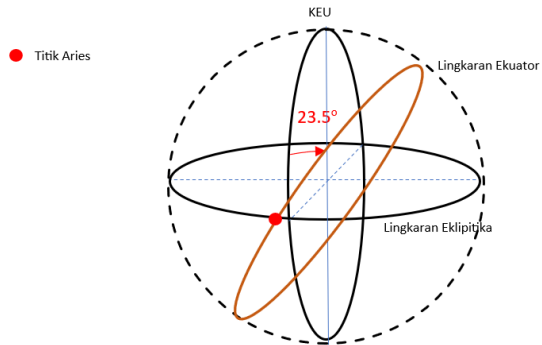
Dalam Tata Koordinat Ekliptika kutubnya bernama **Kutub Ekliptika Utara (KEU)** dan **Kutub Ekliptika Selatan (KES)** dan ada yang menyebutnya Kutub Utara Ekliptika (KUE) dan Kutub Selatan Ekliptika (KSE).



Gambar 2.15 Penggambaran kutub pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

d. Titik asal

Titik asal koordinat ini sama dengan titik asal Tata Koordinat Ekuator, yakni titik aries. Titik Aries adalah titik perpotongan antara lingkaran Ekuator (Khatulistiwa) dengan lingkaran Ekliptika. Dimana posisinya berbeda sekitar 23.5° .



Gambar 2.16 Ilustrasi titik asal perhitungan pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

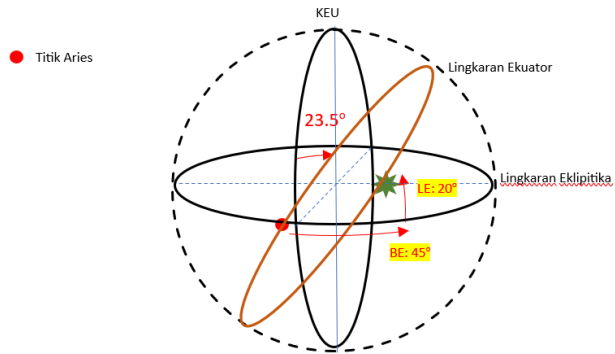
e. Absis

Absis, nilai yang dihitung dari titik acuan/asal sepanjang lingkaran utama (dari titik Aries sepanjang lingkaran utama). Nilai absis dalam Tata Koordinat Ekliptika disebut **Bujur Ekliptika**,

f. Ordinat

Nilai yang dihitung dari lingkaran utama ke arah kutub dan disebut dengan **Lintang Ekliptika**. Jika benda langit diatas lingkaran

ekliptika maka bernilai positif dan sebaliknya. Misal terdapat sebuah bintang dengan data Bujur Ekliptika = 45° dan Lintang Ekliptika sebesar 20° maka penggambarannya sebagai berikut:



Gambar 2.17 Penggambaran posisi benda langit pada Tata Koordinat Ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

BAB III

PEMBUKTIAN MATAHARI TERBIT DARI BARAT MELALUI ANALISIS PERGESERAN AZIMUTH TERBIT MATAHARI PADA SAAT EKUINOKS

Matahari terbit dari barat menjadi salah satu tanda dari datangnya hari kiamat. Banyak hadis yang menyebutkan mengenai kejadian tersebut, beberapa diantaranya sebagaimana telah disebutkan dalam bab II yakni hadis nomor 158 dan hadis nomor 2901 yang diriwayatkan oleh Imam Muslim dalam *shahīh*-nya serta hadis nomor 4068 riwayat Ibnu Majah dalam kitab sunannya. Dari hadis-hadis tersebut tidak ada disebutkan secara pasti kapan terjadinya fenomena terbitnya matahari dari barat, begitupun dengan proses fenomena tersebut berjalan. Salah satu cara untuk melihat apakah proses untuk terjadinya fenomena terbitnya matahari dari barat telah berjalan sejak dahulu atau akan terjadi di masa depan adalah dengan melihat apakah ada pergeseran titik terbit matahari menuju ke arah barat yang berjalan secara konstan. Untuk melihatnya kita membutuhkan acuan pasti yang dapat memberikan gambaran secara jelas dan rinci terkait pergeseran yang ada. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan acuan nilai yang didapat dari pengamatan nilai azimuth matahari pada saat equinox sehingga akan dihasilkan data yang akurat dan terperinci serta dapat menjelaskan terkait pergeseran koordinat terbit matahari dalam rentang 101 tahun terakhir yakni dari tahun 1923 sampai dengan 2023.

A. Ekuinoks dan Hubungannya dengan Deklinasi Matahari

Hingga saat ini, masih banyak masyarakat yang belum mengetahui terkait hakikat arah terbit dan terbenam Matahari. Banyak masyarakat masih menganggap bahwa matahari setiap harinya terbit tepat di Timur dan terbenam tepat di Barat. Tingkat pemahaman seperti ini membawa kebingungan ketika masyarakat kemudian sadar pada suatu waktu matahari dapat terbit dari arah timur laut sebagaimana yang terjadi di Jeneponto, Sulawesi Selatan.¹²⁷ Dalam pembahasan Ilmu Astronomi, kejadian seperti itu tidaklah mengejutkan dikarenakan bumi yang sejatinya tidak berotasi dalam keadaan tegak lurus dengan bidang rotasinya. Sumbu rotasi bumi memiliki kemiringan yang dalam istilah Astronomi disebut dengan “*axial tilt* (kemiringan orbit)”.¹²⁸ Nilai kemiringan orbit tersebut disebut dengan sudut inklinasi, dimana sudut inklinasi yang dimiliki bumi sebesar $23,5^\circ$ dan selalu mengarah pada arah yang sama.¹²⁹

Banyak akibat yang muncul dari adanya kemiringan orbit tersebut diantaranya: adanya perubahan musim di permukaan bumi, perbedaan panjang siang dan malam, bahkan menyebabkan adanya gerak semu tahunan matahari. Gerakan semu tahunan matahari ini digambarkan dalam sebuah garis yang dinamakan garis ekliptika. Sebanding dengan nilai

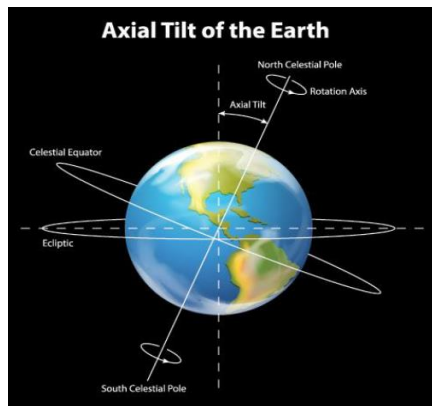
¹²⁷ “Video Matahari Terbit Dari Utara Hingga Gegerkan Warga Jeneponto, Ini Penjelasan BMKG” (Indonesia: Tribunnews, 2021), accessed March 26, 2023 <https://www.youtube.com/watch?v=vWp63E2CoTE>.

¹²⁸ Milutin Milankovitch, “Orbital Variations,” *Earthobservatory.Nasa.Gov*, last modified 2000, accessed June 4, 2023, https://earthobservatory.nasa.gov/features/Milankovitch/milankovitch_2.php.

¹²⁹ NASA, “All About That Tilt Sun & Seasons,” *Earthobservatory.Nasa.Gov*, last modified 2019, accessed June 4, 2023, https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/eokids/wp-content/uploads/sites/6/2019/04/16_SunSeasons-508.pdf.

kemiringan orbit bumi, garis ekliptika memotong garis khatulistiwa (yang menjadi acuan pembagian garis lintang) dengan sudut maksimum $23,5^\circ$. Maksudnya, dalam satu tahun matahari beredar tidak selalu mengikuti garis khatulistiwa, terkadang matahari berada di sebelah utara khatulistiwa serta pada suatu waktu matahari berada di daerah selatan dari khatulistiwa. Daerah utara dan selatan yang dimaksud dibatasi oleh garis lintang $23,5^\circ$ U yang disebut dengan *tropis cancer* atau garis balik utara dan pada daerah selatan dibatasi garis lintang $23,5^\circ$ S yang disebut dengan *tropis capricorn* atau garis balik selatan.¹³⁰

¹³⁰ Abu Yazid Raisal et al., "Posisi Matahari Pada Saat Ekuinoks, Summer Soltice, Dan Winter Soltice Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara," *Riset dan Kajian Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2020): 35–41.

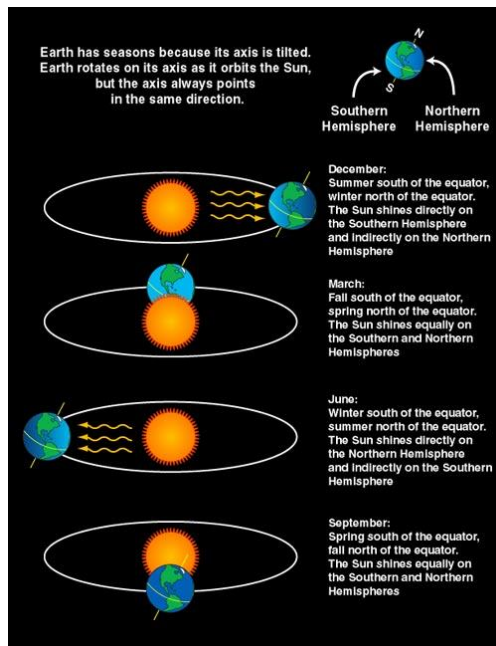


Gambar 3. 1 Kemiringan sumbu rotasi bumi yang mengakibatkan lintasan tahunan matahari tidak sejajar dengan lingkaran ekuator, Sumber: <https://climate.nasa.gov>

Saat matahari berada pada titik balik utara atau saat berada pada lintang $23,5^{\circ}$ U waktu tersebut disebut dengan *solstis* musim dingin (*winter solstice*) untuk belahan bumi utara (BBU). *Solstis* musim dingin terjadi pada tanggal 22 Juni. Sebaliknya, ketika matahari berada pada titik balik selatan (*tropis capricorn*) atau berada pada lintang $23,5^{\circ}$ S saat itu pula terjadi *solstis* musim panas (*summer solstice*). *Solstis* musim panas terjadi pada tanggal 22 Desember.¹³¹ Secara lebih spesifik, perubahan posisi matahari tersebut dikarenakan bumi melakukan revolusi dengan kondisi orbit rotasinya yang miring dan selalu berada pada posisi yang sama. Maka, ada kalanya matahari berada pada titik paling utaranya dan ada kalanya juga matahari berada pada titik paling selatannya, dan inilah yang mengakibatkan perubahan musim dan juga

¹³¹ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan Dan Antariksa*, Revisi. (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013), 61-63.

perbedaan lama waktu siang dan malam di berbagai permukaan bumi. Ketika dua kondisi itu terpenuhi ada kalanya juga matahari beredar tepat di atas garis khatulistiwa, dimana pada saat ini pusat matahari berada tepat di atas garis khatulistiwa sehingga membagi bumi dalam 2 bagian yang sama besar, (lihat gambar 3.2) dan hal ini mengakibatkan samanya panjang siang dan malam, kejadian ini disebut dengan fenomena **ekuinoks**.

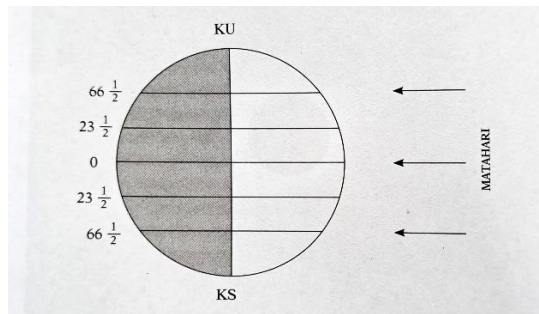


Gambar 3. 2 Intensitas cahaya matahari yang sampai pada permukaan bumi pada posisi solstis musim dingin, solstis musim panas, dan ekuinoks,

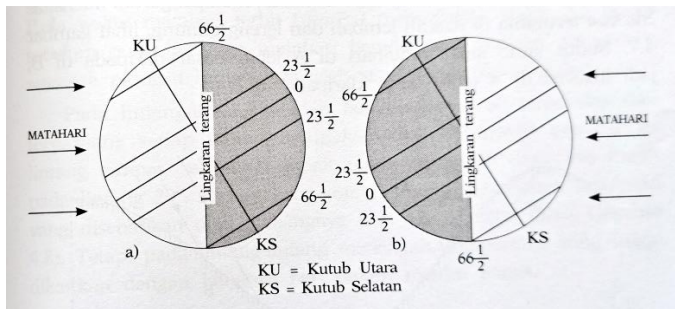
Sumber: <https://spaceplace.nasa.gov/seasons/en/>

Ekuinoks atau yang dalam bahasa Inggris dituliskan dalam ejaan “*equinox*” merujuk pada konsep kesetaraan/setaranya (*equal*) waktu siang dan malam (*day/night*) di seluruh belahan dunia. Penggunaan istilah tersebut digunakan atas dasar samanya/setaranya lama siang dan malam pada saat ekuinoks, dikarenakan posisi kutub bumi tidak ada yang condong ke matahari pada saat ekuinoks terjadi sehingga seluruh permukaan bumi mendapatkan cahaya matahari dengan intensitas yang sama. Berbeda dengan ketika *solstis* musim panas maupun *solstis* musim dingin (lihat gambar 3.3 dan 3.4). Ekuinoks terjadi dua kali setahun, yakni pada tanggal 20/21 Maret dan juga 22/23 September. Pada bulan Maret ekuinoks menandakan dimulainya musim semi di belahan bumi bagian utara sehingga pada saat ini dinamakan *vernal equinox* (ekuinoks musim semi) dan pada bulan September, ketika matahari bergerak ke selatan melintasi ekuator disebut dengan *autumnal equinox* (ekuinoks musim gugur).¹³²

¹³² Philip Scherrer and Deborah Scherre, “Soltice and Equinox (‘Suntrack’) Season Model” (Stanford: Stanford Solar Center, n.d.), 2-4.



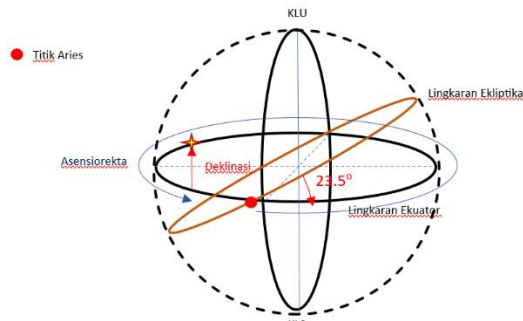
Gambar 3. 3 Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh bumi pada saat ekuinoks, garis-garis horizontal menggambarkan lintang tempat, Sumber Bayong Tjasyono



Gambar 3. 4 Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh bumi pada saat solstis musim panas (a) dan solstis musim dingin (b), garis-garis horizontal menggambarkan lintang tempat, Sumber: Bayong Tjasyono

Waktu terjadinya ekuinoks tidaklah konstan, dapat berubah-ubah baik dalam skala menit, jam, bahkan hari. Oleh karena itu agar dapat mengetahui kapan waktu pasti terjadinya ekuinoks dibutuhkan sebuah perhitungan yang dapat menggambarkan posisi-posisi benda langit, khususnya matahari. Salah satu sistem perhitungan yang dapat digunakan

adalah Tata Koordinat Bola Langit Ekuator (untuk selanjutnya disebut tata koordinat ekuator). Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya tata koordinat ekuator menggunakan garis ekuator langit sebagai salah satu acuan koordinatnya. Terdapat dua nilai koordinat yang digunakan dalam tata koordinat ini, yaitu Asensioirekta (Ar/α) dan Deklinasi (dec/δ). Asensioirekta adalah nilai koordinat yang dihitung dari titik asal (titik aries) sepanjang lingkaran utama (lingkaran ekuator) sedangkan deklinasi merupakan nilai koordinat yang dihitung dari lingkaran utama (lingkaran ekuator) ke arah kutub. Nilai maksimal dari Asensioirekta adalah 360° sedangkan untuk deklinasi nilai maksimumnya adalah 90° . Jika benda langit berada di sebelah utara ekuator maka nilai deklinasinya positif (+) dan apabila berada di sebelah selatan ekuator maka nilai deklinasinya negatif (-).¹³³



Gambar 3. 5 Ilustrasi Deklinasi dan Asensioirekta pada tata koordinat ekuator, Sumber: dokumentasi pribadi

Karena acuan utama dalam penentuan koordinatnya adalah garis khatulistiwa atau ekuator maka nilai dari deklinasi yang

¹³³ Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*.

ada akan sebanding dengan garis lintang di permukaan bumi dan jika digunakan untuk menentukan koordinat matahari, maka dengan menggunakan nilai deklinasi kita dapat mengetahui juga kapan terjadinya ekuinoks. Ekuinoks terjadi ketika matahari melintas persis di atas khatulistiwa, dengan pengertian ini bisa kita ketahui bahwa ketika deklinasi dari matahari bernilai 0° pada saat itu pula terjadi ekuinoks. Begitu pula dengan fenomena *solstis* musim panas dan *solstis* musim dingin, karena *solstis* terjadi ketika matahari berada pada titik balik utara atau selatan jika digambarkan dalam tata koordinat ekuator dapat didefinisikan bahwa *solstis* musim panas terjadi ketika matahari memiliki nilai deklinasi $+23,5^\circ$ (bernilai positif karena posisinya berada di sebelah utara garis ekuator) dan *solstis* musim dingin terjadi ketika matahari memiliki nilai deklinasi sebesar $-23,5^\circ$ (bernilai negatif karena posisinya berada di sebelah selatan garis ekuator).¹³⁴

Untuk mencari nilai deklinasi kita dapat menggunakan persamaan:¹³⁵

$$\mathbf{\sin \delta = \sin \varepsilon \times \sin \theta}$$

Keterangan:

δ = Deklinasi Matahari

θ = *Sun Ecliptic Longitude* (Bujur Ekliptika Matahari)

ε = *Obliquity of the Ecliptic* (Kemiringan Ekliptika)

¹³⁴ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*.

¹³⁵ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm (Algoritma Astronomi) Diterjemahkan Oleh Khafid*, 2nd ed. (IAIN Walisongo, n.d.), 121.

Dalam *Astronomical Algorithm* dijelaskan, kemiringan ekliptika (*obliquity of the ecliptic*) adalah sudut yang terbentuk antara ekuator dan ekliptika. Kemiringan ekliptika dalam rumus ini berbeda dengan kemiringan ekliptika rata-rata yang telah digunakan sebagai penjelas mengenai kemiringan sumbu rotasi bumi, yang membedakannya adalah nilai kemiringan ekliptika sejati didasarkan pada sudut yang terbentuk antara ekliptika dengan ekuator sejati sedangkan kemiringan ekliptika rata-rata didasarkan pada sudut yang terbentuk antara ekliptika dengan ekuator rata-rata. Hal ini sangat penting dibahas karena nilai dari kemiringan ekliptika sejati selalu berubah setiap hitungan tahun abad. Begitupun dengan bujur ekliptika matahari yang setiap detiknya dapat berubah dalam skala menit busur.¹³⁶ Kedua data tersebut dapat dilihat langsung pada tabel Ephemeris dan Almanak Nautika¹³⁷ ataupun dapat dihitung secara manual mengikuti persamaan yang ada di dalam buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus.¹³⁸

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, untuk mengetahui waktu pasti terjadinya ekuinoks kita dapat menggunakan acuan nilai deklinasi. Jika deklinasinya bernilai 0° maka, saat itu pula terjadi fenomena ekuinoks. Dalam penelitian ini, penulis mencoba menelusuri waktu pasti terjadinya ekuinoks pada rentang waktu 101 tahun terakhir. Dalam pengambilan datanya, penulis menggunakan program perhitungan berbasis excel yang menggunakan algoritma dari

¹³⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm (Algoritma Astronomi) Diterjemahkan Oleh Khafid*, 107.

¹³⁷ Ahmad Syarif Hidayatullah, "Komparasi Algoritme Deklinasi Matahari Dan Equation of Time Dalam Buku Mekanika Benda Langit Dengan Buku Anfa'ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Sholat" (UIN Walisongo, 2017), 31.

¹³⁸ Lihat *Astronomical Algorithm* halaman 107 atau 121-122.

Astronomical Algorithm yang disusun oleh Jean Meeus sebagaimana telah dijelaskan dalam sub-bab metode penelitian pada bab 1. Berikut uraian data yang telah didapatkan:

1. Ekuinoks Musim Semi (*Vernal equinox*)

Tabel 3. 1 Data terjadinya vernal equinox, Sumber: dokumentasi pribadi

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Nilai Deklinasi	Pukul (WIB)
1.	1923	21 Maret	00°00'00.413''	22.24 WIB
2	1924	21 Maret	00°00'00.406''	04.13 WIB
3	1925	21 Maret	00°00'00.399''	10.02 WIB
4	1926	21 Maret	00°00'00.391''	15.51 WIB
5	1927	21 Maret	00°00'00.384''	21.40 WIB
6	1928	21 Maret	00°00'00.376''	03.29 WIB
7	1929	21 Maret	00°00'00.368''	09.18 WIB
8	1930	21 Maret	00°00'00.360''	15.07 WIB
9	1931	21 Maret	00°00'00.352''	20.56 WIB
10	1932	21 Maret	00°00'00.344''	02.45 WIB
11	1933	21 Maret	00°00'00.336''	08.34 WIB
12	1934	21 Maret	00°00'00.327''	14.23 WIB

13	1935	21 Maret	00°00'00.318"	20.12 WIB
14	1936	21 Maret	00°00'00.310"	02.01 WIB
15	1937	21 Maret	00°00'00.301"	07.50 WIB
16	1938	21 Maret	00°00'00.291"	13.39 WIB
17	1939	21 Maret	00°00'00.282"	19.28 WIB
18	1940	21 Maret	00°00'00.273"	01.17 WIB
19	1941	21 Maret	00°00'00.263"	07.06 WIB
20	1942	21 Maret	00°00'00.253"	12.55 WIB
21	1943	21 Maret	00°00'00.244"	18.44 WIB
22	1944	21 Maret	00°00'00.234"	00.33 WIB
23	1945	21 Maret	00°00'00.223"	06.22 WIB
24	1946	21 Maret	00°00'00.213"	12.11 WIB
25	1947	21 Maret	00°00'00.203"	18.00 WIB
26	1948	20 Maret	00°00'00.192"	23.49 WIB
27	1949	21 Maret	00°00'00.181"	05.38 WIB
28	1950	21 Maret	00°00'00.170"	11.27 WIB
29	1951	21 Maret	00°00'00.159"	17.16 WIB
30	1952	20 Maret	00°00'00.148"	23.05 WIB

31	1953	21 Maret	00°00'00.136"	04.54 WIB
32	1954	21 Maret	00°00'00.125"	10.43 WIB
33	1955	21 Maret	00°00'00.113"	16.32 WIB
34	1956	20 Maret	00°00'00.101"	22.21 WIB
35	1957	21 Maret	00°00'00.089"	04.10 WIB
36	1958	21 Maret	00°00'00.077"	09.59 WIB
37	1959	21 Maret	00°00'00.065"	15.48 WIB
38	1960	20 Maret	00°00'00.053"	21.37 WIB
39	1961	21 Maret	00°00'00.040"	03.26 WIB
40	1962	21 Maret	00°00'00.027"	09.15 WIB
41	1963	21 Maret	00°00'00.015"	15.04 WIB
42	1964	20 Maret	00°00'00.002"	20.53 WIB
43	1965	21 Maret	00°00'00.976"	02.43 WIB
44	1966	21 Maret	00°00'00.963"	08.32 WIB
45	1967	21 Maret	00°00'00.949"	14.21 WIB
46	1968	20 Maret	00°00'00.936"	20.10 WIB
47	1969	21 Maret	00°00'00.922"	01.59 WIB
48	1970	21 Maret	00°00'00.908"	07.48 WIB

49	1971	21 Maret	00°00'00.894''	13.37 WIB
50	1972	20 Maret	00°00'00.880''	19.26 WIB
51	1973	21 Maret	00°00'00.866''	01.15 WIB
52	1974	21 Maret	00°00'00.851''	07.04 WIB
53	1975	21 Maret	00°00'00.837''	12.53 WIB
54	1976	20 Maret	00°00'00.822''	18.42 WIB
55	1977	21 Maret	00°00'00.807''	00.31 WIB
56	1978	21 Maret	00°00'00.792''	06.20 WIB
57	1979	21 Maret	00°00'00.777''	12.09 WIB
58	1980	20 Maret	00°00'00.761''	17.58 WIB
59	1981	20 Maret	00°00'00.746''	23.47 WIB
60	1982	21 Maret	00°00'00.730''	05.36 WIB
61	1983	21 Maret	00°00'00.714''	11.25 WIB
62	1984	20 Maret	00°00'00.698''	17.14 WIB
63	1985	20 Maret	00°00'00.682''	23.03 WIB
64	1986	21 Maret	00°00'00.666''	04.52 WIB
65	1987	21 Maret	00°00'00.649''	10.41 WIB
66	1988	20 Maret	00°00'00.633''	16.20 WIB

67	1989	20 Maret	00°00'00.616"	22.19 WIB
68	1990	21 Maret	00°00'00.599"	04.08 WIB
69	1991	21 Maret	00°00'00.582"	09.57 WIB
70	1992	20 Maret	00°00'00.565"	15.46 WIB
71	1993	20 Maret	00°00'00.548"	21.35 WIB
72	1994	21 Maret	00°00'00.530"	03.24 WIB
73	1995	21 Maret	00°00'00.513"	09.13 WIB
74	1996	20 Maret	00°00'00.495"	15.02 WIB
75	1997	20 Maret	00°00'00.477"	20.51 WIB
76	1998	21 Maret	00°00'00.459"	02.40 WIB
77	1999	21 Maret	00°00'00.441"	08.29 WIB
78	2000	20 Maret	00°00'00.423"	14.18 WIB
79	2001	20 Maret	00°00'00.404"	20.07 WIB
80	2002	21 Maret	00°00'00.386"	01.56 WIB
81	2003	21 Maret	00°00'00.367"	07.45 WIB
82	2004	20 Maret	00°00'00.348"	13.34 WIB
83	2005	20 Maret	00°00'00.329"	19.23 WIB
84	2006	21 Maret	00°00'00.310"	01.12 WIB

85	2007	21 Maret	00°00'00.290"	07.01 WIB
86	2008	20 Maret	00°00'00.271"	12.50 WIB
87	2009	20 Maret	00°00'00.251"	18.39 WIB
88	2010	21 Maret	00°00'00.231"	00.28 WIB
89	2011	21 Maret	00°00'00.212"	06.17 WIB
90	2012	20 Maret	00°00'00.191"	12.06 WIB
91	2013	20 Maret	00°00'00.171"	17.55 WIB
92	2014	20 Maret	00°00'00.151"	23.44 WIB
93	2015	21 Maret	00°00'00.130"	05.33 WIB
94	2016	20 Maret	00°00'00.110"	11.23 WIB
95	2017	20 Maret	00°00'00.089"	17.11 WIB
96	2018	20 Maret	00°00'00.068"	23.00 WIB
97	2019	21 Maret	00°00'00.047"	04.49 WIB
98	2020	20 Maret	00°00'00.025"	10.38 WIB
99	2021	20 Maret	00°00'00.004"	16.27 WIB
100	2022	20 Maret	00°00'00.917"	22.17 WIB
101	2023	21 Maret	00°00'00.949"	04.06 WIB

2. Ekuinoks Musim Gugur (*Autumnal equinox*)

Tabel 3. 2 Data terjadinya autumnal equinox, Sumber: dokumentasi pribadi

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Nilai Deklinasi	Pukul (WIB)
1.	1923	24 September	00°00'00.124''	08.48 WIB
2	1924	23 September	00°00'00.641''	14.36 WIB
3	1925	23 September	00°00'00.184''	20.25 WIB
4	1926	24 September	00°00'00.701''	02.13 WIB
5	1927	24 September	00°00'00.243''	08.02 WIB
6	1928	23 September	00°00'00.759''	13.50 WIB
7	1929	23 September	00°00'00.300''	19.39 WIB
8	1930	24 September	00°00'00.815''	01.27 WIB
9	1931	24 September	00°00'00.356''	07.16 WIB
10	1932	23 September	00°00'00.871''	13.03 WIB
11	1933	23 September	00°00'00.411''	18.53 WIB
12	1934	24 September	00°00'00.925''	00.41 WIB
13	1935	24 September	00°00'00.464''	06.30 WIB
14	1936	23 September	00°00'00.978''	12.18 WIB

15	1937	23 September	00°00'00.516''	19.07 WIB
16	1938	23 September	00°00'00.055''	23.56 WIB
17	1939	24 September	00°00'00.567''	05.44 WIB
18	1940	23 September	00°00'00.105''	11.33 WIB
19	1941	23 September	00°00'00.617''	17.21 WIB
20	1942	23 September	00°00'00.154''	23.10 WIB
21	1943	24 September	00°00'00.665''	04.58 WIB
22	1944	23 September	00°00'00.201''	10.47 WIB
23	1945	23 September	00°00'00.712''	16.35 WIB
24	1946	23 September	00°00'00.248''	22.24 WIB
25	1947	24 September	00°00'00.757''	04.12 WIB
26	1948	23 September	00°00'00.293''	10.01 WIB
27	1949	23 September	00°00'00.802''	15.49 WIB
28	1950	23 September	00°00'00.336''	21.38 WIB
29	1951	24 September	00°00'00.844''	03.26 WIB
30	1952	23 September	00°00'00.379''	09.15 WIB
31	1953	23 September	00°00'00.886''	15.03 WIB
32	1954	23 September	00°00'00.420''	20.52 WIB

33	1955	24 September	00°00'00.926''	02.40 WIB
34	1956	23 September	00°00'00.459''	08.29 WIB
35	1957	23 September	00°00'00.966''	14.17 WIB
36	1958	23 September	00°00'00.498''	20.06 WIB
37	1959	24 September	00°00'00.029''	01.55 WIB
38	1960	23 September	00°00'00.535''	07.43 WIB
39	1961	23 September	00°00'00.066''	13.32 WIB
40	1962	23 September	00°00'00.571''	19.20 WIB
41	1963	24 September	00°00'00.101''	01.09 WIB
42	1964	23 September	00°00'00.605''	06.57 WIB
43	1965	23 September	00°00'00.135''	12.46 WIB
44	1966	23 September	00°00'00.638''	18.34 WIB
45	1967	24 September	00°00'00.167''	00.23 WIB
46	1968	23 September	00°00'00.670''	06.11 WIB
47	1969	23 September	00°00'00.199''	12.00 WIB
48	1970	23 September	00°00'00.701''	17.48 WIB
49	1971	23 September	00°00'00.229''	23.37 WIB
50	1972	23 September	00°00'00.730''	05.25 WIB

51	1973	23 September	00°00'00.257"	11.14 WIB
52	1974	23 September	00°00'00.758"	17.02 WIB
53	1975	23 September	00°00'00.285"	22.51 WIB
54	1976	23 September	00°00'00.785"	04.39 WIB
55	1977	23 September	00°00'00.311"	10.28 WIB
56	1978	23 September	00°00'00.810"	16.15 WIB
57	1979	23 September	00°00'00.335"	22.05 WIB
58	1980	23 September	00°00'00.834"	03.53 WIB
59	1981	23 September	00°00'00.359"	09.42 WIB
60	1982	23 September	00°00'00.857"	15.30 WIB
61	1983	23 September	00°00'00.381"	21.19 WIB
62	1984	23 September	00°00'00.878"	03.07 WIB
63	1985	23 September	00°00'00.402"	08.56 WIB
64	1986	23 September	00°00'00.898"	14.44 WIB
65	1987	23 September	00°00'00.421"	20.33 WIB
66	1988	23 September	00°00'00.917"	02.21 WIB
67	1989	23 September	00°00'00.440"	08.10 WIB
68	1990	23 September	00°00'00.935"	13.58 WIB

69	1991	23 September	00°00'00.456''	19.47 WIB
70	1992	23 September	00°00'00.951''	01.35 WIB
71	1993	23 September	00°00'00.472''	07.24 WIB
72	1994	23 September	00°00'00.966''	13.12 WIB
73	1995	23 September	00°00'00.486''	19.01 WIB
74	1996	23 September	00°00'00.006''	00.50 WIB
75	1997	23 September	00°00'00.499''	06.38 WIB
76	1998	23 September	00°00'00.019''	12.27 WIB
77	1999	23 September	00°00'00.511''	18.15 WIB
78	2000	23 September	00°00'00.030''	00.04 WIB
79	2001	23 September	00°00'00.522''	05.52 WIB
80	2002	23 September	00°00'00.040''	11.41 WIB
81	2003	23 September	00°00'00.531''	17.29 WIB
82	2004	22 September	00°00'00.048''	23.18 WIB
83	2005	23 September	00°00'00.539''	05.06 WIB
84	2006	23 September	00°00'00.055''	10.55 WIB
85	2007	23 September	00°00'00.545''	16.43 WIB
86	2008	22 September	00°00'00.061''	22.32 WIB

87	2009	23 September	00°00'00.550''	04.20 WIB
88	2010	23 September	00°00'00.066''	10.09 WIB
89	2011	23 September	00°00'00.554''	15.57 WIB
90	2012	22 September	00°00'00.069''	21.46 WIB
91	2013	23 September	00°00'00.557''	03.34 WIB
92	2014	23 September	00°00'00.071''	09.23 WIB
93	2015	23 September	00°00'00,558''	15.11 WIB
94	2016	22 September	00°00'00,072''	21.00 WIB
95	2017	23 September	00°00'00.558''	02.48 WIB
96	2018	23 September	00°00'00,072''	08.37 WIB
97	2019	23 September	00°00'00.557''	14.25 WIB
98	2020	22 September	00°00'00.070''	20.14 WIB
99	2021	23 September	00°00'00.555''	02.02 WIB
100	2022	23 September	00°00'00.067''	07.51 WIB
101	2023	23 September	00°00'00.551''	13.39 WIB

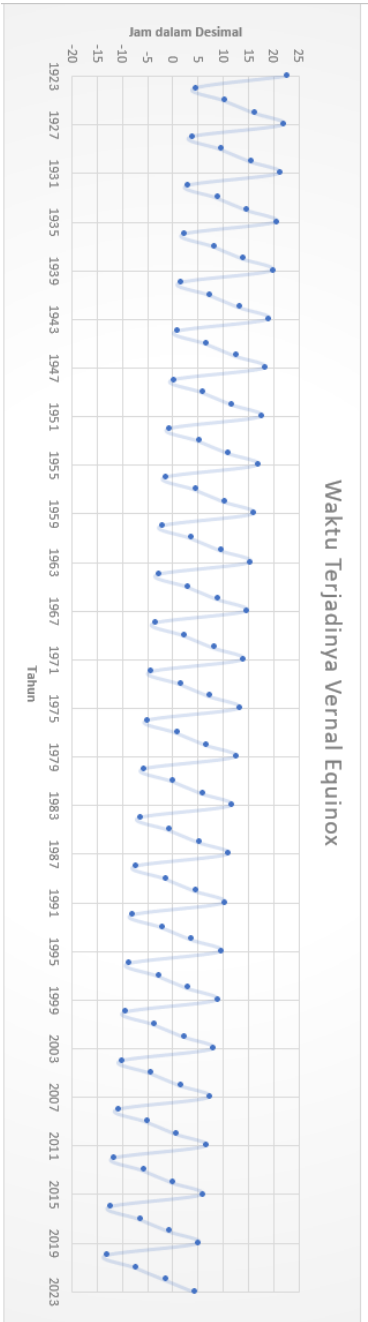
Sebelumnya, perlu dijelaskan bahwa pada data di atas, penulis menggunakan format waktu dengan zona Waktu Indonesia Barat (WIB) yang memiliki perbedaan +(plus)7 Jam dari waktu UT. Hal ini dilakukan mengingat data

ekuinox ini akan dijadikan sebagai patokan dalam menghitung waktu terbit matahari di Indonesia, khususnya di Kota Semarang yang menjadi basis utama penelitian ini. Sehingga, jika menggunakan waktu UT bisa jadi hari terjadinya ekuinox berbeda dengan keadaan sebenarnya di Semarang. Misal, *autumnal equinox* pada tahun 2013 jatuh pada tanggal 23 September pukul 03:34 WIB. Dimana, jika *vernal equinox* pada tahun tersebut dihitung dalam format waktu UT jatuh pada pukul 20:34 UT (03:34 WIB – 07:00 = 20:34 UT) dan terhitung masuk pada hari sebelumnya, yakni tanggal 22 September.

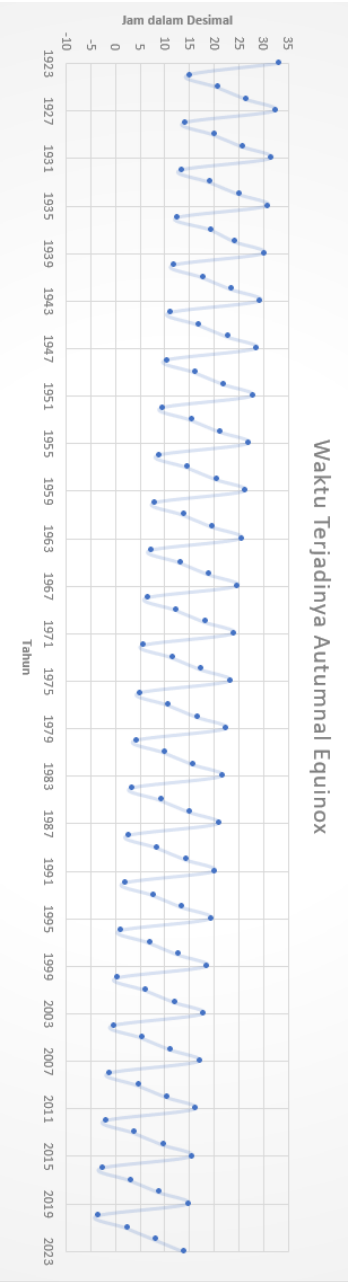
Terdapat 3 tabel utama dalam paparan data di atas, yakni: tabel Tahun, tabel Tanggal Ekuinox, Tabel Nilai Deklinasi, tabel Pukul (WIB). Tabel Tahun menandakan tahun terjadinya ekuinox, tabel Tanggal menandakan Tanggal terjadinya Ekuinox, tabel Nilai Deklinasi Menunjukkan nilai deklinasi yang menandakan terjadinya ekuinox, dan tabel Pukul (WIB) menandakan waktu tepat terjadinya deklinasi dengan nilai pada tabel sebelumnya. Nilai deklinasi yang tertera menunjukkan nilai yang tidak sempurna $0^{\circ} 0' 0.00''$ hal ini disebabkan karena tingkat ketelitian dari program yang digunakan dalam menghitung nilai deklinasi hanya sampai ketelitian menit saja, tidak sampai detik. Sehingga dengan data yang ada, dapat dipahami bahwa nilai deklinasi tepat $0^{\circ} 0' 0.00''$ terjadi beberapa detik sebelum data per-menit itu diambil. Misalkan, data deklinasi pada tanggal 20 Maret tahun 2001 menunjukkan nilai $00^{\circ} 00' 00.404''$ pada pukul 20:05 WIB. Maka dengan data tersebut kita dapat memahami bahwa deklinasi tepat $0^{\circ} 0' 0.00''$ atau saat pas terjadinya ekuinox, terjadi pada rentang waktu antara pukul 20:04 WIB - 20:05 WIB. Namun, perlu diketahui penyajian data seperti itu tidak akan mempengaruhi hasil penelitian ini, dikarenakan data deklinasi yang ada penulis gunakan untuk

menentukan hari terjadinya ekuinoks saja, tidak sampai mendetail kepada data waktu terjadinya ekuinoks dalam satuan menit apalagi detik.

Dari data yang telah terkumpul, secara sekilas tidak ada keteraturan yang terlihat dari waktu terjadinya ekuinoks tiap tahunnya. Misalkan saja antara tahun 2001 *vernal equinox* terjadi pada tanggal 20 Maret pukul 20:05 WIB sedangkan pada tahun berikutnya *vernal equinox* terjadi pada tanggal 21 Maret pukul 01:56 WIB berbeda sekitar 5 jam 51 menit. Selisih waktu terjadinya ini rupanya tidak teratur untuk kejadian berikutnya, pada tahun 2003 *vernal equinox* terjadi pada tanggal 21 Maret pukul 07:45 WIB terdapat interval 6 jam 11 menit antar keduanya. Ketidakteraturan tersebut juga terjadi pada waktu terjadinya *autumnal equinox*. *Autumnal equinox* tahun 2001 terjadi pada 23 September sekitar pukul 05:52 WIB memiliki beda waktu 6 jam 10 menit dengan *autumnal equinox* pada tahun 2002 yang terjadi pada tanggal 23 September 11:41 WIB. *Autumnal equinox* pada tahun 2002 tersebut juga memiliki beda waktu yang tidak sama terhadap *autumnal equinox* tahun 2003, pada 2 tahun tersebut terdapat perbedaan waktu 6 jam 12 menit. Namun setelah dibentuk bagan sebagaimana bagan berikut (3.1 dan 3.2) terdapat pola waktu yang berulang dalam periode waktu 4 tahun sekali, setiap 4 tahun waktu terjadinya ekuinoks akan memiliki nilai yang hampir sama hanya memiliki beda waktu sekitar 44 menit dengan pola yang menaik untuk *vernal equinox* dan pola menurun untuk *autumnal equinox*.



Bagan 3. 1Pola perulangan waktu terjadinya Vernal Ekuinoks selama 100 tahun, Sumber: dokumentasi pribadi



Bagan 3. 2 Pola perulangan waktu terjadinya Autumnal Equinox selama 100 tahun, Sumber: dokumentasi pribadi

B. Matahari Terbit pada Saat Ekuinoks

Secara bahasa, “Waktu Terbit” terbagi dalam dua pembahasan yakni pembahasan atas arti kata “Waktu” dan “Terbit”. Dalam KBBI kata “Waktu” didefinisikan sebagai seluruh rangkaian saat, ketika proses, perbuatan, atau keadaan berada atau berlangsung dan “Terbit” memiliki arti timbul, naik, keluar.¹³⁹ Dengan masing-masing definisi tersebut “Waktu Terbit Matahari” dapat diartikan sebagai seluruh rangkaian saat matahari timbul atau naik ke permukaan dari batas horizon (ufuk). Dalam astronomi maupun ilmu falak, dikatakan waktu matahari terbit ketika piringan matahari bagian atas telah bersinggungan dengan ufuk. Matahari terbit juga digunakan sebagai batas akhir dari pelaksanaan sholat subuh.¹⁴⁰

Dalam menentukan waktu terbit matahari, digunakan Tata Koordinat Horizon beserta tata koordinat ekliptika yang dipadukan dengan tata koordinat horizon, dimana tata koordinat horizon sendiri menjadikan pengamat sebagai pusat dari bola langit yang diilustrasikan. Hal ini dilakukan, mengingat waktu terbit yang termasuk dalam perhitungan gerak harian matahari bersifat lokal, setiap pengamat dengan posisi lintang ataupun bujur yang berbeda akan mengalami fenomena terbit atau terbenamnya matahari dalam rentang waktu yang berbeda-beda. Beberapa istilah koordinat bola langit yang digunakan antara lain:

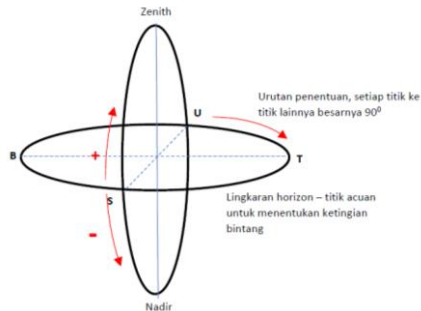
1. Ketinggian Matahari (h_0)

Ketinggian matahari merupakan salah satu nilai koordinat dalam tata koordinat horizon. Ketinggian

¹³⁹ Kebudayaan, “Hasil Pencarian - KBBI Daring.”

¹⁴⁰ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 73.

benda langit secara umum merupakan jarak busur sepanjang lingkaran vertikal yang dihitung dari ufuk (lingkaran horizon) sampai benda langit yang dituju ke arah kutub. Dalam bahasa Inggris ketinggian matahari dikenal dengan istilah *height of sun* dan dalam bahasa Arab disebut dengan istilah *irtifā'us syams* serta dalam istilah astronomi dikenal dengan istilah *altitude*. Tinggi matahari bertanda positif (+) jika berada di atas ufuk dan bertanda negatif ketika berada di bawah ufuk.¹⁴¹

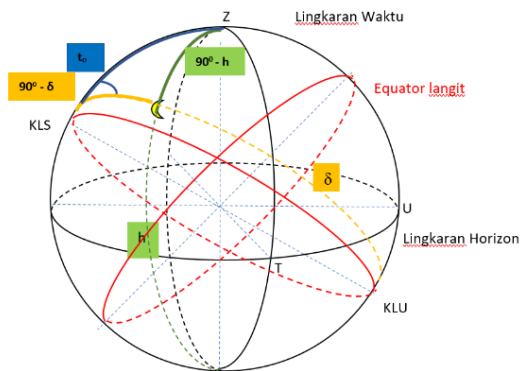


Gambar 3. 6 Ilustrasi ketinggian benda langit dalam tata koordinat horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

Ketinggian benda langit, khususnya Matahari dapat ditentukan dengan cara observasi secara langsung seperti menggunakan tongkat istiwa, mizwala, atau *rubu' mujayyab* atau dapat ditentukan dengan perhitungan secara matematis. Secara matematis ketinggian benda langit dapat ditentukan dengan menggabungkan dua tata koordinat, yakni tata koordinat horizon dan juga tata koordinat ekliptika. Dalam penggabungan keduanya

¹⁴¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Bniluana Pustaka, n.d.), 80.

akan membentuk segitiga bola yang nilainya dapat dicari dengan aturan nilai sudut dalam matematika. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memproyeksikan penggabungan antara tata koordinat horizon dan juga tata koordinat ekliptika adalah posisi kutub langit dengan horizon, dimana keduanya memiliki sudut perpotongan sebanding dengan lintang tempat pengamat. Jika kita berada di Lintang selatan, maka benda langit yang tampak adalah benda langit yang berada di belahan langit selatan hingga nanti yang tampak adalah KLS (berada di atas horizon). Jika diproyeksikan akan berbentuk seperti berikut:¹⁴²



Gambar 3. 7 Ilustrasi segitiga bola sudut waktu dalam bola langit horizon + ekliptika, Sumber: dokumentasi pribadi

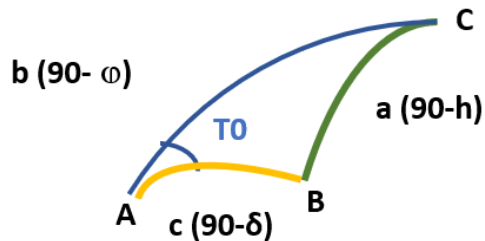
Keterangan:

- Dari garis horizon ke arah zenit = ketinggian benda langit (h)
- Dari ekuator ke arah KLS atau KLU = deklinasi (δ)

¹⁴² Ni'am, Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6.

- c. Perpotongan lingkaran waktu (garis yang menghubungkan KLS dan KLU) dan lingkaran Meridian (garis yang menghubungkan U dan S melewati Zenith) = sudut waktu (t_0).
- d. Nilai zenith ke ekuator dengan nilai KLS ke S itu sama.
- e. Nilai Zenith ke ekuator itu sama dengan nilai Lintang pengamat (ϕ), maka nilai KLS ke S itu juga sama dengan nilai Lintang pengamat.
- f. Nilai Zenith ke horizon = 90^0 , maka nilai zenith ke KLS = $90 - \phi$.

Jika kita gambarkan segitiga bola yang terbentuk adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 8 Segitiga bola sudut waktu, Sumber: dokumentasi pribadi

Untuk mencari ketinggian benda langit, maka yang kita cari adalah sisi bagian a.

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos b \cos c + \sin b \sin c \times \cos A \\ &= \cos (90-h) = \cos (90-\varphi) \times \cos (90-\delta) + \sin (90-\varphi) \\ &\quad \times \sin (90-\delta) \times \cos t_o \\ &= \sin h = \sin \varphi \times \sin \delta + \cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t_o \end{aligned}$$

Jadi rumus dari ketinggian benda langit adalah:

$$\sin h = \sin \varphi \times \sin \delta + \cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t_o$$

Rumus tersebut hanya berlaku bagi benda langit yang berada di atas ufuk, hal berbeda diterapkan ketika terdapat benda langit (khususnya matahari) yang berada pas di garis ufuk seperti matahari pada saat terbit maupun terbenam. Dalam kondisi seperti itu digunakan persamaan:¹⁴³

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

keterangan:

ref = refraksi, pembiasan atau pembelokan cahaya matahari karena matahari tidak dalam posisi

¹⁴³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 2nd ed. (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), 84.

tegak, nilai refraksi ketika matahari terbit/terbenam adalah $0^{\circ} 34'$

sd = semi diameter matahari, digunakan nilai rata-ratanya yaitu $0^{\circ} 16'$

ku = kerendahan ufuk, untuk mencari kerendahan ufuk digunakan persamaan:

$$ku = 0^{\circ} 1,76' \sqrt{m}$$

dimana m = ketinggian tempat

2. Sudut Waktu Matahari

Sebagaimana disebutkan dalam pembahasan sebelumnya, yang dimaksud dengan sudut waktu matahari adalah busur sepanjang lingkaran harian matahari dihitung dari titik kulminasi atas sampai matahari berada. Atau sudut pada kutub langit selatan atau utara yang diapit oleh garis meridian dan lingkaran deklinasi yang melewati matahari. Dalam istilah arab sudut waktu disebut dengan *fadlu al-dhā'ir* yang dilambangkan dengan simbol t_o .¹⁴⁴ Dalam pembahasan tinggi benda langit sudut waktu merupakan salah satu unsur penyusun (variabel) dalam rumusnya. Maka, untuk mencari asal-usul rumus sudut waktu ini kita bisa melanjutkan pembahasan dari asal-usul rumus tinggi benda langit (h).¹⁴⁵

¹⁴⁴ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 81.

¹⁴⁵ Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*.

Dari rumus ketinggian benda langit (h) yang berupa:

$$\sin h = \sin \varphi \times \sin \delta + \cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t$$

Untuk melanjutkannya, kita harus mengingat terlebih dahulu mengenai ketentuan: Jika Jika [$a = b + c$ maka $c = a - b$] oleh karena itu, jika rumus ketinggian benda langit kita pindahkan ruasnya akan menjadi:

$$\cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t = \sin h - \sin \varphi \times \sin \delta$$

Selanjutnya, untuk mengembangkan rumus selanjutnya, kita dapat menggunakan ketentuan:

$$abc = d - ef$$

$$c = \frac{d-ef}{ab}$$

$$c = \frac{d}{ab} - \frac{ef}{ab}$$

Dari ketentuan tersebut, kita dapat menjadikan rumus sebelumnya agar yang dicari hanya sudut waktu menjadi:

$$\cos \varphi \times \cos \delta \times \cos t = \sin h -$$

$$\sin \varphi \times \sin \delta$$

$$\cos t = \frac{\sin h - \sin \varphi \times \sin \delta}{\cos \varphi \times \cos \delta}$$

$$\cos t = \frac{\sin h}{\cos \varphi \times \cos \delta} - \frac{\sin \varphi \times \sin \delta}{\cos \varphi \times \cos \delta}$$

Dalam aturan trigonometri dikatakan bahwa:

$$\frac{\sin a}{\cos a} = \tan a$$

Selanjutnya, dengan aturan tersebut kita dapat menyederhanakan rumus sudut waktu menjadi:

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

Setelah mengetahui komponen-komponen penting dari perhitungan selanjutnya kita dapat mencari waktu terbit matahari dengan langkah-langkah sebagai berikut:¹⁴⁶

- a. Menentukan tinggi matahari pada saat terbit/terbenam
- b. Menentukan sudut waktu matahari pada saat terbit
- c. Mengkonversi sudut waktu ke dalam satuan jam
- d. Menambahkan nilai sudut waktu dengan nilai *meridian-pass* (waktu matahari berada pada meridian – kulminasi)

Urutan tersebut dapat langsung digunakan dalam menghitung waktu terbit matahari dengan menggunakan data baik dari Ephemeris maupun Almanak Nautika sebagaimana terlampir. Setelah mengetahui urutan cara untuk menentukan waktu terbit, sekarang kita dapat menentukan waktu terbit pada saat ekuinoks terjadi. Perlu diketahui sebelumnya dalam penelitian ini lokasi yang dijadikan sebagai acuan pokok dalam penentuan waktu terbit matahari pada saat ekuinoks

¹⁴⁶ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 89.

adalah Observatorium UIN Walisongo yang mempunyai nilai Bujur Tempat (λ) dan Lintang Tempat (ϕ) masing-masing sebesar $110^{\circ} 20' 53,33''$ BT dan $6^{\circ} 59' 29,53''$ LS, Observatorium UIN Walisongo juga memiliki ketinggian dari permukaan laut sebesar 86,258 mdpl. Dengan menggunakan data-data tersebut diperoleh waktu-waktu terbit sebagai berikut:

1. Waktu Terbit pada saat Ekuinoks Musim Semi (*Vernal equinox*)

Tabel 3. 3 Data waktu terbit matahari pada saat vernal equinox

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Waktu Terbit (WIB)
1.	1923	21 Maret	05:42:39 WIB
2	1924	21 Maret	05:41:33 WIB
3	1925	21 Maret	05:41:34 WIB
4	1926	21 Maret	05:41:36 WIB
5	1927	21 Maret	05:42:26 WIB
6	1928	21 Maret	05:41:32 WIB
7	1929	21 Maret	05:41:34 WIB
8	1930	21 Maret	05:41:35 WIB
9	1931	21 Maret	05:42:12 WIB

10	1932	21 Maret	05:41:32 WIB
11	1933	21 Maret	05:41:33 WIB
12	1934	21 Maret	05:41:35 WIB
13	1935	21 Maret	05:41:58 WIB
14	1936	21 Maret	05:41:32 WIB
15	1937	21 Maret	05:41:33 WIB
16	1938	21 Maret	05:41:35 WIB
17	1939	21 Maret	05:41:44 WIB
18	1940	21 Maret	05:41:31 WIB
19	1941	21 Maret	05:41:33 WIB
20	1942	21 Maret	05:41:34 WIB
21	1943	21 Maret	05:41:36 WIB
22	1944	21 Maret	05:41:31 WIB
23	1945	21 Maret	05:41:32 WIB
24	1946	21 Maret	05:41:34 WIB
25	1947	21 Maret	05:41:35 WIB
26	1948	20 Maret	05:43:04 WIB
27	1949	21 Maret	05:41:32 WIB

28	1950	21 Maret	05:41:33 WIB
29	1951	21 Maret	05:41:35 WIB
30	1952	20 Maret	05:42:51 WIB
31	1953	21 Maret	05:41:32 WIB
32	1954	21 Maret	05:41:33 WIB
33	1955	21 Maret	05:41:35 WIB
34	1956	20 Maret	05:42:37 WIB
35	1957	21 Maret	05:41:31 WIB
36	1958	21 Maret	05:41:33 WIB
37	1959	21 Maret	05:41:34 WIB
38	1960	20 Maret	05:42:23 WIB
39	1961	21 Maret	05:41:31 WIB
40	1962	21 Maret	05:41:32 WIB
41	1963	21 Maret	05:41:34 WIB
42	1964	20 Maret	05:42:10 WIB
43	1965	21 Maret	05:41:31 WIB
44	1966	21 Maret	05:41:32 WIB
45	1967	21 Maret	05:41:33 WIB

46	1968	20 Maret	05:41:56 WIB
47	1969	21 Maret	05:41:30 WIB
48	1970	21 Maret	05:41:32 WIB
49	1971	21 Maret	05:41:33 WIB
50	1972	20 Maret	05:41:42 WIB
51	1973	21 Maret	05:41:30 WIB
52	1974	21 Maret	05:41:31 WIB
53	1975	21 Maret	05:41:33 WIB
54	1976	20 Maret	05:41:34 WIB
55	1977	21 Maret	05:41:29 WIB
56	1978	21 Maret	05:41:31 WIB
57	1979	21 Maret	05:41:32 WIB
58	1980	20 Maret	05:41:34 WIB
59	1981	20 Maret	05:43:02 WIB
60	1982	21 Maret	05:41:31 WIB
61	1983	21 Maret	05:41:32 WIB
62	1984	20 Maret	05:41:34 WIB
63	1985	20 Maret	05:42:49 WIB

64	1986	21 Maret	05:41:30 WIB
65	1987	21 Maret	05:41:32 WIB
66	1988	20 Maret	05:41:33 WIB
67	1989	20 Maret	05:42:35 WIB
68	1990	21 Maret	05:41:30 WIB
69	1991	21 Maret	05:41:31 WIB
70	1992	20 Maret	05:41:33 WIB
71	1993	20 Maret	05:42:21 WIB
72	1994	21 Maret	05:41:29 WIB
73	1995	21 Maret	05:41:31 WIB
74	1996	20 Maret	05:41:32 WIB
75	1997	20 Maret	05:42:07 WIB
76	1998	21 Maret	05:41:29 WIB
77	1999	21 Maret	05:41:31 WIB
78	2000	20 Maret	05:41:32 WIB
79	2001	20 Maret	05:41:54 WIB
80	2002	21 Maret	05:41:29 WIB
81	2003	21 Maret	05:41:30 WIB

82	2004	20 Maret	05:41:32 WIB
83	2005	20 Maret	05:41:40 WIB
84	2006	21 Maret	05:41:28 WIB
85	2007	21 Maret	05:41:30 WIB
86	2008	20 Maret	05:41:31 WIB
87	2009	20 Maret	05:41:33 WIB
88	2010	21 Maret	05:41:28 WIB
89	2011	21 Maret	05:41:30 WIB
90	2012	20 Maret	05:41:31 WIB
91	2013	20 Maret	05:41:32 WIB
92	2014	20 Maret	05:43:00 WIB
93	2015	21 Maret	05:41:29 WIB
94	2016	20 Maret	05:41:31 WIB
95	2017	20 Maret	05:41:32 WIB
96	2018	20 Maret	05:42:46 WIB
97	2019	21 Maret	05:41:29 WIB
98	2020	20 Maret	05:41:30 WIB
99	2021	20 Maret	05:41:32 WIB

100	2022	20 Maret	05:42:33 WIB
101	2023	21 Maret	05:41:28 WIB

2. Waktu Terbit pada saat Ekuinoks Musim Gugur
(*Autumnal equinox*)

Tabel 3. 4 Data waktu terbit matahari pada saat autumnal equinox

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Waktu Terbit (WIB)
1.	1923	24 September	05:23:18 WIB
2	1924	23 September	05:25:10 WIB
3	1925	23 September	05:26:37 WIB
4	1926	24 September	05:21:11 WIB
5	1927	24 September	05:23:03 WIB
6	1928	23 September	05:24:56 WIB
7	1929	23 September	05:26:36 WIB
8	1930	24 September	05:20:57 WIB
9	1931	24 September	05:22:49 WIB
10	1932	23 September	05:24:41 WIB
11	1933	23 September	05:26:33 WIB

12	1934	24 September	05:20:42 WIB
13	1935	24 September	05:22:34 WIB
14	1936	23 September	05:24:26 WIB
15	1937	23 September	05:26:19 WIB
16	1938	23 September	05:26:42 WIB
17	1939	24 September	05:22:20 WIB
18	1940	23 September	05:24:12 WIB
19	1941	23 September	05:26:04 WIB
20	1942	23 September	05:26:41 WIB
21	1943	24 September	05:22:05 WIB
22	1944	23 September	05:23:57 WIB
23	1945	23 September	05:25:49 WIB
24	1946	23 September	05:26:41 WIB
25	1947	24 September	05:21:50 WIB
26	1948	23 September	05:23:43 WIB
27	1949	23 September	05:25:35 WIB
28	1950	23 September	05:26:40 WIB
29	1951	24 September	05:21:36 WIB

30	1952	23 September	05:23:28 WIB
31	1953	23 September	05:25:20 WIB
32	1954	23 September	05:26:39 WIB
33	1955	24 September	05:21:21 WIB
34	1956	23 September	05:23:13 WIB
35	1957	23 September	05:25:06 WIB
36	1958	23 September	05:26:38 WIB
37	1959	24 September	05:21:06 WIB
38	1960	23 September	05:22:59 WIB
39	1961	23 September	05:24:51 WIB
40	1962	23 September	05:26:37 WIB
41	1963	24 September	05:20:52 WIB
42	1964	23 September	05:22:44 WIB
43	1965	23 September	05:24:36 WIB
44	1966	23 September	05:26:29 WIB
45	1967	24 September	05:20:37 WIB
46	1968	23 September	05:22:29 WIB
47	1969	23 September	05:24:22 WIB

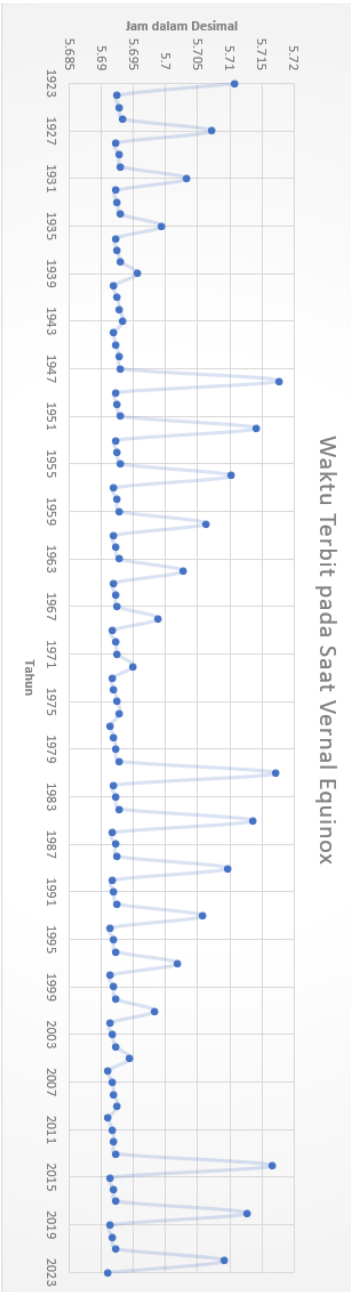
48	1970	23 September	05:26:14 WIB
49	1971	23 September	05:26:43 WIB
50	1972	23 September	05:22:15 WIB
51	1973	23 September	05:24:07 WIB
52	1974	23 September	05:25:59 WIB
53	1975	23 September	05:26:42 WIB
54	1976	23 September	05:22:00 WIB
55	1977	23 September	05:23:52 WIB
56	1978	23 September	05:25:45 WIB
57	1979	23 September	05:26:41 WIB
58	1980	23 September	05:21:46 WIB
59	1981	23 September	05:23:38 WIB
60	1982	23 September	05:25:30 WIB
61	1983	23 September	05:26:41 WIB
62	1984	23 September	05:21:31 WIB
63	1985	23 September	05:23:23 WIB
64	1986	23 September	05:25:15 WIB
65	1987	23 September	05:26:40 WIB

66	1988	23 September	05:21:16 WIB
67	1989	23 September	05:23:09 WIB
68	1990	23 September	05:25:01 WIB
69	1991	23 September	05:26:39 WIB
70	1992	23 September	05:21:02 WIB
71	1993	23 September	05:22:54 WIB
72	1994	23 September	05:24:46 WIB
73	1995	23 September	05:26:38 WIB
74	1996	23 September	05:20:47 WIB
75	1997	23 September	05:22:39 WIB
76	1998	23 September	05:24:32 WIB
77	1999	23 September	05:26:24 WIB
78	2000	23 September	05:20:32 WIB
79	2001	23 September	05:22:25 WIB
80	2002	23 September	05:24:17 WIB
81	2003	23 September	05:26:09 WIB
82	2004	22 September	05:26:44 WIB
83	2005	23 September	05:22:10 WIB

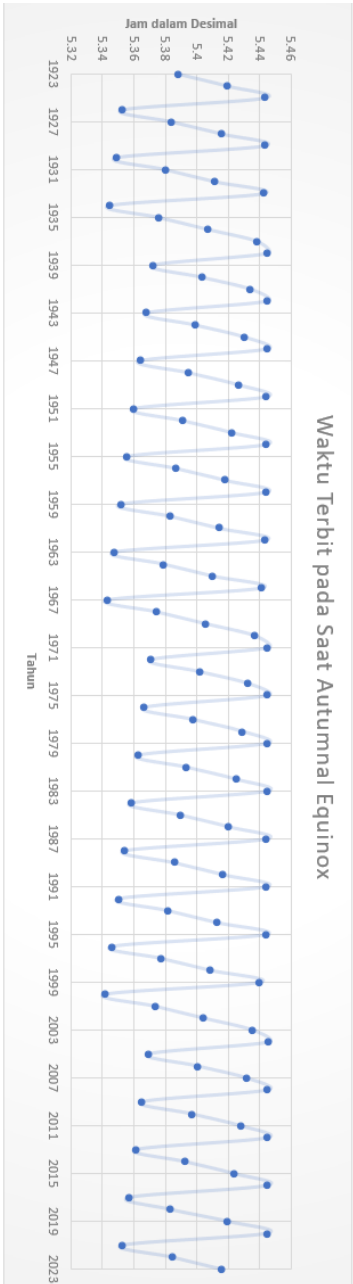
84	2006	23 September	05:24:02 WIB
85	2007	23 September	05:25:54 WIB
86	2008	22 September	05:26:43 WIB
87	2009	23 September	05:21:55 WIB
88	2010	23 September	05:23:48 WIB
89	2011	23 September	05:25:40 WIB
90	2012	22 September	05:26:42 WIB
91	2013	23 September	05:21:41 WIB
92	2014	23 September	05:23:33 WIB
93	2015	23 September	05:25:25 WIB
94	2016	22 September	05:26:41 WIB
95	2017	23 September	05:21:26 WIB
96	2018	23 September	05:23:18 WIB
97	2019	23 September	05:25:11 WIB
98	2020	22 September	05:26:41 WIB
99	2021	23 September	05:21:11 WIB
100	2022	23 September	05:23:04 WIB
101	2023	23 September	05:24:56 WIB

Sedikit berbeda dengan pola yang dibentuk oleh waktu terjadinya ekuinoks setiap tahunnya, pada data waktu terjadinya ekuinoks pola yang dibentuk antara waktu terjadinya *vernal equinox* dan juga *autumnal equinox* seragam membentuk siklus 4 tahunan. Berbeda dengan hal tersebut waktu terbit yang terkumpul memiliki pola yang berbeda, tidak seragam. Untuk siklus yang ada pada *vernal equinox* ini terdapat beberapa waktu terbit yang memiliki selisih di atas rata-rata dan berubah secara teratur dalam setiap periode. Nilai yang berubah itu akan menunjukkan selisih yang sangat besar dibandingkan selisih rata-rata dimana, selisih rata-rata waktu terbit berada pada angka ± 26 detik sedangkan pada tahun-tahun khusus selisihnya bisa mencapai $30 \frac{1}{4}$ 3 menit. Nilai azimuth yang berbeda tersebut tidak selalu berada dalam tahun yang berada dalam urutan yang sama dalam tabel. Dalam setiap 8 kali perubahan siklus, posisi titik waktu terbit pada bagan yang memiliki perbedaan tinggi itu berubah dalam setiap periodenya, misal dalam periode pertama atau dari tahun 1924-1947 waktu terbit yang memiliki perbedaan tinggi terdapat dalam tahun urutan keempat dari satu siklus (1923) dan kelipatan 4 dari tahun keempat tersebut (1927, 1931, 1935, dan 1939). Selanjutnya, pada periode kedua (1948-1979) tahun yang memiliki waktu terbit dengan selisih di atas rata-rata berpindah pada tahun pertama dalam urutan siklus (1948) serta kelipatan 4 dari tahun pertama tersebut (1948, 1952, 1956, 1960, 1964, 1968, 1972, 1976). Dan pola tersebut penulis asumsikan terus berulang membentuk suatu siklus yang teratur. Setelah sampai pada tahun keempat pada periode selanjutnya waktu terbit yang memiliki perbedaan nilai di atas rata-rata tersebut kembali lagi pada tahun urutan pertama dalam satu siklus.

Sedangkan, pada saat *autumnal equinox* rentang perbedaan waktunya mencapai hitungan menit, namun mengulang pada siklus 4 tahun sekali sebagaimana digambarkan dalam bagan berikut (3.4). Perbedaan interval waktu yang dihasilkan dari perhitungan terkait waktu terbit pada saat *autumnal equinox* ini berada pada rentang 1-2 menit saja. Terdapat pula perubahan posisi titik puncak dan titik terbawah dalam setiap siklusnya, dimana perubahan posisi ini berlangsung dalam 8 kali pengulangan siklus. Maksudnya, setelah terjadi 8 kali pengulangan siklus posisi tahun yang menempati puncak grafik pada bagan akan berubah secara teratur. Polanya sama dengan yang terjadi pada *vernal equinox* meskipun dengan urutan tahun yang berbeda. Misalkan untuk periode pertama yakni antara tahun 1923 ^{s/d} 1937 posisi puncak grafik ditempati oleh tahun 1930 dan kelipatan empat dari tahun tersebut. Posisi tersebut kemudian berubah untuk periode kedua atau pada tahun 1938 ^{s/d} 1969 yang mana pada periode ini posisi puncak grafik ditempati oleh tahun 1963 dan kelipatan 4 tahun tahun tersebut. Gambaran lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan (3.4) berikut.



Bagan 3. 3 Pola perbedaan waktu terbit pada saat vernal equinox



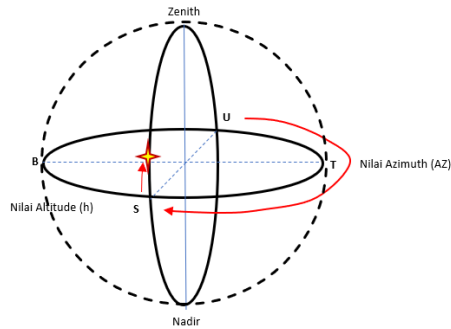
Bagan 3. 4 Pola perbedaan waktu terbit pada saat autumnal equinox

C. Azimuth Matahari Terbit pada Saat Ekuinoks

Azimuth (Az) matahari termasuk dalam salah satu nilai koordinat yang ada dalam tata koordinat horizon. Dalam pengertiannya, azimuth didefinisikan sebagai nilai panjang busur yang dihitung sepanjang lingkaran horizon dengan titik acuan dari arah Utara sejati sebagai titik nolnya hingga kembali ke titik utara tersebut.¹⁴⁷ Azimuth memiliki nilai maksimal 360° dimana setiap bertemu dengan titik arah mata angin lain nilainya bertambah sebanyak 90° . Rinciannya sebagai berikut: dari arah Utara (U) menuju arah Timur (T) nilai azimuth yang terbentuk adalah 90° , dari arah Timur ke arah Selatan (S) bertambah nilainya 90° sehingga dari arah Utara ke Selatan azimuth yang terbentuk sebesar 180° ($90^\circ+90^\circ = 180^\circ$), dari arah selatan jika diteruskan ke arah Barat (B) nilainya pun akan bertambah sebanyak 90° dan menjadikan nilai azimuth dari titik Utara ke Titik Barat berjumlah 270° , begitupun jika dihitung untuk mencapai ke arah Utara kembali sebagai penyempurna satu lingkaran penuh, dan keseluruhan nilai maksimal azimuth yang dapat dicapai adalah 360° .¹⁴⁸

¹⁴⁷ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 52.

¹⁴⁸ Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*.

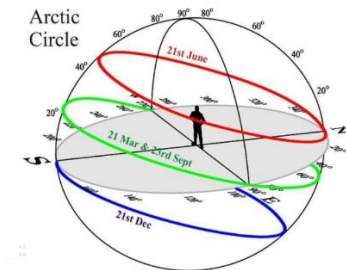


Gambar 3. 9 Ilustrasi perhitungan nilai azimuth pada tata koordinat bola langit horizon, Sumber: dokumentasi pribadi

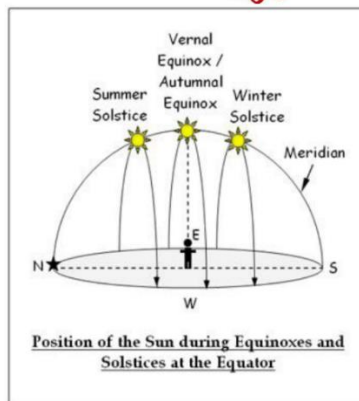
Karena titik acuan perhitungannya yang menggunakan arah mata angin sejati, azimuth tersebut dapat kita jadikan sebagai penentu arah terbit dari matahari. Garis ekuator sebagai garis yang menggambarkan lintasan matahari tahunan juga sewaktu-waktu berpotongan dengan horizon dan ada kemungkinan untuk berada tepat memotong arah timur. Fenomena ini hanya terjadi pada saat ekuinoks, dikatakan pula bahwa pada saat ekuinoks tersebut matahari akan terbit tepat dari arah timur dan hal tersebut berlaku untuk seluruh daerah di dunia.¹⁴⁹ Lalu bagaimana dengan nilai lintang tempat yang dikatakan memiliki pengaruh terhadap kemiringan lingkaran ekuator pada suatu tempat? Apakah hal tersebut tidak berpengaruh pada lokasi matahari terbit juga? Berdasarkan data perhitungan yang telah mapan, nilai lintang yang mempengaruhi kemiringan ekuator pada suatu tempat hanya mempengaruhi lintasan matahari setelah terbit saja. Untuk koordinat terbit diperkirakan akan tepat pada arah timur di

¹⁴⁹ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 53.

semua tempat di dunia dengan catatan koordinat terbit tersebut dihitung pada saat ekuinoks.¹⁵⁰



Sun's track at the Arctic Circle



Position of the Sun during Equinoxes and Solstices at the Equator

mydarksky.org

Gambar 3. 10 Perbandingan lintasan matahari pada saat equinox dan solstis di lokasi yang memiliki lintang berbeda, Sumber: stanford solar center

Dari gambar 3.10 dapat diketahui bahwasannya pada tempat yang memiliki lintang berbeda matahari tetap terbit

¹⁵⁰ Scherrer and Scherre, "Soltice and Equinox ("Suntrack") Season Model.", 5.

pada arah timur pada saat ekuinoks lalu memiliki lintasan yang berbeda saat setelah ataupun sebelum matahari terbit itu terjadi. Dalam gambar tersebut dibandingkan antara tempat yang memiliki nilai lintang 0° sehingga matahari pada saat ekuinoks akan tepat terbit di arah Timur dan seterusnya berjalan melewati tepat di titik zenith. Sedangkan gambaran sebelah kiri menggambarkan daerah arctic yang memiliki nilai lintang $60,3^\circ$ dimana pada saat ekuinoks terjadi lintasan matahari berimpit dengan horizon, tetapi pada saat terbitnya matahari menyentuh titik Timur secara tepat. Untuk menghitung azimuth suatu benda langit dapat digunakan rumus berikut:¹⁵¹

$$\text{Cotan Az} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \varphi : \text{Sin } t - \text{Sin } \varphi : \text{tan } t$$

Keterangan:

Az = Azimuth

t = Sudut Waktu

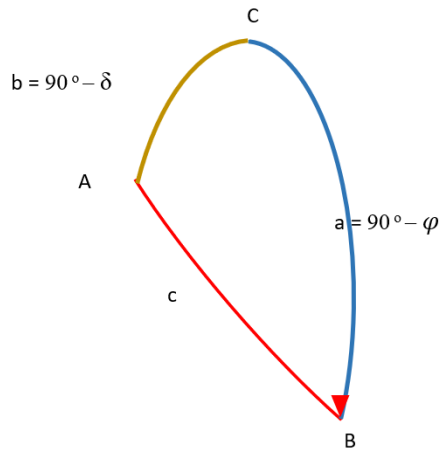
δ = Deklinasi

φ = Lintang tempat

Rumus tersebut didapatkan dari konsep segitiga bola yang terbentuk antara 3 lingkaran besar, yakni lingkaran besar yang melewati tempat pengamat, lingkaran besar yang menjadi jalur lintasan matahari, dan lingkaran besar yang menghubungkan antara posisi matahari dengan lokasi pengamat. Segitiga bola tersebut berbentuk sebagai berikut:¹⁵²

¹⁵¹ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 59.

¹⁵² Ni'am, *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*.



Gambar 3. 11 Segitiga bola azimuth, Sumber: dokumentasi pribadi

Keterangan:

- Titik A adalah posisi matahari
- Titik B adalah lokasi pengamat
- Titik C merupakan perpotongan antara garis meridian pengamat dengan lingkaran waktu matahari, sehingga titik C memiliki nilai sudut yang sama dengan sudut waktu (**t**)
- Nilai b adalah $90^\circ -$ deklinasi (δ)
- Dan nilai c adalah $90^\circ -$ Lintang tempat (φ)
- Dan yang dimaksud dengan Azimuth adalah sudut B, dan garis b adalah arah dari pengamat ke matahari

Dari ketentuan-ketentuan tersebut, kita dapat menggunakan prinsip-prinsip perhitungan segitiga bola ke dalamnya. Untuk menentukan nilai dari sudut B maka persamaan yang paling sederhana yang didapatkan adalah:

$$\text{Cotan B} = \frac{\sin a \cotan b - \cos a \cotan C}{\sin C}$$

Jika dimasukkan nilai-nilai masing busur dan sudut, persamaan akan menjadi:

$$\text{Cotan Az} = \frac{\sin (90^\circ - \varphi t) \cotan (90^\circ - \delta)}{\sin t} - \cos (90^\circ - \varphi t) \cotan t$$

Karena $\text{Cotan} = 1/\tan$ maka, jika disederhanakan persamaan menjadi:

$$\text{Cotan Az} = \cos \varphi t \tan \delta : \sin t - \sin \varphi t : \tan t$$

Rumus tersebut menjadi rumus final untuk mencari nilai azimuth dan akan sama bentuknya jika posisi setiap variabel disesuaikan, menjadi:

$$\text{Cotan Az} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \varphi : \text{Sin } t - \text{Sin } \varphi : \text{tan } t$$

Berdasarkan rumus tersebut, penulis kemudian mengumpulkan data terkait azimuth tersebut matahari pada saat ekuinoks dengan acuan waktu terbit menggunakan hasil perhitungan yang sudah dipaparkan pada pembahasan sebelumnya. Tentunya, dalam menentukan azimuth terbit tersebut penulis menggunakan acuan data tempat dari Observatorium UIN Walisongo yang mempunyai nilai Bujur Tempat (λ) dan Lintang Tempat (φ) masing-masing sebesar

110° 20' 53,33" BT dan 6° 59' 29,53" LS. Berikut data yang berhasil terkumpul:

1. Azimuth Matahari Terbit pada saat Ekuinoks Musim Semi (*Vernal equinox*)

Tabel 3. 5 Nilai azimuth matahari pada saat terbit dalam periode vernal equinox

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Waktu Terbit (WIB)	Azimuth Matahari
1.	1923	21 Maret	05:42:39 WIB	90°23'09.208"
2	1924	21 Maret	05:41:33 WIB	90°06'57.866"
3	1925	21 Maret	05:41:34 WIB	90°12'47.346"
4	1926	21 Maret	05:41:36 WIB	90°18'34.620"
5	1927	21 Maret	05:42:26 WIB	90°22'52.905"
6	1928	21 Maret	05:41:32 WIB	90°06'17.581"
7	1929	21 Maret	05:41:34 WIB	90°12'03.261"
8	1930	21 Maret	05:41:35 WIB	90°17'50.389"
9	1931	21 Maret	05:42:12 WIB	90°22'30.840"
10	1932	21 Maret	05:41:32 WIB	90°05'28.149"
11	1933	21 Maret	05:41:33 WIB	90°11'14.822"
12	1934	21 Maret	05:41:35 WIB	90°16'59.889"

13	1935	21 Maret	05:41:58 WIB	90°22'06.601''
14	1936	21 Maret	05:41:32 WIB	90°04'39.273''
15	1937	21 Maret	05:41:33 WIB	90°10'27.529''
16	1938	21 Maret	05:41:35 WIB	90°16'14.489''
17	1939	21 Maret	05:41:44 WIB	90°21'49.023''
18	1940	21 Maret	05:41:31 WIB	90°03'59.787''
19	1941	21 Maret	05:41:33 WIB	90°09'47.735''
20	1942	21 Maret	05:41:34 WIB	90°15'37.579''
21	1943	21 Maret	05:41:36 WIB	90°21'25.454''
22	1944	21 Maret	05:41:31 WIB	90°03'21.191''
23	1945	21 Maret	05:41:32 WIB	90°09'10.066''
24	1946	21 Maret	05:41:34 WIB	90°14'56.624''
25	1947	21 Maret	05:41:35 WIB	90°20'44.530''
26	1948	20 Maret	05:43:04 WIB	90°23'49.672''
27	1949	21 Maret	05:41:32 WIB	90°08'23.179''
28	1950	21 Maret	05:41:33 WIB	90°14'09.909''
29	1951	21 Maret	05:41:35 WIB	90°19'54.748''
30	1952	20 Maret	05:42:51 WIB	90°23'23.222''

31	1953	21 Maret	05:41:32 WIB	90°07'32.798"
32	1954	21 Maret	05:41:33 WIB	90°13'20.241"
33	1955	21 Maret	05:41:35 WIB	90°19'06.360"
34	1956	20 Maret	05:42:37 WIB	90°23'02.364"
35	1957	21 Maret	05:41:31 WIB	90°06'50.119"
36	1958	21 Maret	05:41:33 WIB	90°12'37.696"
37	1959	21 Maret	05:41:34 WIB	90°18'27.437"
38	1960	20 Maret	05:42:23 WIB	90°22'48.805"
39	1961	21 Maret	05:41:31 WIB	90°06'11.640"
40	1962	21 Maret	05:41:32 WIB	90°12'01.207"
41	1963	21 Maret	05:41:34 WIB	90°17'48.597"
42	1964	20 Maret	05:42:10 WIB	90°22'32.837"
43	1965	21 Maret	05:41:31 WIB	90°05'29.941"
44	1966	21 Maret	05:41:32 WIB	90°11'17.591"
45	1967	21 Maret	05:41:33 WIB	90°17'04.824"
46	1968	20 Maret	05:41:56 WIB	90°22'11.171"
47	1969	21 Maret	05:41:30 WIB	90°04'42.639"
48	1970	21 Maret	05:41:32 WIB	90°10'27.460"

49	1971	21 Maret	05:41:33 WIB	90°16'14.326"
50	1972	20 Maret	05:41:42 WIB	90°21'46.785"
51	1973	21 Maret	05:41:30 WIB	90°03'53.473"
52	1974	21 Maret	05:41:31 WIB	90°09'41.624"
53	1975	21 Maret	05:41:33 WIB	90°15'28.486"
54	1976	20 Maret	05:41:34 WIB	90°21'17.694"
55	1977	21 Maret	05:41:29 WIB	90°03'13.591"
56	1978	21 Maret	05:41:31 WIB	90°09'01.526"
57	1979	21 Maret	05:41:32 WIB	90°14'51.396"
58	1980	20 Maret	05:41:34 WIB	90°20'39.337"
59	1981	20 Maret	05:43:02 WIB	90°23'48.412"
60	1982	21 Maret	05:41:31 WIB	90°08'22.282"
61	1983	21 Maret	05:41:32 WIB	90°14'10.818"
62	1984	20 Maret	05:41:34 WIB	90°19'57.015"
63	1985	20 Maret	05:42:49 WIB	90°23'28.099"
64	1986	21 Maret	05:41:30 WIB	90°07'37.675"
65	1987	21 Maret	05:41:32 WIB	90°13'22.619"
66	1988	20 Maret	05:41:33 WIB	90°19'09.321"

67	1989	20 Maret	05:42:35 WIB	90°23'03.596"
68	1990	21 Maret	05:41:30 WIB	90°06'47.231"
69	1991	21 Maret	05:41:31 WIB	90°12'34.588"
70	1992	20 Maret	05:41:33 WIB	90°18'20.607"
71	1993	20 Maret	05:42:21 WIB	90°22'42.329"
72	1994	21 Maret	05:41:29 WIB	90°06'04.103"
73	1995	21 Maret	05:41:31 WIB	90°11'51.610"
74	1996	20 Maret	05:41:32 WIB	90°17'41.314"
75	1997	20 Maret	05:42:07 WIB	90°22'28.503"
76	1998	21 Maret	05:41:29 WIB	90°05'25.507"
77	1999	21 Maret	05:41:31 WIB	90°11'13.310"
78	2000	20 Maret	05:41:32 WIB	90°17'02.653"
79	2001	20 Maret	05:41:54 WIB	90°22'12.844"
80	2002	21 Maret	05:41:29 WIB	90°04'44.221"
81	2003	21 Maret	05:41:30 WIB	90°10'32.000"
82	2004	20 Maret	05:41:32 WIB	90°16'17.500"
83	2005	20 Maret	05:41:40 WIB	90°21'51.594"
84	2006	21 Maret	05:41:28 WIB	90°03'57.232"

85	2007	21 Maret	05:41:30 WIB	90°09'42.054''
86	2008	20 Maret	05:41:31 WIB	90°15'28.883''
87	2009	20 Maret	05:41:33 WIB	90°21'14.184''
88	2010	21 Maret	05:41:28 WIB	90°03'07.805''
89	2011	21 Maret	05:41:30 WIB	90°08'54.007''
90	2012	20 Maret	05:41:31 WIB	90°14'42.610''
91	2013	20 Maret	05:41:32 WIB	90°20'31.732''
92	2014	20 Maret	05:43:00 WIB	90°23'40.822''
93	2015	21 Maret	05:41:29 WIB	90°08'15.423''
94	2016	20 Maret	05:41:31 WIB	90°14'03.466''
95	2017	20 Maret	05:41:32 WIB	90°19'53.307''
96	2018	20 Maret	05:42:46 WIB	90°23'28.294''
97	2019	21 Maret	05:41:29 WIB	90°07'36.418''
98	2020	20 Maret	05:41:30 WIB	90°13'25.088''
99	2021	20 Maret	05:41:32 WIB	90°19'11.420''
100	2022	20 Maret	05:42:33 WIB	90°23'08.450''
101	2023	21 Maret	05:41:28 WIB	90°06'52.260''

2. Azimuth Matahari Terbit pada saat Ekuinoks Musim Gugur (*Autumnal equinox*)

Tabel 3. 6 Nilai azimuth matahari pada saat terbit dalam periode autumnal equinox

No.	Tahun	Tanggal Ekuinoks	Waktu Terbit (WIB)	Azimuth Matahari
1.	1923	24 September	05:23:18 WIB	90°10'45.763"
2	1924	23 September	05:25:10 WIB	90°01'52.564"
3	1925	23 September	05:26:37 WIB	89°53'45.465"
4	1926	24 September	05:21:11 WIB	90°20'41.823"
5	1927	24 September	05:23:03 WIB	90°11'50.670"
6	1928	23 September	05:24:56 WIB	90°02'59.003"
7	1929	23 September	05:26:36 WIB	89°54'31.991"
8	1930	24 September	05:20:57 WIB	90°21'55.563"
9	1931	24 September	05:22:49 WIB	90°13'07.310"
10	1932	23 September	05:24:41 WIB	90°04'19.500"
11	1933	23 September	05:26:33 WIB	89°55'31.740"
12	1934	24 September	05:20:42 WIB	90°23'16.832"
13	1935	24 September	05:22:34 WIB	90°14'27.100"

14	1936	23 September	05:24:26 WIB	90°05'36.816"
15	1937	23 September	05:26:19 WIB	89°56'44.048"
16	1938	23 September	05:26:42 WIB	89°50'33.432"
17	1939	24 September	05:22:20 WIB	90°15'32.125"
18	1940	23 September	05:24:12 WIB	90°06'38.691"
19	1941	23 September	05:26:04 WIB	89°57'45.360"
20	1942	23 September	05:26:41 WIB	89°51'08.081"
21	1943	24 September	05:22:05 WIB	90°16'31.981"
22	1944	23 September	05:23:57 WIB	90°07'39.617"
23	1945	23 September	05:25:49 WIB	89°58'48.435"
24	1946	23 September	05:26:41 WIB	89°51'47.008"
25	1947	24 September	05:21:50 WIB	90°17'41.751"
26	1948	23 September	05:23:43 WIB	90°08'51.164"
27	1949	23 September	05:25:35 WIB	90°00'03.281"
28	1950	23 September	05:26:40 WIB	89°52'40.978"
29	1951	24 September	05:21:36 WIB	90°19'01.031"
30	1952	23 September	05:23:28 WIB	90°10'12.720"
31	1953	23 September	05:25:20 WIB	90°01'24.109"

32	1954	23 September	05:26:39 WIB	89°53'34.636"
33	1955	24 September	05:21:21 WIB	90°20'17.159"
34	1956	23 September	05:23:13 WIB	90°11'25.427"
35	1957	23 September	05:25:06 WIB	90°02'31.372"
36	1958	23 September	05:26:38 WIB	89°54'14.928"
37	1959	24 September	05:21:06 WIB	90°21'19.810"
38	1960	23 September	05:22:59 WIB	90°12'24.273"
39	1961	23 September	05:24:51 WIB	90°03'31.150"
40	1962	23 September	05:26:37 WIB	89°54'49.700"
41	1963	24 September	05:20:52 WIB	90°22'19.738"
42	1964	23 September	05:22:44 WIB	90°13'28.527"
43	1965	23 September	05:24:36 WIB	90°04'38.631"
44	1966	23 September	05:26:29 WIB	89°55'48.097"
45	1967	24 September	05:20:37 WIB	90°23'34.574"
46	1968	23 September	05:22:29 WIB	90°14'46.412"
47	1969	23 September	05:24:22 WIB	90°05'56.968"
48	1970	23 September	05:26:14 WIB	89°57'09.472"
49	1971	23 September	05:26:43 WIB	89°50'51.913"

50	1972	23 September	05:22:15 WIB	90°16'04.847"
51	1973	23 September	05:24:07 WIB	90°07'14.949"
52	1974	23 September	05:25:59 WIB	89°58'24.391"
53	1975	23 September	05:26:42 WIB	89°51'37.985"
54	1976	23 September	05:22:00 WIB	90°17'12.503"
55	1977	23 September	05:23:52 WIB	90°08'19.323"
56	1978	23 September	05:25:45 WIB	89°59'24.380"
57	1979	23 September	05:26:41 WIB	89°52'12.866"
58	1980	23 September	05:21:46 WIB	90°18'10.499"
59	1981	23 September	05:23:38 WIB	90°09'18.124"
60	1982	23 September	05:25:30 WIB	90°00'26.912"
61	1983	23 September	05:26:41 WIB	89°52'51.084"
62	1984	23 September	05:21:31 WIB	90°19'19.482"
63	1985	23 September	05:23:23 WIB	90°10'30.707"
64	1986	23 September	05:25:15 WIB	90°01'42.892"
65	1987	23 September	05:26:40 WIB	89°53'44.552"
66	1988	23 September	05:21:16 WIB	90°20'40.333"
67	1989	23 September	05:23:09 WIB	90°11'50.477"

68	1990	23 September	05:25:01 WIB	90°03'02.205"
69	1991	23 September	05:26:39 WIB	89°54'38.742"
70	1992	23 September	05:21:02 WIB	90°21'55.382"
71	1993	23 September	05:22:54 WIB	90°13'04.022"
72	1994	23 September	05:24:46 WIB	90°04'12.130"
73	1995	23 September	05:26:38 WIB	89°55'19.808"
74	1996	23 September	05:20:47 WIB	90°22'58.650"
75	1997	23 September	05:22:39 WIB	90°14'05.070"
76	1998	23 September	05:24:32 WIB	90°05'10.223"
77	1999	23 September	05:26:24 WIB	89°56'17.95"
78	2000	23 September	05:20:32 WIB	90°23'59.981"
79	2001	23 September	05:22:25 WIB	90°15'06.896"
80	2002	23 September	05:24:17 WIB	90°06'16.955"
81	2003	23 September	05:26:09 WIB	89°57'28.223"
82	2004	22 September	05:26:44 WIB	89°50'59.805"
83	2005	23 September	05:22:10 WIB	90°16'24.173"
84	2006	23 September	05:24:02 WIB	90°07'36.700"
85	2007	23 September	05:25:54 WIB	89°58'49.446"

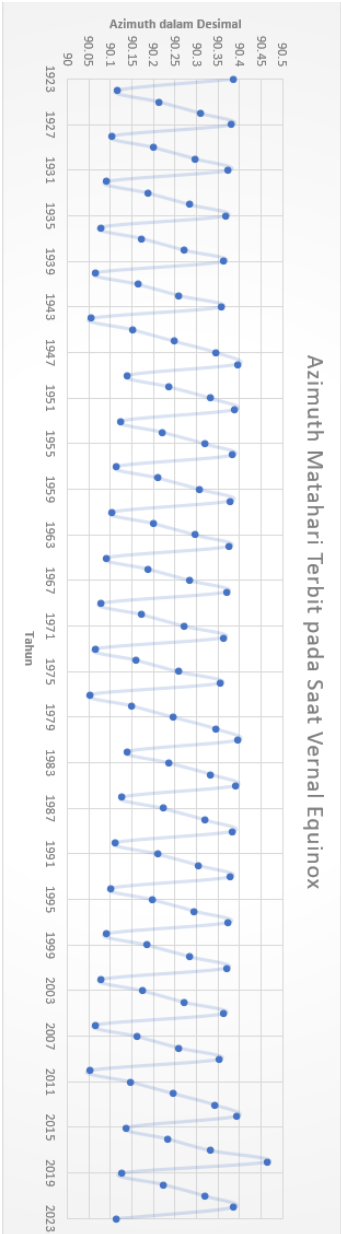
86	2008	22 September	05:26:43 WIB	89°51'56.028"
87	2009	23 September	05:21:55 WIB	90°17'44.825"
88	2010	23 September	05:23:48 WIB	90°08'53.491"
89	2011	23 September	05:25:40 WIB	90°00'03.332"
90	2012	22 September	05:26:42 WIB	89°52'42.947"
91	2013	23 September	05:21:41 WIB	90°18'51.504"
92	2014	23 September	05:23:33 WIB	90°09'58.590"
93	2015	23 September	05:25:25 WIB	90°01'05.668"
94	2016	22 September	05:26:41 WIB	89°53'18.119"
95	2017	23 September	05:21:26 WIB	90°19'51.327"
96	2018	23 September	05:23:18 WIB	90°10'58.946"
97	2019	23 September	05:25:11 WIB	90°02'05.895"
98	2020	22 September	05:26:41 WIB	89°53'55.658"
99	2021	23 September	05:21:11 WIB	90°20'59.535"
100	2022	23 September	05:23:04 WIB	90°12'08.931"
101	2023	23 September	05:24:56 WIB	90°03'21.160"

Data yang telah didapatkan jika kita bandingkan satu dengan yang lainnya akan membentuk pola khusus tidak

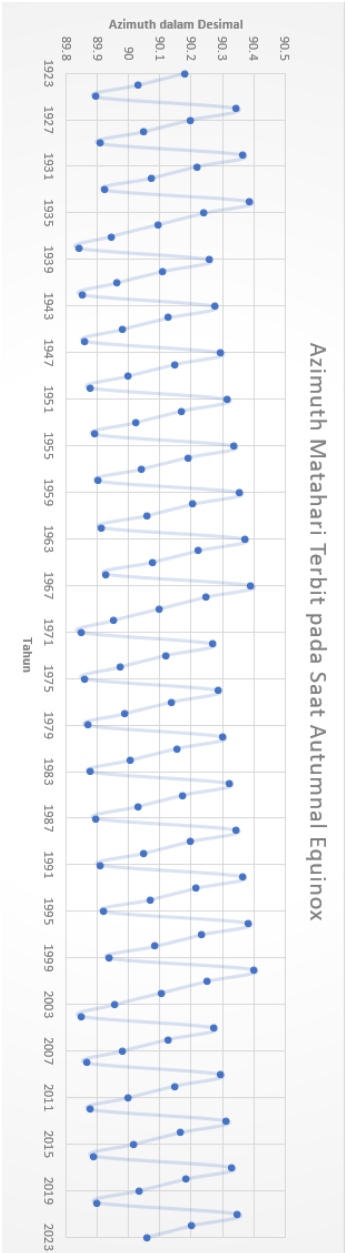
jauh berbeda dengan data-data sebelumnya, untuk memberikan pembahasan yang lebih komprehensif terkait data dari azimuth matahari yang ada berikut akan dijelaskan pola nilai azimuth yang terbentuk dari masing-masing waktu ekuinoks.

Pada saat *vernal equinox* azimuth matahari pada saat terbit setiap tahunnya membentuk pola pengulangan 4 tahun sekali dan terjadi perubahan posisi puncak dan titik terbawah dalam grafik bagan sama halnya dengan pola-pola yang ada pada bagan waktu terbit untuk periode *autumnal equinox*. Dalam satu periode terdapat tahun yang berada pada posisi teratas dan posisi terbawah, dan diantara 2 posisi tersebut terdapat 2 tahun yang posisinya berderet ke atas membentuk sebuah grafik naik. Namun, dalam 8 kali pengulangan periode terdapat perubahan posisi tahun yang menempati titik teratas dan terbawah.

Sama halnya dengan model urutan titik pada Vernal Equinox, pada Autumnal Equinox juga terdapat tahun yang berada pada posisi teratas dan posisi terbawah. Bedanya, grafik yang dibentuk oleh satu periode dalam *autumnal equinox* berbentuk garis menurun. Penjelasan lebih lanjut terkait periode dan perubahan tahun yang menempati posisi puncak dan posisi terbawah dalam bagan akan dipaparkan pada sub-bab selanjutnya dan untuk penggambaran grafik dapat dilihat pada bagan (3.5) dan (3.6).



Bagan 3. 5 Azimuth Terbit Matahari saat Vernal Equinox

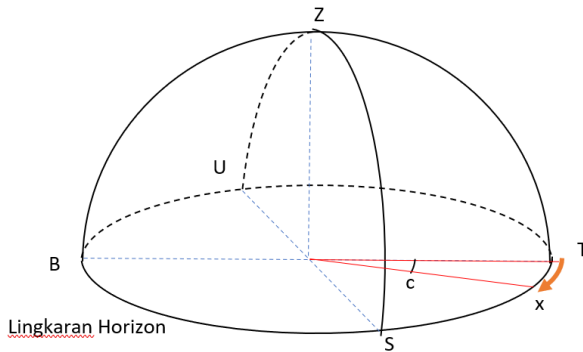


Bagan 3. 6 Azimuth Terbit Matahari saat Autumnal Equinox

D. Pergeseran Azimuth Terbit Matahari Pada Saat Ekuinoks Sebagai Indikator Pergeseran Lokasi Terbit Matahari dari Timur ke Barat

Pergeseran Azimuth matahari dapat kita gunakan sebagai salah satu acuan dalam melihat perpindahan posisi matahari. Dalam KBBI pergeseran diartikan sebagai peralihan, perpindahan, pergantian sedangkan pergeseran posisi didefinisikan sebagai perpindahan posisi ke tempat lain pada selang waktu tertentu.¹⁵³ Sehingga pergeseran azimuth dapat kita artikan sebagai perpindahan titik azimuth pada selang waktu tertentu. Dalam konteks penelitian ini, selang waktu yang digunakan adalah antara satu waktu ekuinoks ke ekuinoks lainnya. Sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya, waktu ekuinoks yang dimaksud terbagi dalam dua jenis, yaitu ekuinoks musim semi (*vernal equinox*) dan ekuinoks musim gugur (*autumnal equinox*). Pada dua waktu tersebut disebutkan matahari akan terbit tepat di titik timur di seluruh penjuru dunia. Jika pada waktu tersebut matahari terbit pada titik yang terus bergeser menjauh dari arah timur menuju arah barat secara konstan, hal tersebut dapat dijadikan sebagai indikator dari berpindahnya koordinat terbit matahari dari timur ke barat.

¹⁵³ Kebudayaan, "Hasil Pencarian - KBBI Daring."



Gambar 3. 12 Pergeseran titik azimuth dari arah timur (T) ke titik x yang mengarah ke arah barat, Sumber: dokumentasi pribadi

Dalam gambar 3.12 diilustrasikan mengenai pergeseran titik dari titik timur (T) menuju titik x yang mengarah ke barat dan sudut c menunjukkan besar pergeserannya dalam bentuk derajat. Sebenarnya, pergeseran ke arah barat juga bisa terjadi melalui arah sebaliknya, yakni dari arah timur, ke arah utara, lalu ke barat. Analisis pergeseran ini hanya akan dilakukan untuk pergeseran pada saat matahari terbit saja. Namun, tidak menutup kemungkinan dalam prosesnya dibutuhkan analisis koordinat azimuth pada waktu-waktu yang lain juga sebagai data pembandingan.

Sebagaimana telah dipaparkan dalam sub-sebelumnya bahwa dalam data yang dihasilkan pola azimuth terbit matahari pada masing-masing ekuinoks memiliki bentuk grafis yang berbeda. Karena adanya perbedaan tersebut, penulis kemudian membagi analisis ini menjadi dua bagian utama, yaitu: pengenalan dan penjelasan data siklus dan analisis koordinat terbit. Berikut pemaparannya:

1. Penjelasan dan Pemaparan Data Siklus

Siklus memiliki arti sebagai putaran waktu yang di dalamnya terdapat rangkaian kejadian yang berulang-ulang secara tetap dan teratur.¹⁵⁴ Rangkaian tersebut juga bisa diartikan sebagai pola yang terus berulang. Dalam sub penjelasan ini istilah siklus digunakan untuk menggambarkan pengelompokan pola azimuth yang serupa dalam grafik pada interval waktu tertentu. Jadi, terdapat kemungkinan siklus yang dimaksudkan hanyalah berupa kelompok data yang rangkaiannya tidak teratur. Istilah siklus ini digunakan untuk memudahkan analisis pada sub penjelasan setelah ini. Karena dalam penelitian ini analisis yang diberlakukan berbeda antara *vernal equinox* dan *autumnal equinox* maka pembagian siklus juga akan dipisah menjadi 2 pembahasan yaitu siklus pada saat *vernal equinox* dan siklus pada saat *autumnal equinox*.

a. Siklus Azimuth pada Saat *Vernal Equinox*

Dalam satu periode terdapat tahun yang berada pada posisi teratas dan posisi terbawah, dan diantara 2 posisi tersebut terdapat 2 tahun yang posisinya berderet ke atas membentuk sebuah grafik naik. Namun, dalam 8 kali pengulangan periode terdapat perubahan posisi tahun yang menempati titik teratas dan terbawah. Misal, pada periode pertama tahun yang berada pada posisi puncak adalah tahun 1923, 1927, dan kelipatan 4 dari tahun tersebut yang mana dalam tabel menempati posisis ke-4. Setelah 8 kali pengulangan periode, tahun yang menempati titik tertinggi grafik berubah, bergeser pada tahun yang pada tabel menempati posisi tahun ke-1. Bisa dilihat

¹⁵⁴ Ibid..

dalam grafik, setelah pengulangan ke-8 periode pertama yakni pada tahun 1947, tahun selanjutnya yakni tahun 1948 yang seharusnya menempati titik terbawah grafik berubah posisi menjadi titik puncak dalam grafik. Pola tersebut diikuti oleh kelipatan 4 dari tahun 1948. Begitupun, setelah mengalami 8 kali pengulangan periode, posisi puncak pada bagan digantikan oleh tahun ke-2 dalam urutan tabel, dan seterusnya.

Perlu diketahui sebelumnya, pembagian tabel berikut akan dibagi ke dalam periode-periode tertentu. Untuk pembagian periode pada *Vernal Equinox* akan dinamai dengan nomor periode diikuti dengan keterangan “ve” yang merupakan singkatan dari *vernal equinox*. Misalkan, untuk periode pertama dalam vernal equinox akan diberi label “Periode 1.ve”.

1) Periode I.ve

Tabel 3. 7 Siklus ketiga pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1924	90°06'57.866”
2.	21 Maret 1925	90°12'47.346”
3.	21 Maret 1926	90°18'34.620”
4.	21 Maret 1927	90°22'52.905”

Tabel 3. 8 Siklus keempat pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1928	90°06'17.581''
2.	21 Maret 1929	90°12'03.261''
3.	21 Maret 1930	90°17'50.389''
4.	21 Maret 1931	90°22'30.840''

Tabel 3. 9 Siklus kelima pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1932	90°05'28.149''
2.	21 Maret 1933	90°11'14.822''
3.	21 Maret 1934	90°16'59.889''
4.	21 Maret 1935	90°22'06.601''

Tabel 3. 10 Siklus keenam pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1936	90°04'39.273''
2.	21 Maret 1937	90°10'27.529''

3.	21 Maret 1938	90°16'14.489"
4.	21 Maret 1939	90°21'49.023"

Tabel 3. 11 Siklus ketujuh pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1940	90°03'59.787"
2.	21 Maret 1941	90°09'47.735"
3.	21 Maret 1942	90°15'37.579"
4.	21 Maret 1943	90°21'25.454"

Tabel 3. 12 Siklus kedelapan pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1944	90°03'21.191"
2.	21 Maret 1945	90°09'10.066"
3.	21 Maret 1946	90°14'56.624"
4.	21 Maret 1947	90°20'44.530"

2) Periode 2.ve

Tabel 3. 13 Siklus pertama pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1948	90°23'49.672"
2.	21 Maret 1949	90°08'23.179"
3.	21 Maret 1950	90°14'09.909"
4.	21 Maret 1951	90°19'54.748"

Tabel 3. 14 Siklus kedua pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1952	90°23'23.222"
2.	21 Maret 1953	90°07'32.798"
3.	21 Maret 1954	90°13'20.241"
4.	21 Maret 1955	90°19'06.360"

Tabel 3. 15 Siklus ketiga pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1956	90°23'02.364"

2.	21 Maret 1957	90°06'50.119"
3.	21 Maret 1958	90°12'37.696"
4.	21 Maret 1959	90°18'27.437"

Tabel 3. 16 Siklus keempat pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1960	90°22'48.805"
2.	21 Maret 1961	90°06'11.640"
3.	21 Maret 1962	90°12'01.207"
4.	21 Maret 1963	90°17'48.597"

Tabel 3. 17 Siklus kelima pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1964	90°22'32.837"
2.	21 Maret 1965	90°05'29.941"
3.	21 Maret 1966	90°11'17.591"
4.	21 Maret 1967	90°17'04.824"

Tabel 3. 18 Siklus keenam pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1968	90°22'11.171"
2.	21 Maret 1969	90°04'42.639"
3.	21 Maret 1970	90°10'27.460"
4.	21 Maret 1971	90°16'14.326"

Tabel 3. 19 Siklus ketujuh pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1972	90°21'46.785"
2.	21 Maret 1973	90°03'53.473"
3.	21 Maret 1974	90°09'41.624"
4.	21 Maret 1975	90°15'28.486"

Tabel 3. 20 Siklus kedelapan pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1976	90°21'17.694"

2.	21 Maret 1977	90°03'13.591''
3.	21 Maret 1978	90°09'01.526''
4.	21 Maret 1979	90°14'51.396''

3) Periode 3.ve

Tabel 3. 21 Siklus pertama pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1980	90°20'39.337''
2.	20 Maret 1981	90°23'48.412''
3.	21 Maret 1982	90°08'22.282''
4.	21 Maret 1983	90°14'10.818''

Tabel 3. 22 Siklus kedua pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1984	90°19'57.015''
2.	20 Maret 1985	90°23'28.099''
3.	21 Maret 1986	90°07'37.675''

4.	21 Maret 1987	90°13'22.619"
----	---------------	---------------

Tabel 3. 23 Siklusketiga pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1988	90°19'09.321"
2.	20 Maret 1989	90°23'03.596"
3.	21 Maret 1990	90°06'47.231"
4.	21 Maret 1991	90°12'34.588"

Tabel 3. 24 Siklus keempat pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1992	90°18'20.607"
2.	20 Maret 1993	90°22'42.329"
3.	21 Maret 1994	90°06'04.103"
4.	21 Maret 1995	90°11'51.610"

Tabel 3. 25 Siklus kelima pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1996	90°17'41.314"

2.	20 Maret 1997	90°22'28.503"
3.	21 Maret 1998	90°05'25.507"
4.	21 Maret 1999	90°11'13.310"

Tabel 3. 26 Siklus keenam pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2000	90°17'02.653"
2.	20 Maret 2001	90 ° 22' 12.844"
3.	21 Maret 2002	90 ° 04' 44.221"
4.	21 Maret 2003	90 ° 10' 32.000"

Tabel 3. 27 Siklus ketujuh pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2004	90 ° 16' 17.500"
2.	20 Maret 2005	90 ° 21' 51.594"
3.	21 Maret 2006	90 ° 03' 57.232"
4.	21 Maret 2007	90 ° 09' 42.054"

Tabel 3. 28 Siklus kedelapan pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2008	90° 15' 28.883"
2.	20 Maret 2009	90° 21' 14.184"
3.	21 Maret 2010	90° 03' 07.805"
4.	21 Maret 2011	90° 08' 54.007"

4) Periode 4.ve

Tabel 3. 29 Siklus pertama pada periode 4.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2012	90° 14' 42.610"
2.	20 Maret 2013	90° 20' 31.732"
3.	20 Maret 2014	90° 23' 40.822"
4.	21 Maret 2015	90° 08' 15.423"

Tabel 3. 30 Siklus kedua pada periode 4.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2016	90° 14' 03.466"

2.	20 Maret 2017	90° 19' 53.307''
3.	20 Maret 2018	90° 23' 28.294''
4.	21 Maret 2019	90° 07' 36.418''

b. Siklus Azimuth pada Saat *Autumnal Equinox*

Pola siklus yang terbentuk saat *autumnal equinox* lebih teratur daripada siklus yang terbentuk pada saat *vernal equinox*. Hanya terdapat dua siklus yang memiliki pola tidak seragam dengan siklus-siklus sebelumnya. Sehingga, dalam pembahasannya siklus pola azimuth pada bagan yang terbentuk dibagi pembahasannya menjadi 2 bagian yang masing-masing diberi nama siklus I.ae dan siklus II.ae. Berikut penjabarannya:

1) Periode I.ae

Tabel 3. 31 Siklus kelima pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.		
2.	24 September 1923	90°10'45.763''
3.	23 September 1924	90°01'52.564''
4.	23 September 1925	89°53'45.465''

Tabel 3. 32 Siklus keenam pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	24 September 1926	90°20'41.823"
2.	24 September 1927	90°11'50.670"
3.	23 September 1928	90°02'59.003"
4.	23 September 1929	89°54'31.991"

Tabel 3. 33 Siklus ketujuh pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	24 September 1930	90°21'55.563"
2.	24 September 1931	90°13'07.310"
3.	23 September 1932	90°04'19.500"
4.	23 September 1933	89°55'31.740"

Tabel 3. 34 Siklus kedelapan pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	24 September 1934	90°23'16.832"
2.	24 September 1935	90°14'27.100"

3.	23 September 1936	90°05'36.816"
4.	23 September 1937	89°56'44.048"

2) Periode 2.ae

Tabel 3. 35 Siklus pertama pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1938	89°50'33.432"
2.	24 September 1939	90°15'32.125"
3.	23 September 1940	90°06'38.691"
4.	23 September 1941	89°57'45.360"

Tabel 3. 36 Siklus kedua pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1942	89°51'08.081"
2.	24 September 1943	90°16'31.981"
3.	23 September 1944	90°07'39.617"
4.	23 September 1945	89°58'48.435"

Tabel 3. 37 Siklus ketiga pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1946	89°51'47.008"
2.	24 September 1947	90°17'41.751"
3.	23 September 1948	90°08'51.164"
4.	23 September 1949	90°00'03.281"

Tabel 3. 38 Siklus keempat pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1950	89°52'40.978"
2.	24 September 1951	90°19'01.031"
3.	23 September 1952	90°10'12.720"
4.	23 September 1953	90°01'24.109"

Tabel 3. 39 Siklus kelima pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1954	89°53'34.636"
2.	24 September 1955	90°20'17.159"

3.	23 September 1956	90°11'25.427''
4.	23 September 1957	90°02'31.372''

Tabel 3. 40 Siklus keenam pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1958	89°54'14.928''
2.	24 September 1959	90°21'19.810''
3.	23 September 1960	90°12'24.273''
4.	23 September 1961	90°03'31.150''

Tabel 3. 41 Siklus ketujuh pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1962	89°54'49.700''
2.	24 September 1963	90°22'19.738''
3.	23 September 1964	90°13'28.527''
4.	23 September 1965	90°04'38.631''

Tabel 3. 42 Siklus kedelapan pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1966	89°55'48.097"
2.	24 September 1967	90°23'34.574"
3.	23 September 1968	90°14'46.412"
4.	23 September 1969	90°05'56.968"

3) Periode 3.ae

Tabel 3. 43 Siklus pertama pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1970	89°57'09.472"
2.	23 September 1971	89°50'51.913"
3.	23 September 1972	90°16'04.847"
4.	23 September 1973	90°07'14.949"

Tabel 3. 44 Siklus kedua pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1974	89°58'24.391"

2.	23 September 1975	89°51'37.985''
3.	23 September 1976	90°17'12.503''
4.	23 September 1977	90°08'19.323''

Tabel 3. 45 Siklus ketiga pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1978	89°59'24.380''
2.	23 September 1979	89°52'12.866''
3.	23 September 1980	90°18'10.499''
4.	23 September 1981	90°09'18.124''

Tabel 3. 46 Siklus keempat pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1982	90°00'26.912''
2.	23 September 1983	89°52'51.084''
3.	23 September 1984	90°19'19.482''
4.	23 September 1985	90°10'30.707''

Tabel 3. 47 Siklus kelima pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1986	90°01'42.892''
2.	23 September 1987	89°53'44.552''
3.	23 September 1988	90°20'40.333''
4.	23 September 1989	90°11'50.477''

Tabel 3. 48 Siklus keenam pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1990	90°03'02.205''
2.	23 September 1991	89°54'38.742''
3.	23 September 1992	90°21'55.382''
4.	23 September 1993	90°13'04.022''

Tabel 3. 49 Siklus ketujuh pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1994	90°04'12.130''
2.	23 September 1995	89°55'19.808''

3.	23 September 1996	90°22'58.650"
4.	23 September 1997	90°14'05.070"

Tabel 3. 50 Siklus kedelapan pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1998	90°05'10.223"
2.	23 September 1999	89.93832069"
3.	23 September 2000	90°23'59.981"
4.	23 September 2001	90°15'06.896"

4) Periode 4.ae

Tabel 3. 51 Siklus pertama pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2002	90 ° 06' 16.955"
2.	23 September 2003	89 ° 57' 28.223"
3.	22 September 2004	89 ° 50' 59.805"
4.	23 September 2005	90 ° 16' 24.173"

Tabel 3. 52 Siklus kedua pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2006	90 ° 07' 36.700"
2.	23 September 2007	89 ° 58' 49.446"
3.	22 September 2008	89 ° 51' 56.028"
4.	23 September 2009	90 ° 17' 44.825"

Tabel 3. 53 Siklus ketiga pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2010	90 ° 08' 53.491"
2.	23 September 2011	90 ° 00' 03.332"
3.	22 September 2012	89 ° 52' 42.947"
4.	23 September 2013	90 ° 18' 51.504"

Tabel 3. 54 Siklus keempat pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2014	90 ° 09' 58.590"
2.	23 September 2015	90 ° 01' 05.668"

3.	22 September 2016	89° 53' 18.119"
4.	23 September 2017	90° 19' 51.327"

Tabel 3. 55 Siklus kelima pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2018	90°10'58.946"
2.	23 September 2019	90°02'05.895"
3.	22 September 2020	89°53'55.658"
4.	23 September 2021	90°20'59.535"

Tabel 3. 56 Siklus ketujuh pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2022	90° 12' 08.931"
2.	23 September 2023	90° 03' 21.160"
3.		
4.		

2. Analisis Pergeseran Azimuth Matahari

Untuk melihat pergeseran yang ada kita haruslah membandingkan data yang memiliki karakteristik sama atau mendekati. Dalam hal ini, penulis menggunakan acuan posisi titik pada grafik bagan sebagai penentu titik mana saja yang akan dibandingkan. Dengan begitu, kita dapat melihat nilai pergeseran yang konstan dan dapat diamati. Analisis akan menjadi sulit jika kita membandingkan data yang tidak memiliki kesamaan karakteristik atau kesamaan posisi, data yang terbentuk akan memiliki pola yang tidak saling terhubung dan hasil tidak dapat terbaca. Kesamaan titik yang dimaksud adalah posisi nilai azimuth sesuai tahun yang sebelumnya sudah penulis bagi menjadi beberapa siklus dalam bentuk tabel. Berdasarkan bentuk tersebut, kita akan mudah untuk menentukan nilai azimuth pada tahun mana saja yang akan kita bandingkan.

a. Perbandingan titik azimuth saat *vernal equinox*

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, bahwa untuk mengetahui pergeseran titik azimuth, kita harus membandingkan titik-titik azimuth yang memiliki karakteristik sama. Hal ini dilakukan agar nilai pergeseran yang didapatkan memiliki keakuratan yang tinggi. Terdapat 2 model perbandingan yang digunakan, perbandingan pertama akan membandingkan nilai-nilai azimuth dengan posisi titik yang sama dalam bagan dalam satu periode. Seperti perbandingan antara titik tertinggi pada periode pertama (periode 1.ve). Perbandingan kedua adalah perbandingan antara azimuth dengan posisi siklus yang sama dalam periode yang berbeda. Seperti titik teratas dengan

urutan siklus ke-1 pada periode pertama (1.ve) akan dibandingkan dengan titik teratas dengan urutan siklus ke-1 pada periode kedua (2.ve) dan seterusnya. Berikut penjabarannya:

1) Perbandingan nilai azimuth dalam satu periode

Nomor urutan dalam tabel berikut akan menunjukkan urutan siklus suatu tahun pada suatu periode. Dimana, dalam satu periode terdapat 8 kali pengulangan siklus. Misalkan, siklus pertama dalam periode kedua yakni tahun 1948 akan ditempatkan pada tabel titik teratas periode 2 nomor 1. Siklus kedua dalam periode kedua atau tahun 1952 akan ditempatkan pada tabel titik teratas periode 2 nomor 2, dan begitu seterusnya.

Tabel 3. 57 Perbandingan titik teratas pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.		
2.		
3.	21 Maret 1923	90°23'09.208"
4.	21 Maret 1927	90°22'52.905"
5.	21 Maret 1931	90°22'30.840"
6.	21 Maret 1935	90°22'06.601"

7.	21 Maret 1939	90°21'49.023''
8.	21 Maret 1943	90°21'25.454''

Tabel 3. 58 Perbandingan titik terbawah pada periode 1.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.		
2.		
3.	21 Maret 1924	90°06'57.866''
4.	21 Maret 1928	90°06'17.581''
5.	21 Maret 1932	90°05'28.149''
6.	21 Maret 1936	90°04'39.273''
7.	21 Maret 1940	90°03'59.787''
8.	21 Maret 1944	90°03'21.191''

Tabel 3. 59 Perbandingan titik teratas pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1948	90°23'49.672''
2.	20 Maret 1952	90°23'23.222''

3.	20 Maret 1956	90°23'02.364''
4.	20 Maret 1960	90°22'48.805''
5.	20 Maret 1964	90°22'32.837''
6.	20 Maret 1968	90°22'11.171''
7.	20 Maret 1972	90°21'46.785''
8.	20 Maret 1976	90°21'17.694''

Tabel 3. 60 Perbandaingan titik terbawah pada periode 2.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1949	90°08'23.179''
2.	21 Maret 1953	90°07'32.798''
3.	21 Maret 1957	90°06'50.119''
4.	21 Maret 1961	90°06'11.640''
5.	21 Maret 1965	90°05'29.941''
6.	21 Maret 1969	90°04'42.639''
7.	21 Maret 1973	90°03'53.473''
8.	21 Maret 1977	90°03'13.591''

Tabel 3. 61 Perbandingan titik teratas pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 1981	90°23'48.412''
2.	20 Maret 1985	90°23'28.099''
3.	20 Maret 1989	90°23'03.596''
4.	20 Maret 1993	90°22'42.329''
5.	20 Maret 1997	90°22'28.503''
6.	20 Maret 2001	90°22'12.844''
7.	20 Maret 2005	90°21'51.594''
8.	20 Maret 2009	90°21'14.184''

Tabel 3. 62 Perbandingan titik terbawah pada periode 3.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 1982	90°08'22.282''
2.	21 Maret 1986	90°07'37.675''
3.	21 Maret 1990	90°06'47.231''
4.	21 Maret 1994	90°06'04.103''
5.	21 Maret 1998	90°05'25.507''

6.	21 Maret 2002	90°04'44.221''
7.	21 Maret 2006	90°03'57.232''
8.	21 Maret 2010	90°03'07.805''

Tabel 3. 63 Perbandingan titik teratas pada periode 4.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	20 Maret 2014	90°23'40.822''
2.	20 Maret 2018	90°23'28.294''
3.	20 Maret 2022	90°23'08.450''
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

Tabel 3. 64 Perbandingan titik terbawah pada periode 4.ve

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	21 Maret 2015	90° 08' 15.423''

2.	21 Maret 2019	90° 07' 36.418"
3.	21 Maret 2023	90° 06' 52.260"
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

2) Perbandingan nilai azimuth dalam periode yang berbeda

Tabel 3. 65 Perbandingan titik teratas pada vernal equinox dengan periode yang berbeda

No	Periode 1.ve	Periode 2.ve	Periode 3,ve	Periode 4.ve
1.		90°23'49.67 2"	90°23'48.41 2"	90°23'40.82 2"
2.		90°23'23.22 2"	90°23'28.09 9"	90°23'28.29 4"
3.	90°23'09.20 8"	90°23'02.36 4"	90°23'03.59 6"	90°23'08.45 0"
4.	90°22'52.90 5"	90°22'48.80 5"	90°22'42.32 9"	

5.	90°22'30.84 0"	90°22'32.83 7"	90°22'28.50 3"	
6.	90°22'06.60 1"	90°22'11.17 1"	90°22'12.84 4"	
7.	90°21'49.02 3"	90°21'46.78 5"	90°21'51.59 4"	
8.	90°21'25.45 4"	90°21'17.69 4"	90°21'14.18 4"	

Tabel 3. 66 Perbandingan titik terbawah pada vernal equinox dengan periode yang berbeda

No	Periode 1.ae	Periode 2.ae	Periode 3.ae	Periode 4.ae
1.		90°08'23.17 9"	90°08'22.28 2"	90°08'15.42 3"
2.		90°07'32.79 8"	90°07'37.67 5"	90°07'36.41 8"
3.	90°06'57.86 6"	90°06'50.11 9"	90°06'47.23 1"	90°06'52.26 0"
4.	90°06'17.58 1"	90°06'11.64 0"	90°06'04.10 3"	
5.	90°05'28.14 9"	90°05'29.94 1"	90°05'25.50 7"	

6.	90°04'39.27 3"	90°04'42.63 9"	90°04'44.22 1"	
7.	90°03'59.78 7"	90°03'53.47 3"	90°03'57.23 2"	
8.	90°03'21.19 1"	90°03'13.59 1"	90°03'07.80 5"	

Jika nilai azimuth dengan posisi yang sama dibandingkan dalam satu periode yang sama tren yang terbentuk bersifat negatif, yakni memiliki nilai yang terus menurun. Sedangkan, jika membandingkan antara satu titik yang memiliki posisi siklus yang sama dalam periode yang berbeda nilai pergeseran yang dihasilkan tidaklah konstan. Pada suatu waktu nilainya turun dan pada waktu lainnya nilainya bisa naik maupun turun. Hal ini ditunjukkan pada perbandingan antara titik teratas pada siklus ke-3 sebagaimana berikut.

Tabel 3. 67 Perbandingan antara titik teratas autumnal equinox pada siklus ke-3

Periode 1.ve	Periode 2.ve	Periode 3,ve	Periode 4.ve
90°23'09.208"	90°23'02.364"	90°23'03.596"	90°23'08.450"

Antara periode pertama dengan periode kedua nilainya menunjukkan penurunan,

begitupun dengan perbandingan antara periode kedua dengan periode ketiga. Namun, tren ini berubah ketika nilai perbandingan antara nilai azimuth untuk periode ke-3 dengan periode ke-4, nilai yang dihasilkan menunjukkan kenaikan. Pola pergeseran ini berubah untuk perbandingan pada siklus ke-1, ke-2, maupun ke-4 dan seterusnya. hal ini menunjukkan untuk perbandingan nilai azimuth pada siklus yang sama dalam periode yang berbeda memiliki pola yang tidak konstan sehingga tidak dapat diperkirakan perubahan yang akan terjadi.

b. Perbandingan titik azimuth saat *autumnal equinox*

Agar mendapatkan kesimpulan yang komprehensif, perbandingan akan dibagi menjadi dua macam. Pertama, akan dibandingkan antara data azimuth pada posisi titik yang sama grafik pada satu periode, seperti perbandingan titik teratas pada periode 1.ae, perbandingan titik terbawah pada periode 1.ae, dst. Kedua, akan dibandingkan masing-masing titik teratas maupun titik terbawah pada satu siklus dengan titik yang sama pada periode yang berbeda, seperti perbandingan antara titik tertinggi siklus ke-1 pada periode 1.ae dengan titik yang sama pada periode 2.ae, 3.ae, dan 4.ae.

1) Perbandingan nilai azimuth dalam satu periode

Sebelumnya, perlu diketahui kembali bahwasannya nomor urutan dalam tabel berikut akan menunjukkan urutan siklus suatu tahun pada suatu periode. Dimana, dalam satu

periode terdapat 8 kali pengulangan siklus. Misalkan, siklus keenam dalam periode pertama (1.ae) yakni tahun 1926 akan ditempatkan pada tabel titik teratas periode 1.ae nomor 6. Siklus ketujuh dalam periode pertama (1.ae) atau tahun 1930 akan ditempatkan pada tabel titik teratas periode 1.ae nomor 7, dan begitu seterusnya.

Tabel 3. 68 Perbandingan titik teratas pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	24 September 1926	90°20'41.823"
7.	24 September 1930	90°21'55.563"
8.	24 September 1934	90°23'16.832"

Tabel 3. 69 Perbandingan titik terbawah pada periode 1.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
----	-----------------	---------

1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	23 September 1925	89°53'45.465''
7.	23 September 1929	89°54'31.991''
8.	23 September 1933	89°55'31.740''

Tabel 3. 70 Perbandingan titik teratas pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	24 September 1939	90°15'32.125''
2.	24 September 1943	90°16'31.981''
3.	24 September 1947	90°17'41.751''
4.	24 September 1951	90°19'01.031''
5.	24 September 1955	90°20'17.159''
6.	24 September 1959	90°21'19.810''
7.	24 September 1963	90°22'19.738''

8.	24 September 1967	90°23'34.574''
----	-------------------	----------------

Tabel 3. 71 Perbandingan titik terbawah pada periode 2.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1938	89°50'33.432''
2.	23 September 1942	89°51'08.081''
3.	23 September 1946	89°51'47.008''
4.	23 September 1950	89°52'40.978''
5.	23 September 1954	89°53'34.636''
6.	23 September 1958	89°54'14.928''
7.	23 September 1962	89°54'49.700''
8.	23 September 1966	89°55'48.097''

Tabel 3. 72 Perbandingan titik teratas pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1972	90°16'04.847''
2.	23 September 1976	90°17'12.503''
3.	23 September 1980	90°18'10.499''

4.	23 September 1984	90°19'19.482''
5.	23 September 1988	90°20'40.333''
6.	23 September 1992	90°21'55.382''
7.	23 September 1996	90°22'58.650''
8.	23 September 2000	90°23'59.981''

Tabel 3. 73 Perbandingan titik terbawah pada periode 3.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 1971	89°50'51.913''
2.	23 September 1975	89°51'37.985''
3.	23 September 1979	89°52'12.866''
4.	23 September 1983	89°52'51.084''
5.	23 September 1987	89°53'44.552''
6.	23 September 1991	89°54'38.742''
7.	23 September 1995	89°55'19.808''
8.	23 September 1999	89°56'17.95''

Tabel 3. 74 Perbandingan titik teratas pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	23 September 2005	90 ° 16' 24.173"
2.	23 September 2009	90 ° 17' 44.825"
3.	23 September 2013	90 ° 18' 51.504"
4.	23 September 2017	90 ° 19' 51.327"
5.	23 September 2021	90 ° 20' 59.535"
6.		
7.		
8.		

Tabel 3. 75 Perbandingan titik terbawah pada periode 4.ae

No	Tanggal & Tahun	Azimuth
1.	22 September 2004	89 ° 50' 59.805"
2.	22 September 2008	89 ° 51' 56.028"
3.	22 September 2012	89 ° 52' 42.947"
4.	22 September 2016	89 ° 53' 18.119"
5.	22 September 2020	89°53'55.658"

6.		
7.		
8.		

2) Perbandingan nilai azimuth dalam periode yang berbeda

Tabel 3. 76 Perbandingan titik teratas pada autumnal equinox dengan periode yang berbeda

No	Periode 1.ae	Periode 2.ae	Periode 3.ae	Periode 4.ae
1.		90°15'32.12 5"	90°16'04.84 7"	90°16'24.17 3"
2.		90°16'31.98 1"	90°17'12.50 3"	90°17'44.82 5"
3.		90°17'41.75 1"	90°18'10.49 9"	90°18'51.50 4"
4.		90°19'01.03 1"	90°19'19.48 2"	90°19'51.32 7"
5.		90°20'17.15 9"	90°20'40.33 3"	90°20'59.53 5"
6.	90°20'41.82 3"	90°21'19.81 0"	90°21'55.38 2"	

7.	90°21'55.56 3"	90°22'19.73 8"	90°22'58.65 0"	
8.	90°23'16.83 2"	90°23'34.57 4"	90°23'59.98 1"	

Tabel 3. 77 Perbandingan titik terbawah pada autumnal equinox dengan periode yang berbeda

No	Periode 1.ae	Periode 2.ae	Periode 3.ae	Periode 4.ae
1.		89°50'33.43 2"	89°50'51.91 3"	89°50'59.80 5"
2.		89°51'08.08 1"	89°51'37.98 5"	89°51'56.02 8"
3.		89°51'47.00 8"	89°52'12.86 6"	89°52'42.94 7"
4.		89°52'40.97 8"	89°52'51.08 4"	89°53'18.11 9"
5.		89°53'34.63 6"	89°53'44.55 2"	89°53'55.65 8"
6.	89°53'45.46 5"	89°54'14.92 8"	89°54'38.74 2"	
7.	89°54'31.99 1"	89°54'49.70 0"	89°55'19.80 8"	

8.	89°55'31.74 0"	89°55'48.09 7"	90°20'59.53 5"	
----	-------------------	-------------------	-------------------	--

Hasil dari perbandingan model pertama yang membandingkan antara nilai azimuth yang memiliki posisi yang sama dalam bagan dalam satu periode menunjukkan tren positif. Tren positif di sini memiliki makna bahwa nilai dari masing-masing titik yang sama dalam satu periode terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan nilai ini menunjukkan bahwa pergeseran azimuth dalam perbandingan ini menunjukkan bahwa matahari terbit semakin menjauh dari titik timur menuju titik selatan seiring dengan bertambahnya waktu.

Tren yang sama juga dihasilkan dari model perbandingan kedua. Nilai setiap titik siklus terus meningkat pada periode-periode selanjutnya. lihat saja contohnya pada siklus ke-4 dan ke-5 untuk azimuth yang memiliki posisi titik tertinggi pada bagan berikut:

Tabel 3. 78 Perbandingan titik tertinggi autumnal equinox pada siklus ke-4 dan ke-5

No	Periode 1.ae	Periode 2.ae	Periode 3,ae	Periode 4.ae
4.		90°19'01.0 31"	90°19'19.4 82"	90°19'51.3 27"

5.		90°20'17.1 59"	90°20'40.3 33"	90°11'01.4 43"
----	--	-------------------	-------------------	-------------------

Nilai azimuth siklus ke-4 pada periode kedua mengalami peningkatan pada periode selanjutnya, begitupun dengan siklus ke-5. Untuk siklus ke-4 dari periode kedua ke periode ketiga mengalami kenaikan sebesar 0°0'18.45" dan pada periode keempat terdapat kenaikan nilai sebesar 0°0'31.84". Pada siklus ke-5 antara periode kedua dengan periode ketiga terdapat kenaikan nilai sebesar 0°0'23.17" serta pada periode keempat terdapat pertambahan nilai sebesar 0°0'19.02".

Dari pemaparan data yang ada, kita mengetahui bersama bahwasannya pola pergeseran azimuth matahari pada saat terbit yang terbentuk tidaklah konstan menjauhi arah timur. Pada periode *vernal equinox* tren pergeseran yang terbentuk bernilai negatif, tren negatif ini menunjukkan bahwa pada saat periode ini azimuth terbit matahari setiap tahunnya semakin mendekati arah timur. Berkebalikan dengan periode *vernal equinox*, pola pergeseran yang terbentuk pada periode *autumnal equinox* menunjukkan tren yang positif. Tren positif ini menunjukkan bahwa pada saat *autumnal equinox* azimuth terbit matahari bergerak semakin menjauhi arah timur. Dikarenakan pola pergeseran yang terbentuk dari masing-masing periode menunjukkan tidak adanya konsistensi pergeseran titik terbit matahari, dengan maksud ada kalanya menjauh pada satu periode namun pada periode selanjutnya titik terbitnya malah mendekati arah timur. Maka dapat disimpulkan bahwa analisis

pergeseran titik terbit matahari dengan mengacu pada azimuth terbit matahari **tidak dapat membuktikan serta tidak dapat memperkirakan kapan waktu matahari akan terbit dari arah barat.**

BAB IV

MENDIALOGKAN TEKS-TEKS SUCI AGAMA ISLAM DENGAN SAINS DALAM MEMBAHAS KIAMAT

A. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembuktian Terbitnya Matahari dari Barat Menggunakan Analisis Pergeseran Azimuth

Dari pemaparan data pada bab III kita telah mengetahui bersama bahwa pembuktian fenomena terbit matahari dari barat dengan menggunakan analisis pergeseran azimuth dalam rentang waktu 23 tahun kurang efektif dilakukan. Kurangnya efektifitas metode analisis tersebut disebabkan oleh dua faktor, yaitu:

1. Pergeseran nilai azimuth terbit matahari dalam rentang waktu 101 tahun menunjukkan pola yang tidak seragam.

Pergeseran yang dihasilkan dari data pada bab III menunjukkan pola yang tidak seragam. Pada periode *vernal equinox* pergeseran azimuth menghasilkan tren negatif yang menandakan dalam titik yang sama pada beberapa siklus, azimuth terbit matahari bergerak semakin mendekat ke arah timur. Sedangkan pada periode *autumnal equinox* tren pergeseran yang dihasilkan menunjukkan tren positif, dalam artian pergeseran yang terjadi pada setiap titik bergerak pada nilai yang terus bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa pada periode *autumnal equinox* azimuth terbit matahari bergeser menjauh dari arah timur menuju arah selatan. Penulis menyimpulkan dengan adanya dua jenis pergeseran yang menunjukkan tren saling bertolak belakang menandakan bahwa pergeseran titik terbit matahari masih berada dalam pola pergeseran terbatas yang masih terpaut dengan kemiringan sumbu rotasi bumi dan masih berkelindan dengan nilai deklinasi

yang dalam perhitungannya sudah mapan. Dimana, nilai deklinasi ini terus bergerak dari arah timur menuju utara atau selatan dengan nilai maksimal $23,5^\circ$.

Untuk memastikan apakah pergeseran nilai azimuth terbit matahari bersesuaian dengan berubahnya nilai deklinasi pada saat ekuinoks, penulis membandingkan datanya dalam bentuk tabel sebagaimana berikut:

Tabel 4. 1 Perbandingan jam terbit matahari dengan jam terjadinya ekuinoks pada saat vernal equinoks

No	Tanggal & Tahun	Azimuth	Jam Terbit	Jam Equinox
1.	20 Maret 2001	$90^\circ 22' 12.844''$	05:41:54 WIB	20:05 WIB
2.	20 Maret 2005	$90^\circ 21' 51.594''$	05:41:40 WIB	19:23 WIB
3.	20 Maret 2009	$90^\circ 21' 14.184''$	05:41:33 WIB	18:39 WIB
4.	20 Maret 2013	$90^\circ 20' 31.732''$	05:41:32 WIB	17:55 WIB
5.	20 Maret 2017	$90^\circ 19' 53.307''$	05:41:32 WIB	17:11 WIB
6.	20 Maret 2021	$90^\circ 19' 11.420''$	05:41:32 WIB	16:27 WIB

Tabel 4. 2 Perbandingan jam terbit matahari dengan jam terjadinya ekuinoks pada saat autumnal equinoks

No	Tanggal & Tahun	Azimuth	Jam Terbit	Jam Equinox
1.	23 September 2001	90 ° 15' 06.896''	05:22:25 WIB	05:52 WIB
2.	23 September 2005	90 ° 16' 24.173''	05:22:10 WIB	05:06 WIB
3.	23 September 2009	90 ° 17' 44.825''	05:21:55 WIB	04:20 WIB
4.	23 September 2013	90 ° 18' 51.504''	05:21:41 WIB	03:34 WIB
5.	23 September 2017	90 ° 19' 51.327''	05:21:26 WIB	02:48 WIB

Dari perbandingan waktu terbit dengan waktu terjadinya ekuinoks pada dua tabel di atas menunjukkan bahwa semakin dekat jarak waktu yang terjadi antara ekuinoks dengan waktu terbitnya matahari maka semakin kecil juga nilai azimuth yang dihasilkan. Kita ambil saja contoh pada saat *vernal equinox*, pada tahun 2001 ekuinoks terjadi 20.05 WIB dan pada saat itu pula terbit matahari jatuh pada jam 05:41:54 WIB, interval waktu antara keduanya bernilai 14 jam 23 menit 6 detik dengan interval waktu sebesar itu nilai azimuth yang dihasilkan adalah 90 ° 22' 12.844''. Pada tahun selanjutnya (2002) ekuinoks terjadi pada jam 19:23 WIB sedangkan

terbitnya matahari pada saat itu jatuh pada jam 05:41:40 WIB atau memiliki interval 13 jam 41 menit 20 detik, dengan interval waktu sebesar itu nilai azimuth yang dihasilkan adalah $90^{\circ} 21' 51.594''$. Terakhir, untuk tahun 2003 interval antara jam terbit dengan jam terjadinya ekuinoks sebesar 12 jam 57 menit 27 detik, dengan interval waktu tersebut nilai azimuth yang dihasilkan adalah $90^{\circ} 21' 14.184''$. Dari ketiga nilai azimuth tersebut terdapat penurunan setiap tahunnya masing-masing sebesar 21,25 detik dan 37,41 detik. Penurunan nilai ini sejalan dengan penurunan nilai interval antara waktu terbit dan jam terjadinya ekuinoks, begitu seterusnya. Hal ini sangat masuk akal mengingat semakin jauh interval antara waktu terbit dan waktu terjadinya ekuinoks maka nilai deklinasi yang dihasilkan akan semakin besar, nilai deklinasi ini kemudian mempengaruhi nilai azimuth yang dihasilkan.

2. Rentang waktu penelitian terlalu singkat

Rentang waktu 101 tahun yang diambil dirasa kurang jika digunakan untuk menganalisis pergeseran azimuth yang digunakan untuk membuktikan terbitnya matahari dari barat. Pembuktian ini dilakukan untuk melihat apakah ada pergeseran tidak wajar yang terjadi pada titik azimuth terbit matahari. Awalnya, penulis mengambil waktu penelitian selama 101 tahun dengan maksud mengambil waktu dari permulaan hitungan abad ke-21 hingga waktu dimana penelitian ini dilakukan. Ternyata, dengan selang waktu tersebut data yang terkumpul tidak sempurna. Seperti yang terjadi pada data azimuth matahari terbit pada periode *vernal equinox*. Pada periode tersebut siklus yang terbentuk banyak yang terpotong. Seperti siklus II.ve yang dengan waktu 101

tahun pola yang dibentuk terpotong di tengah. Pemotongan pola tersebut mengakibatkan ketidakjelasan data dan memunculkan pertanyaan apakah perubahan pola dari 1.ve ke 2.ve berlangsung secara terus menerus secara konstan atau hanya terjadi pada tahun-tahun yang disebutkan saja. Hal ini juga terjadi pada pembacaan pola untuk tahun 2001 dalam periode yang sama, penulis menjadi bingung apakah tahun 2001 termasuk kedalam pola siklus yang sama dengan siklus 1.ve lainnya atau masuk ke dalam pola siklus yang berbeda.

Dengan rentang waktu 101 tahun juga terdapat satu unsur penting yang terlewat untuk dipertimbangkan. Unsur tersebut adalah *Obliquity of the Ecliptic* (kemiringan ekliptika) atau dalam istilah perhitungannya dalam bahasa Indonesia adalah batas maksimal deklinasi. Fakta yang menarik sebagaimana dijelaskan oleh Ahmad Syarif Hidayatullah yang mengutip dari beberapa ahli astronomi. Ia menerangkan bahwa kemiringan ekliptika dalam rumus perhitungan deklinasi berbeda dengan kemiringan ekliptika rata-rata yang telah digunakan sebagai penjelas mengenai kemiringan sumbu rotasi bumi ($23,5^\circ$), yang membedakannya adalah nilai kemiringan ekliptika sejati didasarkan pada sudut yang terbentuk antara ekliptika dengan ekuator sejati sedangkan kemiringan ekliptika rata-rata didasarkan pada sudut yang terbentuk antara ekliptika dengan ekuator rata-rata. Nilai dari kemiringan ekliptika sejati selalu berubah setiap hitungan tahun abad. Begitupun dengan bujur ekliptika matahari yang setiap detiknya

dapat berubah dalam skala menit busur.¹⁵⁵ Dengan waktu 101 tahun perubahan nilai *Obliquity of the Ecliptic* itu perubahannya tidak terlalu terlihat karena nilainya yang terlalu kecil dan dengan ini pergeseran nilai azimuth tidak mengalami pergeseran yang besar dan polanya tetap konstan dari awal perhitungan hingga akhir.

B. Mendialogkan Teks-teks Keagamaan dengan Fakta Sains Terkait Kejadian Kiamat

Sejatinya, Ilmu pengetahuan (*science/sains*) tidak memiliki batasan dan tidak pula saling bertolak belakang dengan agama, semua saling berintegrasi sebagaimana disebutkan oleh Barbour dalam kajiannya, *When Science Meets Religion: Enemies, Strangers, or Partners?* Dalam memetakan hubungan antara Sains dan Agama ia memandang bahwa sains dan agama dapat menjalin hubungan yang membangun integrasi. Hubungan sains dan agama disebut integrasi, ketika hubungan antara sains dan agama bertumpu pada keyakinan bahwa pada dasarnya kawasan telaah, rancangan penghampiran, dan tujuan keduanya adalah sama dan satu.¹⁵⁶ Bahkan, dalam perkembangan studi kebudayaan pemikiran Islam, relasi antara ilmu pengetahuan dan keimanan terikat sangat erat. Para ulama pun berpendapat bahwa tanpa ilmu, iman yang sempurna mustahil tercapai karena keterikatan hati tergantung pada pengetahuan. Sedangkan, pengetahuan yang luas hanya terbentuk dari hasil

¹⁵⁵ Hidayatullah, "Komparasi Algoritme Dekinasi Matahari Dan Equation of Time Dalam Buku Mekanika Benda Langit Dengan Buku Anfa'ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Sholat."

¹⁵⁶ Muhyar Fanani, Sholihan, and Karnadi, *Transformasi Paradigma Dan Implikasinya Pada Desain Kurikulum Sains: Studi Atas UIN Syarif Hidayatullah, UIN Sunan Kalijaga, Dan UIN Maliki*, (Semarang, 2014), 27.

pembelajaran atas keilmuan yang kuat pula. Dalam beberapa hadis bahkan dikatakan bahwa ilmu adalah mitra iman, iman tanpa pikiran tidaklah mungkin.¹⁵⁷ Meskipun, keduanya memiliki sifat dan asas kebenaran yang sedikit berbeda sehingga dalam hubungannya terdapat batasan pada hal-hal tertentu yang keduanya tidak dapat saling bercampur menjadi satu. Salah satunya adalah bagaimana sains dan teks agama mengartikan kebenaran itu sendiri.

Kebenaran dalam sains dapat dipatahkan oleh penemuan terbaru, sedangkan dalam teks agama kebenaran yang tertinggi terdapat dalam firman Tuhan dan ajaran nabi-Nya. Asri Widowati menyifati sains sebagai suatu *body of knowledge* yang terus tumbuh, tidak statis. Ia menerangkan bahwa kebenaran dalam sains tidak bersifat mutlak, hal itu dikarenakan kebenaran dalam sains selalu diperiksa oleh orang lain atau diulang observasinya, dan jumlahnya juga terus bertambah seiring dengan perkembangan zaman. Oleh karena itu, kebenaran dalam sains berbeda dengan kebenaran yang dimaksud dalam agama karena dalam agama kebenaran berkenaan dengan pelestarian suatu kebenaran yang bersifat mutlak, tidak dapat diubah dan digantikan dengan suatu apapun.¹⁵⁸ Namun bagaimanapun, teks-teks suci agama tersebut bersifat universal yang dalam penafsirannya masih membuka lebar pintu untuk saling berdiskusi dan tidak mengenyampingkan adanya perbedaan dari masing-masing penafsiran yang ada. Imam syafi'i pun mengedepankan rasa penghargaan atas perbedaan yang ada tidak memaksakan

¹⁵⁷ Hasan Yusufian and Ahmad Husain Sharifi, *Akal Dan Wahyu: Tentang Rasionalitas Dalam Ilmu, Agama, Dan Filsafat* (Jakarta: Sadra International Collage, 2011), 25.

¹⁵⁸ Asri Widowati, *Diktat Pendidikan Sains* (Yogyakarta, 2008), 5.

semuanya untuk menjadi satu, dengan catatan semuanya masih berada dalam koridor ketauhidan dan dalam batasan yang wajar.¹⁵⁹

Ilmu pengetahuan boleh melandaskan penemuannya kepada fenomena-fenomena yang ada di Al-Qur'an ataupun diposisikan sebagai penjabaran dari ayat-ayat yang ada. Namun, Ilmu Pengetahuan tidak boleh dijadikan sebagai legitimasi atas kebenaran ayat Al-Qur'an karena nilai kebenaran antara keduanya yang berbeda. Sains dapat diposisikan sebagai salah satu metode untuk menafsir ayat-ayat yang ada sebagai upaya untuk memahami ayat-ayat tersebut secara komprehensif. Garis besarnya, pengintegrasian antara sains dan agama berdasar pada anugerah yang telah diberikan Allah kepada manusia yakni kemampuan analisis untuk mengurai rahasia-rahasia di balik semua fenomena alam. Thomas Djamaluddin mengatakan bahwa kompilasi pengetahuan inilah yang kemudian didokumentasikan dalam bentuk tulisan, sehingga terlahir sains atau ilmu pengetahuan sebagai upaya untuk menafsiri ayat-ayat kauniyah dan sebagai cara untuk lebih dekat kepada Allah SWT.¹⁶⁰

Konsep integrasi tersebut penulis gunakan untuk menganalisis hubungan (korelasi) yang terbentuk antara teks-teks suci agama Islam dengan fakta-fakta sains terbaru terkait berakhirnya alam semesta, khususnya dalam membahas fenomena matahari terbit dari barat. Upaya

¹⁵⁹ Edi AH Iyubenu, *Belajar Mudah Ushul Fiqh Ala Bucin* (Yogyakarta: DIVA Press, 2020), 62-63.

¹⁶⁰ T Djamaluddin, *Semesta Pun Berthawaf*, ed. Maria M. Lubis (Bandung: Mizan, 2018), xvii.

pengintegrasian ini dilakukan guna mencapai salah satu tujuan diadakannya penelitian ini, yakni untuk mendapatkan penjelasan yang komprehensif terkait hadis-hadis tentang kiamat khususnya hadis terkait fenomena terbitnya matahari dari barat. Pandangan yang menyeluruh terkait hadis tersebut akan memberikan *insight* baru jika dibahas dalam kacamata sains tidak hanya terbatas pada tafsir-tafsir agama saja. Penulis berpikir bahwa pandangan sains terhadap fenomena-fenomena tersebut akan semakin mengokohkan keyakinan terhadap kebenaran al-Qur'an maupun hadis, hal tersebut akan membawa umat muslim (khususnya) untuk semakin menguatkan keimanannya dan mencapai derajat kepercayaan yang hakiki atas tanda-tanda kebesaran Allah SWT.

Dalam bab II telah dibahas dan dipaparkan mengenai kiamat dan tanda-tandanya dalam beberapa ayat Al-Qur'an dan beberapa hadis Nabi Muhammad SAW. Pertama, kita akan membahas terkait kejadian kiamat terlebih dahulu sebelum pembahasannya semakin mengerucut kepada fenomena terbitnya matahari dari arah barat. Islam mempercayai bahwasannya alam semesta ini pada suatu waktu akan berakhir dan hancur, dimana akhir dari segala-galanya tersebut diungkapkan dalam satu istilah "Kiamat". Kiamat digambarkan sebagai akhir dari proses kehidupan seluruh alam semesta beserta isinya yang sebelumnya berawal dari satu kesatuan yang kemudian berpisah serta membentuk alam semesta yang masih berupa awan sebelum tercipta alam semesta seperti yang kita tinggali dan amati pada saat ini (Q.S. al-Anbiya: 30, Q.S. Fushshilat: 11).¹⁶¹ Ketika

¹⁶¹ Adam Malik and Dadan Nurul Haq, *Penciptaan Alam Semesta Menurut Al-Quran Dan Teori Bigbang* (Bandung, 2016), 54, <https://theses.uinsgd.ac.id/14930/1/1>. HKI-Karya Tulis.pdf.

menggambarkan kejadian-kejadian ketika kiamat ini terjadi, Al-Qur'an dan hadis tidak hanya menggunakan kalimat-kalimat kias yang sangat mengerikan, tetapi juga menyinggung banyak kejadian-kejadian alam seperti disinggung dalam Q.S. Az-Zalzalah ayat 1-5 yang menyebutkan kejadian kiamat berupa *bumi yang diguncangkan dengan guncangan yang dahsyat dan bumi mengeluarkan isi perutnya*.

Dalam Q.S. At-Takwir juga disebutkan kejadian-kejadian alam yang akan terjadi ketika hari kiamat, seperti *digulungnya matahari, bintang-bintang yang berjatuhan*, mepun *gunung-gunung* yang dihancurkan. Q.S. al-Anbiya' ayat 104 juga menggambarkan ketika terjadi kiamat *langit Kami gulung seperti menggulung lembaran-lembaran kertas. Sebagaimana Kami telah memulai penciptaan pertama*. Sayyid Quthb menafsirkan ayat-ayat tersebut menjadi bukti tentang bagaimana Allah mengakhiri segalanya di hari akhir, Ia menyebutnya sebagai jungkir baliknya segala sesuatu yang tampak dan kehancuran yang sempurna pada segala sesuatu yang ada. Penjungkir balikan segala sesuatu ini berlangsung secara bersamaan dialami oleh benda-benda langit dan bumi, Bintang liar dan jinak, diri manusia dan segala sesuatu yang tersembunyi. Dalam menggambarkan rusaknya alam semesta, Sayyid Qutub mengatakan:¹⁶²

“Matahari yang biasanya memancarkan sinar lembut, hilang cahayanya dan melemah pancarannya, hingga lenyap sama sekali. Bintang-bintang yang gemerlapan dan saling ikat mengikat, hilang ikatannya sehingga

¹⁶² Sayyid Qutub, *Hari Akhir Menurut Qur'an Terjemah Al-Qiyamah*, ed. Abdul Aziz, 1st ed. (Jakarta: Pustaka Firdaus, 1986), 61-62.

centang perenang. Cahayanya menyusut, lalu gelap. Langit yang pernah menjadi penghalang bagi bumi dan penutup angkasa, dilenyapkan hingga tidak ada lagi penutup dan tidak ada lagi yang tersembunyi.”

Sejalan dengan firman-firman Allah di dalam Al-Qur'an tersebut, sains modern juga mempercayai adanya kehancuran alam semesta yang diistilahkan dengan term “*Apocalypse*”. Dalam perkiraannya, para ilmuwan menyusun banyak model dan skenario yang kesemuanya didasarkan pada penemuan terbaru dari pengamatan yang ada. Salah satu model yang populer dan hingga saat ini diyakini sebagai model yang paling relevan adalah model penghancuran alam semesta yang dikemukakan oleh Einstein, dari teori relativitasnya ia memprediksikan akan ada dua kemungkinan kondisi yang dialami alam semesta pada masa mendatang. Kemungkinan pertama, adalah jagat raya akan terus berkembang selamanya, semua bintang dan galaksi akan menggunakan seluruh energinya sampai habis hingga menjadi lubang hitam dan berakhir dalam keadaan yang dingin dan gelap. Kemungkinan kedua mengatakan bahwa alam semesta akan berhenti berekspansi yang diikuti dengan penyusutan gravitasi, dalam kemungkinan ini alam semesta berakhir luluh menjadi satu titik.¹⁶³

Dalam pembahasan yang lebih spesifik skenario terakhir alam semesta itu dibagi menjadi 2 bagian pembahasan: kehancuran dengan skala universal dan kehancuran dengan skala lokal. Disebutkan oleh Hawking berdasarkan pada Teori

¹⁶³ Rinto Anugraha, *Teori Relativitas Dan Aplikasinya Pada Elektro Dinamika, Lubang Hitam, Dan Jagat Raya* (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017), 178.

Relativitas Einstein, diprediksi bahwa ruang-waktu (alam semesta) bermula di singularitas Ledakan Besar (*Big Bang*) dan bakal berakhir pada singularitas Rengkuhan Besar (*Big Crunch*) atau singularitas dalam lubang hitam (*Black Hole*).¹⁶⁴ Singularitas *Big Crunch* berlaku untuk alam semesta dalam skala universal dan singularitas Lubang Hitam hanya berlaku untuk skala lokal suatu daerah bintang saja. Model singularitas yang pertama dijabarkan kejadiannya oleh seorang ilmuwan dari Rusia bernama Friedman, dalam salah satu hipotesisnya ia menjelaskan alam semesta mengembang cukup lambat sehingga tarikan gravitasi antar berbagai galaksi menyebabkan pengembangan melambat sampai akhirnya berhenti. Galaksi-galaksi kemudian mulai bergerak saling mendekat dan alam semesta mulai menyusut. Penyusutan ini berakhir pada menyatunya seluruh alam semesta dalam satu rengkuhan besar yang disebut dengan *Big Crunch*.¹⁶⁵

Untuk model kehancuran yang berlaku dalam skala lokal, dimaksudkan untuk kehancuran yang terjadi hanya dalam satu sistem tata bintang saja seperti Tata Surya. Kehancuran skala lokal ini dipicu oleh akhir hidup sebuah bintang. Akhir hidup sebuah bintang tentunya akan mempengaruhi kehidupan planet-planet di sekitarnya. Akhir hidup sebuah bintang ini dibedakan menjadi dua jenis, yakni untuk bintang bermassa kecil (*low-mass star*) dan untuk bintang bermassa besar (*high-mass star*). Bintang bermassa kecil pada akhirnya akan mengalami penurunan suhu dan terus menerus berkurang seiring dengan habisnya bahan bakar yang ada di intinya

¹⁶⁴ Stephen Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)* (Jakarta: Gramedia Pustaka, 2023), 165.

¹⁶⁵ Stephen Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 65-66.

sehingga ia akan menjadi bintang katai putih.¹⁶⁶ Sedangkan untuk bintang bermassa besar, intinya akan runtuh kurang dari seperdetik, memicu ledakan dahsyat yang menghujani elemen berat yang dibuatnya ke luar angkasa. Ledakan ini disebut dengan Supernova. Bintang seperti itu tidak meninggalkan katai putih; alih-alih, intinya menjadi bola neutron yang sangat kecil dan sangat padat (bintang neutron) atau benda yang lebih padat menjadi lubang hitam.¹⁶⁷

Menariknya, antara ayat-ayat yang menggambarkan kejadian pada hari kiamat dan juga teori-teori sains yang dihasilkan dari observasi alam semesta secara langsung terdapat keterkaitan fenomena-fenomena tertentu. Seperti:

1. *Matahari yang biasanya memancarkan sinar lembut, hilang cahayanya dan melemah pancarannya* kejadian ini berkaitan dengan kehidupan akhir sebuah bintang yang juga menjadi penentu akhir dari planet-planet di sekitarnya. Matahari termasuk ke dalam golongan bintang bermassa kecil (*low-mass star*) sehingga pada akhir hayatnya ia akan mengalami penurunan suhu dan terus menerus berkurang seiring dengan habisnya bahan bakar yang ada di intinya dan matahari akan menjadi bintang katai putih.
2. *Digulungnya matahari, bintang-bintang yang berjatuhan* (Q.S. at-Takwir: 1-2) dan *langit Kami gulung seperti menggulung lembaran-lembaran kerta* (Q.S. al-Anbiya: 104) kedua kejadian dalam ayat-ayat tersebut berkelindan dengan model singularitas *Big Crunch*. Pada singularitas *Big Crunch* alam semesta

¹⁶⁶ Stephen Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 364.

¹⁶⁷ Stephen Hawking, *A Brief History of Time (Sejarah Singkat Waktu)*, 364-365.

diibaratkan Bersatu kembali setelah sekian lama mereka mengembang dan saling berjauhan. Hal ini sama saja dengan gambaran penggulangan dimana pada penggulangan terjadi penyatuan antar lembar yang sebelumnya lembaran tersebut terbentang luas tanpa saling bersentuhan.

Selanjutnya, kita akan membahas mengenai fenomena terbitnya matahari dari barat baik dalam tinjauan al-Qur'an dan hadis maupun sains. terbitnya matahari dari barat disebutkan dalam beberapa hadis seperti hadis no. 158 dalam *Shahīh* Muslim, Hadis no, 2901 dari *Shahīh* Muslim dan Hadis No. 4068 dari Sunan Ibnu Majah. Hadis riwayat Imam Muslim nomor 158 dan hadis riwayat Ibnu Majah nomor 4068 sama-sama membahas terkait matahari terbit dari barat yang akan menjadi tanda datangnya hari akhir yang disertai pula dengan keterangan bahwa ketika waktu itu terjadi sia-sialah taubatnya orang yang sebelumnya tidak beriman. Sedangkan, dalam hadis riwayat Muslim nomor 2901 dijelaskan mengenai matahari terbit dari barat yang menjadi salah satu dari 10 tanda-tanda datangnya kiamat lainnya. Hadis no. 4068 dalam Sunan Ibnu Majah yang diriwayatkan langsung oleh Abu Bakar bin Abi Syaibah terdapat dalam jilid 3 Sunan Ibnu Majah bab ke-32 yang menerangkan tentang terbitnya matahari dari arah barat (طُلُوعِ الشَّمْسِ مِنْ مَغْرِبَةٍ) memiliki kualitas periwayatan *shaahih* sebagaimana diterangkan dalam *al-Raudhu al-Nadhīr* no. 1112 dan *Takhrīju Syarhi al-'Aqīdati al-Thohāwīyyah* halaman 566.¹⁶⁸

¹⁶⁸ Imam al-Hafizh Abi Abdillah, *Sunan Ibnu Majah Jilid 3*, ed. disusun dan diterjemahkan oleh Abu Abdullah Muhammad bin Yazid Al-Qazwini (Jakarta: Gema Insani, 2023), 331-332.

Semua hadis yang diriwayatkan oleh imam Muslim yang tercantum dalam *Shahīh* Muslim memiliki kualitas yang “*Shahīh*”, sesuai dengan nama dari kitab yang mencantulkannya. Imam Muslim diriwayatkan telah mengumpulkan sebanyak 300.000 hadis, dimana dari sekian ratus ribu hadis tersebut ia menyelidiki mana yang memiliki kualitas *shahīh* dan mana yang tidak memenuhi kriteria *shahīh* tersebut. Dalam upayanya imam Muslim melakukan perjalanan untuk melihat ketersambungan sanad dari hadis-hadis yang telah dihimpunnya. Ia telah menemui dan menerima tiga ratus hadis tersebut dari ahli hadis masyhur di zamannya seperti Yahya bin Yahya dan Ishak bin Rahuyah dari Khurasan, Muhammad bin Mahran dan Abu Ghussan di Ray, Ibnu Hanbal dan Abdullah Ibnu Maslamah dari Irak, Sa’id bin Mansur dan Abu Mus’ab di Hijaz, hingga ‘Amri bin Sawad dan Harmalah bin Yahya dari Mesir. Imam Muslim juga diakui sebagai orang yang sangat cerdas, cermat, tekun, hati-hati, dan kuat ingatannya. Atas dasar itulah hadis-hadis yang telah dipandang sah, *maqbul*, dengan dibagi tingkatan-tingkatan kualitasnya oleh Imam Muslim semuanya diterima dan menjadi pegangan oleh ulama-ulama salaf. Dan salah satu hasil dari perumusannya terdapat kumpulan hadis-hadis dengan tingkatan kualitas periwayatan *shahīh* yang terkumpul menjadi satu dalam kitab *Shahīh* Muslim ini.¹⁶⁹

Matahari terbit dari barat dikatakan sebagai salah satu tanda yang benar-benar akan terjadi secara fisik sebelum terjadi kiamat nanti, meskipun urutan-urutan dengan kejadian yang lainnya masih diperselisihkan. Menurut Imam al-Qurthubi tanda-tanda kiamat yang menjadi syarat sebenarnya

¹⁶⁹ Fachruddin HS, *Terjemah Hadits Shahih Muslim*, Jilid 1. (Jakarta: Bulan Bintang, 1981), 7-8.

bahwa dunia akan segera berakhir adalah keluarnya Dajjal, turunnya Nabi Isa AS. yang kemudian membunuh Dajjal, keluarnya Ya'juj Ma'juj, keluarnya makhluk yang seperti binatang melata di muka bumi, dan terbitnya matahari dari arah barat. Sedangkan peristiwa-peristiwa seperti diangkatnya ilmu, kebodohan yang merajalela, hukum yang sudah diperjual belikan, maraknya alat-alat musik, perlombaan mendirikan bangunan yang tinggi ataupun hal-hal lain selain 10 tanda utama berakhirnya alam semesta sebagaimana termaktub dalam hadis riwayat Muslim no. 2901 hanyalah faktor-faktor peristiwa saja. Imam al-Qurthubi bahkan menyatakan sebenarnya menceritakan faktor-faktor peristiwa itu merupakan sesuatu yang terkesan naif. Tetapi, betapapun hal itu harus diceritakan untuk menjadi bahan renungan. Dengan demikian, kita jadi tahu bahwa mukjizat dan apa yang diberitakan Nabi SAW benar-benar terwujud.¹⁷⁰

Al-Qurthubi juga berpendapat bahwa awal bencana dan kekacauan yang menjadi peringatan bagi manusia akan datangnya hari kiamat itu sudah dimulai sejak wafatnya Nabi Muhammad SAW, kemudian kematian Umar bin Khattab. Dimana, dengan wafatnya Nabi wahyu dan nubuat otomatis terhenti dan itu sekaligus merupakan awal munculnya kejahatan karena banyak orang Arab yang murtad dan lain sebagainya. Dengan kematian Umar bin Khattab pedang fitnah mulai terhunus dan mengakibatkan Khalifah Utsman bin Affan terbunuh. Hal-hal seperti itu menjadi bagian dari ketentuan dan suratan takdir dari Allah SWT.¹⁷¹ Dalam

¹⁷⁰ Imam al-Qurthubi, *Rahasia Kematian, Alam Akhirat, Dan Kiamat Terjemah at-Tadzkirah Fī Ahwāli Al-Mautā Wa Umūra Al-Akhirah*, ed. diterjemahkan oleh Abdur Rosyad Shiddiq (Jakarta: Akbar Media, 2009), 681.

¹⁷¹ Imam al-Qurthubi, *Rahasia Kematian, Alam Akhirat, Dan Kiamat*, 685.

beberapa riwayat, dikatakan bahwa terbitnya matahari dari barat merupakan tanda pertama yang akan muncul sebagai permulaan rangkaian tanda-tanda kiamat yang lain. Namun, dalam beberapa riwayat lain disebutkan bahwa keluarnya Dajjal yang akan menjadi tanda pertama. Pendapat kedua ini yang dikatakan lebih kuat, sebagaimana berdasarkan pada sabda Nabi “*Sesungguhnya Dajjal akan keluar pada kalian dan itu adalah pasti.*”¹⁷²

Menurut sains, satu-satunya hal yang dapat menjadikan matahari terbit dari arah terbenamnya (dari barat) adalah pembalikan arah rotasi bumi yang saat ini bumi berputar pada porosnya pada arah yang berlawanan dengan arah jarum jam/*counterclockwise* (berputar dari arah barat ke arah timur) menuju arah yang putarannya sama dengan arah putaran jam. NASA melalui *Associate Administrator for Communication*, [Bettina Inclán](#) ketika menanggapi isu terkait adanya kemungkinan matahari terbit dari barat sebagaimana dikutip oleh *AFP Fact Check* mengatakan bahwa NASA maupun organisasi ilmiah yang lain hingga saat ini tidak memprediksikan matahari akan terbit dari arah barat.¹⁷³ Namun, pernyataan tersebut tidak berarti kemungkinan akan fenomena terbitnya matahari dari barat itu musnah.

Dalam sebuah artikel ilmiah yang dipublikasi oleh Universitas Lisbon, Portugal dikatakan bahwa rotasi bumi dapat berubah sebagai akibat dari pengaruh proses internal maupun proses eksternal. Aspek eksternal yang paling banyak

¹⁷² Imam al-Qurthubi, *Rahasia Kematian, Alam Akhirat, Dan Kiamat*, 753.

¹⁷³ AFP Thailand, “NASA Refutes It Confirmed the Possibility of the Sun Rising from West,” *Factcheck.Afp.Com*, last modified 2017, accessed June 11, 2023, <https://factcheck.afp.com/nasa-refutes-it-confirmed-possibility-sun-rising-west>.

berpengaruh diantaranya seperti interaksi gravitasi dengan Bulan, Matahari, dan planet-planet; variasi sumbu rotasi; dan posisi tata surya relatif terhadap lengan galaksi spiral. Proses internal yang dimaksud meliputi: retribusi kepadatan di mantel karena subduksi lempeng litosfer dan konveksi mantel; distribusi benua; dan variasi yang disebabkan oleh periode glasial dan interglasial. Pengaruh yang saat ini bisa dirasakan oleh manusia salah satunya adalah perubahan dari lama waktu harian/*length of day* (LOD).¹⁷⁴ Dari fakta sains yang ada, terdapat sebuah planet di Tata Surya yang arah gerak rotasinya berlawanan dengan mayoritas planet lainnya. Venus dikatakan sebagai planet yang eksentrik (*oddball*) dikarenakan arah gerak rotasinya yang berputar dari arah timur ke barat (jika dilihat dari perspektif bumi) dengan periode rotasi sekitar 243,16 hari, hal ini mengakibatkan terbitnya matahari di planet tersebut berawal dari titik barat.¹⁷⁵

Para ahli Astronomi dan Fisika menawarkan beberapa teori yang paling memungkinkan untuk menjelaskan penyebab Venus memiliki rotasi yang berbeda dengan planet-planet lainnya. Setidaknya terdapat tiga teori yang paling populer dan ketiganya memungkinkan untuk terjadi juga kepada bumi yang kita huni. Sehingga, jika salah satu dari ketiga teori tersebut terjadi bumi berkemungkinan untuk membalikkan arah rotasinya sehingga menyebabkan matahari

¹⁷⁴ Igor G Pacca, Everton Frigo, and Gelvam A. Hartmann, "Possible Relationship between the Earth's Rotation Variations and Geomagnetic Field Reversals over the Past 510 Myr," *frontiers in Earth Science* (2015): 1.

¹⁷⁵ V. V. Beletskii, E. M. Levin, and D. Yu Pogorelov, "On the Problem of the Resonance Rotation of Venus. II," *American Institute of Physics* 25, no. 1 (1981): 110,
https://www.researchgate.net/publication/234289675_On_the_Problem_of_the_Resonance_Rotation_of_Venus_II.

tidak terbit dari tempat yang semestinya lagi. Tiga teori tersebut adalah:

1. Teori pertama menyebutkan bahwa pada pada masa awal terbentuknya Venus berotasi dengan arah yang normal, sampai suatu ketika terdapat benturan antara Venus dengan benda seukuran planet (*planet-size object*). Tumbukan ini mengakibatkan perubahan pada sumbu rotasi Venus sehingga gerak rotasinya berubah.¹⁷⁶ Teori ini juga banyak didukung oleh ahli di Indonesia, salah satunya adalah Thomas Djamaludin, ia menjelaskan bahwa matahari hanya akan terbit dari barat ketika sumbu rotasi bumi terbalik akibat tumbukan besar. Ia juga menambahkan, ketika tumbukan itu terjadi artinya kencuran bumi dan segala sesuatu yang ada di dalamnya juga turut terjadi.¹⁷⁷
2. Kemungkinan penyebab berlawananannya arah rotasi Venus yang kedua adalah efek pasang surut atmosfer Venus yang bergesekan dengan pergerakan kerak planet (*core mantle*). Para ilmuwan berpendapat bahwa tarikan gravitasi matahari pada atmosfer planet yang sangat padat dapat menyebabkan pasang surut atmosfer yang kuat. Pasang surut seperti itu, dikombinasikan dengan gesekan antara mantel dan inti

¹⁷⁶ Claiborne C. Ray, "Planets Spinning the 'Wrong' Way," *New York Times*, accessed June 09, 2023.

¹⁷⁷ Danang Suryo, "Tak Ada Hubungannya Dengan Kiamat, Ini Penjelasan Lapan Terkait Heboh Matahari Terbit Dari Utara," *Kompas.Tv*, last modified 2021, accessed June 9, 2023, <https://www.kompas.tv/nasional/184966/tak-ada-hubungannya-dengan-kiamat-ini-penjelasan-lapan-terkait-heboh-matahari-terbit-dari-utara>.

Venus sehingga berakibat pada berbaliknya arah rotasi Venus.¹⁷⁸

3. Teori ketiga ditawarkan oleh Alexander Correira dan Jacques Laskar, keduanya merupakan Astronom Perancis. Mereka berpendapat bahwa mungkin saat ini Venus tidaklah berotasi secara terbalik, tetapi arah rotasinya sekarang merupakan salah satu proses untuk mencapai arah rotasi yang mapan. Saat ini Venus melambatkan rotasinya hingga berhenti dan kemudian berbalik arah, itulah sebabnya periode rotasinya berjalan sangat lama.¹⁷⁹

Kesimpulannya, para ulama dalam menafsirkan hadis ini hanya terbatas dalam konteks fenomena matahari terbit dari barat sebagai suatu kejadian yang nyata dan akan berlaku secara fisik, tidak hanya sebagai tanda-tanda yang bersifat kiasan saja. Sedangkan sains kemudian menjelaskan bagaimana skenario yang memungkinkan untuk bisa menyebabkan fenomena tersebut terjadi. Dari masing-masing pandangan antara teks agama Islam dan beberapa teori sains keduanya sepakat bahwa kemungkinan berbaliknya arah rotasi bumi yang menjadi penyebab berpindahannya titik terbit matahari berlangsung secara spontan dan tiba-tiba, tidak berlangsung secara berangsur-angsur dan teratur. Meskipun pada teori yang ketiga terdapat kemungkinan proses perubahan arah rotasi itu dapat berlangsung secara berangsur-angsur dengan dipengaruhi oleh gravitasi matahari dan efek tidal (pasang-surut) dari planet lainnya. Namun, sebagaimana

¹⁷⁸ Herald Franzen, "Why Venus Spins the Wrong Way," *Scientificamerican.Com*, last modified 2001, accessed June 9, 2023, <https://www.scientificamerican.com/article/why-venus-spins-the-wrong/>.

¹⁷⁹ Herald Franzen, "Why Venus Spins the Wrong Way,".

sifat sains yang sementara dan dapat dipatahkan ketika ditemukan fakta baru tidak ada salahnya kita mencoba untuk melihat apakah saat ini ada pergeseran yang tidak wajar dari arah terbit matahari sehingga bisa dijadikan sebagai salah satu faktor yang dapat digunakan untuk menganalisis serta memperkirakan waktu terjadinya fenomena matahari terbit dari barat.

Untuk melihat tentang hubungan apa yang dihasilkan dari kesimpulan tersebut mengenai sains dan agama kita harus mengetahui pemikiran Ian G. Barbour secara penuh terlebih dahulu. Barbour dalam kajiannya, *When Science Meets Religion: Enemies, Strangers, or Partners?*, memetakan hubungan antara Sains dan Agama ke dalam empat tipologi, yaitu *conflict* (konflik), *independence* (independensi), *dialogue* (dialog), dan *integration* (integrasi). Menurut Barbour, hubungan antara sains dan agama disebut konflik adalah ketika sains dan agama bertentangan (*conflicting*) dan dalam kasus tertentu bahkan bermusuhan (*hostile*).¹⁸⁰

Hubungan sains dan agama disebut independensi, ketika sains dan agama berjalan sendiri-sendiri dengan bidang garap, cara, dan tujuan masing-masing, tanpa saling mengganggu atau memperdulikan. Hubungan antara sains dan agama disebut dialog ketika hubungan antara sains dan agama bersifat saling terbuka dan saling menghormati. Sedangkan hubungan sains dan agama disebut integrasi, ketika hubungan antara sains dan agama bertumpu pada keyakinan bahwa pada

¹⁸⁰ Ian G. Barbour, *When Science Meets Religion* (New York: HarperCollins Publisher, 2000), 1-6.

dasarnya kawasan telaah, rancangan penghampiran, dan tujuan keduanya adalah sama dan satu.¹⁸¹

Dengan pemikiran Barbour tersebut kita dapat mengetahui bahwa hubungan antara ilmu pengetahuan dan agama yang terbentuk dari telaah ayat-ayat dan hadis mengenai kiamat dan tanda-tandanya dengan teori-teori sains mapan yang ada menghasilkan hubungan yang saling berintegrasi, dimana hubungan ini menggambarkan sains dan agama yang bertumpu pada keyakinan bahwa pada dasarnya kawasan telaah, rancangan penghampiran, dan tujuan keduanya adalah sama dan satu. Kesimpulan terkait hubungan ini ditarik dari adanya fakta bahwasannya dalam penelitian ini sains menjelaskan bagaimana skenario yang memungkinkan untuk bisa menyebabkan fenomena terbitnya matahari dari barat yang telah disebutkan dalam beberapa hadis sebagai tanda dari datangnya hari kiamat. Penjelasan sains tersebut menguatkan pendapat bahwasannya sains dalam penelitian ini berkedudukan sebagai penjelas yang tentunya menunjukkan kesatuan tujuan sains yang menguatkan telaah dan memberikan penggambaran rinci terkait teks-teks suci keagamaan.

C. Alternatif Metode Penelitian Lain untuk Membuktikan Fenomena Terbitnya Matahari dari Barat dan Temuan Lain dalam Penelitian

Telah disebutkan sebelumnya bahwa berdasarkan data dan penemuan-penemuan serta kekurangan yang ada dalam

¹⁸¹ Ian G. Barbour, *When Science Meets Religion*,..... 1-6..

penelitian ini, pembuktian fenomena terbit matahari dari barat dengan menggunakan analisis pergeseran azimuth dalam rentang waktu 101 tahun dirasa kurang efektif dilakukan. Namun hal ini bukan berarti penelitian dengan objek yang sama tertutup kemungkinannya untuk dilakukan. Penulis akui analisis pada penelitian ini tidaklah sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan di mana-mana. Tetapi, dengan memahami kekurangan yang ada kita dapat mencari dan mencoba cara yang lebih baik dan lebih komprehensif untuk membuktikan fenomena terbitnya matahari dari arah barat secara khusus atau tanda-tanda kiamat secara umum.

Menurut pandangan penulis beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melakukan penelitian terhadap fenomena terbitnya matahari dari barat dengan lebih efektif, komprehensif, dan mendalam dapat dilakukan dengan menggunakan alternatif-alternatif metode berikut:

1. Analisis azimuth terbit tetapi dengan rentang waktu yang lebih lama

Pada sub bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa jangka waktu 101 tahun dirasa kurang karena beberapa faktor. Jika penelitian baru dilakukan dengan rentang waktu yang lebih lama kemungkinan pola-pola azimuth yang bergeser akan terlihat lebih jelas. Tidak hanya itu, terdapat siklus pergeseran azimuth yang

menunjukkan tren positif (menjauhi arah timur) jika penelitian terbaru berfokus pada analisis azimuth pada periode tersebut dan dengan rentang waktu penelitian yang lebih lama akan menjadikan hal tersebut alternatif metode penelitian yang lebih komprehensif untuk melihat pergeseran koordinat terbit matahari.

2. Analisis perubahan *Obliquity of the Ecliptic* (kemiringan ekliptika)

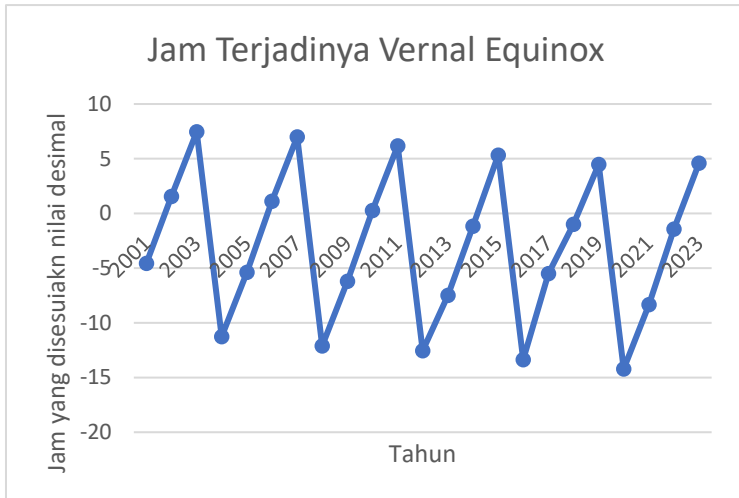
Mengetahui perubahan nilai dari *Obliquity of the Ecliptic* akan membawa kita pada perubahan nilai atas deklinasi dan pastinya akan berpengaruh pada posisi peredaran harian matahari. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa nilai dari *Obliquity of the Ecliptic* itu terus berubah dalam hitungan tahun abad, tetapi jika ditemukan perubahan setiap tahun abad itu berjalan berangsur-angsur, sedikit demi sedikit, setiap tahunnya akan membawa kita pada metode analisis baru untuk melihat perkiraan waktu berubahnya posisi peredaran harian matahari.

Meskipun dalam penelitian ini tidak ditemukan pola pergeseran yang menunjukkan perubahan posisi terbitnya matahari dari timur menuju barat, terdapat penemuan lain yang sejauh pengetahuan penulis temuan ini belum ada yang memublikasikannya dalam bentuk karya ilmiah. Terdapat pula penemuan baru yang dapat menjadi pembenah atas

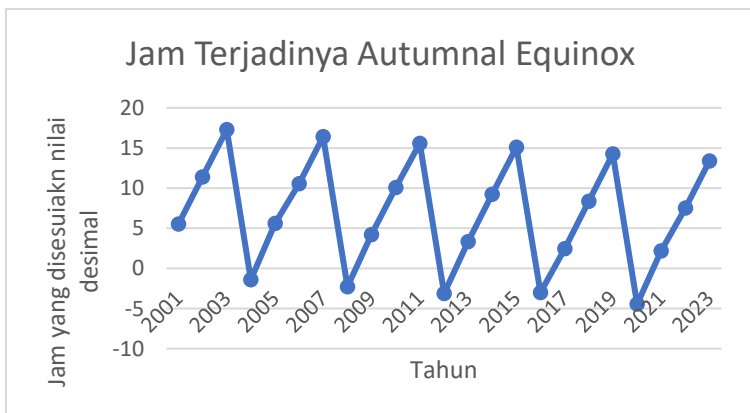
pernyataan-pernyataan umum yang selama ini dipercayai dan digunakan oleh masyarakat umum dan juga masih dipegang teguh oleh kalangan akademis. Beberapa penemuan tersebut antara lain:

1. Siklus 4 tahunan ekuinoks

Awal menghitung waktu terjadinya ekuinoks penulis tidak berekspektasi atas terbentuknya pola-pola tertentu, begitupun setelah merapikan datanya ke dalam bentuk tabel. Tetapi, setelah data tersebut dirapikan dalam bentuk bagan, terbentuklah pola tertentu yang menandakan waktu terjadinya ekuinoks mengalami pengulangan pola setiap 4 tahun sekali. Untuk mendapatkan gambaran yang jelas, berikut penulis sajikan bagan waktu terjadinya ekuinoks baik saat *vernal equinox* maupun *autumnal equinox*:



Bagan 4. 1 Siklus waktu terjadinya Vernal Equinox



Bagan 4. 2 Siklus waktu terjadinya Autumnal Equinox

Dari grafik bagan di atas ditemukan bahwa titik yang menunjukkan waktu terjadinya ekuinoks pada siklus 4 tahunan sekali menempati posisi yang hampir sama. Lihat saja pada saat *vernal equinox* waktu terjadinya ekuinoks pada tahun 2003, 2007, 2011, 2015, 2019, dan 2023 berada pada titik yang membentuk garis yang hampir sejajar dengan pola penurunan yang bisa dikatakan konstan. Hal yang sama juga terjadi pada saat *autumnal equinox*. Jika dianalisis pola siklus dan perubahan posisinya dalam bentuk waktu, kita kemudian bisa merumuskan suatu persamaan untuk menentukan waktu terjadinya ekuinoks tersebut dalam sebuah deret bilangan matematis tanpa harus mencari nilai deklinasi 0 terlebih dahulu.

2. Titik terbit matahari yang tidak berada di titik timur pada saat ekuinoks

Sudah menjadi doktrin pada masyarakat bahwa pada saat ekuinoks terjadi matahari akan terbit pas di arah timur di seluruh penjuru dunia. Namun, dalam penelitian ini ditemukan bahwa pada saat terjadi ekuinoks pun matahari tidak terbit pas di titik timur jika dihitung dari lintang Semarang, yakni $6^{\circ} 59'$

29,53" LS. Pada lintang tersebut nilai azimuth terbit matahari bergantung pada interval waktu yang terbentuk antara waktu terbit dengan waktu terjadinya ekuinoks. Dan dari data yang telah dianalisis pada sub-bab sebelumnya diketahui bahwa nilai azimuth terbit akan semakin menjauhi arah timur jika interval antara waktu terbit matahari dengan waktu terjadinya ekuinoks semakin besar.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, diolah, dan diinterpretasikan pada bab-bab sebelumnya, dapat kita tarik kesimpulan bahwasannya:

1. Hadis yang menjelaskan mengenai terbitnya matahari dari barat semuanya adalah hadis yang bersanad *Shahih*. Para ulama dalam menafsirkan hadis ini hanya terbatas dalam konteks fenomena matahari terbit dari barat sebagai suatu kejadian yang nyata dan akan berlaku secara fisik, tidak hanya sebagai tanda-tanda yang bersifat kiasan saja. Sedangkan sains kemudian menjelaskan bagaimana skenario yang memungkinkan untuk bisa menyebabkan fenomena tersebut terjadi.
2. Analisis pergeseran titik terbit matahari dengan mengacu pada azimuth terbit matahari pada saat Ekuinoks **tidak dapat membuktikan serta tidak dapat memperkirakan kapan waktu matahari akan terbit dari arah barat** yang menjadi tanda dari terjadinya Kiamat. Ketidak berhasilan dalam pembuktian tersebut disebabkan setidaknya oleh dua hal, yaitu: pertama, ketidakteraturan pola pergeseran azimuth terbit matahari pada saat ekuinoks sehingga tidak ada pola pasti yang menandakan bahwa titik terbit matahari berpindah dari timur ke barat hal ini juga menandakan bahwa pergeseran titik terbit matahari masih berada dalam pola pergeseran terbatas yang masih terpaut dengan kemiringan sumbu rotasi bumi, tidak lebih. Kedua, kurangnya rentang waktu yang digunakan untuk analisis. Hal ini menyebabkan terpotongnya pola siklus pergeseran dan juga diabaikannya perubahan nilai *Obliquity of the Ecliptic* (kemiringan ekliptika)

B. Saran

Terdapat beberapa saran dari penulis yang besar harapannya saran-saran ini akan mendapatkan perhatian dari masyarakat dan para kaum intelek agar penelitian ini tidak hanya berhenti sebagai seonggok tumpukan kertas belaka tetapi dapat memberikan manfaat bagi semuanya, diantaranya adalah:

1. Meskipun tidak secara komprehensif membahas mengenai pergerakan matahari secara keseluruhan, penelitian ini dapat memberikan pencerahan kepada masyarakat untuk memahami secara mudah terkait terjadinya tanda-tanda kiamat yang berhubungan dengan kejadian alam. Meskipun banyak faktor yang dapat menyebabkan kejadian tersebut, tetapi tak semua kejadian alam yang dianggap “tidak biasa” oleh masyarakat otomatis termasuk ke dalam tanda-tanda tersebut. Pasti ada penjelasan sains di dalamnya. Oleh karena itu, kita hendaknya membantu menyebarluaskan penjelasan sains kepada masyarakat agar tidak banyak kabar hoax tercipta. Dengan terciptanya masyarakat yang terdidik, tidak hanya kebanggakan yang akan kita dapatkan tetapi juga peningkatan takwa terhadap Tuhan Yang Maha Esa.
2. Penelitian ini membuka jalan terhadap peneliti lainnya yang tertarik untuk meneliti tanda-tanda kiamat melalui kacamata sains. Dalam bab IV penulis juga telah memberikan alternatif-alternatif metode yang dapat

digunakan untuk penelitian berkelanjutan. Semoga, dengan adanya penelitian ini terdapat peneliti lain yang berminat untuk melihat keterkaitan antara teks-teks keagamaan yang bersifat universal untuk kemudian dijabarkan dengan pendekatan sains.

3. Tentunya, dalam penelitian ini masih terdapat banyak salah dan luput baik disengaja maupun tidak disengaja. Jika terdapat kritik, saran, dan masukan penulis membuka hati selapang-lapangnya untuk menerima hal tersebut. Sebagaimana sifat sains yang dinamis, penulis akan sangat senang jika di kemudian hari topik yang penulis teliti dapat dibuktikan dengan teori lain ataupun ditentang dengan landasan keilmuan yang matang.

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku

- Abdillah, Imam al-Hafizh Abi. *Sunan Ibnu Majah Jilid 3*. Edited by disusun oleh Abu Abdullah Muhammad bin Yazid Al-Qazwini. Jakarta: Gema Insani, 2023.
- Admiranto, Gunawan. *Eksplorasi Tata Surya*. Bandung: Mizan, 2017.
- Al-'Asqalani, Ibnu Hajar. *Fathu Al-Bārī: Syarhu Shahīh Al-Bukhārī*. 2nd ed. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i, 2018.
- Al-Ahadali, Hasan Muhammad Maqbuli. *Musthalah Al-Hadits Wa Rijaluhu*. Beirut: Muassat al-Rayyan, 1990.
- Al-Ghozali, Muhammad. *Studi Kritis Atas Hadis Nabi SAW: Antara Pemahaman Tekstual Dan Kontekstual Terjemah Al-Sunnah Al-Nabawiyah : Baina Ahl Al-Fiqhi, Wa Ahli Al-Hadīts*. Bandung: Mizan, 1996.
- Al-Jazairi, Thahir bin Sholih. *Al-Jawāhiru Al-Kalāmiyyah*. Semarang: Pustaka Alawiyah, n.d.
- Al-Manawi, Muhammad Abdurrouf. *Faidhu Al-Qadīr Syarhu Jāmi' Al-Shoghīr*. Beirut: Dar Al-Kotob Al-Ilmiyah, n.d.
- Al-Qardawi, Yusuf. *Kaifa Nata'āmal Ma'a Al-Sunnah Al-Nabawiyah*. Kairo: Dar al-Syuruq, 1989.
- al-Qurthubi, Imam. *Rahasia Kematian, Alam Akhirat, Dan Kiamat Terjemah at-Tadzkirah Fī Ahwāli Al-Mautā Wa Umūra Al-Akhirah*. Edited by diterjemahkan oleh Abdur Rosyad Shiddiq. Jakarta: Akbar Media, 2009.
- Al-Yassu'i, Louis Ma'luf, and Bernard Toffel Al-Yassu'i. *Al-Munjid Al-Wasīt Fī Al-'Arabiyah Al-Mu'assirah*. Beirut:

- Dar Al-Masyriq, 2003.
- Alfiah, Fitriadi, and Suja'i. *Studi Ilmu Hadis*. Kreasi Edukasi, 2016.
- Alwii, Zulfahmi, Ahmad Fauzi, Rahman, Wasalmi, and Zulfahmi. *Studi Ilmu Hadis*. 1st ed. Depok: Raja Grafindo Persada, 2021.
- Anugraha, Rinto. *Teori Relativitas Dan Aplikasinya Pada Elektro Dinamika, Lubang Hitam, Dan Jagat Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.
- Arifianto, S. *Implementasi Metode Penelitian Studi Kasus Dengan Pendekatan Kualitatif*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2011.
- Arifin, Tajul. *Ulumul Hadits*. Bandung: Gunung Djati Press, 2014.
- Arny, Thomas T., and Stephen E. Schneider. *Exploration: An Introduction to Astronomy*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.
- Ash-Shiddieqy, T.M. Hasbi. *Sejarah Perkembangan Hadis*. Jakarta: Bulan Bintang, 1988.
- Asy-Syahuri, Abdurrahman bin Muhammad. *Bugyah Al-Mustarsyidīn*. Mesir: Dar Al-Fikr, n.d.
- At-Thobari, Muhammad Jarir. *Jāmi' Al-Bayān Fi Ta'wīl Al-Qur'ān*. Beirut: Dar Al-Kutub Al-'Ilmiyah, 2002.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Aziz, Erwati. *Ilmu Hadis Dan Cabang-Cabangnya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2021.
- Barbour, Ian G. *When Science Meets Religion*. New York: HarperCollins Publisher, 2000.

- Djamaluddin, T. *Semesta Pun Berthawaf*. Edited by Maria M. Lubis. Bandung: Mizan, 2018.
- Djuned, Daniel. *Ilmu Hadis: Paradigma Baru Dan Rekontruksi Ilmu Hadis*. Jakarta: Erlangga, 2010.
- Fanani, Muhyar, Sholihan, and Karnadi. *Transformasi Paradigma Dan Implikasinya Pada Desain Kurikulum Sains: Studi Atas UIN Syarif Hidayatullah, UIN Sunan Kalijaga, Dan UIN Maliki*. Semarang, 2014.
- Gunawan, Hans. "Modul Persiapan Menuju OSN, Bidang Astronomi" (2006): 516.
- Hadi, M. Dimsisiki. *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah*. Yogyakarta: Prima Pustaka, 2009.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Edited by Abu Rokhmad. Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011.
- Hamzah, Amir. *Metode Penelitian Studi Kasus: Single Case, Instrumental Case, Multi Case, & Multisite*. Batu: Literasi Nusantara, 2020.
- Hawking, Stephen. *A Brief Histori of Time (Sejarah Singkat Waktu)*. Jakarta: Gramedia Pustaka, 2023.
- HS, Fachruddin. *Terjemah Hadits Shahih Muslim*. Jilid 1. Jakarta: Bulan Bintang, 1981.
- Idri. *Studi Hadis*. Jakarta: Kencana, 2010.
- Ismail, M. Syuhudi. *Waktu Shalat Dan Arah Kiblat*. Ujung Pandang: Taman Ilmu, n.d.
- Iyubenu, Edi AH. *Belajar Mudah Ushul Fiqh Ala Bucin*. Yogyakarta: DIVA Press, 2020.

- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. 2nd ed. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- . *Sistem Penanggalan*. Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015.
- Karttunen, Hannu, Pekka Kroger, Heikki Oja, Markku Pouttanen, and Karl Johan Donner. *Fundamental Astronomy*. 5th ed. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, n.d.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Lisboa, Maria Manuel. *The End of the World: Apocalypse and Its Aftermath in Western Culture*. Cambridge: Open Book Publishers, 2011.
- Malik. *Al-Muwaththā, Jilid 5*. Abu Dhabi: The Zayed Charitable & Humanitarian Foundation, 2004.
- Marhan, Royani. *Kiamat Dan Akhirat*. Jakarta: Erlangga, 2012.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm (Algoritma Astronomi) Diterjemahkan Oleh Khafid*. 2nd ed. IAIN Walisongo, n.d.
- Mulyana, Deddy. *Metodologi Penelitian Kualitatif: Paradigma Baru Ilmu Komunikasi Dan Ilmu Sosial Lainnya*. Edited by Pipit Latifah. Revisi. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018.
- Ni'am, M. Ihtirozun. *Materi Kuliah Astronomi Bola Kelas IF-A6*. Semarang, 2021.
- Purwanto, Agus. *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Menjadikan Al-Quran Sebagai Basis Kontruksi Ilmu Pengetahuan*. Edited by Yadi Seful Hidayat and Henny Irawati. Bandung: Mizan, 2012.
- Qutub, Sayyid. *Hari Akhir Menurut Qur'an Terjemah Al-Qiyamah*. Edited by Abdul Aziz. 1st ed. Jakarta: Pustaka

- Firdaus, 1986.
- Sani, Ridwan Abdullah. *Alquran Dan Sains*. Edited by Sri Budi Hastuti. Jakarta: AMZAH, 2020.
- Seeds, Michael, and Dana Backman. *Foundations of Astronomy*. 13th ed. Boston: Cengage Learning, 2017.
- . *Horizons: Exploring the Universe*. 13th ed. Boston: Brooks/Cole, 2017.
- Stowasser, Barbara Freyer. *The End Is Near: Minor and Major Signs of the Hour in Islamic Texts and Contexts*. Washington DC, 2004. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-End-is-Near%3A-Minor-and-Major-Signs-of-the-Hour-Freyer/fd9cec755a3460ee9aa7e246c58bff412e6bc92a>.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kualitatif, Untuk Penelitian Yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretatif, Interaktif, Dan Konstruktif*. Edited by Sofia Yustiyani Suryandari. 3rd ed. Bandung: ALFABETA, 2021.
- Syamsul Haq Abadi, Muhammad. *'Aunul Ma'būd Syarhu Sunan Abī Dāwud*. Juz XI. Beirut: Darul Kutub Al-Ilmiyah, n.d.
- Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian Dan Antariksa*. Revisi. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013.
- Widowati, Asri. *Diktat Pendidikan Sains*. Yogyakarta, 2008.
- Yin, Robert K. *Case Study Research : Design and Methods / Robert K. Yin. Applied Social Research Methods Series: 5*, 2009.
- Yusufian, Hasan, and Ahmad Husain Sharifi. *Akal Dan Wahyu: Tentang Rasionalitas Dalam Ilmu, Agama, Dan Filsafat*. Jakarta: Sadra International Collage, 2011.

B. Jurnal

- Afida, Anisa Nur, Yuberti, and Mukarramah Mustari. "Matahari Dalam Perspektif Sains Dan Al-Qur'an." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2, no. 1 (2019).
- Beletskii, V. V., E. M. Levin, and D. Yu Pogorelov. "On the Problem of the Resonance Rotation of Venus. II." *American Institute of Physics* 25, no. 1 (1981): 110. https://www.researchgate.net/publication/234289675_On_the_Problem_of_the_Resonance_Rotation_of_Venus_II.
- Chowdury, Mesbahul Hoque, Muneer Ali Abdul Rab, Walid Mohd Said, Norzulaili Mohd Ghazali, Yuslina Mohamed, and Abdul Karim Toure. "Application of Modern Technology In the Study of Hadith and Its Sciences: A Case Study." *Advanced Science Letters* 23 (2017).
- Churchill, Lindsey, and Aaron V. Cicourel. "Method and Measurement in Sociology." *American Sociological Review* (1966).
- Hading. "Sejarah Pertumbuhan Dan Perkembangan Hadis." *Shaut al-'Arabiyah* 4, no. 2 (2016): 2. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/Shautul-Arabiyah/article/view/1222>.
- Ilmiah, Safinatul. *Bumi Dan Bola Langit*, n.d. https://www.academia.edu/31422267/BUMI_Dan_BOLA_LANGIT.
- Khusurur, Misbah, and Jaenal Arifin. "Mengenal Equation of Time, Mean Time, Universal Time, Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah." *Yudisia: Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam* 5, no. 1 (2014): 126.

- Ma, Xunzhou, and Zhen Xing Wu. "Do Sacred Texts Glorifying Allah Facilitate Muslims' Trust and Trustworthiness? Evidence from Field Experiments in China." *Journal of Behavioral and Experimental Economics* 83, no. September (2019): 101466. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2019.101466>.
- Malik, Adam, and Dadan Nurul Haq. *Penciptaan Alam Semesta Menurut Al-Quran Dan Teori Bigbang*. Bandung, 2016. <https://etheses.uinsgd.ac.id/14930/1/1>. HKI-Karya Tulis.pdf.
- Maulana, Luthfi. "Periodesasi Perkembangan Studi Hadits (Dari Tradisi Lisan/Tulisan Hingga Berbasis Digital)." *Esensia* 17, no. 1 (2016): 112. <http://ejournal.uin-suka.ac.id/ushuluddin/esensia>.
- Pacca, Igor G, Everton Frigo, and Gelvam A. Hartmann. "Possible Relationship between the Earth's Rotation Variations and Geomagnetic Field Reversals over the Past 510 Myr." *frontiers in Earth Science* (2015): 1.
- Raisal, Abu Yazid, Hariyadi Putraga, Hidayat Muhammad, and Rizkiyan Hadi. "Posisi Matahari Pada Saat Ekuinoks, Summer Soltice, Dan Winter Soltice Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara." *Riset dan Kajian Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2020): 35–41.
- Riza, Muhammad Himmatur, and Ahmad Izzuddin. "Pembaruan Kalender Masehi Delambre Dan Implikasinya Terhadap Jadwal Waktu Salat." *Ulil Albab: Jurna; Studi dan Penelitian Hukum Islam* 3, no. 2 (2020): 163.
- Sabda, Heru Juabdin. "Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Hadis." *Al-Tadzkiriyah: Jurnal Pendidikan Islam* 7 (2016): 103.
- Saifullah, M., Labibah A. Farah, and Juhanda Roesuldi. "Studi

Komparasi Sejarah Dan Aturan Kalender Tahun Masehi: Julian Dan Gregorian.” *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (2022): 65–77.

Da Silva, Leonia M. F. B., Ali Warsito, and Andreas Ch. Louk. “Analisa Komputasi Pergerakan Orbit Bumi Terhadap Matahari Berdasarkan Hukum Kepler Memanfaatkan Wolfram Mathematica.” *Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya* 4, no. 1 (2019).

Two, Jessica, and Martin Curtice. “The Islamic Faith and Best Interests.” *BJPsych Bulletin*, no. 43 (2019): 177. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/E43522EE17C2053A26D9CF9E3E9CC348/S2056469419000044a.pdf/div-class-title-the-islamic-faith-and-best-interests-div.pdf>.

Verhulst, Tobias G.W., and Stanimir M. Stankov. “Height-Dependent Sunrise and Sunset: Effects and Implications of the Varying Times of Occurrence for Local Ionospheric Processes and Modelling.” *Advances in Space Research* (2017): 1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117717303873>.

C. Skripsi dan Tesis

Had, Sholeh bin Che’. “Penafsiran Ayat Tentang Hari Kiamat Menurut Umar Sulaiman ’Abdullah Al-Asyqar.” UIN Ar-Raniry, 2018.

Hidayatullah, Ahmad Syarif. “Komparasi Algoritme Dekinasi Matahari Dan Equation of Time Dalam Buku Mekanika Benda Langit Dengan Buku Anfa’ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Sholat.” UIN Walisongo, 2017.

IS, Fadhilah. *Analisis Hadis-Hadis Asyath Al-Sa'ah Al-Sughra Wa Al-Kubrā (Kajian Tematik)*. Medan, 2021.

Rukmanasari. "Hari Kiamat Dalam Perspektif Al-Qur'an: Studi Terhadap Q.S. Al-Qari'ah/101." UIN Alauddin Makassar, 2013.

D. Artikel

Anugraha, Rinto. "Mengenal Equation of Time." *Eramuslim.Com*. Last modified 2010. Accessed April 19, 2023. <https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/mengenal-equation-of-time/>.

Butar-butar, Arwin Juli Rakhmadi. "Sejarah Kalender Masehi." *OIF UMSU*. Medan, 2019.

Franzen, Herald. "Why Venus Spins the Wrong Way." *Scientificamerican.Com*. Last modified 2001. Accessed June 9, 2023. <https://www.scientificamerican.com/article/why-venus-spins-the-wrong/>.

Harper, David. "A Brief History of the Calendar." *Obliquity.Com*. Last modified 1998. Accessed May 23, 2023. <https://www.obliquity.com/calendar/calendar.pdf>.

Longstaff, Alan. *Calendars from Around the World*. London: National Maritime Museum, 2005.

Milankovitch, Milutin. "Orbital Variations." *Earthobservatory.Nasa.Gov*. Last modified 2000. Accessed June 4, 2023. https://earthobservatory.nasa.gov/features/Milankovitch/milankovitch_2.php.

NASA. "All About That Tilt Sun & Seasons." *Earthobservatory.Nasa.Gov*. Last modified 2019. Accessed

June 4, 2023.
https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/eokids/wp-content/uploads/sites/6/2019/04/16_SunSeasons-508.pdf.

Ray, Claiborne C. “Planets Spinning the ‘Wrong’ Way.” *New York Times*. Last modified 2016. Accessed June 9, 2023. <https://www.nytimes.com/2016/10/18/science/planets-spinning-the-wrong-way.html#:~:text=An explanation for the backward,or flipped the planetary axis>.

Scherrer, Philip, and Deborah Scherre. “Soltice and Equinox (‘Suntrack’) Season Model.” Stanford: Stanford Solar Center, n.d.

Wiramihardja, Suhardja D., Endang Soegiartini, and Yayan Sugianto. *AS 2201 - Astronomi Bola*. Bandung, 2016. <https://www.as.itb.ac.id/baru/wp-content/uploads/2016/04/Asbol.pps>.

Zainuddin, Muhammad. “Al-Quran Dan Sains Modern.” *UIN Malik Ibrahim*. Last modified 2013. Accessed March 6, 2023. <https://uin-malang.ac.id/r/131101/al-qu-an-dan-sains-modern.html>.

E. Kamus dan Ensiklopedia

Kebudayaan, Kementerian Pendidikan. “Hasil Pencarian - KBBI Daring.” *Badan Pengembangan Dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 2016.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. “Kamus Besar Bahasa Indonesia.” Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, n.d.

F. Berita

AFP Thailand. “NASA Refutes It Confirmed the Possibility of the Sun Rising from West.” *Factcheck.Afp.Com*. Last modified 2017. Accessed June 11, 2023. <https://factcheck.afp.com/nasa-refutes-it-confirmed-possibility-sun-rising-west>.

Hanifah, Syifa. “CEK FAKTA: Viral NASA Prediksi Matahari Terbit Dari Barat, Simak Faktanya.” *Merdeka.Com*. Last modified 2022. Accessed March 20, 2023. <https://www.merdeka.com/cek-fakta/cek-fakta-viral-nasa-prediksi-matahari-terbit-dari-barat-simak-faktanya.html>.

Rakhmayanti Dewi, Intan. “Tanda Kiamat, Ini Kata NASA Soal Matahari Terbit Dari Barat.” *CNBC Indonesia*. Last modified 2023. Accessed March 20, 2023. <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20230221092644-37-415535/tanda-kiamat-ini-kata-nasa-soal-matahari-terbit-dari-barat>.

Suryo, Danang. “Tak Ada Hubungannya Dengan Kiamat, Ini Penjelasan Lapan Terkait Heboh Matahari Terbit Dari Utara.” *Kompas.Tv*. Last modified 2021. Accessed June 9, 2023. <https://www.kompas.tv/nasional/184966/tak-ada-hubungannya-dengan-kiamat-ini-penjelasan-lapan-terkait-heboh-matahari-terbit-dari-utara>.

“Video Matahari Terbit Dari Utara Hingga Gegerkan Warga Jeneponto, Ini Penjelasan BMKG.” *Indonesia: Tribunnews*, 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=vWp63E2CoTE>.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Contoh Perhitungan Waktu Hakiki

Contoh:

1. Diketahui sudut waktu matahari sebesar $+75^\circ$

$$WH = 12 + (+75^\circ : 15^\circ)$$

$$WH = 12 + 5$$

$$WH = 17.00$$

Jadi waktu hakiki ketika matahari memiliki sudut waktu bernilai $+75^\circ$ adalah pukul 17.00

2. Diketahui sudut waktu matahari sebesar -90°

$$WH = 12 + (-90^\circ : 15^\circ)$$

$$WH = 12 + (-6)$$

$$WH = 12 - 6$$

$$WH = 06.00$$

Jadi waktu hakiki ketika matahari memiliki sudut waktu bernilai -90° adalah pukul 06.00

B. Contoh Perhitungan Deklinasi

Contoh penggunaan rumus tersebut sebagai berikut: misalkan pada tanggal 22 Mei tahun 2020 data bujur ekliptika (θ) Matahari pada jam 12 UT menunjukkan besaran $61^\circ 51' 40''$ serta data kemiringan ekliptika (ϵ) menunjukkan angka $23^\circ 26' 12''$, maka untuk mencari nilai deklinasi pada waktu tersebut digunakan:

$$\sin \delta = \sin \epsilon \times \sin \theta$$

$$\sin \delta = \sin 23^{\circ}26'12'' \times \sin 61^{\circ}51'40''$$

$$\delta = \sin^{-1} (\sin 23^{\circ}26'12'' \times \sin 61^{\circ}51'40'')$$

$$\delta = 20^{\circ}31'54,13''$$

Maka, dengan rumus tersebut dapat diketahui bahwa nilai deklinasi pada pukul 12 UT tanggal 22 Mei 2020 bernilai sebesar $20^{\circ}31'54,13''$.

C. Contoh Perhitungan Waktu Terbit

Misalkan kita ingin mencari waktu terbit di Kota Semarang pada tanggal 29 Desember 2011 yang mempunyai data astronomis sebagai berikut:

$$\text{Ketinggian tempat (m)} = 200\text{m}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda) = 110^{\circ}24' \text{ BT}$$

$$\text{Bujur daerah/zona waktu } (\lambda^d) = 105^{\circ}$$

$$\text{Lintang tempat } (\varphi) = -7^{\circ}00' \text{ LS}$$

$$\text{Deklinasi matahari } (\delta) = -23^{\circ}14'44''$$

$$\text{Equation of time (e)} = -0^j 1^m 44^d$$

Dengan data tersebut, kita dapat mencari waktu terbit matahari pada tanggal 29 Desember 2011 dengan langkah-langkah sebagai berikut:¹⁸²

- a. Menentukan tinggi matahari pada saat terbit/terbenam
 - 1) **ku** = $0^{\circ} 1,76' \sqrt{m}$
 $ku = 0^{\circ} 1,76' \sqrt{200}$
 $ku = 0^{\circ} 24' 53.41''$

¹⁸² Ibid, 84-89.

- 2) $h_o \text{ terbit/terbenam} = - (\text{ref} + \text{sd} + \text{ku})$
- 3) $h_o \text{ terbit/terbenam} = - (0^\circ 34' + 0^\circ 16' + 0^\circ 24' 53.41'')$
- 4) $h_o \text{ terbit/terbenam} = - 1^\circ 14' 53.41''$
- b. Menentukan sudut waktu matahari pada saat terbit
 $\text{Cos } t_o = \sin h_o : \cos \varphi : \cos \delta - \tan \varphi \times \tan \delta$
 $\text{Cos } t_o = \cos^{-1} (\sin - 1^\circ 14' 53.41'' : \cos -7^\circ 00' : \cos -23^\circ 14' 44'' - \tan -7^\circ 00' \times \tan -23^\circ 14' 44'')$
 $t_o = - 94^\circ 23' 40,89''$
- c. Mengkonversi sudut waktu ke dalam satuan jam
 Untuk mengkonversi nilai sudut busur ke dalam satuan jam (waktu) kita dapat membaginya dengan ketetapan nilai 15, sehingga:
 $t_o = - 94^\circ 23' 40,89'' : 15$
 $t_o = - 6^j 17^m 34,73^d$
- d. Menambahkan nilai sudut waktu dengan nilai *meridian-pass* (waktu matahari berada pada meridian – kulminasi)
- 1) Mencari nilai *meridian pass* (MP)/ Waktu Hakiki Rata-rata (WH)
 Saat matahari mencapai titik kulminasi waktu matahari sebenarnya menunjukkan waktu 12 tepat, untuk menyesuaikannya dengan waktu rata-rata maka dibutuhkan koreksi waktu yang biasa dikenal dengan istilah *equation of time*, maka untuk mencari waktu meridian pass sesuai waktu rata-rata dapat digunakan persamaan:
 $MP = 12 - e$
 $MP = 12 - (-0^j 1^m 44^d)$
 $MP = 12^j 1^m 44^d$
- 2) Koreksi waktu hakiki ke waktu daerah
 Untuk menjadikan waktu hakiki ke dalam waktu daerah (waktu sesuai tempat tinggal/zona waktu) digunakan rumus:
 $WD = WH + ((\lambda^d - \lambda): 15)$
 $WD = 12^j 1^m 44^d + ((105^\circ - 110^\circ 24'): 15)$

$$WD = 12^j 1^m 44^d + ((-5^o 24'): 15)$$

$$WD = 12^j 1^m 44^d + (-0^j 21^m 36^d)$$

$$WD = 11^j 40^m 8^d$$

e. Menentukan waktu terbit

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

$$\text{Waktu Terbit} = 11^j 40^m 8^d + (-6^j 17^m 34,73^d)$$

$$\text{Waktu Terbit} = 05^j 22^m 33,27^d \text{ WIB}$$

D. Algoritma Perhitungan Excel Terkait Waktu dan Tanggal Terjadinya Ekuinoks

1. Algoritma perhitungan program excel berdasarkan algoritma Jean Meeus

Algoritma dan contoh perhitungan berikut disadur dari materi kelas NGONTAY (Ngobrol Santay) yang diampu oleh Fika Afhamul Fuscha dan Habib Tsuroya.

Data Pokok

- Tanggal = 28
- Bulan = Februari (2)
- Tahun = 2021
- Lintang Tempat (LT) = $06^{\circ} 48' LS$
- Bujur Tempat (BT) = $110^{\circ} 50' BT$
- Tinggi Tempat (TT) = 20
- Time Zone (TZ) = 7
- Jam UT = 12
- Ikhtiyath = 2 Menit

No	Fungsi	Keterangan	Rumus	Hasil
----	--------	------------	-------	-------

1	Koreksi Bulan dan Tahun	Jika bulan <3, maka bulan + 12 dan tahun – 1. Jika bulan >= 3, maka bulan dan tahun tetap.		Bulan = 14 Tahun = 2020
2	Koreksi Gregorius (B)	Jika tahun yang dihitung < 1524 maka nilai B = 0. Jika tahun >= 1524 maka rumus B adalah sebagai berikut:	$2 - \text{Int}(\text{Tahun} / 100) + \text{Int}(\text{Tahun} / 400)$	B = -13
3	Julian Datum		$\text{Int}(365,25 \times (\text{Tahun} + 4716)) + \text{Int}(30,6001 \times (\text{Bulan} + 1)) + \text{Tanggal} + \text{Jam} / 24 + B - 1524,5$	JD = 2459274
4	Julian Century (T)		$(\text{JD} - 2451545) / 36525$	T = 0,21160848733 744
5	Sun's Mean Anomaly (M)		$\text{Mod}((357,529 1092 + 35999,050290 9 \times T - 0,0001536 \times T^2 + T^3 /$	M = 55,23367996 42444

			$24490000) ; 360)$	
6	koreksi <i>Sun's Mean Anomaly</i> (C)		$(1,9146 - 0,004817 \times T - 0,000014 \times T^2) \times \sin(M) + (0,019993 - 0,000101 \times T) \times \sin(2 \times M) + 0,00029 \times \sin(3 \times M)$	C = 1,5907589 20043
7	<i>Sun's Mean Longitude</i> (L0)		$\text{Mod}((280,46645 + 36000,76983 \times T + 0,0003032 \times T^2) ; 360)$	L0 = 338,534910286 387
8	<i>Sun's True Longitude</i> (L)		$\text{Mods}((L0 + C) ; 360)$	L = 340,125669206 43

9	<i>Obliquity of Ecliptic</i> (Deklinasi Maksimal)		$23 + 26 / 60 + (21,448 - 46,815 \times T - 0,00059 \times T^2 + 0,001813 \times T^3) / 3600$	DMaks = 23,4365393 16507
10	<i>Sun Declination</i> (DM)		Sin DM = (Sin(L) x Sin(DMaks))	DM = - 7,77091645059 08
11	<i>Sun Semidiameter</i> (SDM)		0,267 / (1 - 0,017 x Cos(M))	SDM = 0,26961361366 2523
12	<i>Sun Right Ascention</i> (ARM)	Jika Bujur Matahari >180 maka Asensio Rekta Matahari adalah 360 – Asensio Rekta Matahari.	Cos ARM = (Cos(BM) / Cos(DM))	ARM = 341,651075 04751
13	<i>Equation Of Time</i> (EOT)	Jika Equation Of Time > 23 maka Equation Of Time adalah Equation Of Time – 24.	(L0 - Asensio Rekta Matahari) / 15	EOT = - 0,2077443174 08212

No	Fungsi	Keterangan	Rumus	Hasil
1	Dzuhur		$(12 - EOT + ((TZ * 15) - BT) / 15) + Ikhtiyah / 60$	Dzuhur = 11,8521887618527
2	<i>Irtifa' Ashar</i> (hashar)		$Cotan = (\tan(Abs (LT - DM)) + 1)$	hashar = 44,5185860630202
3	Ashar		$Dzuhur + \cos^{-1}(\sin(hAshar) / \cos(LT) / \cos(DM) - \tan(LT) \times \tan(DM)) / 15$	Ashar = 14,9097044858305
4	<i>Irtifa' Maghrib</i> (h)		$-(SDM + 0,575 + (1,76 / 60) \times \sqrt{TT})$	h = - 1,0520316028106
5	Maghrib		$Dzuhur + \cos^{-1}(\sin(h) / \cos(LT) / \cos(DM) - \tan(LT) \times \tan(DM)) / 15$	Maghrib = 17,9856555093307
6	Isya'		$Dzuhur + \cos^{-1}(\sin(-18) / \cos(LT) / \cos(DM) - \tan(LT) \times \tan(DM)) / 15$	Isya' = 19,1382433817151
7	Shubuh		$Dzuhur - \cos^{-1}(\sin(-20) / \cos(LT) / \cos(DM) - \tan(LT) \times \tan(DM)) / 15$	Shubuh = 4,42949508635839

8	Imsak		Shubuh – 10/60	Imsak = 4,26282841969 172
9	Terbit		(Dzuhur - $\text{Cos}^{-1}(\text{Sin}(h) / \text{Cos}(LT) / \text{Cos}(DM) - \text{Tan}(LT) \times \text{Tan}(DM)) / 15) - \text{Ikhtiyath} / 60 - 4 / 60$	Terbit = 5,61872201437 459

2. Sampel program Excel 10 tahun terakhir
 - a. Sampel program excel perhitungan *vernal equinox*
 - 1) 2013

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

Time Zone	Longitude	Latitude	Day	Hour	Minute	Second
7	110.3533333	04° 59' 00.00" S	13	10	0	0
8	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
9	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
10	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
11	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
12	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
13	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
14	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
15	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
16	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
17	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
18	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
19	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
20	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
21	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
22	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
23	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
24	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
25	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
26	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
27	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
28	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
29	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
30	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0
31	110.3533333	11° 20' 00.00" S	13	10	0	0

JAM	RA	Deklinasi	EoT	Irtifa'	Azimuth Matahari	Mizwah
17:25:00	020179206	00°00'00.171	-07:26	-2.210162201	250	43
17:38:00	0201198207	00°00'01.150	-07:26	-2.438490007	280	41
17:51:00	0200319146	00°00'01.140	-07:26	-2.706715013	310	40
17:58:00	0200419116	00°00'01.135	-07:26	-2.995990203	340	39
17:58:00	0200192794	00°00'04.121	-07:25	-3.018487671	360	38
18:00:00	0201386509	00°00'05.111	-07:25	-3.452388321	380	38
18:01:00	0200191908	00°00'05.099	-07:25	-3.6599610926	400	37

4) 2016

190226009 Muhammad Fajri Khoir Zain UAS Algortma Penirigaman - Excel

File Beranda Sisipan Tiba Letak Halaman Rumus Data Perincian lampiran Pengembangan Baruan Nitro Pro Beri tahu yang ingin Anda lakukan

Calibri 12 A A Font Perataan Angka

Performatan Formal sebagai Berangkat Gaya Sal

Sisipkan Hapus Utlukan & Imlukan Filter & Rllk Prupidat

B13 12:01:00 AM

Time Zone	Column	Row	Task	Start	End	Duration	Predecessors	Start	End	Arrah
Indonesia	08:00:00:000	02:00:00:00	110	20	0					
Indones	10:33:33:333	110:20:00:00	01	110	20	0				
Indones	21:42:42:422	71:27:31:17	11	21	25	21:27				
Indones	11:00:00:000	29:49:34:56	01	29	49	34:56				
Tanggal	20-Mar-16									
Waktu	11:20:00					11:30:00				
Interval	0:05:00									
Diambil	294	31								

JAM	RA	Deklinasi	EoT	Irida'	Azimuth Matahari	Mizwah
deg	deg	deg	menit	deg	deg	deg
11:17:00	-0.001037181	00:00:03.866	07:24	80.44019164	42	14
11:21:00	-0.006338421	00:00:00.878	07:24	80.62830314	42	22
11:22:00	-0.008908838	00:00:00.110	07:24	80.73248617	40	28
11:23:00	-0.010512124	00:00:00.188	07:24	80.85320666	38	41
11:24:00	-0.011593459	00:00:02.085	07:24	81.00941576	38	28
11:25:00	-0.012196266	00:00:03.014	07:24	81.20146917	37	21
11:26:00	-0.012372325	00:00:04.042	07:24	81.40994413	35	20
11:27:00	-0.012189918	00:00:05.180	07:24	81.58182188	34	27

Mizwah Idrwan Konversi Kalender Daftar Wilayah

8:55 PM 3/22/2016

5) 2017

190226009 Muhammad Fajri Khoir Zain UAS Algortma Penirigaman - Excel

File Beranda Sisipan Tiba Letak Halaman Rumus Data Perincian lampiran Pengembangan Baruan Nitro Pro Beri tahu yang ingin Anda lakukan

Calibri 11 A A Font Perataan Angka

Performatan Formal sebagai Berangkat Gaya Sal

Sisipkan Hapus Utlukan & Imlukan Filter & Rllk Prupidat

K19

Time Zone	Column	Row	Task	Start	End	Duration	Predecessors	Start	End	Arrah
Indonesia	08:00:00:000	02:00:00:00	110	20	0					
Indones	10:33:33:333	110:20:00:00	01	110	20	0				
Indones	21:42:42:422	71:27:31:17	11	21	25	21:27				
Indones	11:00:00:000	29:49:34:56	01	29	49	34:56				
Tanggal	20-Mar-17									
Waktu	11:20:00					11:30:00				
Interval	0:05:00									
Diambil	294	31								

JAM	RA	Deklinasi	EoT	Irida'	Azimuth Matahari	Mizwah
deg	deg	deg	menit	deg	deg	deg
17:10:00	-0.007851011	00:00:00.899	07:24	8.950023567	271	6
17:11:00	-0.008771760	00:00:01.099	07:24	8.201617943	271	4
17:12:00	-0.009584836	00:00:01.077	07:24	8.455549824	271	2
17:13:00	-0.009916174	00:00:02.565	07:24	8.208459414	271	0
17:14:00	-0.005118621	00:00:01.053	07:24	7.997366277	270	88
17:15:00	-0.004885561	00:00:01.041	07:24	7.709013668	270	86
17:16:00	-0.004874742	00:00:01.079	07:24	7.4810874319	270	80
17:17:00	-0.003149381	00:00:00.037	07:24	7.122675243	270	83
17:18:00	0.002119625	00:00:00.005	07:24	6.766874992	270	81

Mizwah Idrwan Konversi Kalender Daftar Wilayah

8:52 PM 3/22/2016

6) 2018

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "190226009 Muhammad Faji Khalil Zain UAS Algortma Penanggalan - Excel". The spreadsheet displays a calendar for the month of March 2018. The columns represent the days of the week (Rah, Sen, Sen, Sab, Ahad, Sen, Sen) and the rows represent the dates (1 to 31). The spreadsheet includes various data points such as prayer times (Sunat, Subuh, Dhuha, Ashur, Magrib, Isya) and astronomical data (JAM, RA, Dekl, EoT, Irirah, Asmuth Matarahi, Mizwah). The interface shows the Microsoft Excel ribbon with tabs for File, Beranda, Sisipan, and others.

7) 2019

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "190226009 Muhammad Faji Khalil Zain UAS Algortma Penanggalan - Excel". The spreadsheet displays a calendar for the month of March 2019. The columns represent the days of the week (Sen, Sen, Sab, Ahad, Sen, Sen, Sab) and the rows represent the dates (1 to 31). The spreadsheet includes various data points such as prayer times (Sunat, Subuh, Dhuha, Ashur, Magrib, Isya) and astronomical data (JAM, RA, Dekl, EoT, Irirah, Asmuth Matarahi, Mizwah). The interface shows the Microsoft Excel ribbon with tabs for File, Home, Insert, and others.

8) 2020

190206009 Muhammad Fajri Kholil Zain UAS Algoritma Penanggalan - Excel

File Beranda Sisipan Tabs Letak Halaman Rumus Data Perolehan Lembaran Pengembangan Barisan Nitro Pro ? Tell me what you want to do

Calibri 12 A A Font Styles Paragraph Alignment Conditional Formatting Styles Cell Styles Invert Delete Format Sort & Find & Filter & Filter

Performatan Format sebagai Beragam Gaya Sal

Siapkan Hapus Uraikan & Imlakukan Filter & Filter Prinsipkan

B13 12:01:00 AM

u.b. Muhammad Fajri Kholil Zain (190206009)

JAM	RA	Dahk	EoT	IRIH'	Azimuth Matahari	Mizwah	Beas Azimuth	Sada amarah 2	Distansi
17	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
18	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
19	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
20	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
21	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
22	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
23	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
24	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
25	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
26	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
27	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00
28	18:00:00	-0.00114872	-0.00027422	0.00000000	48.80000000	0.00	0.00	0.00	0.00

Mizwah Ibtisama Konversi Kalender Daftar Wilayah

11:32 AM 5/22/2021

9) 2021

190206009 Muhammad Fajri Kholil Zain UAS Algoritma Penanggalan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nitro Pro ? Tell me what you want to do

Calibri 12 A A Font Styles Paragraph Alignment Conditional Formatting Styles Cell Styles Invert Delete Format Sort & Find & Filter & Filter

Performatan Format sebagai Beragam Gaya Sal

Siapkan Hapus Uraikan & Imlakukan Filter & Filter Prinsipkan

B13 12:01:00 AM

u.b. Muhammad Fajri Kholil Zain (190206009)

JAM	RA	Dahk	EoT	IRIH'	Azimuth Matahari	Mizwah	Beas Azimuth	Sada amarah 2	Distansi
17	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
18	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
19	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
20	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
21	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
22	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
23	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
24	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
25	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
26	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
27	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00
28	18:00:00	-0.01071546	-0.00000000	0.00000000	20.00188558	272.5580977	272.5580977	0.00	0.00

Mizwah Ibtisama Konversi Kalender Daftar Wilayah

11:42 PM 6/16/2022

10) 2022

Time Zone	Lintang	Bujur	HA	HA	Langsat	Waktu	Interval	Dilihat
-8.991538113	110.5841472	21.42254722	93.82826667	21.29	21.37	21.30	22.00	294

JAM	RA	Decl.	EoT	Iritih'	Azimuth Matahari	Miwah
19	22.15.00	-0.009173501	020'00.01.005	-07.23	-66.25355853	253.603.677
20	22.16.00	-0.009087048	020'00.01.11.7	-07.23	-66.49186067	251.8344.028
21	22.17.00	-0.008997008	020'00.01.23.1	-07.23	-66.7299492	251.0218471
22	22.18.00	-0.008903977	020'00.01.35.9	-07.23	-68.96768585	254.2253073
23	22.19.00	-0.008808106	020'00.01.48.7	-07.23	-67.20237745	253.0252992
24	22.20.00	-0.008709754	020'00.01.58.5	-07.23	-65.45232417	254.8210991
25	22.21.00	-0.008609448	020'00.02.10.3	-07.23	-63.71976788	252.6717600
26	22.22.00	-0.008507577	020'00.02.23.1	-07.23	-62.01599077	252.4002395
27	22.23.00	-0.008404640	020'00.02.36.9	-07.23	-60.33311011	254.1883374

11) 2023

Time Zone	Lintang	Bujur	HA	HA	Langsat	Waktu	Interval	Dilihat
-8.991538113	110.5841472	21.42254722	93.82826667	21.29	21.37	21.30	22.00	294

JAM	RA	Decl.	EoT	Iritih'	Azimuth Matahari	Miwah
19	4.00.00	-0.010990508	020'00.01.97.9	-07.24	-26.28739502	35.7823527
20	4.01.00	-0.010881611	020'00.01.04.1	-07.24	-26.08056844	35.48012608
21	4.02.00	-0.00974271	020'00.01.00.0	-07.24	25.79316005	35.40232140
22	4.03.00	-0.00951168	020'00.01.01.5	-07.24	-25.54479762	35.58463292
23	4.04.00	-0.009248048	020'00.01.02.7	-07.24	-25.29205061	35.32069078
24	4.05.00	-0.007824931	020'00.01.03.9	-07.24	-25.03022413	35.28919392
25	4.06.00	-0.007191916	020'00.01.04.9	-07.24	-24.80176275	35.17517425
26	4.07.00	-0.006528906	020'00.01.05.7	-07.24	-24.52238151	35.21446555
27	4.08.00	-0.005725501	020'00.01.06.2	-07.24	-24.50064596	35.17729266

b. Sampel program excel perhitungan *autumnal equinox*

1) 2013

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "1902246009 Muhammad Fajri Kholidi Zan UNS Algoritma Perhitungan - Excel". The spreadsheet is used for astronomical calculations. The top section contains input fields for various parameters:

- Time Zone:** 7
- Ulangan:** 4.991536111
- Bulan:** 130.4861467
- IM:** 21.29 21.29 21.29
- RMT:** 39.8242662
- Tanggal:** 22.09.13
- Waktu:** 9.00.00
- Interval:** 0.0100
- Deklarasi:** 204

Below these inputs, there is a table with columns: **JAM**, **RA**, **Dekl**, **EoT**, **Iritsa'**, **Azimuth Matahari**, and **Mizwah**. The table contains numerical data and checkmarks in the rightmost column.

2) 2014

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "1902246009 Muhammad Fajri Kholidi Zan UNS Algoritma Perhitungan - Excel". The spreadsheet is used for astronomical calculations. The top section contains input fields for various parameters:

- Time Zone:** 7
- Ulangan:** 4.991536111
- Bulan:** 130.4861467
- IM:** 21.29 21.29 21.29
- RMT:** 39.8242662
- Tanggal:** 22.09.14
- Waktu:** 9.00.00
- Interval:** 0.0100
- Deklarasi:** 204

Below these inputs, there is a table with columns: **JAM**, **RA**, **Dekl**, **EoT**, **Iritsa'**, **Azimuth Matahari**, and **Mizwah**. The table contains numerical data and checkmarks in the rightmost column.

5) 2017

1922246029 Muhammad Iqbal Khilif Zain UAS Algortima Pengiraan - Excel

File Beranda Sisipan Mula Letak Halaman Rujukan Data Perincian Tampilan Pengembang Barisan Nibbi Pro Beritahu yang ingin Anda lakukan

Calibri Font Size: 12, Bold, Italic, Underline, Paragraph, Styles, Conditional Formatting, Cell Styles, Insert, Delete Format, Sort & Find, Filter & Select

12:01:00 AM

Time Zone	RA	Deklinasi	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah	
17	JAM	RA	Deklinasi	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah
18	17:00	-0.01019654	00°00'03.477 07:30	menit	-11.16598751	262	82°48'19.228
19	17:30	-0.00911484	00°00'02.048 07:30	menit	-40.91910071	262	82°48'14.189
20	18:00	-0.00820004	00°00'01.218 07:30	menit	-45.07228978	262	82°48'12.172
21	18:30	-0.00748304	00°00'00.558 07:30	menit	-49.22490508	262	82°48'12.142
22	19:00	-0.00686516	00°00'00.415 07:30	menit	-53.37694501	262	82°48'13.061
23	19:30	-0.00634567	00°00'01.148 07:30	menit	-57.52855504	262	82°48'15.068
24	20:00	-0.00592460	00°00'02.041 07:30	menit	-61.680441724	262	82°48'18.007
25	20:30	-0.00560238	00°00'03.134 07:30	menit	-65.83216325	262	82°48'21.988
26	21:00	-0.00537928	00°00'04.337 07:30	menit	-69.98449484	262	82°48'26.912

1922246029 Muhammad Iqbal Khilif Zain UAS Algortima Pengiraan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nibbi Pro Tell me what you want to do

Calibri Font Size: 12, Bold, Italic, Underline, Paragraph, Styles, Conditional Formatting, Cell Styles, Insert, Delete Format, Sort & Find, Filter & Select

12:01:00 AM

Time Zone	RA	Deklinasi	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah	
17	JAM	RA	Deklinasi <td>EoT</td> <td>IRIS'</td> <td>Azimuth Matahari</td> <td>Mizwah</td>	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah
18	17:00	-0.01019654	00°00'03.477 07:30	menit	-11.16598751	262	82°48'19.228
19	17:30	-0.00911484	00°00'02.048 07:30	menit	-40.91910071	262	82°48'14.189
20	18:00	-0.00820004	00°00'01.218 07:30	menit	-45.07228978	262	82°48'12.172
21	18:30	-0.00748304	00°00'00.558 07:30	menit	-49.22490508	262	82°48'12.142
22	19:00	-0.00686516	00°00'00.415 07:30	menit	-53.37694501	262	82°48'13.061
23	19:30	-0.00634567	00°00'01.148 07:30	menit	-57.52855504	262	82°48'15.068
24	20:00	-0.00592460	00°00'02.041 07:30	menit	-61.680441724	262	82°48'18.007
25	20:30	-0.00560238	00°00'03.134 07:30	menit	-65.83216325	262	82°48'21.988
26	21:00	-0.00537928	00°00'04.337 07:30	menit	-69.98449484	262	82°48'26.912

6) 2018

1922246029 Muhammad Iqbal Khilif Zain UAS Algortima Pengiraan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nibbi Pro Tell me what you want to do

Calibri Font Size: 12, Bold, Italic, Underline, Paragraph, Styles, Conditional Formatting, Cell Styles, Insert, Delete Format, Sort & Find, Filter & Select

12:01:00 AM

Time Zone	RA	Deklinasi	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah	
17	JAM	RA	Deklinasi <th>EoT</th> <th>IRIS'</th> <th>Azimuth Matahari</th> <th>Mizwah</th>	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah
18	17:00	-0.01019654	00°00'03.477 07:30	menit	-11.16598751	262	82°48'19.228
19	17:30	-0.00911484	00°00'02.048 07:30	menit	-40.91910071	262	82°48'14.189
20	18:00	-0.00820004	00°00'01.218 07:30	menit	-45.07228978	262	82°48'12.172
21	18:30	-0.00748304	00°00'00.558 07:30	menit	-49.22490508	262	82°48'12.142
22	19:00	-0.00686516	00°00'00.415 07:30	menit	-53.37694501	262	82°48'13.061
23	19:30	-0.00634567	00°00'01.148 07:30	menit	-57.52855504	262	82°48'15.068
24	20:00	-0.00592460	00°00'02.041 07:30	menit	-61.680441724	262	82°48'18.007
25	20:30	-0.00560238	00°00'03.134 07:30	menit	-65.83216325	262	82°48'21.988
26	21:00	-0.00537928	00°00'04.337 07:30	menit	-69.98449484	262	82°48'26.912

1922246029 Muhammad Iqbal Khilif Zain UAS Algortima Pengiraan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nibbi Pro Tell me what you want to do

Calibri Font Size: 12, Bold, Italic, Underline, Paragraph, Styles, Conditional Formatting, Cell Styles, Insert, Delete Format, Sort & Find, Filter & Select

12:01:00 AM

Time Zone	RA	Deklinasi	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah	
17	JAM	RA	Deklinasi <th>EoT</th> <th>IRIS'</th> <th>Azimuth Matahari</th> <th>Mizwah</th>	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah
18	17:00	-0.01019654	00°00'03.477 07:30	menit	-11.16598751	262	82°48'19.228
19	17:30	-0.00911484	00°00'02.048 07:30	menit	-40.91910071	262	82°48'14.189
20	18:00	-0.00820004	00°00'01.218 07:30	menit	-45.07228978	262	82°48'12.172
21	18:30	-0.00748304	00°00'00.558 07:30	menit	-49.22490508	262	82°48'12.142
22	19:00	-0.00686516	00°00'00.415 07:30	menit	-53.37694501	262	82°48'13.061
23	19:30	-0.00634567	00°00'01.148 07:30	menit	-57.52855504	262	82°48'15.068
24	20:00	-0.00592460	00°00'02.041 07:30	menit	-61.680441724	262	82°48'18.007
25	20:30	-0.00560238	00°00'03.134 07:30	menit	-65.83216325	262	82°48'21.988
26	21:00	-0.00537928	00°00'04.337 07:30	menit	-69.98449484	262	82°48'26.912

11) 2023

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet titled "1922040209 Muhammad Tajul Kholid Zan UIN Walisongo - Excel". The spreadsheet is organized into several sections:

- Time Zone Section (Rows 4-16):** Lists time zones and their corresponding coordinates.

Time Zone	Longitude	Latitude
Indonesia	-8.91913611	-86.9729330
Belur	110.5481472	110.2783330
MT	21.42254722	21.25211710
Mal	10.82626667	10.99393333
Tanggal	22-Sep-23	
Waktu	18:30:00	18:05:00
Isiawal	2018	
Dibuat	294	31
- Coordinate and Astronomical Data Section (Rows 17-27):** Contains columns for JAM, RA, Decl, EoT, IRIS, Azimuth Matahari, and Mizwah.

JAM	RA	Decl	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah	
18	11:35:00	-0.0100034	00'00" 1.643	07:30	58.2141379	281.2723361	191
19	11:36:00	-0.0091876	00'00" 1.420	07:30	58.3969101	281.27148736	191
20	11:37:00	-0.0083720	00'00" 1.497	07:30	57.8375465	281.2712434	191
21	11:38:00	-0.0075564	00'00" 1.524	07:30	57.55917537	281.2682177	191
22	11:39:00	-0.0067408	00'00" 1.551	07:30	57.2556725	281.2648078	191
23	11:40:00	-0.0059252	00'00" 1.622	07:30	57.1207820	281.2592921	190
24	11:41:00	-0.0051096	00'00" 1.695	07:30	56.8644041	281.2524671	190
25	11:42:00	-0.0042940	00'00" 1.768	07:30	56.6484603	281.2432448	190
26	11:43:00	-0.0034784	00'00" 1.841	07:30	56.5250404	281.2328125	190
- Mizwah Section (Rows 28-31):** Contains columns for RA, Decl, EoT, IRIS, Azimuth Matahari, and Mizwah.

RA	Decl	EoT	IRIS'	Azimuth Matahari	Mizwah		
28	11:35:00	-0.0100034	00'00" 1.643	07:30	58.2141379	281.2723361	191
29	11:36:00	-0.0091876	00'00" 1.420	07:30	58.3969101	281.27148736	191
30	11:37:00	-0.0083720	00'00" 1.497	07:30	57.8375465	281.2712434	191
31	11:38:00	-0.0075564	00'00" 1.524	07:30	57.55917537	281.2682177	191

c. Sampel program excel perhitungan waktu terbit pada saat *vernal equinox*

1) 2013

Tanggal	Waktu Terbit
3/20/2013	05:41:32
3/21/2013	05:41:26
3/22/2013	05:41:20
3/23/2013	05:41:13
3/24/2013	05:41:07
3/25/2013	05:41:00
3/26/2013	05:40:54
3/27/2013	05:40:47

2) 2014

Tanggal	Waktu Terbit
3/20/2014	05:43:00
3/21/2014	05:41:26
3/22/2014	05:41:21
3/23/2014	05:41:13
3/24/2014	05:41:09
3/25/2014	05:41:03
3/26/2014	05:40:55
3/27/2014	05:40:49

5) 2017

Daerah Semarang													
4	LT	4	59	30.45	LS	6.991791607	Tanggal	Waktu Terbit					
5	GT	110	20	53.32	GT	110.3461444	3/20/2017	05:41:32					
6	JAM UT	17					3/21/2017	05:41:26					
7	TT	86.258					3/22/2017	05:41:20					
8	TZ	0					3/23/2017	05:41:13					
9	INTYAT	0					3/24/2017	05:41:07					
10	IGL	20					3/25/2017	05:41:00					
11	BLN	3					3/26/2017	05:40:53					
12	THN	2017					3/27/2017	05:40:47					
14	Bijryah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korek	
15	1		3/20/2017	20	3	2017	3	2017	-13	2457833	0.172156057	74.98367629	1.1
16	2		3/22/2017	21	3	2017	3	2017	-13	2457834	0.172158336	75.96927637	1.1
17	3		3/23/2017	22	3	2017	3	2017	-13	2457835	0.172110815	76.95487685	1.1
18	4		3/23/2017	23	3	2017	3	2017	-13	2457836	0.172238193	77.94047713	1.1
19	5		3/24/2017	24	3	2017	3	2017	-13	2457837	0.172265572	78.92607741	1.1

6) 2018

Daerah Semarang													
4	LT	4	59	30.45	LS	6.991791607	Tanggal	Waktu Terbit					
5	GT	110	20	53.32	GT	110.3461444	3/20/2018	05:42:46					
6	JAM UT	17					3/21/2018	05:41:27					
7	TT	86.258					3/22/2018	05:41:21					
8	TZ	0					3/23/2018	05:41:15					
9	INTYAT	0					3/24/2018	05:41:08					
10	IGL	20					3/25/2018	05:41:02					
11	BLN	3					3/26/2018	05:40:55					
12	THN	2018					3/27/2018	05:40:48					
14	Bijryah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korek	
15	1		3/20/2018	20	3	2018	3	2018	-13	2458198	0.182149213	74.72777838	1.1
16	2		3/22/2018	21	3	2018	3	2018	-13	2458199	0.182176591	75.71337866	1.1
17	3		3/23/2018	22	3	2018	3	2018	-13	2458200	0.18220397	76.69897914	1.1
18	4		3/23/2018	23	3	2018	3	2018	-13	2458201	0.182231348	77.68457942	1.1
19	5		3/24/2018	24	3	2018	3	2018	-13	2458202	0.182258727	78.6701797	1.1

7) 2019

Daerah Semarang												
4	LT	110	59	30.45	LS	6.991791667	Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	GT	110.3461444	3/21/2019	05:41:20				
6	JAM UT						3/22/2019	05:41:23				
7	TT	86.258					3/23/2019	05:41:16				
8	TT						3/24/2019	05:41:10				
9	INTIYAT	0					3/25/2019	05:41:03				
10	IGL	21					3/26/2019	05:40:57				
11	BLN	3					3/27/2019	05:40:50				
12	THN	2019					3/28/2019	05:40:43				

Bijryah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Korek)	
15	1	3/21/2019	21	3	2019	3	2019	-13	2458564	0.192189747	75.45748113	1.1
16	2	3/22/2019	22	3	2019	3	2019	-13	2458565	0.192197225	75.448308141	1.1
17	3	3/23/2019	23	3	2019	3	2019	-13	2458566	0.192224504	77.42868186	1.1
18	4	3/24/2019	24	3	2019	3	2019	-13	2458567	0.192251882	78.41428197	1.1
19	5	3/25/2019	25	3	2019	3	2019	-13	2458568	0.192279261	79.39882825	1.1

8) 2020

Daerah Semarang												
4	LT	110	59	30.45	LS	6.991791667	Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	GT	110.3461444	3/20/2020	05:41:30				
6	JAM UT						3/21/2020	05:41:24				
7	TT	86.258					3/22/2020	05:41:18				
8	TT						3/23/2020	05:41:11				
9	INTIYAT	0					3/24/2020	05:41:05				
10	IGL	20					3/25/2020	05:40:58				
11	BLN	3					3/26/2020	05:40:52				
12	THN	2020					3/27/2020	05:40:45				

Bijryah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Korek)	
15	1	3/20/2020	20	3	2020	3	2020	-13	2458929	0.202163502	75.20158336	1.1
16	2	3/21/2020	21	3	2020	3	2020	-13	2458930	0.202190281	75.18718364	1.1
17	3	3/22/2020	22	3	2020	3	2020	-13	2458931	0.202176559	77.17278392	1.1
18	4	3/23/2020	23	3	2020	3	2020	-13	2458932	0.202245038	78.15838442	1.1
19	5	3/24/2020	24	3	2020	3	2020	-13	2458933	0.202272316	79.14398448	1.1

9) 2021

Hijriyah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Koreksi)	
15	1	3/20/2021	20	3	2021	3	2021	-13	2459294	0.212156057	74.94588536	1.8
16	2	3/22/2021	21	3	2021	3	2021	-13	2459295	0.212158336	75.93228584	1.8
17	3	3/23/2021	22	3	2021	3	2021	-13	2459296	0.212110815	76.91688612	1.8
18	4	3/23/2021	23	3	2021	3	2021	-13	2459297	0.212238193	77.90288614	1.8
19	5	3/24/2021	24	3	2021	3	2021	-13	2459298	0.212265572	78.88808668	1.8

10) 2022

Hijriyah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Koreksi)	
15	1	3/20/2022	20	3	2022	3	2022	-13	2459659	0.222149213	74.68978774	1.8
16	2	3/22/2022	21	3	2022	3	2022	-13	2459660	0.222176591	75.67538802	1.8
17	3	3/23/2022	22	3	2022	3	2022	-13	2459661	0.22220397	76.6609883	1.8
18	4	3/23/2022	23	3	2022	3	2022	-13	2459662	0.222231348	77.64658858	1.8
19	5	3/24/2022	24	3	2022	3	2022	-13	2459663	0.222258727	78.63218886	1.8

11) 2023

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Hijriyah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korek)	
15	1	3/21/2023	21	3	2023	3	2023	-13	2460025	0.232189747	75.41849016	1.8
16	2	3/22/2023	22	3	2023	3	2023	-13	2460026	0.232197125	76.40590044	1.8
17	3	3/23/2023	23	3	2023	3	2023	-13	2460027	0.232245404	77.39696072	1.8
18	4	3/24/2023	24	3	2023	3	2023	-13	2460028	0.232251882	78.376291	1.8
19	5	3/25/2023	25	3	2023	3	2023	-13	2460029	0.232279261	79.36189128	1.8

Daerah Semarang				Tanggal	Waktu Terbit		
4	LT	4	59 30.43	LS	6.991791667	3/21/2023	05:41:28
5	GT	110	20 53.32	GT	110.3461444	3/22/2023	05:41:22
6	JAM UT	17				3/23/2023	05:41:16
7	TT	86.258				3/24/2023	05:41:09
8	ITZ	7				3/25/2023	05:41:03
9	HTIYAT	0				3/26/2023	05:40:56
10	TGL	21				3/27/2023	05:40:50
11	BLN	3				3/28/2023	05:40:43
12	TIN	2023					

d. Sampel program excel perhitungan waktu terbit pada saat *autumnal equinox*

1) 2013

Hijriyah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Koreksi)	
15	1	9/23/2013	23	9	2013	9	2013	-13	2456559	0.13775838	259.328919	-1.1
16	2	9/24/2013	24	9	2013	9	2013	-13	2456560	0.137303217	260.3145193	-1.1
17	3	9/25/2013	25	9	2013	9	2013	-13	2456561	0.137330595	261.3001196	-1.1
18	4	9/26/2013	26	9	2013	9	2013	-13	2456562	0.137357974	262.2857198	-1.1
19	5	9/27/2013	27	9	2013	9	2013	-13	2456563	0.137385352	263.2713201	-1.1

2) 2014

Hijriyah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Koreksi)	
15	1	9/23/2014	23	9	2014	9	2014	-13	2456824	0.147388994	259.0730214	-1.1
16	2	9/24/2014	24	9	2014	9	2014	-13	2456825	0.147296372	260.0586217	-1.1
17	3	9/25/2014	25	9	2014	9	2014	-13	2456826	0.147333751	261.0442219	-1.1
18	4	9/26/2014	26	9	2014	9	2014	-13	2456827	0.147351219	262.0298222	-1.1
19	5	9/27/2014	27	9	2014	9	2014	-13	2456828	0.147378608	263.0154225	-1.1

3) 2015

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
2													
3													
4	LT	0	59	20.45	LS	6.991791567		Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	BT	110.3481444		9/23/2015	05:25:25				
6	JAM UT	12						9/24/2015	05:17:42				
7	TT	86.258						9/25/2015	05:09:58				
8	TTZ	7						9/26/2015	05:02:14				
9	INTIYAT	0						9/27/2015	04:54:30				
10	TGL	23						9/28/2015	04:46:45				
11	BLN	9						9/29/2015	04:39:01				
12	THN	2015						9/30/2015	04:31:16				
13													
14	Bijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Kora	
15	1		9/23/2015	23	9	2015	9	2015	-13	2457288	0.157262349	258.8171238	-1.8
16	2		9/24/2015	24	9	2015	9	2015	-13	2457300	0.157269538	259.8022741	-1.8
17	3		9/25/2015	25	9	2015	9	2015	-13	2457291	0.157316906	260.7888243	-1.8
18	4		9/26/2015	26	9	2015	9	2015	-13	2457292	0.157344285	261.7739246	-1.8
19	5		9/27/2015	27	9	2015	9	2015	-13	2457293	0.157371663	262.7590249	-1.8

4) 2016

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
2													
3													
4	LT	0	59	20.45	LS	6.991791567		Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	BT	110.3481444		9/22/2016	05:26:41				
6	JAM UT	12						9/23/2016	05:19:34				
7	TT	86.258						9/24/2016	05:11:50				
8	TTZ	7						9/25/2016	05:04:06				
9	INTIYAT	0						9/26/2016	04:56:22				
10	TGL	22						9/27/2016	04:48:38				
11	BLN	9						9/28/2016	04:40:53				
12	THN	2016						9/29/2016	04:33:09				
13													
14	Bijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Kora	
15	1		9/22/2016	22	9	2016	9	2016	-13	2457654	0.167255805	258.5612761	-1.8
16	2		9/23/2016	23	9	2016	9	2016	-13	2457655	0.167262993	259.5460264	-1.8
17	3		9/24/2016	24	9	2016	9	2016	-13	2457656	0.167310062	260.5308267	-1.8
18	4		9/25/2016	25	9	2016	9	2016	-13	2457657	0.16733744	261.515827	-1.8
19	5		9/26/2016	26	9	2016	9	2016	-13	2457658	0.167304819	262.5008272	-1.8

5) 2017

Daerah Semarang												
4	LT	0	59	20.45	LS	6.991791567	Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	BT	110.3481444	9/23/2017	05:21:26				
6	JAM UT	12					9/24/2017	05:13:42				
7	TT	86.258					9/25/2017	05:05:59				
8	TTZ	7					9/26/2017	04:58:15				
9	INTIYAT	0					9/27/2017	04:50:30				
10	TGL	23					9/28/2017	04:42:46				
11	BLN	9					9/29/2017	04:35:01				
12	THN	2017					9/30/2017	04:27:16				
13	Bijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Korea)
15	1	9/23/2017	23	9	2017	9	2017	-13	2458020	0.177275838	258.2909287	-1.1
16	2	9/24/2017	24	9	2017	9	2017	-13	2458021	0.177301317	260.2765209	-1.4
17	3	9/25/2017	25	9	2017	9	2017	-13	2458022	0.177330995	261.2612993	-1.8
18	4	9/26/2017	26	9	2017	9	2017	-13	2458023	0.177379794	262.2477295	-1.8
19	5	9/27/2017	27	9	2017	9	2017	-13	2458024	0.177388352	263.2332998	-1.8

6) 2018

Daerah Semarang												
4	LT	0	59	20.45	LS	6.991791567	Tanggal	Waktu Terbit				
5	GT	110	20	53.32	BT	110.3481444	9/23/2018	05:23:18				
6	JAM UT	12					9/24/2018	05:15:35				
7	TT	86.258					9/25/2018	05:07:51				
8	TTZ	7					9/26/2018	05:00:07				
9	INTIYAT	0					9/27/2018	04:52:23				
10	TGL	23					9/28/2018	04:44:38				
11	BLN	9					9/29/2018	04:36:54				
12	THN	2018					9/30/2018	04:29:09				
13	Bijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomali)	C (Korea)
15	1	9/23/2018	23	9	2018	9	2018	-13	2458385	0.187268994	259.050511	-1.1
16	2	9/24/2018	24	9	2018	9	2018	-13	2458386	0.187296372	260.0260313	-1.4
17	3	9/25/2018	25	9	2018	9	2018	-13	2458387	0.187323751	261.0062115	-1.8
18	4	9/26/2018	26	9	2018	9	2018	-13	2458388	0.187351129	261.9918118	-1.8
19	5	9/27/2018	27	9	2018	9	2018	-13	2458389	0.187378508	262.9774221	-1.8

7) 2019

Hijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korea)	
1	1	9/23/2019	23	9	2019	9	2019	-13	2458750	0.197202149	298.7791532	-1.8
2	2	9/24/2019	24	9	2019	9	2019	-13	2458751	0.197209528	299.7647935	-1.8
3	3	9/25/2019	25	9	2019	9	2019	-13	2458752	0.197316906	260.7503338	-1.8
4	4	9/26/2019	26	9	2019	9	2019	-13	2458753	0.197344285	261.7359341	-1.8
5	5	9/27/2019	27	9	2019	9	2019	-13	2458754	0.197371663	262.7215344	-1.8

8) 2020

Hijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korea)	
1	1	9/22/2020	22	9	2020	9	2020	-13	2459110	0.207255805	298.5232534	-1.8
2	2	9/23/2020	23	9	2020	9	2020	-13	2459111	0.207324683	299.5088537	-1.8
3	3	9/24/2020	24	9	2020	9	2020	-13	2459117	0.207310662	260.4946336	-1.8
4	4	9/25/2020	25	9	2020	9	2020	-13	2459118	0.207337744	261.4800363	-1.8
5	5	9/26/2020	26	9	2020	9	2020	-13	2459119	0.207304819	262.4654366	-1.8

9) 2021

Daerah Semarang	Julian Day	Julian Century	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korea)
4 LT	6.991791567	9/23/2021	05:21:11	-1.8
5 GT	110	9/24/2021	05:13:28	-1.8
6 JAM UT	12	9/25/2021	05:05:44	-1.8
7 TT	86.258	9/26/2021	04:58:00	-1.8
8 TZ	7	9/27/2021	04:50:16	-1.8
9 INTIYAT	0	9/28/2021	04:42:31	-1.8
10 TGL	23	9/29/2021	04:34:46	-1.8
11 BLN	9	9/30/2021	04:27:01	-1.8
12 THN	2021			

10) 2022

Daerah Semarang	Julian Day	Julian Century	M (Sun Mean Anomaly)	C (Korea)
4 LT	6.991791567	9/23/2022	05:23:04	-1.8
5 GT	110	9/24/2022	05:15:20	-1.8
6 JAM UT	12	9/25/2022	05:07:36	-1.8
7 TT	86.258	9/26/2022	04:59:52	-1.8
8 TZ	7	9/27/2022	04:52:08	-1.8
9 INTIYAT	0	9/28/2022	04:44:24	-1.8
10 TGL	23	9/29/2022	04:36:39	-1.8
11 BLN	9	9/30/2022	04:28:54	-1.8
12 THN	2022			

11) 2023

Hijrah	Masehi	Tanggal	Bulan	Tahun	Koreksi Bulan	Koreksi Tahun	Koreksi Gregorian	Julian Day	T (Julian Century)	M (Sun Mean Anomal)	C (Korek)	
15	1	9/23/2023	23	9	2023	9	2023	-13	2460211	0.237263149	258.7411422	-1.8
16	2	9/24/2023	24	9	2023	9	2023	-13	2460212	0.237269538	258.7507025	-1.8
17	3	9/25/2023	25	9	2023	9	2023	-13	2460213	0.237316906	260.7123428	-1.8
18	4	9/26/2023	26	9	2023	9	2023	-13	2460214	0.237344285	261.697943	-1.8
19	5	9/27/2023	27	9	2023	9	2023	-13	2460215	0.237371663	262.6683433	-1.8
20		9/28/2023	28	9	2023	9	2023	-13	2460216	0.237399042	263.6204436	-1.8
21		9/29/2023	29	9	2023	9	2023	-13	2460217	0.237426421	264.5541439	-1.8
22		9/30/2023	30	9	2023	9	2023	-13	2460218	0.237453800	265.4602442	-1.8

e. Sampel program excel perhitungan azimuth matahari pada saat *vernal equinox*

1) 2013

RA	Dekl.	EoT	Iritir'	Azimuth Matahari	Mizwah
00°11'04.379	07°35'	-1.12035694	50°31'11.971	20°32'31.732	90°20'17.732
0.4664384	00°17'03.591	-07°45'	0.80812016	90°11'41.941	90°18'41.089
0.8469259	00°12'02.663	-07°35'	0.61636297	90°20'52.813	90°16'58.474
0.8467794	00°13'01.915	-07°35'	-0.586891	90°14'09.64	90°15'08.865
0.4664406	00°17'00.626	-07°35'	0.13673618	90°21'07.136	90°17'09.113
0.8469259	00°12'02.668	-07°35'	0.11121275	90°20'22.265	90°21'18.758
0.4664376	00°17'00.603	-07°45'	0.15997967	90°11'46.667	90°16'28.715
0.8467455	00°11'57.662	-07°34'	0.66277325	90°11'23.14	90°07'37.680
0.8461113	00°11'58.874	-07°34'	0.19868015	90°08'45.98	90°07'42.148

2) 2014

RA	Dekl.	EoT	Iritir'	Azimuth Matahari	Mizwah
0.84742165	00°17'18.055	-07°39'	-0.77082061	50°31'47.215	20°32'40.822
0.80679081	00°17'41.016	-07°49'	0.52191918	90°05'14.448	90°17'31.201
0.84612745	00°17'46.089	-07°39'	0.23377288	90°33'22.477	90°18'56.020
0.80652195	00°17'45.101	-07°38'	-0.6254288	90°30'21.175	90°18'09.042
0.68489075	00°17'44.113	-07°38'	0.22753638	90°27'30.446	90°17'18.480
0.84612745	00°17'44.114	-07°38'	0.187006273	90°24'40.116	90°21'27.560
0.84612745	00°17'42.136	-07°38'	0.171866477	90°14'07.447	90°17'27.448
0.8469259	00°17'41.148	-07°38'	0.567300161	90°19'05.415	90°15'46.940
0.84612745	00°17'40.159	-07°38'	0.121511017	90°16'09.915	90°08'46.458

3) 2015

RA	Dekl	EOT	Inisiatif	Asimtuw Matakahan	Miwawah
deg	deg	manis	Darajat	deg	manis
0.001051688	00'00'08.512	-07.25	-1.125773892	30.13761728	90'08'15.423
0.018168464	00'00'09.640	-07.25	-0.836781981	30.131699711	90'08'16.833
0.003317828	00'00'10.488	-07.25	-0.6258457481	30.070184113	90'08'14.363
0.000280913	00'00'11.478	-07.25	-0.581286972	30.045412445	90'08'15.701
0.000143848	00'00'12.464	-07.25	-0.533168355	30.014162484	90'08'13.143
0.000121069	00'00'13.452	-07.25	-0.485108296	30.081053113	89'58'02.591
0.000082119	00'00'14.440	-07.25	-0.437191491	30.551144171	89'57'17.086
0.000148312	00'00'15.428	-07.25	-0.389329545	30.921215125	89'56'21.474
0.000116287	00'00'16.416	-07.25	-0.341859759	30.891391022	89'55'30.903

4) 2016

RA	Dekl	EOT	Inisiatif	Asimtuw Matakahan	Miwawah
deg	deg	manis	Darajat	deg	manis
0.221374618	00'00'36.309	-07.29	-1.121905659	30.231296208	90'18'03.466
0.071043444	00'00'36.811	-07.29	-0.836746861	30.201101144	90'17'13.863
0.020188277	00'00'34.333	-07.29	-0.625591728	30.17282006	90'10'22.300
0.019475108	00'00'35.545	-07.29	-0.574749119	30.1421547	90'08'51.885
0.020843588	00'00'32.166	-07.29	-0.52927676	30.11181786	90'06'41.122
0.021628765	00'00'31.368	-07.29	-0.488826228	30.08071317	90'04'50.568
0.017176744	00'00'30.580	-07.29	-0.449108427	30.05036579	90'03'00.078
0.021621411	00'00'29.392	-07.29	-0.415158831	30.02029118	90'01'09.470
0.021830926	00'00'28.404	-07.29	-0.3858557481	30.0868848	89'59'18.917

5) 2017

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '190206009 Muhamad Fajri Khalil Zain UAS Algolisma Pengirangan - Excel'. The spreadsheet contains data for the year 2017. The main data table has columns for RA, Dekl, EOT, Inisiatif, Azimuth Matahari, and Muzwah. There is also a table with columns for 'Perhitungan', 'Desimal', 'Derajat', and 'Arah'. The spreadsheet is displayed in a window titled 'Muhamad Fajri Khalil Zain UIN Walisongo'.

6) 2018

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '190206009 Muhamad Fajri Khalil Zain UAS Algolisma Pengirangan - Excel'. The spreadsheet contains data for the year 2018. The main data table has columns for RA, Dekl, EOT, Inisiatif, Azimuth Matahari, and Muzwah. There is also a table with columns for 'Perhitungan', 'Desimal', 'Derajat', and 'Arah'. The spreadsheet is displayed in a window titled 'Muhamad Fajri Khalil Zain UIN Walisongo'.

7) 2019

190206009 Muhammad Fajri Khalil Zain UAS Algolma Perencanaan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nitro Pro Tell me what you want to do

Clipboard Font Paragraph Alignment Number Styles Conditional Formatting Cell Styles Invert Delete Format Sort & Filter Editing

B13 12:01:00 AM

RA	Dekl	EOT	Inisra	Azimuth Matahari	Mijwah			
deg	deg	menit	Detik	deg	menit			
19	0.02101083	00°00'51.900	-07.23	-1.110205605	90.12678272	90°07'36.418	270	80°07'36.418
20	0.01844497	00°00'51.888	-07.23	-0.886134441	90.119628471	90°07'40.268	270	80°07'40.268
21	0.020277007	00°00'51.876	-07.23	-0.622489051	90.00235006	90°07'35.363	270	80°07'35.363
22	0.02010308	00°00'51.864	-07.23	-0.344739038	90.03460307	90°07'04.708	270	80°07'04.708
23	0.02054311	00°00'51.852	-07.23	0.130521984	90.01387965	90°07'14.486	270	80°07'14.486
24	0.02174226	00°00'51.840	-07.23	0.42158675	90.07222008	89°58'23.554	269	89°58'23.554
25	0.02748944	00°00'51.828	-07.23	0.949426127	89.94311481	89°50'21.108	269	89°50'21.108
26	0.02842423	00°00'51.816	-07.23	0.627602759	89.91179632	89°54'42.474	269	89°54'42.474
27	0.02970512	00°00'51.804	-07.23	0.886461589	89.88108812	89°58'31.809	269	89°58'31.809

Mizwala Ibtidai Konversi Kalender Datar Wilayah

8) 2020

190206009 Muhammad Fajri Khalil Zain UAS Algolma Perencanaan - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Help Nitro Pro Tell me what you want to do

Clipboard Font Paragraph Alignment Number Styles Conditional Formatting Cell Styles Invert Delete Format Sort & Filter Editing

B13 12:01:00 AM

RA	Dekl	EOT	Inisra	Azimuth Matahari	Mijwah			
deg	deg	menit	Detik	deg	menit			
19	-0.197201862	00°01'52.038	-07.27	-1.120841151	90.22325352	90°13'25.088	270	80°13'25.088
20	-0.19611180	00°01'51.948	-07.27	-0.887480364	90.19181166	90°11'48.818	270	80°11'48.818
21	-0.19038206	00°01'50.961	-07.27	-0.62433022	90.16210088	90°09'43.887	270	80°09'43.887
22	-0.19040950	00°01'49.975	-07.27	-0.347617499	90.13141591	90°07'08.518	270	80°07'08.518
23	-0.18472116	00°01'48.988	-07.27	0.132818468	90.10074494	90°06'07.753	270	80°06'07.753
24	-0.18118088	00°01'47.997	-07.27	0.420415798	90.07005486	90°04'12.537	270	80°04'12.537
25	-0.18109044	00°01'47.009	-07.27	0.86887173	90.03936485	90°02'11.647	270	80°02'11.647
26	-0.18028232	00°01'46.021	-07.27	0.624600754	90.00867793	90°00'21.097	270	80°00'21.097
27	-0.18025983	00°01'45.035	-07.27	0.884419738	89.97793812	89°58'00.541	269	89°58'00.541

Mizwala Ibtidai Konversi Kalender Datar Wilayah

9) 2021

RA	Dekl	EOT	Inisr	Azimuth Matahan	Miwah
deg	deg	menit	Detrip	deg	mm
-0.41819807	00°19'37.805	-07.31	-1.11872454	90.210320	90°19'11.420
0.41717844	00°19'36.976	-07.61	0.83050973	90.210324	90°19'10.660
-0.41688355	00°19'35.828	-07.31	0.622113925	90.2283873	90°19'30.578
-0.41620088	00°19'34.840	-07.61	-0.57595724	90.22146615	90°19'39.587
0.41551541	00°19'33.852	-07.61	0.325400868	90.21648464	90°19'40.078
-0.41498345	00°19'32.863	-07.31	0.122262059	90.21662022	90°09'58.465
-0.41432074	00°19'31.876	-07.61	0.140611746	90.1851034	90°09'12.921
0.41371903	00°19'30.887	-07.31	0.62482717	90.20482621	90°09'27.389
-0.41308735	00°19'29.899	-07.61	-0.89882883	90.0741419	90°08'26.867

10) 2022

RA	Dekl	EOT	Inisr	Azimuth Matahan	Miwah
deg	deg	menit	Detrip	deg	mm
-0.63792785	00°16'23.740	-07.36	-0.872646201	90.3850825	90°23'08.450
0.63719847	00°16'23.742	-07.66	0.84480161	90.3848026	90°23'10.898
-0.63662047	00°16'19.763	-07.36	-0.376320795	90.32422773	90°19'27.220
-0.63580236	00°16'18.775	-07.66	-0.12889007	90.23581247	90°19'36.645
0.63519638	00°16'17.787	-07.36	0.115802182	90.20280262	90°19'46.068
-0.63476241	00°16'16.798	-07.66	-0.388126273	90.22202222	90°19'55.553
-0.63413765	00°16'15.810	-07.66	0.063626765	90.20178611	90°19'05.077
0.63359025	00°16'14.822	-07.36	0.865448004	90.17027144	90°19'14.511
-0.63286288	00°16'13.833	-07.66	-1.112359742	90.13099541	90°08'25.998

11) 2023

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

RA	Dekl	EOT	Inisiatif	Azimuth Matahari	Muzwah			
deg	deg	menit	Derajat	deg	menit			
19	-0.858669233	00°21'07.786"	-07:40	-1.148372516	30.51590016	50°30'37.457"	270	80°30'37.487"
20	-0.86000868	00°21'06.986"	-07:40	-0.988571911	30.48421181	50°29'56.743"	270	80°29'56.763"
21	-0.86140229	00°21'05.810"	-07:40	-0.652073328	30.45447479	50°29'16.509"	270	80°29'16.409"
22	-0.862869113	00°21'04.813"	-07:40	-0.405923	30.42377777	50°28'28.492"	270	80°28'28.482"
23	-0.86441544	00°21'03.933"	-07:40	-0.15272078	30.39309665	50°27'34.907"	270	80°27'34.897"
24	-0.865502177	00°21'03.044"	-07:40	0.092381765	30.36233266	50°26'41.359"	270	80°26'41.349"
25	-0.866208920	00°21'02.066"	-07:40	0.348766667	30.33157465	50°25'45.816"	270	80°25'45.816"
26	-0.866532235	00°21'00.987"	-07:40	0.586889925	30.30082766	50°24'48.301"	270	80°24'48.301"
27	-0.866501787	00°21'00.879"	-07:40	0.836868099	30.27022235	50°23'48.808"	270	80°23'48.808"

Perhitungan	Desimal	Derajat	Arjah
0000	31.51180654	00°51'18.710"	
Arjah Khatulistiwa	24.51890877	2°51'08.072"	Barat ke Utara
Arjah Khatulistiwa	65.48109123	65°28'51.928"	Utara ke Barat
Azimuth Khatulistiwa	291.5189088	291°51'08.072"	0758

f. Sampel program excel perhitungan azimuth matahari pada saat *autumnal equinox*

1) 2013

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902240009 Muhammad Fajri Khilzi Zan UAS Algoritma Pemrograman - Excel'. The main data table includes columns for RA, Dekl, EoT, and Azimuth Matahari. The Azimuth Matahari table has columns for 'eqg' and 'min'. Below this is a table for 'Mizwah' with columns for 'eqg' and 'min'. The spreadsheet also includes a 'Korvensis Kalender' and 'Daftar Wilayah'.

2) 2014

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902240009 Muhammad Fajri Khilzi Zan UAS Algoritma Pemrograman - Excel'. The main data table includes columns for RA, Dekl, EoT, and Azimuth Matahari. The Azimuth Matahari table has columns for 'eqg' and 'min'. Below this is a table for 'Mizwah' with columns for 'eqg' and 'min'. The spreadsheet also includes a 'Korvensis Kalender' and 'Daftar Wilayah'.

3) 2015

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902246009 Muhammad Faji Kholili Zain DAS Algoritma Penanggalan - Excel'. The spreadsheet is divided into several sections. The top section contains astronomical data for the year 2015, with columns labeled B through L. The bottom section contains a table with the following columns: RA, Dekl, EoT, Infr', Asimuth Matakahari, and Mizwah. The 'Asimuth Matakahari' column is further divided into 'deg' and 'mm'. The 'Mizwah' column is also divided into 'deg' and 'mm'. To the right of the main data table, there is a section titled 'Perhitungan' (Calculations) with columns for 'Desimal', 'Derajat', and 'Arah'. The 'Arah' column lists directions such as 'Utara ke Utara' and 'Utara ke Barat'. The spreadsheet also includes a 'Konversi Kalender' (Calendar Conversion) section at the bottom.

4) 2016

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902246009 Muhammad Faji Kholili Zain DAS Algoritma Penanggalan - Excel'. The spreadsheet is divided into several sections. The top section contains astronomical data for the year 2016, with columns labeled B through L. The bottom section contains a table with the following columns: RA, Dekl, EoT, Infr', Asimuth Matakahari, and Mizwah. The 'Asimuth Matakahari' column is further divided into 'deg' and 'mm'. The 'Mizwah' column is also divided into 'deg' and 'mm'. To the right of the main data table, there is a section titled 'Perhitungan' (Calculations) with columns for 'Desimal', 'Derajat', and 'Arah'. The 'Arah' column lists directions such as 'Utara ke Utara' and 'Utara ke Barat'. The spreadsheet also includes a 'Konversi Kalender' (Calendar Conversion) section at the bottom.

5) 2017

RA	Dekl	EoT	Irits'	Asmuth Malahari	Mizwah
deg	deg	menit	Detajat	deg	menit
0.08739972	00°02'28.737"	07.33	-2.38555905	90.33021422	90°19'23.327"
0.08902728	00°02'29.701"	07.35	-2.151626184	90.39101677	90°18'50.522"
0.08845805	00°02'30.683"	07.33	-1.89207322	90.27048733	90°18'13.754"
0.08626952	00°02'31.688"	07.35	-1.640885328	90.24268545	90°17'25.020"
0.08889438	00°02'32.628"	07.33	-1.396323298	90.21628761	90°17'26.316"
0.090518356	00°02'33.602"	07.33	-1.141529777	90.17380593	90°17'47.637"
0.09113964	00°02'34.575"	07.35	-0.896166768	90.12471614	90°18'08.988"
0.091763391	00°02'35.548"	07.33	-0.6479326	90.11953902	90°17'10.340"
0.09238803	00°02'36.521"	07.35	-0.399828571	90.08696601	90°16'21.714"

6) 2018

RA	Dekl	EoT	Irits'	Asmuth Malahari	Mizwah
deg	deg	menit	Detajat	deg	menit
-0.12127238	00°03'08.332"	07.28	-1.955100372	90.18302604	90°19'28.916"
-0.13098805	00°03'09.191"	07.29	-1.676169678	90.11246411	90°19'15.613"
-0.12840523	00°03'09.286"	07.28	-1.437537979	90.12306313	90°07'21.581"
-0.12784238	00°03'09.615"	07.28	-1.205901702	90.09146099	90°09'32.998"
-0.12727862	00°03'09.648"	07.28	-0.981362483	90.05138436	90°03'48.796"
-0.12659525	00°03'09.667"	07.28	-0.728282503	90.02413247	90°03'35.673"
-0.12591785	00°03'09.644"	07.28	-0.484166615	90.01017962	90°03'00.569"
-0.125244398	00°03'09.522"	07.28	-0.216263595	89.971792121	89°58'18.448"
-0.124742971	00°03'09.149"	07.28	0.038187018	89.941821259	89°58'29.838"

7) 2019

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902206009 Muhammad Faji Kholili Zan DAS Algoritma Pengiraman - Excel'. The spreadsheet contains data for the year 2019. The main data table has columns for RA, Dekl, EoT, Inisr, Asmuth Malahari, and Mizwah. Below this, there is a table for 'Perhitungan' (Calculations) with columns for 'Desimal', 'Bintang', and 'Arah'. The 'Arah' column lists directions like 'Utara ke Utara' and 'Utara ke Barat'. The spreadsheet also includes a 'Konversi Kalender' (Calendar Conversion) section at the bottom.

8) 2020

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '1902206009 Muhammad Faji Kholili Zan DAS Algoritma Pengiraman - Excel'. The spreadsheet contains data for the year 2020. The main data table has columns for RA, Dekl, EoT, Inisr, Asmuth Malahari, and Mizwah. Below this, there is a table for 'Perhitungan' (Calculations) with columns for 'Desimal', 'Bintang', and 'Arah'. The 'Arah' column lists directions like 'Utara ke Utara' and 'Utara ke Barat'. The spreadsheet also includes a 'Konversi Kalender' (Calendar Conversion) section at the bottom.

9) 2021

Perhitungan	Desimal	Derajat	Arah
jarah	30.32180554	0°32'18.070"	
Jarah Kiblat 1	24.31890877	2°51'08.072"	Barat ke Utara
Jarah Kiblat 2	65.48109123	85°28'51.028"	Utara ke Barat
Asumut Kiblat	29.51895588	2°51'08.072"	UTB

10) 2022

Perhitungan	Desimal	Derajat	Arah
jarah	30.32180554	0°32'18.070"	
Jarah Kiblat 1	24.31890877	2°51'08.072"	Barat ke Utara
Jarah Kiblat 2	65.48109123	85°28'51.028"	Utara ke Barat
Asumut Kiblat	29.51895588	2°51'08.072"	UTB

11) 2023

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

RA	Dekl	EoT	Irirfa'	Azimuth Matahari	Mizwah
deg	menit	Detajat	deg	men	deg
19	-0.318104296	00°00'01.187	07.23	-1.579370149	90°00'21.169
20	-0.1844096	00°00'01.176	07.25	-1.541165655	90°01'49.548
21	0.314247666	00°00'59.342	07.23	-1.082300933	89°59'43.926
22	-0.313619565	00°01'58.287	07.23	-0.884486521	89°57'26.913
23	-0.313000164	00°02'52.287	07.23	-0.686431386	89°55'06.717
24	-0.312377717	00°03'56.321	07.23	-0.338129702	89°51'38.118
25	-0.311744481	00°04'54.361	07.23	-0.089965371	89°47'29.118
26	-0.311115108	00°05'51.378	07.23	0.158270658	89°42'00.897
27	-0.310490787	00°06'53.406	07.23	0.406904195	89°36'32.272

Perhitungan	Desimal	Darajat	Arah
9000	90.32180564	09°37'18.710	
Jarah kiblat 1	24.51890677	2°51'08.072	Barat ke Utara
Jarah kiblat 2	65.48109123	85°28'51.928	Utara ke Barat
Azimuth kiblat	291.51890586	291°31'08.072	UTB

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



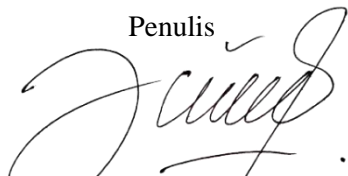
- Nama : Muhammad Fajri Kholili Zain
- Tempat/Tanggal Lahir : Jember, 06 Februari 2001
- Jenis Kelamin : Laki-laki
- Agama : Islam
- Alamat : Jl. Kotta Blater, Gg. VII, RT/RW
004/026, Dusun Curahrejo, Ds.
Cangkring, Kec. Jenggawah, Kab. Jember,
Jawa Timur.
- Telepon : 0877-7647-9403
- Email : fajrikholili082@gmail.com
- Riwayat Pendidikan :
1. Pendidikan Formal
 - a. SDN Cangkring 04 (2007-2013)
 - b. MTs. Al-Hamidi (2013-2016)
 - c. SMA Nuris Jember (2016-2019)

2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Madrasah Diniyah Pondok Pesantren Jam'iyatul Mubtadiin
 - b. Pondok Pesantren Nurul Islam Jember
 - c. Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah

3. Pengalaman Organisasi
 - a. Jember Astronomi Club (Jastro)
 - b. LPM Justisia
 - c. HMJ Ilmu Falak
 - d. Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII)

Semarang, 21 Juni 2023

Penulis



Muhammad Fajri Kholili Zain

19020406009