

Ade Putra, Adi Jufriansah, Alfath Khair, Alifah Salsabila, Alya Fathi Muhammad Hasibuan, Amar Faiz Adira, Arbisora Angkat, Asrizal Saiin, Ayu Putri Zahara, Azmi Khusnani, Cindy Claudia Anur, Daffa Khairullah, Dianita Rahma Dina, Dini Rahmadani S, Elly Uzlifatul Jannah, Ferry Yap, Garnis Dewi Prakasiwi, Hariyadi Putraga, Hizami Sabil, Luthfi Alamsyah, Luthfi Wulandari, Mohd.Faizulamrii Mohdi Saad, Mona Luthfia Adira, Muhammad Hidayat, Muhammad Zakky Aprianizar, Nida Yuliawati, Rihan Yuhyi, Siti Tatmainul Qulub, Sofia Novianti, Sultan Hadi Kusuma, Yudhiakto Pramudya

Book Chapter Astronomi Vol III Islam

Editor:

*Hariyadi Putraga
Marataon Ritonga*

Bildung 

Ade Putra, Adi Jufriansah, Alfath Khair, Alifah Salsabila, Alya Fathi Muhammad Hasibuan, Amar Faiz Adira, Arbisora Angkat, Asrizal Saiin, Ayu Putri Zahara, Azmi Khusnani, Cindy Claudia Anur, Daffa Khairullah, Dianita Rahma Dina, Dini Rahmadani S, Elly Uzlifatul Jannah, Ferry Yap, Garnis Dewi Prakasiwi, Hariyadi Putraga, Hizami Sabil, Luthfi Alamsyah, Luthfi Wulandari, Mohd.Faizulamrii Mohdi Saad, Mona Luthfia Adira, Muhammad Hidayat, Muhammad Zakky Aprianizar, Nida Yuliawati, Rihan Yuhyi, Siti Tatmainul Qulub, Sofia Novianti, Sultan Hadi Kusuma, Yudhiakto Pramudya

Editor:

Hariyadi Putraga, Marataon Ritonga

Book Chapter
Astronomi
Vol III
Islam

Book Chapter Astronomi Islam

Volume III

Penulis:

Ade Putra, Adi Jufriansah, Alfath Khair, Alifah Salsabila, Alya Fathi Muhammad Hasibuan, Amar Faiz Adira, Arbisora Angkat, Asrizal Saiin, Ayu Putri Zahara, Azmi Khusnani, Cindy Claudia Anur, Daffa Khairullah, Dianita Rahma Dina, Dini Rahmadani S, Elly Uzlifatul Jannah, Ferry Yap, Garnis Dewi Prakasiwi, Hariyadi Putraga, Hizami Sabil, Luthfi Alamsyah, Luthfi Wulandari, Mohd.Faizulamrii Mohdi Saad, Mona Luthfia Adira, Muhammad Hidayat, Muhammad Zakky Aprianizar, Nida Yuliawati, Rihan Yuhyi, Siti Tatmainul Qulub, Sofia Novianti, Sultan Hadi Kusuma, Yudhiakto Pramudya

Editor:

Hariyadi Putraga, Marataon Ritonga

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang Memperbanyak atau memindahkan sebagian dan sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam dan dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penulis.

All Right Reserved

Cetakan Pertama, Februari 2024

Penerbit: Bildung Nusantara

ISBN: 978-623-8091-96-6

Kata Pengantar

Astronomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit yang bisa ditinjau dari segala disiplin ilmu, termasuk dari aspek ibadah, sejarah, ekonomi, politik, teknologi, matematika, fikih dan lain-lain. Sebagaimana diketahui, astronomi sudah berkembang sejak lama, hampir semua peradaban dan bangsa silam memiliki telaah dan kontribusi dalam astronomi atau ilmu falak. Di era modern, astronomi juga sangat diperlukan oleh manusia, khususnya karena terkait dengan ibadah (arah kiblat, waktu-waktu salat, awal bula, dan gerhana). Dalam perkembangannya lagi, astronomi terus dikaji dan dipelajari, dan terus berkembang dengan pembahasan yang beragam.

Adapun buku ini, berjudul “Astronomi Islam”, merupakan *book chapter* vol ke 3, yaitu kumpulan artikel yang ditulis oleh para pakar di bidangnya masing-masing. Secara umum isi dan konstruksi dalam *book chapter* ini berisi pembahasan dan penelitian terkait astronomi Islam, seperti Arah Kiblat, Waktu Shalat, Kalender Islam Global, Astronomi, dan lain-lain. Semoga kehadiran *book chapter* sederhana ini dapat

memberi wawasan kepada para pembaca. Kritik dan masukan untuk kesempurnaan buku ini tentunya sangat diharapkan.

Medan, 11 Januari 2024

Tim Editor

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	v
Chapter 1	
Studi Akurasi Metode Folk Astronomy: Sebuah Metode Penentuan Arah Kiblat Awal Islam Pada Abad 7-8 M.....	1
Ade Putra, Siti Tatmainul Qulub	
Chapter 2	
Tracing the Understanding of Tafsir Scholars on the Verses Ḥisāb as Determination Hilāl: A Comparative Analysis.....	25
Asrizal Saiin, Arbisora Angkat, Mohd.Faizulamri Mohdi Saad	
Chapter 3	
The Conjunction Period within the Metonic Cycle ..	51
Elly Uzlifatul Jannah	
Chapter 4	
Progresivitas Negara-Negara MABIMS Dalam Upaya Realisasi Kalender Islam Global (Telaah Pemikiran Susiknan Azhari)	67
Ayu Putri Zahara, Dianita Rahma Dina	

Chapter 5

Pemetaan Penelitian Pengembangan Media Astronomi	85
---	-----------

Muhammad Hidayat

Chapter 6

Pengamatan Fotometri Fenomena Transit Eksoplanet WASP-80 b dan Bintang Variabel CY Aquarii Menggunakan <i>City Astronomical Telescope</i> ITB.....	99
---	-----------

Muhammad Zakky Aprianizar, Ferry Yap, Sultan Hadi
Kusuma

Chapter 7

Analisis Arah Kiblat dalam Perspektif Fikih dan Sains	115
--	------------

Alfath Khair, Luthfi Alamsyah , Daffa Khairullah

Chapter 8

Studi Literatur: Benarkah Badai Matahari Berpengaruh Terhadap Geomagnet dan Ionosfer?	129
--	------------

Garnis Dewi Prakasiwi, Nida Yulawati, Sofia Novianti

Chapter 9

Upaya Pengamatan Hilal Awal Bulan Saat Ghurub Melalu Live Stacking dan Filter Chroma.....	157
--	------------

Dini Rahmadani S, Hariyadi Putraga

Chapter 10

Analisis Ilmu Pengetahuan Astronomi menurut Al- Qur'an.....	171
--	------------

Alya Fathi Muhammad Hasibuan, Rihan Yuhyi, Hizami Sabil

Chapter 11

Prediksi Planet Layak Huni menggunakan Algoritma Decision Tree.....207

Adi Jufriansah, Yudhiakto Pramudya, Azmi Khusnani

Chapter 12

Utilization of Astronomy : Peran Ilmu Astronomi Dalam Membantu BMKG Mengenai Pengamatan Meteorologi yang Berkaitan dengan Cuaca dan Fenomena Alam227

Amar Faiz Adira, Mona Luthfia Adira

Chapter 13

Keberadaan Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam.....247

Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur

Biodata Penulis 257

Chapter 1

Studi Akurasi Metode Folk Astronomy: Sebuah Metode Penentuan Arah Kiblat Awal Islam Pada Abad 7-8 M

Ade Putra¹, Siti Tatmainul Qulub²

UIN Sunan Ampel Surabaya

ahmadade11202@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian studi pustaka dan merupakan penelitian dengan jenis kualitatif deskriptif-komparatif yang mana dalam melakukan analisisnya dilakukan komparasi antara hasil azimuth kiblat daerah dan azimuth yang terdapat pada software (sebenarnya). Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya masyarakat pada masa awal Islam dalam menentukan arah kiblat menggunakan metode *folk astronomy* yaitu dengan menjadikan benda-benda langit (Matahari dan bintang) sebagai acuannya pada waktu-waktu tertentu. Seperti penentuan kiblat di Afrika-Barat Laut mengarah ke terbitnya Matahari pada titik *equinox*, kiblat di Yaman mengarah ke arah Bintang Kutub (Polaris), kiblat di Syria mengarah ke terbitnya bintang Canopus, arah kiblat di Irak adalah menuju ke terbenamnya Matahari di musim dingin (*winter solstice*), dan kiblat di India mengarah ke terbenamnya Matahari pada titik *equinox*. Selain itu, berkenaan dengan analisis terhadap keakurasian dari metode ini, ternyata belum begitu akurat dikarenakan selisih azimuth kiblat dari benda langit yang dijadikan patokan pada saat itu dan arah kiblat sebenarnya masih terpaut begitu jauh yaitu sebesar 5° - 80° . Hal ini tentu merupakan hal yang juga logis dikarenakan masyarakat pada

saat itu belum mengenal perhitungan yang akurat dan hanya menggunakan perkiraan saja dalam penentuannya.

Kata kunci : *folk astronomy, Awal Islam, Abad 7-8 M*

Abstract

This research is a literature study and is a descriptive-comparative qualitative type of research where in carrying out the analysis a comparison is made between the results of the regional Qibla azimuth and the azimuth contained in the software (actually). The results of the research show that people in the early Islamic period were able to determine the direction of the Qibla using the folk astronomy method, namely by using celestial bodies (the Sun and stars) as a reference at certain times. For example, determining the Qibla in North-West Africa is towards the rising Sun at the equinox point, the Qibla in Yemen is towards the North Star (Polaris), the Qibla in Syria is towards the rising star Canopus, the direction of the Qibla in Iraq is towards the setting of the Sun in winter (winter solstice), and the Qibla in India points to the setting of the Sun at the equinox point. Apart from that, regarding the analysis of the accuracy of this method, it turns out that it is not very accurate because of the difference in the Qibla azimuth of the celestial body that was used as a benchmark at that time and the actual direction of the Qibla is still very far apart, namely 5°-80°. This is also logical because people at that time did not know accurate calculations and only used estimates in making their determinations.

Keywords: *Folk Astronomy, Early Islam, 7-8 C.*

A. Pendahuluan

Umat Islam dalam menjalankan ibadah, khususnya salat diperintahkan untuk menghadap ke arah tempat suci di Makkah. Sebagaimana yang disebutkan dalam QS. Al-Baqarah ayat 144. Fokus fisik dari ibadah umat Islam sebenarnya adalah Kakbah, bangunan berbentuk kubus di jantung kota Makkah. Bangunan yang dulunya merupakan tempat ibadah atau kuil kaum kafir yang tidak jelas asal usul sejarahnya ini menjadi fokus fisik dari agama baru yakni agama Islam sebagai sebuah petunjuk dari Allah Swt.¹

Berdasarkan hal tersebut, dalam menjalankan ibadah umat Islam menghadap ke arah Kakbah, dan masjid-masjid berorientasi ke arah Kakbah. Tidak hanya pada saat ibadah salat saja kita menghadap ke arah kiblat akan tetapi dalam menguburkan jenazah juga harus menghadap ke kiblat.² Pada abad pertengahan, jenazah dikuburkan dengan posisi miring menghadap kiblat, hal itu dilakukan hingga saat ini di mana penguburan dilakukan menghadap ke arah kiblat. Tradisi Islam lebih lanjut mengatur bahwa seseorang yang melakukan tindakan tertentu, seperti pembacaan Al-Qur'an, mengumandangkan azan, dan ritual penyembelihan hewan, harus berdiri menghadap ke arah kiblat. Dengan demikian, dalam kehidupan sehari-hari, umat Islam secara langsung baik itu secara spiritual dan fisik telah berorientasi pada Kakbah dan kota suci Makkah selama hampir empat belas abad.³

¹ David A. King, *Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics, and Timekeeping*, (London: Routledge, 1996), 128.

² Abu Daud As-Sijistani, *Sunan Abu Daud*, (Beirut: Dar Al-KitabAl-Ilmiyah, 1996), 323-324.

³ David A. King, *Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics, and Timekeeping*, (London: Routledge, 1996), 128.

Para astronom Muslim merancang metode untuk menghitung kiblat untuk setiap tempat atau wilayah tertentu dari data geografis yang tersedia, yang memandang penentuan arah kiblat sebagai masalah geografi matematis, seperti yang dilakukan oleh para penguasa Muslim saat ini. Namun, metode matematis tidak tersedia bagi umat Islam sebelum akhir abad kedelapan atau awal abad kesembilan. Lebih jauh lagi, bahkan pada abad-abad berikutnya, kiblat yang ditemukan melalui perhitungan tidak digunakan secara umum. Hal ini terlihat jelas dari pemeriksaan terhadap orientasi masjid-masjid abad pertengahan, yang sejajar ke arah Makkah, tetapi tidak selalu sesuai dengan definisi ilmiah tentang kiblat.⁴ Metode yang biasa digunakan untuk menemukan kiblat berasal dari astronomi tradisional (*folk astronomy*). Arah mata angin arah yang digunakan oleh tradisi agama dan terbit dan terbenamnya benda astronomis lebih umum digunakan.⁵

Manusia pada beberapa abad yang lalu telah melihat serta mengamati keselarasan dari alam semesta itu seperti apa. Dari hal apapun itu yang terkait, seperti terbit dan terbenamnya Matahari, bintang-bintang di langit yang bertebaran, kemunculan Bulan sabit, purnama, hingga lenyapnya Bulan dari permukaan. Benda-benda langit telah dijadikan sebagai alat bagi manusia dalam melakukan berbagai aktivitas di muka Bumi. Contohnya dalam hal pertanian, sering kali fase-fase Bulan serta peredaran Matahari dikaitkan dengan perubahan musim yang digunakan para petani untuk bercocok tanam, dan dalam hal pelayaran, arah mata angin sering kali digunakan oleh para nelayan dalam hal penentuan arah untuk berlayar. Sehingga, jauh

⁴ David A. King, *Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics, and Timekeeping*, 129.

⁵ Lihat David A. King, *Astronomy in The Service of Islam*, (USA: Variorum, 1993), 254; dan Ibnu Taimiyah, *Syarah 'Umdah al-Fiqh*, (Beirut: Darul Kutub al-Ilmiyah, 1909 H / 1989 M), juz II, 142.

sebelum astronomi itu diketahui sebagai ilmu pengetahuan, manusia telah menggunakan kenampakan alam dalam hal menjalankan kehidupannya di muka Bumi.⁶

Pada perkembangan awal Islam, permasalahan yang berkenaan dengan penentuan arah kiblat tidak begitu banyak muncul ke permukaan. Hal ini dikarenakan pada masa tersebut, Rasulullah saw. masih kebersamaian para sahabat sehingga jika sahabat merasa kebingungan dapat langsung bertanya kepada Rasulullah dikarenakan sifat *ma'sum* yang dimilikinya. Namun permasalahan berikutnya timbul ketika Rasulullah tidak lagi berada di sisi para sahabat misalnya pada saat Rasulullah bepergian ke luar kota Makkah, terlebih lagi pada saat Rasulullah telah wafat yang mana permasalahan mulai banyak bermunculan khususnya pada daerah yang letak geografisnya di luar Makkah sehingga dalam penentuan arah kiblat sahabat berijtihad dengan berpatokan pada posisi bintang di langit yang dinilai dapat dijadikan sebagai petunjuk arah kiblat. Adapun benda langit atau dalam hal ini bintang yang dijadikan sebagai patokan dalam penentuan arah kiblat khususnya di tanah Arab adalah bintang *quthbi* atau bintang Polaris atau biasa dikenal sebagai bintang Utara.⁷ Bintang ini merupakan satu-satunya bintang yang mengarah tepat ke arah Utara Bumi. Disebutkan bahwasanya arah Utara tersebut ditunjukkan oleh garis yang menghubungkan antara tubuh rasi ursa mayor dan ujung ekor dari rasi ursa minor. Sehingga berdasarkan posisi itulah para sahabat dapat berijtihad dalam menentukan arah kiblat.⁸

⁶ Akh. Mukarram, *Ilmu Falak* (Surabaya: Grafika Media, 2012), 3.

⁷ Ahmad Izzuddin, *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta: Kementerian Agama, 2012), 125.

⁸ Khafid, *Makalah Pelatihan Arah Kiblat*, 2007, 4.

Hal ini sejalan juga dengan apa yang telah difirmankan Allah Swt. dalam QS. Al-An'am ayat 97 yang artinya "*Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan laut. Kami telah menjelaskan tanda-tanda (kekuasaan Kami) kepada orang-orang yang mengetahui.*"⁹ Berdasarkan ayat tersebut, kita dapat mengetahui bahwasanya salah benda satu ciptaan Allah yakni bintang-bintang yang ada di langit dapat kita jadikan sebagai petunjuk salah satunya dapat kita gunakan sebagai petunjuk arah kiblat dalam menjalankan ibadah.

Metode tersebut dikenal sebagai metode penentuan arah kiblat non-matematika, yang mana dalam penentuannya menggunakan tanda-tanda yang ada di alam salah satunya bintang. Metode ini terus dilakukan sejak abad ke 7 hingga beberapa abad ke depannya. Dalam beberapa literatur disebutkan bahwa cara seperti ini telah digunakan oleh umat Islam selama kurang lebih 1000 tahun untuk penentuan arah kiblat.¹⁰ Dalam karya David A. King yang berjudul *Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics, and Timekeeping*, bahwa pada beberapa daerah di Timur Tengah juga melakukan metode yang sama dalam hal menentukan arah kiblat yakni dengan menggunakan patokan benda langit. Metode seperti ini digunakan sebagai implikasi dari semakin meluasnya perkembangan agama Islam pada saat itu di bawah kepemimpinan setelah Rasulullah mulai dari Negara sekitar Arab hingga ke Spanyol dan India.¹¹

⁹ Al-Qur'an Kementerian Agama RI, Al-qur'an dan Terjemahannya, (Jakarta: Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an, 2022).

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta: Kementerian Agama, 2012), 128-129.

¹¹ David A. King, *Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics, and Timekeeping*, (London: Routledge, 1996), 133.

Seperti halnya yang terjadi pada masjid pertama di Andalusia di mana penentuan posisi kiblat di Andalusia saat itu sebagian besar didasarkan pada astronomi rakyat dan berkembang selama berabad-abad. Informasi astronomi masyarakat Arab awal di Andalusia hanya sebatas pengetahuan astronomi sebelum Islam, serta ayat dan hadis Nabi saw. Pada tahun-tahun itu, umat Islam belum mempunyai alat ilmiah untuk menentukan arah kiblat. Terutama hingga pertengahan abad ke-3 Hijriah, kiblat ditentukan dengan metode astronomi rakyat dan berdasarkan pengamatan terbit dan terbenamnya beberapa bintang (seperti Suhail, *Qalb al-Aqrab*) atau terbit dan terbenamnya Matahari di Bumi.¹²

Namun, belum terdapat kajian yang membahas secara eksplisit apakah metode *folk astronomy* di beberapa daerah tersebut dan pada masa itu memang benar-benar akurat menunjukkan ke arah kiblat atau tidak. Sehingga topik ini menarik untuk dikaji lebih dalam lagi, yaitu mengenai metode *folk astronomy* pada masa awal Islam di Timur Tengah. Dengan penelitian ini kita bisa mengetahui keakurasian dari metode *folk astronomy* itu sehingga kita pun dapat menerapkannya di lokasi kita dengan memanfaatkan beberapa benda langit sebagai petunjuk.

Oleh karena itu berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk meneliti kembali bagaimana keakurasian metode *folk astronomy* pada masa awal Islam di beberapa daerah tanpa mengukurnya secara langsung di lapangan akan tetapi dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi yang ada sekarang. Yaitu dengan menggunakan *software* Stellarium dan Google Earth untuk mengetahui keakurasiannya. *Software* ini digunakan

¹² Fatemeh Rezaei, Younes Farahmand, Musa Akrami, dan Ghanbar Ali Roodgar, Locating Qiblah Based on Folk Astronomy in Andalusia, *History and Culture* 51, no. 2 (2020), 73-74.

oleh Penulis dikarenakan *software* tersebut cocok untuk penelitian ini, baik itu dalam segi ruang dan waktu. Sehingga penulis ingin mengetahui lebih dalam lagi terkait hal ini dengan melakukan penelitian.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian studi pustaka dengan jenis penelitian kualitatif deskriptif. Sumber primer atau sumber utama yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari buku yang menjadi rujukan utama yakni buku karya David A. King *World-maps for finding the direction and distance to Mecca: Innovation and Tradition in Islamic Science* dan Daniel Gibson *Early Islamic Qiblas: A Survey of Mosques Built Between 1H/622 M and 263 H/ 876 M*. Selain itu penulis juga menggunakan *software* yang bernama Stellarium dan Google Earth. Data sekunder menggunakan beberapa rujukan seperti buku, artikel jurnal ilmiah dan lain sebagainya yang berkaitan dengan tema yang dikaji oleh Penulis. Penulis melakukan teknik pengumpulan data berupa studi literatur dengan teknik pengolahan data yaitu mengumpulkan data terkait. Setelah data tersebut ditemukan, selanjutnya adalah data tersebut disajikan ke dalam tulisan ini.

Penyajian data dilakukan secara langsung dengan kemudian dilakukan analisis. Kemudian langkah terakhir adalah menarik kesimpulan, setelah menganalisis data sebelumnya dan melihat keakurasiannya maka kita akan dapat menyimpulkan apakah metode *folk astronomy* pada saat itu memang benar-benar akurat dan sesuai dengan arah kiblat sebenarnya atau tidak. Metode analisis yang digunakan oleh peneliti pada penelitian ini adalah metode deskriptif komparatif.

C. Hasil Dan Pembahasan

Penentuan Arah Kiblat Pada Masa Awal Islam

Masalah penentuan arah bagi umat Islam yaitu kiblat (Makkah, Arab Saudi) adalah soal trigonometri bola atau geografi matematika dan sangat penting bagi masyarakat Muslim. Hal ini kemudian menjadi masalah pada masa awal Islam, dimana penentuan arah ini ditentukan menggunakan perhitungan astronomis, akan tetapi masyarakat Islam pada saat itu belum mengetahui mengenai perhitungan astronomi tentang arah kiblat.¹³

Hal tersebut terjadi khususnya pada saat abad ketujuh, dalam kurun waktu beberapa dekade setelah wafatnya Nabi Muhammad, kaum Muslimin yang berhasil menaklukkan wilayah yang terbentang dari Andalusia hingga India. Di mana pun mereka menetap, mereka membangun masjid yang berorientasi pada kiblat, sehingga relung salat atau mihrab menghadap ke Makkah, sesuai dengan perintah Al-Qur'an bahwa umat Islam harus menghadap arah suci di Makkah selama salat. Orientasi masjid-masjid paling awal yang dibangun oleh para *sahaba*, orang-orang sezaman dengan Nabi, dan *Tabi'in*, generasi penerus umat Islam, ditetapkan melalui prosedur non-matematis. Kiblat ditentukan berdasarkan arah mata angin, atau berdasarkan terbit dan terbenamnya Matahari atau bintang.

Teknik yang digunakan para sahabat Nabi adalah astronomi rakyat. Orang Badui mempunyai pengetahuan yang mendalam tentang langit, berkat kemampuannya mengenali bintang terbesar seperti Suhail (Canopus), Polaris, atau Rigel. Faktanya, Kakbah sendiri disejajarkan dengan metode astronomi, karena

¹³ Ilias M. Fernini, "Astronomy at the service of the Islamic society, The Role of Astronomy in Society and Culture," *Proceedings IAU Symposium* No. 260, 2009, 515.

sumbu minornya mengarah pada munculnya Canopus, yaitu bintang paling terang di belahan Bumi Selatan.¹⁴

Selain itu, pada dua abad pertama agama Islam, ketika masjid-masjid mulai dibangun dari Andalusia hingga ke Asia Tengah, umat muslim pada saat itu tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk menentukan arah kiblat. Hanya saja mereka tahu secara kasar arah dari mana mereka berasal, telah sampai dimanapun mereka berada, dan arah jalan yang dilalui jamaah ketika berangkat ke Makkah, dan, dalam beberapa kondisi, hal ini benar-benar digunakan sebagai kiblat. Tapi mereka juga mengikuti dua prosedur dasar, mengamati tradisi dan mengembangkan yang sederhana bijaksana.¹⁵

Dalam kasus pertama, beberapa ahli mengamati bahwa Nabi Muhammad saw. berdoa ke Selatan ketika beliau berada di Madinah dan mereka menganjurkan praktik umum arah ini sebagai arah kiblat. Jadi, ada masjid-masjid awal dari Andalusia hingga Asia Tengah yang menghadap ke Selatan.¹⁶

Ahli lain mengatakan bahwa ayat tentang kiblat di dalam Al-Qur'an berarti berdiri tepat menghadap Kakbah. Umat Muslim asal Makkah mengetahui bahwa ketika mereka berdiri di depan tembok atau sudut Kakbah, mereka berada menghadap ke arah yang khusus berkaitan dengan terbit dan terbenamnya Matahari dan bintang tetap tertentu. Sumbu utama dari dasar persegi panjang bangunan tersebut konon mengarah ke titik terbit

¹⁴ David A. King, *World-maps for finding the direction and distance to Mecca: Innovation and tradition in Islamic science*, (London: Al-Furqān Islamic Heritage Foundation, and Leiden: Brill, 1999), 7.

¹⁵ David A. King, Astronomy in the Service of Islam di dalam C.L.N. Ruggles (ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, (Springer Science+Business Media New York, 2015), 189.

¹⁶ David A. King, "Astronomy in the Service of Islam" di dalam C.L.N. Ruggles (ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 189.

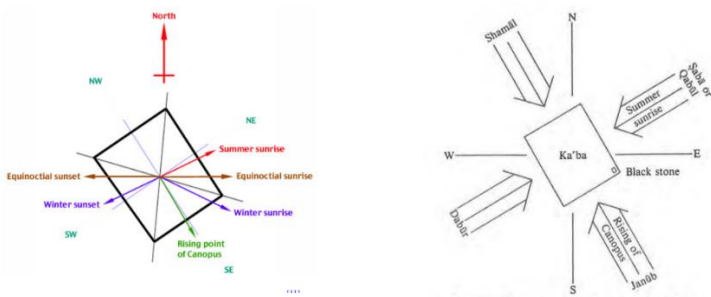
Canopus, dan sumbu minor konon mengarah ke arah terbitnya Matahari di musim panas dan terbenamnya Matahari di musim dingin. Selain itu, konon ada empat mata angin utama dan masing-masing mengenai salah satu dinding Kakbah secara langsung. Informasi tersebut sudah dicatat oleh otoritas abad ketujuh seperti Ibnu Abbas dan al-Hasan al-Basri. Kebenaran mendasar dari pernyataan tentang keselarasan astronomi Kakbah yang ditemukan dalam sumber-sumber abad pertengahan yang baru ditemukan adalah benar ditetapkan oleh pengukuran modern atas orientasinya; sebenarnya sumbu minor menghadap tepat ke arah titik terbenam paling Selatan Bulan, meskipun hal ini tidak disebutkan dalam teks abad pertengahan mana pun yang diketahui.¹⁷

Sudut-sudut Kakbah bahkan pada zaman pra-Islam diasosiasikan dengan empat sudut wilayah utama di negara sekitarnya, seperti Suriah, Irak, Yaman, dan “Barat”. Beberapa Otoritas Muslim mengatakan bahwa, misalnya, jika seseorang ingin menghadap Kakbah dari Irak, seseorang harus berdiri ke arah yang sama dengan yang akan dia hadapi jika dia berada di sebelah kanan depan tembok Timur laut Kakbah. (Ini adalah metode praktis sederhana menghadap bangunan suci ketika seseorang berada jauh darinya dan jauh lebih jauh canggih daripada menggunakan arah mata angin tertentu untuk arah suci, seperti dalam Yudaisme dan Kristen.) Jadi, umat Muslim pertama di Irak membangun masjid paling awal di sana menjelang Matahari terbenam di musim dingin karena mereka ingin masjid menghadap ke Timur laut dinding Kakbah. Demikian pula masjid-masjid pertama di Mesir dibangun menjelang Matahari terbit di musim dingin dalam upaya untuk membuat mereka menghadap tembok Barat laut Kakbah. Pasti ada perbedaan pendapat, dan arah yang berbeda disukai oleh

¹⁷ David A. King, “Astronomy in the Service of Islam” di dalam C.L.N. Ruggles (ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 190.

kelompok tertentu. Memang benar, di setiap wilayah besar di dunia Islam, terdapat jangkauan yang sangat luas mengenai arah yang digunakan untuk kiblat. Jarang sekali dilakukan orientasi masjid abad pertengahan sesuai dengan arah kiblat yang diperoleh dari perhitungan.¹⁸

Pernyataan paling awal yang tercatat tentang keselarasan astronomi Kakbah berasal dari abad ketujuh, yang dikaitkan dengan para Sahabat Nabi. Teks tersebut menyiratkan bahwa sumbu utama menunjuk ke arah terbitnya bintang Canopus, bintang paling terang di langit Selatan. dan sumbu minor menunjuk ke arah Matahari terbit di pertengahan musim panas (*summer solstice*). Kedua arah ini kira-kira tegak lurus dengan garis lintang Mekah. Denah modern Kakbah dan pegunungan di sekitarnya berdasarkan foto udara pada dasarnya mengkonfirmasi informasi yang diberikan oleh teks-teks abad pertengahan. Pernyataan tersebut dapat kita lihat ilustrasinya dengan gambar yang ada di bawah.¹⁹



Gambar 1. Kesejajaran Astronomis Kakbah

¹⁸ David A. King, "Astronomy in the Service of Islam" di dalam C.L.N. Ruggles (ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, (Springer Science+Business Media New York 2015), 190.

¹⁹ David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*. edited by Rashed Roshdi, (London and New York: Routledge, 1996), 129.

Dari teks-teks tersebut jelas bahwa generasi pertama umat Islam mengetahui bahwa Kakbah sejajar secara astronomis, maka dari itu mereka menggunakan kesejajaran astronomis ini agar menghadap Kakbah ketika mereka berada jauh dari Kakbah (Makkah). Faktanya, mereka sering menggunakan kesejajaran astronomi yang sama untuk menghadap bagian Kakbah yang sesuai seperti jika mereka berdiri tepat di depan bagian bangunan tersebut. Salah satu dari beberapa skema mata angin populer menghubungkan bahwasanya empat mata angin utama sejajar dengan empat dinding Kakbah. Karena alasan ini, penyelarasan dengan fenomena astronomi dan arah angin digunakan untuk penentuan kiblat selama lebih dari 1.000 tahun.²⁰

Nabi Muhammad pernah bersabda ketika berada di Madinah: *"Apa yang ada di antara Timur dan Barat adalah kiblat,"*²¹ dan beliau sendiri yang salat ke arah Selatan menuju Makkah. Untuk mengikuti Nabi, dan menafsirkan pernyataannya yang menyiratkan bahwa kiblat berada di Selatan di mana pun, umat Islam tertentu menggunakan Selatan untuk kiblat di mana pun mereka berada. Ketika masjid-masjid didirikan dari Andalusia hingga Asia Tengah oleh generasi pertama umat Islam yang dikenal sebagai Sahabat Nabi (*sahabah*), sebagian dari masjid-masjid tersebut dibangun menghadap ke Selatan meskipun hal ini tidak sesuai dilakukan di tempat-tempat yang jauh di sebelah Timur atau Barat kota Makkah.²² Tidak hanya amalan Nabi yang menginspirasi umat Islam berikutnya, sepeninggal nabi Muhammad, amalan para sahabat juga ikut

²⁰ David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*. edited by Rashed Roshdi, (London and New York: Routledge, 1996), 129.

²¹ HR. At-Tirmizi dan Ibnu Majah dari Abu Hurairah

²² David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, 130.

ditiru. Hal ini didasarkan pada sabda nabi bahwasanya: ‘Sahabatku ibarat bintang, siapa pun yang mengikuti teladan mereka, maka dialah yang mendapat petunjuk’. Oleh karena itu, kiblat yang digunakan oleh para sahabat Nabi di berbagai wilayah persemakmuran Islam baru tetap populer di abad-abad berikutnya. Di Suriah dan Palestina, mereka mengambil arah kiblat ke Selatan, yang kemudian menjadi kiblat yang diterima secara umum di kedua wilayah tersebut. Arah kiblat ini memiliki manfaat ganda karena telah digunakan oleh Nabi dan para sahabatnya.²³

Masjid pertama yang dibangun di Mesir dibangun menghadap Matahari terbit musim dingin, dan arah inilah yang tetap menjadi yang paling populer sepanjang tahun periode abad pertengahan di kalangan otoritas agama. Demikian juga beberapa dari masjid paling awal di Irak dibangun menghadap Matahari terbenam musim dingin. Orientasi ini dipilih sehingga masjid akan ‘menghadap’ dinding tertentu Kakbah. Sepanjang periode abad pertengahan, Matahari terbit di musim dingin dan Matahari terbenam musim dingin disukai di Mesir dan Irak masing-masing sebagai kiblat *al-sahabah*.²⁴

Bintang-bintang terbit dan terbenam pada titik-titik tertentu di cakrawala. Pada posisi ekuinoks, Matahari terbit dan terbenam tepat di arah Timur dan Barat, dan posisi Matahari terbit dan terbenam pada titik balik Matahari sekitar 30° Utara pada pertengahan musim panas dan sekitar 30° Selatan pada pertengahan musim dingin. Dalam beberapa literatur disebutkan patokan arah kiblat di beberapa daerah yang ada, seperti kiblat di Afrika-Barat Laut mengarah ke terbitnya Matahari pada titik

²³ David A. King, David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, 130.

²⁴ David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, 131.

ekuinoqs (Timur), kiblat di Yaman mengarah ke arah mana angin Utara bertiup atau ke arah Bintang Kutub (yang tidak terbit atau terbenam, dan posisinya mengarah ke Utara), kiblat di Syria mengarah ke terbitnya bintang Canopus, arah kiblat di Irak adalah menuju ke terbenamnya Matahari di musim dingin, kiblat di India mengarah ke terbenamnya Matahari pada titik ekuinoqs (di sebelah Barat) dan di Irak mengarah ke arah terbenamnya Matahari pada saat musim dingin (*Winter Solstice*).²⁵

Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas dapat kita ketahui bahwasanya masyarakat pada masa awal Islam dalam menentukan arah kiblatnya mengacu terhadap apa yang dilakukan Rasulullah pada saat masih hidup yakni menghadap ke arah Selatan. Selain itu, masyarakat awal Islam juga berpatokan pada arah mata angin yaitu arah yang berkaitan dengan fenomena astronomis yaitu terbit dan terbenamnya Matahari dan bintang yang mana arah tersebut memiliki kesejajaran dengan empat dinding utama Kakbah. Berikut tabel rangkuman metode *folk astronomy* dalam menentukan arah kiblat beberapa wilayah di Timur Tengah.

Tabel 1. Metode *Folk Astronomy* beberapa wilayah dalam penentuan arah kiblat

No.	Wilayah	Metode
1	Afrika-Barat Laut	Equinox Sunrise
2	Yaman	Rise Polaris
3	Syria	Rise Canopus
4	Iraq	Winter Sunset
5	Mesir	Winter Sunrise
6	Spanyol	Due South
7	India	Equinox Sunset

Arah Kiblat Masjid Pada Masa Awal Islam

²⁵ David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, 132.

Agama Islam berkembang begitu pesat pada masa awal Islam, tidak hanya berkembang di sekitar Negara Arab akan tetapi juga berkembang hingga Andalusia di Selatan dan India di Barat. Sehingga, seiring dengan perkembangan agama Islam masyarakat yang ada di wilayah-wilayah tersebut mulai membangun atau menjadikan tempat-tempat tertentu sebagai tempat untuk beribadah yaitu salat lima waktu. Berikut gambar persebaran wilayah perkembangan agama Islam dan arahnya ke Makkah.

Di bawah ini, penulis menyajikan beberapa data masjid yang dibangun pada rentang waktu dari abad 6-9 Masehi. Data ini diperoleh dari penulis buku yang bernama Daniel Gibson dalam bukunya yang berjudul “Early Islamic Qiblas: A Survey of Mosques Built Between 1H/622 M and 263 H/ 876 M”.

Tabel 2. Data masjid awal di beberapa daerah

No.	Nama Masjid/lokasi	Kota	Tahun
1	Masjid al Khamis	Manama, Bahrein	717
2	Mosque of Rusafa	Baghdad, Iraq	724
3	Shibam Palace	Shibam, Yemen	753
4	Masjid al Jami Grand Mosque	Ishfan, Iran	772
5	Erbil Grand Mosque	Erbil, Iraq	8th C.
6	Al-Asha'ir Mosque	Zabid, Yemen	820
7	Grand Mosque of Shibam	Shibam, Yemen	871
8	Sidi Ghanem Mosque	Mila, Algeria	678
9	Graveyard of Sidi Ukba	Biskra, Algeria	686
10	Jami' al-Zaytuna	Tunis, Tunisia	732
11	Ribat Fortress	Ribat, Tunisia	770
12	Tauste Graveyard	Zaragoza, Spain	772
13	Cordoba Mosque	Cordoba, Spain	784
14	Shrine of Kazmiyya	Baghdad, Iraq	799
15	Dougga Mosque	Dougga, Tunisia	800
16	Rand Mosque of Kairoun	Kairoun, Tunisia	817
17	Jami Uqba ibn Nafi	Kairoun, Tunisia	836
18	Great Mosque of Susa	Susa, Tunisia	850
19	Small mosque with graveyard	Houmt Souk, Tunisia	850
20	Masjid I Jami, Mosque of Fahraj	Fahraj, Iran	850

Data di atas merupakan daftar nama masjid, lokasi dan tahun dibuatnya akan tetapi dalam buku tersebut tidak dilengkapi dengan data azimuth hadap dari tiap-tiap masjid. Berikutnya penulis akan menyajikan beberapa data masjid yang dilengkapi dengan nilai azimuth dari arah hadap masjid yang ada.²⁶

Tabel 3. Data masjid awal di beberapa daerah

No.	Nama lokasi	Masjid/ Kota	Tahun	Azimut
1	Sana'a Grand Mosque	Sana'a, Yemen	705	333.6°
2	Hajjaj Mosque	Wasit, Iraq	706	234.98°
3	Masjid al-Tarik Khana	Damghan, Iran	708	245°
4	Al-Aqsa Mosque	Jerusalem, Israel	709	169.61°
5	Damascus Umayyad	Damascus, Syria	709	177.21°
6	Grand Mosque	Ishfan, Iran	772	214.7°
7	Aleppo Umayyad Mosque	Aleppo, Syria	715	178.7°
8	Resafa Syria	Resafa, Syria	720	178°
9	Mosque of Bosra	Bosra, Syria	721	183.63°
10	Palmyra Congregational	Palmyra, Syria	724	187°
11	Qasr al Hayr al Gharbi	Desert Castle, Syria	726	191.01°
12	Qasr Hayr al Sharqi	Desert Castle, Syria	728	192.61°
13	Jami' al-Zaytuna	Tunis, Tunisia	732	145°
14	Ibn Tulun Mosque	Cairo, Egypt	876	145.4°
15	Kufa Mosque	Kufa, Iraq	748	198.8°
16	Siraf Early Mosque	Siraf, Iran	750	282.1°
17	Rahba Mosque	Rahba, Syria	830	204°
18	Dougga Mosque	Dougga, Tunisia	800	175.55°
19	Kharab Sayyar Mosque	Kharab Sayyar, Syria	801	173°
20	Cordoba Mosque	Cordoba, Spain	784	150.05°
21	Grand Mosque of Kairouan	Kairoun, Tunisia	836	148.1°
22	Great Mosque of Samarra	Samarra, Iraq	847	197.79°
23	Great Mosque of Susa	Susa, Tunisia	850	161.89°

²⁶ Daniel Gibson, *Early Islamic Qiblas: A Survey of Mosques Built Between 1H/622 M and 263 H/ 876 M* (Independent Scholars Press, 2017),

Analisis Penentuan Arah Kiblat Metode Folk Astronomy Pada Masa Awal Islam

Masyarakat Awal Islam dalam menentukan arah kiblat pada abad 7-8 M menggunakan metode *folk astronomy* yang menggunakan benda-benda langit sebagai acuannya.²⁷ Seperti arah terbit terbenamnya Matahari pada saat *Equinox*, *Summer Solstice* dan *Winter Solstice* dan arah terbit bintang Canopus dan bintang Polaris.²⁸ Dimana metode ini dilakukan secara turun temurun selama beberapa abad.

Dari beberapa penjelasan sebelumnya, dapat kita lihat bahwasanya terdapat beberapa daerah di Timur Tengah yang menggunakan metode *folk astronomy* dalam menentukan arah kiblat.

Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih efisien, penulis akan membagi wilayah perhitungan ke dalam beberapa Negara. Di antaranya Irak, Yaman, Syria, Mesir, Tunisia, Spanyol dan India. Untuk mendapatkan data dari benda-benda langit yang ada, penulis menggunakan *software* Stellarium dan melakukan analisis data pada waktu-waktu tertentu seperti terbit (*rise*) dan terbenamnya (*set*) Matahari pada saat *Equinox* (EQ), *Summer Solstice* (SS) dan *Winter Solstice* (WS) dan bintang Canopus dan Polaris.

Dari hasil analisis tersebut, kita bisa menjadikan seluruh data menjadi satu ke dalam tabel seperti di bawah ini:

²⁷ Ahmad Izzuddin, *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta: Kementerian Agama, 2012), 128-129.

²⁸ David A. King, "Astronomy in the Service of Islam" di dalam *C.L.N. Ruggles (ed.), Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 190.

Tabel 4. Hasil Analisis Azimut Benda Langit Menggunakan Stellarium

Nama Wilayah	EQ		SS		WS		Canopus	Polaris
	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set		
Kufa, Irak	91°	268°	69°	290°	125°	233°	180°	-
Kairo, Mesir	90°	269°	66°	293°	121°	238°	180°	-
Sanaa, Yaman	90°	270°	67°	292°	116°	243°	-	355°
Damaskus, Syiria	92°	268°	65°	294°	123°	236°	180°	-
Kairouan, Tunisia	91°	268°	65°	294°	124°	232°	-	-
Cordoba, Spanyol	91°	268°	65°	294°	124°	232°	-	-
Gujarat, India	90°	268°	66°	293°	118°	241°	-	-

Analisis Keakurasian Penentuan Arah Kiblat Metode Folk Astronomy Pada Masa Awal Islam

Metode *folk astronomy* yang digunakan oleh masyarakat Timur Tengah pada masa awal Islam merupakan metode yang menjadikan benda-benda langit sebagai acuan dalam menentukan arah kiblat. Hal ini dikarenakan masyarakat Arab telah familiar dengan metode tersebut. Metode seperti ini dilakukan sebagai solusi pada saat itu dimana masyarakat belum mengenal sistem perhitungan arah kiblat matematis seperti sekarang. Sehingga dengan memanfaatkan pengetahuan mereka akan keselarasan benda-benda langit dengan Makkah atau Kakbah itu sendiri, maka digunakanlah benda-benda langit sebagai acuannya. Seperti munculnya bintang Canopus, Polaris, dan terbit terbenamnya Matahari pada waktu-waktu tertentu.

Sebagaimana hasil yang telah didapatkan oleh penulis pada bagian sebelumnya mengenai penentuan arah kiblat di

beberapa daerah, perlu kiranya kita untuk mengetahui lebih lagi apakah metode yang digunakan pada saat itu akurat atau tidak. Sehingga pada sub bab ini penulis akan melakukan komparasi antara hasil yang didapat pada sub bab sebelumnya dengan arah kiblat sebenarnya dari daerah tersebut menggunakan Google Earth.

Namun sebelum itu, berikut penulis jabarkan hasil analisis data azimut berbagai benda langit yang dijadikan patokan dalam penentuan arah kiblat di beberapa wilayah yang mana data ini diperoleh dari *software* Stellarium. Hasil analisis tersebut berupa nilai azimut dari benda-benda langit tertentu yang terdiri dari azimut Matahari terbit dan terbenam pada saat *Equinox (EQ)*, *Summer Solstice (SS)*, dan *Winter Solstice (WS)*. Kemudian ada juga nilai azimut dari bintang Selatan atau bintang Canopus dan bintang Utara atau bintang Polaris.

Setiap wilayah yang ada memiliki patokan tertentu dalam hal menentukan arah kiblat menggunakan *metode folk astronomy* ini. Seperti di Afrika Barat-Laut mengarah ke terbitnya Matahari pada titik *Equinox* (Timur), kiblat di Yaman mengarah ke arah mana angin Utara bertiup atau ke arah Bintang Kutub (yang tidak terbit atau terbenam, dan posisinya mengarah ke Utara), kiblat di Syria mengarah ke terbitnya bintang Canopus dan arah kiblat di Irak adalah menuju ke terbenamnya Matahari di musim dingin (*Winter Solstice*), kiblat di India mengarah ke terbenamnya Matahari pada titik *Equinox* dan Mesir menggunakan patokan arah terbitnya Matahari pada musim dingin (*Winter Solstice*).²⁹

Oleh karena itu, pada bagian ini, selanjutnya penulis akan melakukan uji akurasi terhadap arah kiblat yang ada di suatu wilayah dengan membandingkan azimut benda langit yang

²⁹ David A. King, "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." In *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, 132.

menjadi patokan dalam penentuannya. Dalam hal ini, penulis melakukan akurasi menggunakan *software* Google Earth.

Berikut dapat kita lihat hasil akhir keakurasian dari metode *folk astronomy* di berbagai wilayah pada masa awal Islam. Dimana hasil di bawah merupakan hasil selisih dari azimut benda langit yang dijadikan patokan dalam menentukan arah kiblat dan arah kiblat sebenarnya dari wilayah tersebut yang ditentukan dari *software* Google Earth.

Tabel 5. Hasil Akurasi Arah Kiblat tiap wilayah

Nama Daerah	Azimut Patokan	Azimut arah kiblat	Selisih
Kufa, Irak	233° (Set WS)	201°	32°
Kairo, Mesir	121° (Rise WS)	136°	15°
Sanaa, Yaman	355° (Polaris)	326	29°
Damaskus, Syiria	180° (Canopus)	164°	16°
Kairouan, Tunisia	91° (Rise EQ)	110°	19
Cordoba, Spanyol	180° (Selatan)	100°	80°
Gujarat, India	268° (Set EQ)	273°	5°

Berdasarkan hasil akurasi di atas, kita dapat ketahui bahwasanya metode yang digunakan masyarakat pada saat itu tidak begitu akurat. Hal ini dikarenakan pengetahuan masyarakat yang belum begitu baik mengenai perhitungan arah kiblat, sehingga dalam penentuan arah kiblat pada saat itu didasarkan dengan pengetahuan tradisional yang mereka miliki dan keselarasan Kakbah mengenai fenomena langit dan letak wilayah mereka. Selain itu, masyarakat menjadikan nabi sebagai patokan dalam penentuan arah kiblat yakni menghadap ke arah Selatan ketika berdoa (salat). Sehingga tidak heran, banyak dari metode di atas arah kiblatnya diarahkan ke arah Selatan (Canopus).

Kesimpulan

Penentuan arah kiblat masyarakat pada masa awal Islam di Timur Tengah menggunakan metode *folk astronomy* yaitu metode yang menggunakan benda-benda langit sebagai acuannya. Dalam hal ini, masyarakat Timur Tengah menggunakan benda langit seperti bintang Canopus, Polaris dan terbit-terbenamnya Matahari pada saat posisi Matahari tepat berada di garis khatulistiwa (*equinox*), titik balik Utara (*summer solstice*), dan titik balik Selatan (*winter solstice*). Seperti kiblat di Afrika-Barat Laut mengarah ke terbitnya Matahari pada titik *equinox*, kiblat di Yaman mengarah ke arah mana angin Utara bertiup atau ke arah Bintang Kutub (Canopus), kiblat di Syria mengarah ke terbitnya bintang Canopus, arah kiblat di Irak adalah menuju ke terbenamnya Matahari di musim dingin (*winter solstice*), dan kiblat di India mengarah ke terbenamnya Matahari pada titik *equinox*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Google Earth, didapatkan hasil selisih perbedaan antara azimuth benda langit yang dijadikan patokan ke arah kiblat dari beberapa wilayah dan azimuth dari kiblat sebenarnya yakni diantara rentang 5°-80°. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwasanya metode *folk astronomy* yang digunakan masyarakat awal Islam di Timur Tengah tidak begitu akurat menunjuk ke arah kiblat yang mana kemelencengan arah kiblat dari suatu daerah yang masih termasuk dalam batas toleransi adalah sebesar 2°.

Daftar Pustaka

Al-Qur'an Kementerian Agama RI, *Al-qur'an dan Terjemahannya* (Jakarta: Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an, 2022)

As-Sijistani, Abu Daud, *Sunan Abu Daud* (Beirut: Daarul Kutub Al-Ilmiyah, 1996)

Fernini, Ilias M., "Astronomy at the service of the Islamic society, The Role of Astronomy in Society and Culture," *Proceedings IAU Symposium* No. 260 (2009)

Gibson, Daniel, *Early Islamic Qiblas: A Survey of Mosques Built Between 1H/622 M and 263 H/ 876 M* (Independent Scholars Press, 2017)

HR. At-Tirmizi dan Ibnu Majah dari Abu Hurairah

Izzuddin, Ahmad, *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat* (Jakarta: Kementerian Agama, 2012).

Khafid, Makalah Pelatihan Arah Kiblat, 2007.

Mukarram, Akh., *Ilmu Falak* (Surabaya: Grafika Media, 2012).

King, David A., Astronomy in the Service of Islam di dalam C.L.N. Ruggles (ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy* (Springer Science+Business Media New York, 2015)

King, David A., "Astronomy and Islamic Society: Qibla, Gnomonics and Timekeeping." di dalam *Encyclopedia of the History of Arabic*

Science. edited by Rashed Roshdi, (London and New York: Routledge, 1996)

King, David A., *World-maps for finding the direction and distance to Mecca: Innovation and tradition in Islamic Science* (London: Al-Furqān Islamic Heritage Foundation, and Leiden: Brill, 1999)

Rezaei, Fatemeh, Younes Farahmand, Musa Akrami, dan Ghanbar Ali Roodgar, Locating Qiblah Based on Folk Astronomy in Andalusia, *History and Culture* 51, 2 (2020)

Taimiyah, Ibnu, *Syarah 'Umdah al-Fiqh juz II* (Beirut: Darul Kutub al-Ilmiyah, 1909 H / 1989 M)

Chapter 2

Tracing the Understanding of Tafsir Scholars on the Verses *Hisāb* as Determination *Hilāl*: A Comparative Analysis

Asrizal Saiin¹, Arbisora Angkat², Mohd Faizulamri Mohd Saad³

^{1,2}STAIN Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau

³Fakulti Pengajian Islam, Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor, Malaysia

asrizal@stainkepri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggali pemahaman ulama tafsir dalam memberikan penafsiran ayat al-Qur'an yang dijadikan sebagai dalil metode *hisāb* dalam penentuan *hilāl*, dalam hal ini ditinjau dari berbagai pendapat ulama ahli tafsir, tidak terbatas masa dan kelompok atau kalangan. Metode penelitian yang digunakan, karena penelitian ini adalah *field research*, maka penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif, yaitu mencari jawaban terkait pemahaman ulama tafsir terhadap ayat-ayat *hisāb* sebagai penentuan *hilāl*. Dalam penelitian ini, al-Qur'an dijadikan sebagai sumber utama dan pendapat para ulama tafsir dalam menafsirkan ayat-ayat Al-Qur'an untuk menjawab permasalahan yang sedang terjadi. Adapun analisis data yang peneliti lakukan yaitu: a) peringkasan data /reduksi; b) penyajian data; c) kesimpulan dan verifikasi. Setelah data kongkrit diperoleh setelah dilakukan verifikasi, maka dapatlah kesimpulan akhir dari keseluruhan hasil penelitian yang dilakukan. Hasil dari penelitian ini adalah *hilāl* itu bukan masalah eksistensi, tetapi masalah ketampakan (yang berubah tergantung sudut pandang pengamat). Dengan dihajatkannya kepada perhitungan waktu, hari, dan bulan tersebut, maka umat Islam menghajatkan kepada perhitungan-perhitungan yang berhubungan dengan Ilmu *Hisāb*. Menurut sebagian besar ulama tafsir, untuk mengetahui atau menentukan awal bulan Hijrahyyah, dalam al-Qur'an Yunus ayat 5 dan surat ar-Rahman ayat 5 secara eksplisit di

dalamnya menyebutkan adanya isyarat mengenai *ḥisāb* (perhitungan) bulan.

Kata kunci : *Ulama tafsir, ayat-ayat al-Qur'an, Ḥisāb, Hilāl*

Abstract

This research aims to explore the understanding of tafsir scholars in providing interpretations of verses of the Qur'an which are used as postulates for the method ḥisāb in determination hilāl, in this case viewed from various opinions of interpretive scholars, not limited to time and groups or circles. The research method used because this research is field research, then this research is descriptive qualitative, namely looking for answers related to the understanding of interpretive scholars of the verses ḥisāb as a determination hilāl. In this research, the Al-Qur'an is used as the main source and opinions of tafsir scholars in interpreting the verses of the Al-Qur'an to answer current problems. The data analysis that the researcher carried out was: a) data summarization/reduction; b) data presentation; c) conclusion and verification. After data concrete obtained after verification, the final conclusion can be drawn from the overall results of the research carried out. The results of this research are hilāl it is not a problem of existence, but a problem of appearance (which changes depending on the observer's point of view). By aspiring to the calculation of the time, day, and month, then Muslims aspire to the calculations related to Knowledge Ḥisāb. According to most tafsir scholars, to know or determine the beginning of the Hijrah month, in the Qur'an Yunus verse 5 and Surah Ar-Rahman verse 5 explicitly inside it mentions that there are signs regarding ḥisāb' (calculation) month.

Keywords: *Tafsir Scholars, verses of the Qur'an, Ḥisāb, Hilāl*

A. Introduction

The issue of determining the beginning of the month and the Islamic calendar is still hotly discussed, of course, it all starts with determining *hilāl*, both from systems, concepts, and criteria *hilāl* itself. Be aware, *hilāl* is a term used to determine the start of a new month according to the Hijrah calendar or Islamic calendar.¹ *Hilāl* linguistically means the crescent moon or moon that rises on the first of the lunar month.² It is a mutual agreement that after the incident occurred astral *ijtima'* the sun and moon in the same astronomical longitude at the end of each *qamariyah* month towards the beginning of the month is a sign of emergence *hilāl*. This proves that determination is very important to discuss and requires in-depth study. Especially the sources used as a basis and the methods used, so that you don't make mistakes in acting and making decisions.

The Qur'an has mentioned a lot about the month of *Hijrah*.³ Among them are Surah al Baqarah verses 189, 226, and 234, Surah al Isra verse 12, Surah al An'am verse 96, Surah Yunus verse 5, and Surah al Rahman verse 5. The verses in the surah above are used as the basis calculations for Muslims to determine the beginning of the *Hijrah* month. Most of the verses above only briefly touch on determining the

¹ Abdul Mufid, 'Unification of Global Hijrah Calendar In Indonesia: An Effort To Preserve The Maqasid Sunnah of The Prophet (SAW)', *Journal of Islamic Thought and Civilization*, 10.2 (2020) <https://doi.org/10.32350/jitc.102.02>.

² I Ismail and Abdul Ghofur, 'Implementasi Maqashid Syariah Dalam Sidang Itsbat Hilal Penentuan Awal Ramadhan', *International Journal Ihya' 'Ulum Al-Din*, 21.1 (2019), 80–94 <https://doi.org/10.21580/ihya.21.1.4163>.

³ Musa Al-Azhar, 'Kalender Hijriyah Dalam A-Qur'an', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018) <https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2479>.

beginning of the month. Of the several letters above, only Surah Yunus verse 5 and Surah al Rahman verse 5 are the ones that most scholars use as postulates for the method *hisāb*.

The text of the verse in Surah Yunus verse 5 is as follows:

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

"It is He who makes the sun to shine and the moon to shine, and it is He who determines the places of its orbit, so that you may know the number of years, and the reckoning (of time). God did not create that except with truth. He explains the signs (of His greatness) to those who know".

While the text of the verse in surah al Rahman verse 5 is as follows:

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ

“The sun and moon circulate according to calculations.”

Apart from the verses above, several verses in the Qur'an talk about time. However, these verses are not used as a reference in determining the beginning of the month. As is the case in surah al Taubah verse 36. This verse only explains that the number of months in a year is 12 months. One month consists of 29 to 30 days. One day is counted from the start of the sun rising from the eastern horizon until it sets on the western horizon.

Related to the interpretation of verses *hisāb*, it always moves dynamically, following developments in science in its time. Like interpreter's contemporary interpreting the verses *hilāl* linked to hadith texts, developments in science and technology, as well as the real conditions of the surrounding community. One example is that the Prophet Muhammad

taught to start and end the fast of Ramadan by looking *hilāl*.⁴ This shows that the initial calculation of a month depends on the appearance of moonlight based on actual physical views. Until now, viewing the moon has used tools in the form of sophisticated tools resulting from the latest technology.⁵

The determination of the beginning of the month of *Qamariyah* or *Hijrahyah* is always connected with natural phenomena, namely the appearance of the crescent moon or often referred to as *hilāl*, so that in this case there are many differences of opinion in determining the start of the month. Know the concept *hilāl* according to tafsir scholars, interpreting the verses of the Qur'an is a form of effort to understand the verses of the Qur'an that talk about natural phenomena and the phases of the moon, which Muslims use to determine the time in each of their worship services.⁶

Various studies related to *hilāl*. It is still being carried out by Western astronomy experts and Islamic scholars themselves to achieve a form of concept *hilāl* the beginning of the ripe month. Like the research done by Marwadi, Rina Heriyanti, and Farah Nuril Izza entitled "The Understanding of Tafsir Scholars on the Verses *Ḥisāb* as Determination *Hilāl*". The results of this study indicate that Hamka believes that there needs to be a unified result between the *ḥisāb* and the *ru'ya* methods, so that the Hijrah calendar, especially the beginning of Ramadan and Shawwal, can become a fixed

⁴ Ismail and Ghofur.

⁵ Nurul Badriyah and Faisal, 'Penetapan Awal Bulan Dengan Metode Ittihadul Mathla' Di Indonesia', *Al-Qadha : Jurnal Hukum Islam Dan Perundang-Undangan*, 5.1 (2019), 48–56
<https://doi.org/10.32505/qadha.v5i1.960>.

⁶ Marwadi, Rina Heriyanti, and Farah Nuril Izza, 'The Understanding of Tafsir Scholars on the Verses *Ḥisāb* as Determination *Hilāl*', *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, 12.1 (2023), 13–26
<https://doi.org/10.24090/mnh.v17i1.7902>.

date. Meanwhile, Hasbi offers the idea that to overcome the differences in the beginning of Ramadan and Shawwal one must use the *ru'yat* method with global *matla'*. Meanwhile, Moenawar Chalil believes that the preparation of the Hijrah calendar in Indonesia can only use the hisab method. These three ideas can be a solution to achieve uniformity of the Hijrah calendar in Indonesia.⁷

Likewise with research conducted by Leni Pramita entitled "Legal Method for Determining the Beginning of the Month of Ramadhan and Other Months According to the Rules of Hisab and Ru'yatul Hilal in Islamic Astronomy". The results of the research show that there is a close relationship and complementary interrelationship in the hisab and Ru'yatul Hilal or Ru'ya methods used in each of the major Islamic organizations which are the reference for the Ministry of Religion of the Republic of Indonesia in deciding laws which are an option for the community when there are differences, because difference is a blessing.⁸

Internationally, there is also research that discusses the Application of Hisab as written by Nur Aida Athirah Sulaiman, Shahir Akram Hassan entitled "The Application of Rukyah and Hisab in Determining the Starting Dates of the Months of Ramadhan and Shawwal in Thailand". The conclusion of this research is the *ruk yah hakiki* method is used to determine the start of Ramadhan and Shawal in Thailand, relying only on human eyes, unaided by any observational devices. In addition, the rukyah hakiki method

⁷ Mufid.

⁸ Leni Pramita, 'Legal Method for Determining the Beginning of the Month of Ramadhan and Other Months According to the Rules of Hisab and Ru'yatul Hilal in Islamic Astronomy', *Law Development Journal*, 5.3 (2023), 391–403 <https://doi.org/10.30659/ldj.5.3.391-403>.

is practiced without using the new crescent moon visibility criteria.⁹

According to their research, it is said that if the position *hilāl* has not yet appeared above the surface of the earth or its level is still below the horizon, then *hilāl* cannot be said that it will exist or that it has entered the beginning of the month. From this, it can be seen that the start of a new month is when the moon has returned to its smallest form. Meanwhile, the smallest form is achieved around when the moon is between the sun and the moon or *ijtima'*.¹⁰

In this case, the Al-Qur'an is the main guideline for Muslims which has been revealed globally for its meaning in determining *hilāl* which is used to determine the times of worship, starting from prayer, fasting, hajj, and others. All of them are decrees that God has determined for His servants.

So, in determining the beginning of the month of *Qamariyah*, the interpretive scholars themselves are also very diverse in interpreting or interpreting the content of the verse regarding the concept *hilāl*. Therefore, the author wants to try to dig deeper into the understanding of tafsir scholars in providing an interpretation of the verses of the Qur'an which are used as a proof of method *ḥisāb* in determination *hilāl*, in this case viewed from various opinions of interpretive scholars, not limited to time and groups or circles.

⁹ Nur Aida Athirah Sulaiman and Shahir Akram Hassan, 'The Application of Rukyah and Hisab in Determining the Starting Dates of the Months of Ramadhan and Shawwal in Thailand', *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8.4 (2018), 770–783 <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i4/4060>.

¹⁰ Badriyah and Faisal.

B. Method

This study is *field research* with descriptive qualitative, which tries to explore problems and look for answers that focus on an intensive and detailed understanding of the background of the current situation at issue,¹¹ namely related to the understanding of interpretive scholars of the verses *hisāb* as a determination *hilāl*. In this research, researchers used an approach called *syar'i*. Because it is based on the science of astronomy, where the Qur'an is the main source and the opinion of the scholars of interpretation in interpreting the verses of the Qur'an to answer the problems that are happening.

The data sources in this research are only taken from secondary data sources consisting of primary and secondary materials.¹² The primary material obtained from the Al-Qur'an and its translations, as well as the opinions of tafsir scholars in providing interpretations of these verses. Meanwhile, secondary materials are used as supporting materials in this research, namely written research results, in the form of books, journals, proceedings and other scientific writings related to the object of this research. The data analysis that the researcher carried out was a) data summarization/reduction; b) data presentation; and c) conclusion and verification. After data concrete obtained after verification, the conclusion can be drawn from the overall results of the research carried out.¹³

¹¹ Tohirin, *Metode Penelitian Kualitatif* (Jakarta: Rajawali Pers, 2013).

¹² Moh Soehadha, *Metode Penelitian Sosial Kualitatif, Untuk Studi Agama* (Yogyakarta: SUKA Press, 2012).

¹³ Imam Nawawi, *Metode Penelitian Kualitatif, Teori Dan Aplikasi Interdisipliner Ilmu Sosial, Ekonomi Islam, Agama Dan Manajemen* (Jakarta: Dwi Pustaka Jaya, 2012).

C. Results and Discussion

Determination *Hilāl* in the Study of Falak

Understanding *hilāl* is the earliest visible appearance of the moon facing the earth with the naked eye after the moon experiences conjunction. Figure *hilāl* the youngest in the form of a thin curve of crescent moonlight, the arc length of the thin curve depends on age *hilāl*, the younger you are, the shorter the arc *hilāl*. The Birth of *hilāl* preceded by *ijtima'* or conjunction. Astronomically, *ijtima'* describes the moon and sun as being located on the same ecliptic longitude, or in everyday words the sun, earth and moon are on one side.¹⁴

At the time of *ijtima'*, the positions of the moon and sun in the sky are almost in the same direction, the moon and sun will rise and set at the same time or almost the same time. The sunlight is too bright for the naked human eye to see *hilāl*, therefore birth *hilāl* on the western horizon waiting for the sun to set. And if at the time of conjunction or if the conjunction occurs after sunset, then the day after the conjunction the moon will be above the horizon. That's when observers will have the opportunity to see *hilāl* after sunset more easily.

Hilāl in an astronomical perspective it can be interpreted as visibility *hilāl*, because basically both are the result of joint excavation between methods *ḥisāb* and *ru'yat* to get an interpretation of astronomy on argument *fiqh* used. Astronomically, it is easy to unite as long as there is an agreement on the willingness of both to reach a common ground. However, it should be remembered that the astronomical criteria used to determine the beginning of the new month is not just a new moon phenomenon, but as has been the case since Babylonian times, also the time of the Prophet, even until now the criteria used are more

¹⁴ M Raharto and N Sopwan, 'Umur Bulan Sebagai Parameter Visibilitas Hilal', *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF) Unesa* 2019, 3 (2019)
<https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/100>.

based on visibility new crescent moon or new moon (*hilāl*) rather than the conjunction itself. So, there must be a clear distinction between the new month.¹⁵

The moon evolves until it returns to the position of a straight line between the sun-moon-earth (this phase is called conjunction) for 29 days 12 hours 44 minutes 2.8 seconds. This is what is called a month. Associated with *hilāl*, by astronomical definition *hilāl* (*new moon*) is the phase of the moon after it is on the same longitude as the sun and earth. In this phase, the moon is visible only a small part of its part after experiencing the conjunction event. This small part that is illuminated by the sun is called *hilāl* which marks his arrival in the new month. Astronomy believes that the moon is always there and its position can be calculated, but it is not necessarily visible (by observation or calculation). Therefore, talking about objects that are below the horizon is not normal in astronomy.¹⁶

The dominant factor in the appearance of *hilāl* is the angular distance of the moon from the sun and the height of *hilāl* at sunset. The ancient Babylonians already had their own criteria for this, that is *hilāl* can be seen when it is more than 24 hours after conjunction. Fotheringham, using the observations of the Greeks, derived the criteria for visibility *hilāl* based on the difference in the solar moon's azimuth and height *hilāl* from the horizon. Fotheringham's study was then developed by Maunder and further refined in the Indian Astronomical Ephemeris.¹⁷

¹⁵ Ismail and Ghofur.

¹⁶ Sharifah Shazwani Syed Mohamed and Iknor Azli Ibrahim, 'Definisi Rukyah Berdasarkan Analisis Kenampakan Hilal Ramadan Dan Syawal Di Negara Brunei Darussalam [The Definition of Rukyah Based on Analysis Visibility of Crescent for Ramadan and Syawal in Brunei Darussalam]', *Bitara: International Journal of Civilization Studies and Human Sciences*, 6.2 (2023) <https://bitarajournal.com/index.php/bitarajournal/article/view/377>.

¹⁷ Muhamad Zainal Mawahib, *Sistem Penanggalan Aboge Dalam Perspektif Astronomi* (Semarang: CV. Lawwana, 2022).

Then continued by a French national, A. Danjon, in 1932, he conducted a study on reducing the effect of the crescent horn and the results of his research showed that the angular distance of the sun moon of 70 was the lower limit. *Hilāl* can be observed by the naked eye. Then refined by M. Ilyas, a Malaysian researcher, in 1988 who produced a figure of 10.50 for the angular distance of the moon to the sun at an azimuth difference of 00 so that it could be seen, both agreed that *hilāl* must be at a height that allows it to be seen by everyone who is geographically in the same region.¹⁸

Astronomically, *hilāl* is not a matter of existence (because the position being measured or calculated is not *hilāl*, but the moon), but the visibility problem (which changes depending on the observer's point of view). Conceptually, *hilāl* is a phenomenon of appearance. From one point the moon appears as *hilāl*, but from another angle the moon can appear as a full moon. Astronomy does not only pay attention to the aspect of position but also appearance. Astronomy looks *ḥisāb* (computing) and *ru'yat* (observation) equivalent and compatible and can replace each other. *Hilāl* is not a phenomenon of existence or existence. Visibility criteria *hilāl* plays a big role in determining whether it is possible or not *hilāl* observed somewhere.¹⁹

Hilāl is the most important object in the study of determining the beginning of the month in the Islamic Calendar (*Hijrah* month). Because *hilāl* is a sign of the start of the next new month of *Qomariyah*. At sunset at the end of the 29th of the *Hijrah* month, if *hilāl* has appeared, then that night will be the 1st of the following month. However, if *hilāl* did not appear, that night was the 30th of the *Hijrah* month. So, the Islamic calendar is determined by the phenomenon of *hilāl* (first crescent moon) which occurs just after sunset. This is because *hilāl* is the easiest reason and phenomenon that is easily recognized in the starting

¹⁸ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2015).

¹⁹ Ahmad Adib Rofiuddin, 'Pemikiran Muhammad Abdul Hayy Tentang Penentuan Awal Bulan Hijriah Dengan Metode Rukyatul Hilal Pada Siang Hari', *Jurnal Lentera*, 18.1 (2019), 92–110
<https://doi.org/10.29138/lentera.v18i1.117>.

date of the change shape month. Determining various acts of worship begins with seeing them *hilāl*.²⁰

One of them is determining the beginning or first day of fasting in the month of Ramadan. In *Al-Fiqh Al-Islamiy Wa Al-Qanun Al-Madaniy Al-Liybiy* it is stated that when fasting Ramadan should be started after viewing *hilāl*, this incident can happen and can be seen if the sky is clear. If it is cloudy then you have to complete the month of Sha'ban in 30 days.²¹ By the words of Allah in Surah Al-Baqarah verse 185:

فَمَنْ شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ

“Whoever among you is in that month, then fast.”

From this verse, four imam mazhab agree that fasting in Ramadan is obligatory by observing *hilāl* or by completing the month of Sha'ban 30 days. When *hilāl* is visible during the day, then the moon is for the following night, whether it is visible before or after the sun tilts towards the west, according to the opinion of three imam mazhab. Meanwhile, Hambali believes that if *hilāl* is visible before the sun tilts to the west, then the moon is (*hilāl*) for the previous night, whereas if it is seen after the sun tilts to the west, then *hilāl* for the night after.²²

The sentence above is also a use of the word *hilāl* which refers to the emergence of *hilāl*. If the moon can be seen then we must fast the next day. If the moon is not visible in clear weather,

²⁰ Ismail and Ghofur.

²¹ Muhammad Aunurrochim Bin Mas'ad Saleh, 'Ahkam Mabda' Husn Al-Niyyah Fi Tanfizi Al-Uqud Bayn Al-Mi'yarayn Al-Zditiy Wa Al-Maudu'iy Fi Al-Fiqh Al-Islamiy Wa Al-Qanun Al-Madaniy Al-Liybiy', *Journal of Bhoth and Shareia Studies*, 3 (2014), 297–350
<https://oarep.usim.edu.my/jspui/handle/123456789/10123>.

²² Gazali, Muhammad Syarief Hidayatullah, and Fatimawali, 'Determining The Beginning Of The Month Of Worshiping According To The Scholars Of The Madhab (Comparative Study Of Mazhab In Islam)', *Proceeding of International Conference on Islamic and Interdisciplinary Studies*, 2 (2023), 345–48
<https://jurnal.iainpalu.ac.id/index.php/iciis/article/view/2241>.

then we cannot fast the next day, but if the moon is not visible because the air is cloudy then we must start fasting the next day. So, from this relationship, determining the beginning of the month in principle, if the positions of the sun and moon have the same astronomical longitude value, and calculating the position of the moon (*hilāl*) when the sun sets on the day of the conjunction. Advances in astronomy and astronomical knowledge of the movement and position of the moon have made the position criteria *hilāl* to be able to see it, even though it is small, moreover, observation tools have been found, such as telescopes, to make it possible to position it *hilāl* become even smaller.²³

Please note that the term new moon in astronomy is not the same as the definition of new moon in the Islamic calendar. If the new moon in astronomy occurs simultaneously throughout the world, it is not certain that at that time the moon can be seen with the eye. As an absolute requirement, it seems *hilāl* is the occurrence of the conjunction or in *ijtima'*, which occurs when the positions of the moon and sun are at the same longitude. In astronomical terms, this event is called a new moon. Everyone agrees that the *ijtimā'* event is the astronomical boundary between the current Qamariyah month and the next Qamariyah month. Therefore, astronomers generally call it *ijtimā'* or conjunction or new moon as the beginning of the calculation of the new month. Means meaning *hilāl* here is that the moon has circled the earth perfectly.²⁴

***Ḥisāb* As a *Hilāl* Determination Method**

The term *ḥisāb* is often associated with arithmetic, which is a science that discusses the ins and outs of calculations. In classical literature, science *ḥisāb* equated with astronomy. This

²³ Pusat Data dan Analisa Tempo, *Sidang Isbat Dan Metode Pencarian Hilal* (Jakarta: Tempo Publishing, 2020).

²⁴ M Raharto and others, 'New Approach on Study of New Young Crescent (Hilal) Visibility and New Month of Hijri Calendar', *Journal of Physics: Conference Series*, 1170 (2018) <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1170/1/012080>.

term is widely known by the public. Falak science means orbit or trajectory and is also called the orbit of celestial bodies. The celestial bodies studied by Muslims for worship are limited to their positions as a result of their movements. This is because the time and procedures for carrying out the worship are related to the position of the heavenly bodies. Therefore, study knowledge Falak is the same as we study knowledge *hisāb* and many other terms from science *hisāb* which is important for us to know, because it can make it easier to recognize knowledge. In addition to Astronomy, knowledge *hisāb* also often called the science of astronomy.²⁵

In terminology, *hisāb* is calculating the lunar calendar using astronomical rules. Specifically, science *hisāb* is a way of determining *hilāl* or the beginning of the Islamic month or how to predict other natural phenomena such as eclipses (of the Sun and Moon) which are based on calculating the position and movement of the Sun and Moon. Humans, with the ability to reason and thinking that God has given them, finally know this after continuous observation of the circulation of celestial bodies, such as the moon, sun, and stars. By observation or *ru'yat* careful and repeated attention to the positions of celestial bodies, humans already know about the circulation of celestial bodies, and humans already know about the exact circulation of celestial bodies and their trajectories.²⁶

Such observations were made by the Babylonians who were between the Tigris and Euphrates rivers (south of present-day Iraq) in approximately 3,000 BC. They had discovered twelve clusters of stars (zodiacs) in the sky whose positions they imagined formed a circle. Each star cluster will pass after 30 days. Their discovery ultimately gave birth to the sciences of geometry and mathematics, geometry, and science *hisāb* (count). The Babylonian knowledge of astrology was then brought by traders from Tunisia to Greece. Among the Greeks who later became

²⁵ Riza Afrian Mustaqim, *Hisab Dan Rukyat* (Aceh: Syiah Kuala University Press, 2022).

²⁶ Riza Afrian Mustaqim.

known as experts in astrology (astronomy) and geography was Claudius Ptolemy (100-178 M).²⁷

As has been explained, science *ḥisāb* is a science used to determine the position of celestial bodies such as the sun, earth, and moon, and its discussion in Islam is used as a determination *hilāl* which functions as determining the implementation of Muslim worship, such as determining the direction of the Qibla, the beginning of prayer time, *ḥisāb* the beginning of the month of Qamariyyah, and so on. With knowledge *ḥisāb*, Muslims can determine which direction the Qibla is for a place on the surface of the earth that is far from Mecca. With it, Muslims can also find out when it is time for prayer or when the sun sets to break the fast. Therefore, as long as Muslims are still ordered to carry out prayers, fasting, Hajj and other acts of worship, so long as Muslims are required to calculate the time, days and months.²⁸

By emphasizing calculating time, days and months, Muslims require calculations related to knowledge *ḥisāb*. Thus, studying science *ḥisāb* means we have acted following the sharia' in terms of determination *hilāl* and can foster confidence for every Muslim in carrying out worship so that their worship is more *khusyu'*. Until now, knowledge *ḥisāb* or astronomy progressed very rapidly. Many astronomy research institutes were founded, as were many lectures that specifically specialized in this science so that it became a scientific discipline amidst other sciences.²⁹

Ḥisāb experienced development from the beginning of Islam until now, so that there are various kinds of calculation methods *ḥisāb* in determination *hilāl*. As is known, differences in determining the beginning of the lunar month also occur due to differences in understanding the concept of the beginning of the day of the new month. This is where various schools of thought

²⁷ Sue-Ann Harding, 'Claudius Ptolomaeus, "Sexta Asia Tabula", 1478', *An Archival Journey through the Qatar Peninsula*, Palgrave M (2022), 15–38 https://doi.org/10.1007/978-3-031-03845-7_2.

²⁸ Moh. Murtadho, Achmad Subekti, and Hosen, *Pengantar Falakiah* (Malang: Unisma Press, 2022).

²⁹ Riza Afrian Mustaqim.

emerged regarding determining the beginning of the month which stem from the guidelines of *ijtima'* and position *hilāl* above the horizon.³⁰

Scholar's Interpretation of the Verses of the Qur'an as Evidence of Method *Hisāb*

One of the aspects of the instructions given by God is about the circulation of celestial objects that function as time markers and calculations to determine the time of worship. The instructions are explained in the Qur'an, chapter Yunus verse 5, and ar-Rahman verse 5. The following is an interpretation of the verses *hisāb* is:

QS. Yunus verse 5

Allah SWT says in the Qur'an as follows:

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

“It is He who makes the sun to shine and the moon to shine, and it is He who determines the places of its orbit, so that you may know the number of years, and the reckoning (of time). God did not create that except with truth. He explains the signs (of His greatness) to those who know”.

In general, this verse explains that apart from creating the heavens and the earth as proof of His greatness and power, it is He who makes the sun shine very brightly which produces warmth for the universe with its own energy and the moon shines because of the reflection of energy from the sun, and it is He who determine the places of orbit, namely the places where the earth travels around the sun and the moon around the earth so that you know the number of years and the calculation of time. Allah did not create things so perfectly but correctly, that is, with great wisdom. Through this creation, He explains the signs of His greatness to

³⁰ Riza Afrian Mustaqim.

those who know, namely those who want to learn from the signs of Allah's power in this universe.³¹

In the letter of Yunus verse (5) these five is also used as evidence *hisāb* as a method for determining the beginning of the month. This verse explains that the sun and moon circulate in their places so that they can know and determine the time. It is stated in Tafsir al-Misbah, that the word (ضِيَاءٌ) was understood by past scholars as a very bright light. As this verse uses the word for the sun and uses the word (نُورًا) for the moon, because moonlight is not as strong or bright as sunlight. This can be proven that the Qur'an uses the word (ضِيَاءٌ) in its various forms, and also for objects whose light originates from itself.³²

As this verse explains that Allah created the heavens and the earth and is in charge of His Throne. He is the one who makes the sun shine and the moon shine. The sun with its rays is a source of life, a source of heat and energy that can move God's creatures that He created. With light, humans can walk in the dark and do activities at night. In Al-Misbah's commentary, it is explained that Asy-Syarqawi wrote that this verse names sunlight as (ضِيَاءٌ) because the light produces heat, while the word (نُورًا) gives light that is not too big and also does not produce warmth. Here, he wrote, we can say that the sun's rays originate from him and the moon's light is a reflection.³³

This verse distinguishes between the light emitted by the sun and that reflected by the moon.³⁴ What is emitted by the sun is called (ضِيَاءٌ) or light, while what is reflected by the moon is called (نُورًا) or light, as God's words in surah Nuh verse 16 explain:

وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا

³¹ Agus Mustofa, *Jangan Asal Ikut-Ikutan Hisab & Rukyat* (Surabaya: Padma Press, 2013).

³² Abd. Karim Faiz, *Hisab Rukyat Penanggalan Qamariyah* (Parepare: IAIN Parepare Nusantara Press, 2022).

³³ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

³⁴ Faiz.

“And there He created the luminous moon and made the sun a (bright) lamp?”

From these verses it is understood that the sun emits light that comes from itself, just as a lamp emits light from itself, namely from the fire that burns the lamp. This is different from the moon, whose light comes from the reflection of rays emitted by the sun onto its surface, then these rays are reflected back in the form of light onto the earth's surface.³⁵

Apart from that, Ibnu Kathir said that Allah SWT gave news of signs that showed His power and majesty. Indeed, Allah made the light emanating from the sun a ray and made the light of the Moon a light. This one is sunlight and that one is moonlight; both are different and not similar (between the Sun and the moon). And Allah made the power of the sun during the day and the power of the moon at night. Allah determines the month on *manzilah* (places for the journey of the moon), then at first the moon was small, then its light and shape increased until it became full of light and its full moon was perfect, then it began to shrink until it returned to its original shape within one month.³⁶

Allah's provisions regarding the regular orbit of the sun and moon are intended so that humans know the calculation of years and the science of *hisāb* (the science of calculating time based on the position of the moon or sun). The use in this verse of the sun proves that the Qur'an informs us that the sun's light originates from itself, not a reflection of other light. This is different from the moon whose light is described in words *light* to imply that the moonlight is not from him but is a reflection of the sun's light.³⁷

The sun and moon are two celestial bodies that are often mentioned in the Qur'an. Information about the ever-changing position of the moon shows the passage of time. Every night, the

³⁵ Murtadho, Subekti, and Hosen.

³⁶ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

³⁷ Abdur Rokim, 'Tafsir Kontekstual Dalam Penetapan Awal Bulan Hijriyah Antara Hisab Dan Ruyah', *MUMTAZ: Jurnal Studi Al-Qur'an Dan Keislaman*, 1.2 (2017) <https://doi.org/10.36671/mumtaz.v1i2.14>.

moon occupies one position and continues to change over the following nights. Changes in position cause changes in the visible shape of the moon. This phenomenon is a sign of calculating time and also for determining times of worship such as the Hajj, fasting and other forms of worship.³⁸

In Al-Misbah's interpretation, it is explained that the condition of the moon, as answered in the Qur'an, is to know the times. Knowledge of time requires technical divisions regarding the periods a person experiences in his life (seconds, minutes, hours, days, weeks, months, years, etc.), all of which must be used properly with careful planning so that it does not pass without being filled. with the completion of useful activities. The Qur'anic instructions regarding time based on the circulation of the sun and moon have produced two calendar systems that are widely used by humans.³⁹

However, it turns out that determining this time does not stop with determining the calendar alone. The continuation of the Qur'anic instructions is also related with the number of months contained in each calendar system. Both calendar systems that use the circulation of the sun as the basis for calculations and those that use the circulation of the moon divide the year into twelve.⁴⁰

QS. Ar-Rahman verse 5

Allah SWT says in the Qur'an as follows:

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ

The sun and moon circulate according to calculations. Proposition *hisāb* one of the methods for determining the beginning of the month is found in QS. ar-Rahman verse 5. The verse provides information that among the signs of His power is that the sun and moon circulate on their axis according to very precise and precise calculations without any defects. This verse

³⁸ Rofiuddin.

³⁹ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

⁴⁰ Rokim.

does not just provide information, but also encourages calculations of the motion of the sun and moon. Calculating the motion of the sun and moon is very useful for knowing the number of years and calculating time. The terms are included *ḥisāb* The Qur'an encourages scholars to use this method in determining the beginning of the month.⁴¹

Allah mentioned that the sun and moon are among the largest celestial bodies, circulating in their respective orbits of the sun and moon which are very definite, because of this, changes in seasons occur. By taking these changes into account, humans can regulate agriculture, trade, education and so on. Many verses in the Qur'an mention and explain the pair of sun and moon. The sun as a bright source of light burns (*wahhaj*) due to nuclear reactions within it. While the moon only acts as a reflector of the light it receives from the sun, it has a bright, sparkling surface (*munir*).⁴²

The sun and moon and other celestial bodies do not stand still. They move in space on paths (circumference lines) respectively as Allah says in Surah adh Dzariyat/51:7.

وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الْحُبُوبِ

“By the sky which has paths.”

The path in question is the orbit of celestial bodies, including the sun and moon. In physics, the orbit of a celestial body, called an orbit, is the path or trajectory traversed by a celestial body, around another celestial body, under the influence of certain forces. Orbits were first analyzed mathematically by Johannes Kepler who formulated the results of his calculations in Kepler's laws of planetary motion. He discovered that the orbits of the planets in our solar system are shaped ellipse and not a circle or epicycle as originally believed.⁴³

⁴¹ Badriyah and Faisal.

⁴² Mustofa.

⁴³ Murtadho, Subekti, and Hosen.

Al-Qusyairi thinks that the regularity of the sun and the moon mentioned in this verse is a gift for humans to be able to calculate the time of day and night, determine the date in a month, and a year. According to al-Qushayiri, just like the sun and the moon, for humans after they face death there is also a reckoning (*ḥisāb*) to all forms of charity while in the world. Fakhruddin al-Razi through the *Mafatih al-Ghayb* explain that said *husbān* can be understood in two meanings. The first means calculation (*al-ḥisāb*), this is the most popular meaning among scholars of interpretation. Both mean the science of astronomy (*al-falak*), in the sense that the gift of the sun and moon is accompanied by an understanding of science to deepen the rotation process of both, namely the science of astronomy.⁴⁴

According to Buya Hamka in *Tafsir Al-Azhar* This calculation of the sun and moon never goes wrong and there is never any clash or chaos. The passage of the sun and moon also produces certain Muslim seasons. When explaining this, Hamka added information from a hadith quoted from Ikrimah from Ibn Abi Hatim, he said: "If Allah makes all the light of vision of humans, jin, animal, then this vision was collected on a servant, then one of the seventy walls was opened to the sun, people would not be able to see it. Here Hamka wants to explain how vast the power of Allah SWT is by creating sunlight for human life.⁴⁵

In the interpretation of Al-Misbah, the team compiling the interpretation of al-Muntakhab, namely a number of Egyptian experts, commented that this verse shows that the sun and moon circulated according to a very accurate system since the beginning of their creation. Humans have only discovered this for certain recently, namely around 300 years ago. This discovery states that the sun, which appears to revolve around the earth, and the moon, which also revolves around the earth, are in their respective orbits following the law of gravity. The calculation was especially on the moon, it happened so carefully. With its very careful circulation, humans can know not only the day and the month but can also

⁴⁴ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

⁴⁵ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

know, for example, that an eclipse will occur, long before it occurs.⁴⁶

In Al-Maraghi's interpretation, it is explained that the sun and moon are celestial bodies that circulate in constellations and whose paths are known and they circulate regularly. The circulation of both provide many benefits in human life, such as in agriculture, trade, and others. Human amazement towards celestial bodies and the universe can give birth to various cultures because humans think about the benefits of natural phenomena and in essence, all science is Islamic, completely subject to the laws of Allah. The signs of Allah's power and greatness can only be understood by intelligent people. Who is a wise person? This is a question worth asking considering that so many people are unable to use their minds. How few people know the secrets of the heavens, the contents of the earth, and the benefits of day and night.⁴⁷

D. Conclusion

From the explanation above, it can be concluded that *hilāl* is the most important object in the study of determining the beginning of the month in the Islamic Calendar (Hijrahyyah). Because *hilāl* is a sign of the start of the next new month of Qomariyyah. determining the beginning of the month in principle, if the positions of the sun and moon have the same astronomical longitude value, as well as calculating the position of the moon (*hilāl*) when the sun sets on the day of the conjunction. As an absolute requirement it seems *hilāl* is the occurrence of conjunction or *ijtimā'*, which occurs when the positions of the moon and sun are at the same longitude. Differences in determining the beginning of the lunar month also occur due to differences in understanding the concept of the beginning of the day in a new month. This is where various schools of thought emerged regarding determining the beginning of the month which

⁴⁶ Rokim.

⁴⁷ Marwadi, Heriyanti, and Izza.

stem from the guidelines of *ijtima* and position *hilāl* above the horizon.

One aspect of the guidance given by Allah is regarding the circulation of celestial bodies which function as time markers and calculations to determine times of worship. Based on the scholar's interpretation of Surah Yunus verse 5 and Ar-Rahman verse 5, in Surah Yunus verse 5 this verse explains that the sun and moon circulate in their places so that they can know and determine the time. Allah SWT gives news of signs that show His power and majesty. Indeed, Allah made the light emanating from the sun a ray and made the light of the Moon a light. Meanwhile, in Surah Ar-Rahman verse 5, this verse provides information that among the signs of His power is that the sun and moon circulate on their axis according to very precise and precise calculations without any defects. According to most tafsir scholars, to know or determine the beginning of the Hijrahyyah month, in the Qur'an Yunus verse 5 and Surah Ar-Rahman verse 5 explicitly inside it mentions that there are signs regarding *ḥisāb*' (calculation) month. If viewed from the argument *in the*-Therefore, determining the beginning of the month, prayer times, and others can be determined using *ḥisāb* (calculation).

Bibliography

- Al-Azhar, Musa, 'Kalender Hijriyah Dalam A-Qur'an', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018) <https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2479>
- Badriyah, Nurul, and Faisal, 'Penetapan Awal Bulan Dengan Metode Ittihadul Mathla' Di Indonesia', *Al-Qadha : Jurnal Hukum Islam Dan Perundang-Undangan*, 5.1 (2019), 48–56 <https://doi.org/10.32505/qadha.v5i1.960>
- Faiz, Abd. Karim, *Hisab Rukyat Penanggalan Qamariyah* (Parepare: IAIN Parepare Nusantara Press, 2022)
- Gazali, Muhammad Syarief Hidayatullah, and Fatimawali, 'Determining The Beginning Of The Month Of Worshipping According To The Scholars Of The Madhab (Comparative Study Of Mazhab In Islam)', *Proceeding of International Conference on Islamic and Interdisciplinary Studies*, 2 (2023), 345–48 <https://jurnal.iainpalu.ac.id/index.php/iciis/article/view/2241>
- Harding, Sue-Ann, 'Claudius Ptolomaeus, "Sexta Asia Tabula", 1478', *An Archival Journey through the Qatar Peninsula*, Palgrave M (2022), 15–38 https://doi.org/10.1007/978-3-031-03845-7_2
- Ismail, I, and Abdul Ghofur, 'Implementasi Maqashid Syariah Dalam Sidang Itsbat Hilal Penentuan Awal Ramadhan', *International Journal Ihya' 'Ulum Al-Din*, 21.1 (2019), 80–94 <https://doi.org/10.21580/ihya.21.1.4163>
- Marwadi, Rina Heriyanti, and Farah Nuril Izza, 'The Understanding of Tafsir Scholars on the Verses Hisāb as Determination Hilāl', *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, 12.1 (2023), 13–26 <https://doi.org/10.24090/mnh.v17i1.7902>
- Mawahib, Muhamad Zainal, *Sistem Penanggalan Aboge Dalam Perspektif Astronomi* (Semarang: CV. Lawwana, 2022)

- Mohamed, Sharifah Shazwani Syed, and Iknor Azli Ibrahim, 'Definisi Rukyah Berdasarkan Analisis Kenampakan Hilal Ramadan Dan Syawal Di Negara Brunei Darussalam [The Definition of Rukyah Based on Analysis Visibility of Crescent for Ramadan and Syawal in Brunei Darussalam]', *Bitara: International Journal of Civilization Studies and Human Sciences*, 6.2 (2023) <https://bitarajournal.com/index.php/bitarajournal/article/view/377>
- Mufid, Abdul, 'Unification of Global Hijrah Calendar In Indonesia: An Effort To Preserve The Maqasid Sunnah of The Prophet (SAW)', *Journal of Islamic Thought and Civilization*, 10.2 (2020) <https://doi.org/10.32350/jitc.102.02>
- Bashori, Muhammad Hadi, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2015)
- Murtadho, Moh., Achmad Subekti, and Hosen, *Pengantar Falakiyah* (Malang: Unisma Press, 2022)
- Mustofa, Agus, *Jangan Asal Ikut-Ikutan Hisab & Rukyat* (Surabaya: Padma Press, 2013)
- Nawawi, Imam, *Metode Penelitian Kualitatif, Teori Dan Aplikasi Interdisipliner Ilmu Sosial, Ekonomi Islam, Agama Dan Manajemen* (Jakarta: Dwi Pustaka Jaya, 2012)
- Pramita, Leni, 'Legal Method for Determining the Beginning of the Month of Ramadhan and Other Months According to the Rules of Hisab and Ru'yatul Hilal in Islamic Astronomy', *Law Development Journal*, 5.3 (2023), 391–403 <https://doi.org/10.30659/ldj.5.3.391-403>
- Raharto, M, and N Sopwan, 'Umur Bulan Sebagai Parameter Visibilitas Hilal', *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF) Unesa* 2019, 3 (2019) <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/100>
- Raharto, M, N Sopwan, M I Hakim, and Y Sugianto, 'New

- Approach on Study of New Young Crescent (Hilal) Visibility and New Month of Hijri Calendar’, *Journal of Physics: Conference Series*, 1170 (2018) <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1170/1/012080>
- Riza Afrian Mustaqim, *Hisab Dan Rukyat* (Aceh: Syiah Kuala University Press, 2022)
- Rofiuddin, Ahmad Adib, ‘Pemikiran Muhammad Abdul Hayy Tentang Penentuan Awal Bulan Hijriah Dengan Metode Rukyatul Hilal Pada Siang Hari’, *Jurnal Lentera*, 18.1 (2019), 92–110 <https://doi.org/10.29138/lentera.v18i1.117>
- Rokim, Abdur, ‘Tafsir Kontekstual Dalam Penetapan Awal Bulan Hijriyah Antara Hisab Dan Ruyah’, *MUMTAZ: Jurnal Studi Al-Qur’an Dan Keislaman*, 1.2 (2017) <https://doi.org/10.36671/mumtaz.v1i2.14>
- Saleh, Muhammad Aunurrochim Bin Mas’ad, ‘Ahkam Mabda’ Husn Al-Niyyah Fi Tanfizd Al-Uqud Bayn Al-Mi’yarayn Al-Zdatiy Wa Al-Maudu’iy Fi Al-Fiqh Al-Islamiy Wa Al-Qanun Al-Madaniy Al-Liybiy’, *Journal of Bhoth and Shareia Studies*, 3 (2014), 297–350 <https://oarep.usim.edu.my/jspui/handle/123456789/10123>
- Soehadha, Moh, *Metode Penelitian Sosial Kualitatif, Untuk Studi Agama* (Yogyakarta: SUKA Press, 2012)
- Sulaiman, Nur Aida Athirah, and Shahir Akram Hassan, ‘The Application of Rukyah and Hisab in Determining the Starting Dates of the Months of Ramadhan and Shawwal in Thailand’, *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8.4 (2018), 770–783 <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i4/4060>
- Pusat Data dan Analisa Tempo, *Sidang Isbat Dan Metode Pencarian Hilal* (Jakarta: Tempo Publishing, 2020)
- Tohirin, *Metode Penelitian Kualitatif* (Jakarta: Rajawali Pers, 2013)

Chapter 3

The Conjunction Period within the Metonic Cycle

Elly Uzlifatul Jannah

UIN Sunan Ampel Surabaya

ellyuzlifah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji Periode Ijtimak dalam Siklus Meton melalui pendekatan kualitatif. Rumusan masalah menjadi fokus utama penelitian ini adalah bagaimana karakteristik periode ijtimak dalam konteks Siklus Meton, dan apa dampak Siklus Meton terhadap penentuan periode ijtimak secara astronomis. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis berbagai sumber literatur, termasuk teks-teks klasik, riset ilmiah, dan penelitian terkini yang berkaitan dengan siklus Meton dan periode ijtimak. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengeksplorasi pola, reguleritas, dan kompleksitas fenomena astronomis ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik periode ijtimak dalam Siklus Meton mencakup reguleritas pola, kestabilan periode, dan perubahan fase Bulan yang memengaruhi panjang periode ijtimak. Siklus Meton memberikan dampak signifikan terhadap penentuan periode ijtimak dengan menciptakan kerangka waktu yang teratur dan memudahkan prediksi peristiwa astronomis. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang kompleksitas dan keteraturan siklus Meton dalam konteks periode ijtimak, serta menyajikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan kalender baik lunar maupun lunisolar yang akurat dan sesuai dengan pergerakan nyata Bulan. Penelitian lebih lanjut yang melibatkan pendekatan kualitatif dapat memperkaya wawasan tentang hubungan yang kompleks antara siklus Meton dan fenomena astronomis lainnya.

Kata Kunci : *Periode Ijtimak, Siklus Meton*

Abstract

This research aims to examine the conjunction period within the Metonic Cycle through a qualitative approach. The primary focus of this research is on how the characteristics of the conjunction period unfold within the context of the Metonic Cycle and what impact the Metonic Cycle has on the astronomical determination of the conjunction period. A qualitative approach is employed to analyze various literary sources, including classical texts, scientific research, and recent studies related to the Metonic cycle and the Moon's conjunction period. Qualitative analysis is conducted to explore patterns, regularities, and the complexity of this astronomical phenomenon. The results of the research indicate that the characteristics of the conjunction period within the Metonic Cycle involve pattern regularity, period stability, and changes in the Moon's phases that influence the length of the conjunction period. The Metonic Cycle significantly impacts the determination of the conjunction period by creating a structured timeframe that facilitates the prediction of this astronomical event. Therefore, this research provides a profound understanding of the complexity and regularity of the Metonic cycle in the context of the conjunction period and contributes significantly to the development of accurate lunar and lunisolar calendars aligned with the Moon's actual movements. Further research involving a qualitative approach can enrich insights into the intricate relationship between the Metonic cycle and other astronomical phenomena.

Keywords: *Ijtimak Period, Metonic Cycle,*

A. Pendahuluan

Ijtimak atau konjungsi dalam bahasa Indonesia adalah istilah yang merujuk pada ilmu falak yang mengacu pada saat berakhirnya posisi Bumi, Matahari, dan Bulan yang sama. Ijtimak terjadi setiap 29,531 hari sekali, atau disebut pula satu bulan sinodik.¹ Pada saat ijtimak, Bulan tidak dapat terlihat dari Bumi, karena permukaan Bulan yang tampak dari Bumi tidak mendapatkan sinar Matahari, sehingga dikenal istilah Bulan baru. Ijtimak merupakan pedoman utama penetapan awal bulan dalam Kalender Hijriah. Adapun siklus Metonik merupakan periode sekitar 19 tahun bagi Bulan untuk berada di fase yang sama. Siklus ini tidak sempurna dan terpaut 1 jam, 27 menit, dan 33 detik lebih lama dibandingkan 19 tahun tropis. Meton dari Athena, pada abad ke-5, menganggap siklus ini tepat selama 6.940 hari atau durasi yang digunakan untuk membuat kalender.² Hubungan antara siklus Meton dan periode ijtimak adalah berkaitan dengan kalender. Siklus Meton digunakan dalam pembuatan kalender, sedangkan ijtimak merupakan hal utama penetapan awal bulan dalam Kalender Hijriah.

Penelitian tentang periode konjungsi dalam siklus Meton melibatkan dua aspek penting dalam astronomi yang memiliki dampak besar pada pengamatan langit. Siklus Meton merujuk pada periode waktu sekitar 19 tahun di mana fase-fase Bulan kembali ke posisi serupa dalam kalender Matahari. Di sisi lain, periode konjungsi berkaitan dengan posisi relatif antara dua objek langit, terutama Bumi, Bulan dengan Matahari. Penelitian ini didasarkan pada keinginan untuk memahami pola-pola

¹ Saadoeddin Djambek, *Hisab Awal Bulan*, (Jakarta: Tinta Mas Indonesia, 1975), h.7

² Moedji Raharto, Visibilitas Hilal Menurut Astronom, makalah disampaikan dalam Seminar Imsakiyah Ramadan 1423 H di STAIN Pekalongan, 12 Oktober 2002.

pergerakan langit dan bagaimana siklus Meton dapat terkait dengan peristiwa konjungsi. Pemahaman tentang hubungan ini dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang dinamika sistem Tata Surya dan juga memberikan dasar untuk pengembangan kalender astronomi yang lebih tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan memahami bagaimana karakteristik periode ijtima dalam konteks Siklus Meton, dan dampak Siklus Meton terhadap penentuan periode ijtima secara astronomis. Kajian ini muncul karena kebutuhan untuk memahami secara mendalam bagaimana pengamatan hilal dalam konteks siklus Meton dapat memberikan landasan yang lebih kuat bagi penetapan awal bulan dalam kalender Islam. Selain itu, latar belakang penelitian ini mencerminkan relevansi dalam konteks agama dan budaya, di mana pemahaman yang lebih baik terhadap periode ijtima dan siklus Meton dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang keterkaitan antara aspek astronomis dan praktik-praktik keagamaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan berharga terhadap pemahaman tentang kompleksitas perhitungan waktu dalam kerangka siklus Meton dan periode Ijtima.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dalam metode penelitian kepustakaan untuk menyelidiki fenomena periode Ijtimak dalam siklus Meton. Pendekatan kualitatif memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi aspek-aspek yang kompleks dan kontekstual dari fenomena tersebut melalui telaah mendalam terhadap literatur ilmiah dan sumber-sumber kualitatif lainnya. Langkah awal penelitian melibatkan identifikasi dan seleksi sumber-sumber kualitatif yang relevan, termasuk teks-teks klasik, riset akademis, dan literatur tradisional yang membahas keterkaitan periode Ijtimak dengan siklus Meton. Analisis konten dilakukan untuk mengeksplorasi konsep-konsep kunci, seperti perhitungan siklus Meton dan signifikansi periode Ijtimak dalam konteks kalender Islam. Teknik kodifikasi dan kategorisasi digunakan untuk merinci temuan-temuan penting dan membangun pemahaman mendalam mengenai hubungan kompleks antara siklus Meton dan periode Ijtimak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemahaman lebih lanjut terhadap kaitan antara kalender lunar dan fenomena periode Ijtimak.³

³ Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2009), h.76. Lihat juga Sugiono, *Metode Penelitian Kualitatif*, (Bandung: CV. Alfabeta, 2012), h. 57.

C. Hasil dan Pembahasan

Pada tahun 432 SM, seorang astronom Yunani terkemuka bernama Meton memperkenalkan aturan yang mengubah pandangan terhadap tahun-tahun kabisat. Aturan ini dikenal sebagai Siklus Meton atau *Metonic Cycle*, dan pada tahun yang sama, Meton menerapkan aturan ini sebagai dasar perhitungan untuk menyelaraskan tahun Matahari dan tahun Bulan. Siklus Meton, yang dirumuskan oleh Meton, memiliki tujuan utama untuk mencapai keselarasan antara tahun Matahari dan tahun Bulan. Meton menetapkan bahwa dalam jangka waktu 19 tahun Matahari akan bersesuaian dengan 235 bulan kamariah, menciptakan siklus di mana posisi relatif Bumi dan Bulan secara periodik kembali ke posisi semula. Sistem ini kemudian diadopsi dalam penanggalan Yahudi (lunisolar), menunjukkan relevansinya dalam konteks perhitungan waktu yang akurat. Penggunaan Siklus Meton terus berlangsung dan menjadi fondasi perhitungan kalender di Yunani hingga diperkenalkannya Kalender Julius Caesar pada tahun 46 SM, yang menyempurnakan dan menggantikan peran Siklus Meton dalam pengaturan kalender pada masa itu.⁴

Selanjutnya, Al-Biruni juga dengan jelas menunjukkan siklus Meton yang berlipat 19 dalam bukunya tentang kronologi bangsa-bangsa Oriental. Kemudian, diciptakanlah siklus lunisolar selama 19 tahun, yang menjadi sangat krusial dalam menghitung Paskah dan Kalender Julian Kristen. Meskipun periode orbit Bumi mengelilingi Matahari dan periode orbit Bulan mengelilingi Bumi tidak dapat diukur dengan perbandingan yang sama, fase Bulan yang sama terjadi pada hari kalender Matahari yang sama setiap 19 tahun. Dengan kata lain, meskipun memiliki periode orbit yang benar-benar berbeda,

⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Esai-esai Astronomi Islam*, (Medan: Umsu Press, 2013), h.109

Matahari dan Bulan bertemu secara kebetulan setelah sejumlah revolusi tertentu, serupa dengan jarum jam yang pada akhirnya bertemu kembali dalam posisi yang sama. Namun, periode-periode ini tidak sepenuhnya sesuai, karena hubungan antara periode-periode tersebut tidak teratur (dan tidak dapat diwakili sebagai pecahan yang terbatas dari bilangan bulat).⁵

Dalam kurun waktu 19 tahun Matahari, setara dengan 235 bulan kamariah (dihasilkan dari perhitungan $365,25 \times 19/29,5 = 235,2457627$ dan dibulatkan menjadi 235 bulan), total jumlah hari mencapai 6940 hari (dihitung sebagai $19 \times 365,2422$ dan dibulatkan). Selama periode ini, jumlah hari untuk 235 bulan kamariah adalah 6940 hari (dihasilkan dari $235 \times 29,530588$), meskipun terdapat sedikit selisih. Dalam kerangka waktu 19 tahun atau 235 bulan kamariah ini, 7 tahun di antaranya terdiri dari 13 bulan, yaitu tahun ke-3, 5, 8, 11, 13, 16, dan 19. Sebaliknya, 12 tahun sisanya, yaitu tahun ke-1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17, dan 18, tetap terdiri dari 12 bulan dan setiap tahunnya terdiri dari 354 hari. Secara keseluruhan, ini berarti terdapat total 4248 hari (dihitung sebagai 12×354) selama periode 12 tahun tersebut.⁶

Siklus Meton berlangsung tepat 19 tahun tropis, hampir setara dengan 235 bulan sinodis (periode antara dua fase Bulan baru berturut-turut). Dalam siklus ini, 19 tahun tropis hampir setara dengan 235,5 kali tahun Matahari. Oleh karena itu, siklus ini menciptakan hubungan yang hampir sempurna antara tahun Matahari dan periode sinodis Bulan. Siklus Meton memiliki aplikasi praktis dalam pengembangan kalender, terutama dalam menyelaraskan tahun Matahari dan tahun Bulan. Salah satu

⁵ Al Biruni, *Chronologie orientalischer Völker von Alberuni*.

Herausgegeben von C. Eduard Sachau. (Brockhaus. Leipzig 1878)

⁶ Muhammad Salim Syujjab, *At-Tā'rīkh wa at-Taqāwīm 'Inda asy-Syū'ūb, (Shana'ā': Wizārah ats-Tsaqāfah wa as-Siyāhah, 1425/1996)*, h.93

contoh penerapannya adalah dalam kalender Yahudi tradisional. Kalender Yahudi menggunakan Siklus Meton untuk memastikan bahwa perhitungan waktu dalam kalender mereka sejalan dengan pergerakan Bulan dan Matahari. Hal ini memungkinkan penyelarasan yang efektif antara kalender lunisolar dan peristiwa astronomis. Keunggulan Siklus Meton terletak pada ketepatannya dalam menyelaraskan berbagai siklus, sehingga memberikan dasar yang lebih stabil untuk penetapan waktu dalam konteks kalender. Konsep Siklus Meton tetap menjadi bagian integral dari astronomi dan studi kalender. Penggunaannya telah memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pemahaman tentang pergerakan Bulan dan penggunaan waktu dalam masyarakat kuno dan modern.

Definisi Siklus Meton yang teliti dan cermat adalah kunci untuk memahami bagaimana astronomi dan kalender terkait erat dalam mengikuti pola pergerakan Bulan dan Matahari. Siklus Meton juga sebenarnya merupakan kelipatan dari bulan anomalistik. Hal ini menunjukkan hubungan matematis yang konsisten antara dua periode waktu yang berbeda dalam dunia astronomi. Dengan presisi dan akurasi yang luar biasa, siklus Meton menetapkan bahwa setelah 19 tahun, Bulan akan kembali ke fase yang sama pada hari yang sama. Keberadaan hubungan matematis ini memberikan dasar yang kuat untuk penghitungan dan prediksi fenomena bulan yang kompleks, mengilustrasikan keteraturan dan korelasi yang ada di antara periode-periode yang berbeda dalam sistem tata surya.

Pembahasan mengenai Ijtimak secara pasti berkaitan dengan gerak sinodis dan sideris Bulan. Fenomena Ijtimak, yang merujuk pada pengamatan hilal atau awal bulan dalam konteks kalender Islam, memiliki hubungan erat dengan pergerakan Bulan. Gerak sinodis Bulan mengacu pada periode waktu antara dua fase Bulan baru berturut-turut, yang mencerminkan siklus Bulan dalam mengorbit Bumi. Sementara itu, gerak sideris

Bulan mengukur periode yang diperlukan oleh Bulan untuk kembali ke posisi yang sama terhadap bintang tertentu dalam langit. Perbedaan utama antara periode bulan sideris dan periode bulan sinodis terletak pada perhitungan peredaran bulan relatif terhadap bintang tetap dan posisi relatif bulan terhadap Matahari dan Bumi. Periode bulan sideris adalah waktu yang dibutuhkan bulan untuk mengelilingi Bumi satu lingkaran penuh relatif terhadap bintang tetap, dengan durasi sekitar 27,32166 hari atau 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Sementara itu, periode bulan sinodis mengacu pada rentang waktu yang dibutuhkan oleh bulan antara satu fase bulan baru ke bulan baru berikutnya, yang ditandai dengan terjadinya dua kali *ijtima'* atau konjungsi (ketika Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam satu garis lurus). Durasi bulan sinodis adalah sekitar 29,5 hari. Jadi, perbedaan utama adalah bahwa periode bulan sideris berkaitan dengan peredaran bulan relatif terhadap bintang tetap, sementara periode bulan sinodis berkaitan dengan posisi relatif bulan terhadap Matahari dan Bumi.⁷

Hubungan antara Siklus Meton, gerak sinodis, dan gerak sideris Bulan membentuk kerangka waktu yang kompleks dan terintegrasi dalam astronomi serta pembentukan kalender. Siklus Meton, dengan durasi sekitar 19 tahun, secara khusus berkaitan erat dengan gerak sinodis Bulan, yang mengukur periode antara dua fase Bulan baru berturut-turut. Dalam konteks Siklus Meton, peran gerak sinodis Bulan menjadi sentral karena setelah 19 tahun, fase-fase Bulan kembali ke posisi serupa dalam kalender Matahari. Namun, hubungan ini tidak dapat dipisahkan dari pemahaman gerak sideris Bulan, yang menilai periode waktu yang diperlukan Bulan untuk kembali ke posisi yang sama terhadap bintang tertentu dalam langit. Meskipun Siklus Meton tidak secara langsung mempertimbangkan gerak sideris,

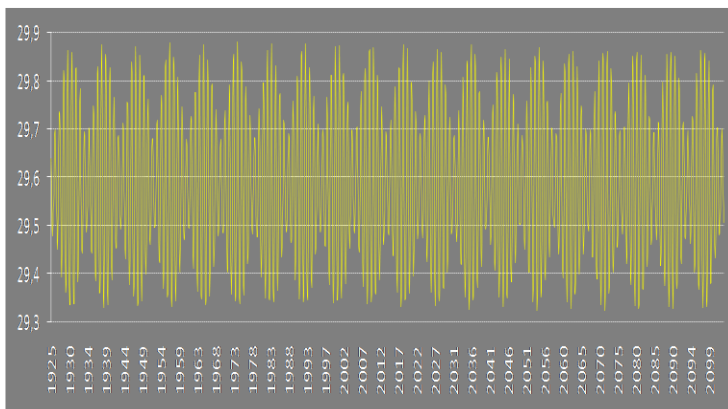
⁷ Abd. Salam Nawawi, *Cara Praktis Menghitung Waktu Shalat, Arah Kiblat, dan Awal Bulan*, (Sidoarjo: Aqabah, 2009), h.20-21

pemahaman terhadap posisi Bulan terhadap bintang-bintang menjadi penting dalam menyusun kalender, baik lunar maupun lunisolar. Oleh karena itu, hubungan ini menciptakan dasar untuk menyelaraskan perhitungan waktu dan menyusun kalender yang akurat, memberikan dampak besar terutama dalam konteks kalender lunar dan lunisolar. Keseluruhan, keterkaitan antara Siklus Meton, gerak sinodis, dan gerak sideris Bulan menjadi landasan penting bagi manusia dalam melacak pergerakan langit dan mengorganisir waktu dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel.1 : Pengulangan siklus Meton

No	Tanggal dan Tahun	New Moon	Tanggal dan Tahun	New Moon
1	26 Januari 1990	19:20 UT	26 Januari 2009	07:55 UT
2	25 Februari 1990	08:54 UT	25 Februari 2009	01:35 UT
3	26 Maret 1990	19:48 UT	26 Maret 2009	16:05 UT
4	25 April 1990	04:27 UT	25 April 2009	03:22 UT
5	24 Mei 1990	11:47 UT	24 Mei 2009	12:11 UT
6	22 Juni 1980	18:54 UT	22 Juni 2009	19:35 UT

Tabel di atas memuat data peristiwa *New Moon* (Ijtimak) yang terjadi pada beberapa tanggal dan tahun tertentu. Peristiwa-peristiwa tersebut mencakup dua dekade berbeda, yakni pada tahun 1990 dan 2009. Pada Januari 1990, contohnya, *New Moon* terjadi pada tanggal 26 pukul 19:20 UT, sedangkan pada tahun 2009, peristiwa yang serupa terjadi pada tanggal yang sama, namun pada pukul 07:55 UT. Setiap baris tabel mencantumkan tanggal, tahun, dan waktu UTC (*Universal Coordinated Time*) di mana *New Moon* terjadi. Perbandingan antara kedua dekade ini dapat memberikan gambaran tentang perubahan posisi Bulan dalam Siklus Meton serta mencerminkan keteraturan atau variasi yang mungkin terjadi dalam penentuan waktu Ijtimak selama periode tersebut.



Gambar 1 : Grafik Periode Ijtimak

Grafik di atas menampilkan data hasil penelitian selama 183 tahun periode Ijtimak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ijtimak atau konjungsi memiliki rata-rata periode sekitar 29.530579 hari, dengan nilai minimal mencapai 29.274360 hari dan nilai maksimal mencapai 29.829761 hari.⁸ Dalam konteks astro-geodesi modern, perhitungan untuk memprediksi kapan terjadinya konjungsi atau ijtimak telah mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu dengan ketelitian hingga 0,01 detik busur. Metode perhitungan yang canggih dan teknologi modern memungkinkan para ilmuwan dan ahli astro-geodesi untuk mengintegrasikan data presisi tinggi mengenai pergerakan Bulan

⁸Data grafik dalam penelitian ini diambil dari sampel yang mencakup rentang waktu dari hari Jum'at, 1 Agustus 1924 M, hingga Rabu, 7 Februari 2103 M. Grafik ini dibuat menggunakan algoritma perhitungan posisi Matahari dan Bulan berdasarkan teori Jean Meeus *high accuracy* yang berbasis pada teori VSOP87 dan ELP-2000. Proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan bahasa *Visual Basic for Application* (VBA) di dalam perangkat lunak *Microsoft Excel* yang dikembangkan oleh Khafid. Untuk mendapatkan detail data secara lebih rinci, silakan merujuk link <https://docs.google.com/document/d/14YlKNe-sN0tePoz5tpdxasb2pyQ-UHjI/edit?usp=sharing&ouid=109000056736810007492&rtpof=true&sd=true>

dalam kaitannya dengan bintang-bintang lainnya. Prediksi ini membantu menentukan waktu tepat di mana Bulan akan mencapai posisi konjungsi atau Ijtimak dengan ketelitian yang sangat tinggi. Tingkat akurasi sebesar 0,01 detik busur memastikan bahwa perhitungan ini dapat diandalkan untuk keperluan ilmiah, astronomi, dan pembuatan kalender, memungkinkan pengaturan waktu dengan presisi yang luar biasa dan memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam terkait dengan fenomena konjungsi atau Ijtimak.⁹

Ketelitian perhitungan umur bulan sangat bergantung pada akurasi perhitungan ijtimak dalam penentuan kalender Hijriah. Ijtimak, atau konjungsi Bulan, menjadi momen krusial dalam menentukan awal bulan dalam kalender Islam. Umur bulan, yang merupakan periode antara dua ijtimak berturut-turut, memberikan dasar bagi penentuan waktu dalam kalender Hijriah. Sehingga, semakin akurat perhitungan ijtimak, semakin tepat pula umur bulan yang dihitung. Ketelitian ini memiliki dampak yang signifikan pada penentuan awal bulan Ramadan, Idul Fitri, dan penentuan waktu ibadah lainnya. Seiring dengan berkembangnya teknologi, metode perhitungan ijtimak pun semakin diperbaiki untuk mencapai tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Ijtimak atau konjungsi Bulan, adalah fenomena astronomis yang terjadi secara serentak di seluruh dunia. Momen tersebut mewakili titik ketika Bulan kembali ke posisi yang sama dengan Matahari, sehingga tampak seperti berada dalam satu garis lurus ketika dilihat dari Bumi. Ijtimak secara global memastikan bahwa peristiwa ini dapat diamati secara serempak di berbagai belahan Bumi tanpa memandang lokasi geografis. Keuniversalan Ijtimak sebenarnya memainkan peran penting dalam mengakomodasi keragaman geografis umat Muslim.

⁹ Elly Uzlifatul Jannah, *Kalender Kriteria 29 dalam Perspektif Astronomi dan Fikih*, Thesis UIN Walisongo, 2017

Fenomena konjungsi atau Ijtimak memang tidak selalu dapat diamati, kecuali saat terjadi gerhana. Saat terjadinya gerhana memberikan kesempatan optimal untuk menguji akurasi sebuah sistem hisab dalam menghitung terjadinya ijtimak. Pada saat inilah, perbandingan antara prediksi perhitungan Ijtimak dengan observasi langsung fenomena gerhana memberikan indikasi sejauh mana sistem hisab dapat menghasilkan hasil yang akurat dan sesuai dengan pergerakan nyata Bulan dalam siklusnya. Oleh karena itu, momen gerhana memberikan tantangan dan peluang untuk memvalidasi serta meningkatkan keandalan sistem hisab, yang pada akhirnya berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik terkait dengan fenomena konjungsi atau Ijtimak.

Karakteristik periode Ijtimak dalam konteks Siklus Meton menonjolkan pola yang teratur dan terprediksi dalam pergerakan Bulan selama periode 19 tahun Matahari. Siklus Meton, yang melibatkan sinkronisasi antara tahun Matahari dan bulan kamariah, menciptakan kerangka waktu yang memungkinkan perulangan posisi Bulan yang hampir identik setiap 19 tahun. Keberulangan ini memberikan stabilitas pada pola periode Ijtimak, memungkinkan penentuan waktu yang lebih terstruktur dan dapat diantisipasi. Selama Siklus Meton, terdapat perubahan fase Bulan yang menjadi aspek penting dalam karakteristik periode Ijtimak. Keberadaan tahun-tahun dengan 13 bulan menjadi faktor variabel yang memengaruhi panjang periode Ijtimak, membutuhkan perhitungan yang lebih cermat untuk menjaga ketelitian dalam penentuan waktu. Selain itu, perubahan fase Bulan yang mencakup periode 19 tahun ini menciptakan variasi yang harus dipahami dengan baik untuk menginterpretasikan dan merinci karakteristik periode ijtimak.

Ketelitian dan akurasi menjadi fokus dalam pemahaman karakteristik ini, terutama dengan mengadopsi teknologi modern

seperti algoritma berbasis teori VSOP87 dan ELP-2000¹⁰ . Penggunaan algoritma ini memberikan landasan yang kokoh untuk menghasilkan perhitungan yang akurat dalam menentukan waktu Ijtimak. Sehingga, karakteristik periode Ijtimak dalam Siklus Meton tidak hanya mencerminkan kestabilan pola, tetapi juga menekankan kebutuhan akan metode perhitungan yang canggih untuk merinci dan mengamati pergerakan Bulan dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

Dampak Siklus Meton terhadap penentuan periode Ijtimak secara astronomis menjadi sangat signifikan dalam konteks kalender baik lunar maupun lunisolar. Siklus Meton, dengan durasi 19 tahun Matahari, menciptakan keteraturan yang memudahkan perhitungan waktu Ijtimak. Salah satu dampak utama adalah keberulangan posisi Bulan yang hampir identik setiap 19 tahun, memungkinkan para astronom untuk memprediksi dengan tepat kapan Ijtimak akan terjadi. Siklus Meton juga memberikan struktur yang terencana dalam penentuan waktu Ijtimak, membuat kalender baik lunar maupun lunisolar dapat lebih akurat dan sesuai dengan pergerakan nyata Bulan. Dengan demikian, dampak positifnya adalah memberikan dasar yang kokoh untuk penanggalan baik lunar maupun lunisolar yang digunakan dalam berbagai tradisi dan waktu peribadahan. Hal ini terutama relevan dalam penentuan awal bulan-bulan penting seperti Ramadan atau Syawal dalam Islam. Namun, dampak Siklus Meton tidak hanya terbatas pada aspek positif. Variabilitas dalam panjang periode Ijtimak juga menjadi dampak, mengingat keberadaan tahun-tahun dengan 13 bulan (kalender lunisolar) dalam siklus tersebut. Hal ini membutuhkan perhitungan yang lebih rumit dan memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik Siklus Meton untuk mencapai tingkat akurasi yang diinginkan dalam penentuan waktu ijtimak.

¹⁰ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm*, (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1991), h.205

Sehingga dampak Siklus Meton terhadap penentuan periode ijtimak secara astronomis tidak hanya meningkatkan prediktabilitas dan ketepatan dalam kalender lunisolar, tetapi juga memerlukan penanganan yang cermat terhadap variabilitas dan kompleksitas yang terkait dengan pergerakan Bulan selama Siklus Meton.

Kesimpulan

Kesimpulan dari pembahasan di atas menunjukkan bahwa karakteristik periode Ijtimak dalam konteks Siklus Meton memiliki pola yang teratur dan terprediksi. Siklus Meton, dengan durasi 19 tahun Matahari, memberikan kerangka waktu yang memudahkan penentuan waktu Ijtimak. Dampaknya melibatkan keberulangan posisi Bulan yang hampir identik setiap 19 tahun, memungkinkan prediksi yang akurat terkait saat Ijtimak terjadi. Karakteristik periode Ijtimak mencakup reguleritas pola, kestabilan pada pola periode, serta perubahan fase Bulan yang memengaruhi panjang periode Ijtimak. Dampak Siklus Meton terhadap penentuan periode Ijtimak secara astronomis sangat signifikan dalam membentuk kalender lunar maupun lunisolar. Siklus Meton memberikan keteraturan yang memudahkan perhitungan waktu Ijtimak, tetapi perlu diperhatikan bahwa variabilitas panjang periode ijtimak tetap menjadi tantangan. Oleh karena itu, penanganan yang cermat terhadap aspek-aspek kompleks ini menjadi kunci untuk mencapai ketepatan dan akurasi dalam menentukan waktu ijtimak dalam Siklus Meton. Sehingga, diharapkan dengan penelitian ini tidak hanya memperdalam pemahaman terhadap karakteristik dan dampak Siklus Meton terhadap periode ijtimak secara astronomis, tetapi juga memberikan landasan yang lebih kuat untuk pengembangan kalender baik lunar maupun lunisolar yang lebih akurat dan sesuai dengan pergerakan nyata Bulan.

Daftar Pustaka

- Khafid, Astronomi Bagian dari Solusi Penyatuan Kalender Islam, Makalah dalam Munas Penyatuan Kalender Hijriah pada tanggal 17-19 desember 2005
- Khafid, Mencari Solusi Penyatuan Kalender Hijriyah di Indonesia, Makalah Temu Silaturrahmi Pakar Falak NU-Muhammaddiyah, Bangka Tengah 28-29 September 2015
- Moedji Raharto, Visibilitas Hilal Menurut Astronom, makalah disampaikan dalam Seminar Imsakiyah Ramadan 1423 H di STAIN Pekalongan, 12 Oktober 2002.
- Saadoeddin Djambek, *Hisab Awal Bulan*, (Jakarta: Tinta Mas Indonesia, 1975).
- Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2009).
- Sugiono, *Metode Penelitian Kualitatif*, (Bandung: CV. Alfabeta, 2012).
- Arwin Juli Rakhmadi Butar-butar, *Esai-esai Astronomi Islam*, (Medan: Umsu Press, 2013).
- Muhammad Salim Syujjab, *At-Tā'rīkh wa at-Taḳāwīm 'Inda asySyu'ūb*, (Shana'a': Wizārah ats-Tsaqāfah wa as-Siyāhah, 1425/1996).
- Abd. Salam Nawawi, *Cara Praktis Menghitung Waktu Shalat, Arah Kiblat, dan Awal Bulan*, (Sidoarjo: Aqabah, 2009).
- Elly Uzlifatul Jannah, *Kalender Kriteria 29 dalam Perspektif Astronomi dan Fikih*, Thesis UIN Walisongo, 2017
- Jean Meeus, *Astronomical Algorithn*, (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1991)
- Al Biruni, *Chronologie orientalischer Völker von Alberuni*. Herausgegeben von C. Eduard Sachau. (Brockhaus. Leipzig 1878)

Chapter 4

Progresivitas Negara-Negara MABIMS Dalam Upaya Realisasi Kalender Islam Global (Telaah Pemikiran Susiknan Azhari)

Ayu Putri Zahara¹, Dianita Rahma Dina²

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
ayuputri201907@gmail.com¹
20103060005@student.uin-suka.ac.id²

Abstrak

Penyatuan Kalender Islam Global (KIG) terus menjadi diskursus di dunia Islam. Sebab, maraknya terjadi perbedaan dalam memulai dan mengakhiri Ramadan, Syawal, Zulhijah. Gagasan “Persatuan dan Kebersamaan” menjadi visi yang dibangun dalam merintis Kalender Islam Global yang saat ini mengadopsi hasil konferensi Turki 1437/2016. Kenyataannya, rujukan ini masih butuh evaluasi melalui observasi yang berkelanjutan. Meski demikian, masih banyak yang belum menerimanya. Yang terjadi di lapangan terkhusus negara-negara eropa, telah merujuk Kalender Islam Global (KIG). Sementara di negara-negara MABIMS (Malaysia, Brunei Darussalam, Indonesia, Singapura) akseptabilitas KIG sangat minim disebabkan umat Islam yang dominan tekstual, sehingga hal itu terus menjadi tantangan dalam upaya realisasi kalender Islam Global. Berdasarkan analisis atas pemikiran Susiknan Azhari di dapati bahwa Indonesia dan Malaysia adalah negara yang paling aktif berperan dalam upaya mewujudkan kalender Islam yang unifikatif dibandingkan dengan negara-negara anggota MABIMS lainnya. Indonesia khususnya telah memperlihatkan upaya itu melalui organisasi masyarakat yang berupa Muhammadiyah.

Kata kunci : KIG, MABIMS, Pemikiran Susiknan Azhari

Abstract

The unification of the Global Islamic Calendar is of utmost importance due to significant discrepancies at the beginning and end of Ramadan, Shawal, and Zulhijah across the Islamic world. The pursuit of "unity and togetherness" is the driving motivation behind this initiative to establish a universal Islamic calendar. The current standard for the Global Islamic Calendar (KIG) is based on the findings from the Turkish conference of 1437/2016, but this reference still requires ongoing observation and evaluation. Despite a lot of resistance, several European countries have already adopted KIG. However, it remains a challenge in MABIMS (Malaysia, Brunei Darussalam, Indonesia, Singapore) due to Muslims tend to be predominantly textual. Nevertheless, Indonesia and Malaysia are spearheading the efforts to establish an unifying Islamic calendar, based on an analysis of Susiknan Azhari's perspective. In this regard, the Muhammadiyah organization in Indonesia is making commendable strides.

Keywords: *KIG, MABIMS, Susiknan Azhari's Perspective*

A. Pendahuluan

Kalender hijriah adalah suatu hal yang sering diperbincangkan bahkan sampai tahap internasional. Rencana perwujudan kalender Islam Global sedang diupayakan oleh para pakar ahli astronomi Islam dunia. Rencana itu semakin gencar direalisasikan salah satunya melalui konferensi di Turki tahun 2013. Dalam konferensi tersebut ada salah seorang perwakilan dari Eropa yang menyatakan keinginannya untuk disegerakan adanya unifikasi kalender dunia demi kebersamaan dalam mengawali bulan-bulan ibadah, yakni Ramadan, Syawal dan Zulhijah. Selain itu, orang tersebut juga berharap bahwa

unifikasi itu berguna untuk memudahkan mendapatkan izin perusahaan di Eropa.¹

Tahun 2017 pernah terjadi perbedaan di dunia dalam menentukan awal bulan Muharram. Saudi Arabia, Kuwait, Qatar, Uni Emirat Arab, Yordania, dan Turki begitupun Indonesia menetapkan awal Muharam 1439 H jatuh pada Kamis, 21 September 2017. Sedangkan Aljazair, Bahrain, Mesir, Singapura, Malaysia serta Brunei Darussalam menetapkannya pada Jum'at 22 September 2017.

Perbedaan di atas terjadi karena Indonesia saat itu masih berpegang pada visibilitas hilal MABIMS (2,3,8). Sejalan dengan Majelis Ugama Islam Singapura (MUIS) yang konsisten pada Taqwim MABIMS. Malaysia melalui JAKIM pada mulanya menetapkan awal Muharam 1439 H tersebut pada hari Kamis, 21 September 2017. Berdasarkan pernyataan yang di sampaikan oleh Tan Sri Dato' Haji Othman bin Mustapha dalam pers, adanya kesalahan teknis yang terjadi kemudian dikaji oleh para pakar falak JAKIM sehingga awal Muharam 1439 H jatuh pada Jum'at 22 September 2017.²

Sejauh ini, para sarjanawan telah banyak mengkaji terkait penyatuan kalender Islam Global. Kalender Islam Global dianggap sebagai ide bahkan kebutuhan mendesak guna terciptanya kesatuan umat Islam dalam memulai bulan-bulan ibadah yang menjadi problematika dalam penetapannya.³ Dalam

¹ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan* (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020).

² *Ibid.*, h. 115.

³ Arbisora Angkat, Kalender Hijriah Global dalam Perspektif Fikih, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.3, No. 2, 2017, h. 3-4. Lihat juga Nur Anshari, Kalender Islam Global (Antara Dilema dan Darurat), *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.3, No.1, 2017.

dunia politik, eksistensi Kalender Islam Global akan dinilai sebagai bentuk kekompakan dunia dalam menyelesaikan masalah-masalah Global.⁴ Kalender Hasil Konferensi Turki 2016 yang kemudian dibahas kembali kedalam Rekomendasi Jakarta 2017 masih menjadi dialektika, kedua hasil tersebut memiliki minusnya masing-masing dalam merumuskan kalender Islam Global.⁵ Konsep *mutakamilul hilal* bisa menjadi solusi menurut Susiknan Azhari.⁶ Selain itu, ada juga konsep kesatuan *matla'* yang diyakin penting dalam persoalan Kalender Islam Global, namun hal itu juga masih menimbulkan *pro kontra* karena kaitannya dengan perbedaan zona, dan terdapat kesan memaksa.⁷ Di samping itu, Syamsul Anwar sepakat dengan adanya kesatuan *matla'* dengan prinsip “satu hari satu tanggal diseluruh dunia”.⁸

Melihat problematika yang terjadi dalam mengupayakan KIG, penulis ingin meninjau dari setiap negara-negara anggota MABIMS terkait sejauh mana progresivitas negara-negara tersebut (Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia dan Singapura) untuk mewujudkan unifikasi Kalender Islam Global bersumber pada pemikiran Susiknan Azhari beserta autobiografinya.

⁴ Muhammad Iqbal, Penyatuan Kalender Islam Internasional: Perspektif Siyash, *Juris: Jurnal Ilmiah Syariah*, Vol.15, No.2, 2016, h. 170-176.

⁵ Muhammad Hidayat, Aplikasi Kriteria Kalender Islam Global Mukatamar Turki 2016 dan Rekomendasi Jakarta 2017, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.4, No.1, June 2018, h. 67-77.

⁶ Khamarullah, Penyatuan Kalender Islam Perspektif Susiknan Azhari, *Skripsi IAIN Palangkaraya*, 2018.

⁷. Ulin Nadia R Rohmah, Penyatuan Kalender Islam Global Perpektif Akademisi Ilmu Falak di Kabupaten Ponorogo, *Skripsi IAIN Ponorogo*, 2019.

⁸ Muhammad Arafat, Konsep Penyatuan Kalender Hijriah Global Perspektif Syamsul Anwar, *Skripsi Universitas Islam Indonesia*, 2021.

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode *library research* (studi kepustakaan) dengan menggunakan buku-buku, artikel dimana penulis akan mencoba menelaah pemikiran dari Susiknan Azhari serta melakukan wawancara secara dalam konteks penyatuan Kalender Islam Global untuk mendapatkan informasi yang komprehensif.

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Negara-negara anggota MABIMS belum *massive* dalam mewujudkan unifikasi Kalender Islam Global (KIG). Menurut Susiknan Azhari, diantara negara-negara tersebut, Indonesia dan Malaysia yang paling antusias dalam mewujudkan penyatuan kalender Islam Global. Malaysia pernah mengimplementasikan hasil daripada keputusan konferensi di Turki tahun 1978 tentang KIG. Adapun perkiraan Susiknan Azhari, Indonesia melalui organisasi Muhammadiyah akan menggunakan sistem KIG ini dimulai Muharram tahun 1446 H sampai 25 tahun mendatang. Brunei Darussalam dan Singapura, masih belum terlihat jelas akan proses realisasi-nya untuk KIG ini⁹.

Pembahasan

Problematika Kalender Islam Global di Dunia Islam

Umat Islam Indonesia berpotensi menjadi rujukan dunia. Akan tetapi, hal itu ditentukan dari kesadaran umat Islam sendiri. Di Indonesia khususnya, terdapat beragam kalender Islam yang menjadi inti dari polemik pemberlakuan kalender Internasional. Keberagaman tersebut berlandaskan adanya perbedaan kriteria

⁹ Wawancara dengan Susiknan Azhari, pada tanggal 26 Januari 2024 pukul 13.30 WIB.

dalam penentuan awal bulan kamariah. Hal yang sering menjadi perdebatan adalah bulan-bulan krusial, seperti Ramadan, Syawal dan Zulhijah.¹⁰ Perdebatan tersebut berorientasi antara Hisab dan Rukyat yang tidak ada ujungnya. Muhammadiyah mencetuskan metode wujudul hilal (hisab), sedangkan PBNU menggunakan kriteria imkanur rukyat dimana teori ini dibangun atas dasar pengamatan empiris (rukyatul hilal). Adapun PERSIS sempat menggunakan wujudul hilal, namun kemudian berpindah pada kriteria imkanur rukyat MABIMS. Selaras dengan kalender Taqvim Standar Indonesia juga memakai kriteria MABIMS, namun tetap menunggu hasil sidang isbat, akan tetapi dalam beberapa periode dinilai inkonsisten dalam penerapannya.¹¹

Di Malaysia keberadaan kaum reformis disana dianggap penting dalam penyatuan kalender Islam di Malaysia.¹² Terlebih lagi pemerintah Malaysia juga ikut andil dalam mengurus persoalan penyatuan kalender Islam, yakni JAKIM (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia) yang memiliki wewenang dalam upaya penyatuan kalender Islam. Salah satu upaya yang dilakukan adalah menerbitkan kalender hijriah setiap tahunnya dengan memakai teori visibilitas hilal MABIMS. Menariknya, JAKIM tetap melakukan pengamatan terus menerus, akan tetapi hal itu tidak mengubah ketentuan dalam almanaknya, justru akan menjadi rujukan dalam membentuk teori baru. Menurut pandangan Susiknan Azhari, kebijakan seperti itu memberikan pengaruh yang sangat penting dalam mewujudkan kesatuan.¹³

Berkenaan dengan perwujudan Kalender Islam Global, setiap tahapan-tahapan telah dilalui, baik melalui diskusi Nasional maupun Internasional yang dimulai sejak tahun 1973

¹⁰Susiknan Azhari, *Merajut Kebersamaan (Diskursus Penyatuan Kalender Islam Sebuah Autobiografi Akademik)*, (Yogyakarta: Cakrawala, 2023), h. 4.

¹¹ *Ibid.*, h. 5-10.

¹² *Ibid.*, h. 95-97.

¹³ *Ibid.*, h. 107-108.

dengan mengadakan konferensi “*Mukatamar Penyatuan Awal Bulan Hijriah*” di Kuwait dan berbagai seminar lainnya dilaksanakan hingga sekarang.¹⁴ Pada akhirnya dari setiap dinamika yang dilalui tersebut tertuju pada hasil konferensi Istanbul Turki 2016, meskipun harus tetap melakukan kajian lebih lanjut. Menanggapi hal itu, Susiknan Azhari berpandangan bahwa konsep dasar kalender Turki 2016 perlu dipertimbangkan bahkan sudah saatnya disosialisasikan. Namun, untuk memasuki tahap implementasi masih butuh hasil-hasil riset yang berkelanjutan. Karena pada dasarnya kalender kriteria Turki 2016 masih memiliki kekurangan dimana akan memaksa wilayah yang belum bisa menjangkau hilal ikut memulai awal bulan baru. Lebih lagi apabila memakai hasil Rekomendasi Jakarta 2017 berarti wilayah yang sudah memenuhi kriteria akan tertunda memasuki awal bulan.¹⁵

Dalam persoalan Kalender Islam Global, JAKIM terlihat aktif berpartisipasi dalam proses unifikasi tersebut. JAKIM juga bergabung dalam konferensi terkait penyatuan KIG seperti konferensi yang diselenggarakan di Istanbul, Turki. Pandangan Susiknan Azhari saat itu Malaysia adalah salah satu negara yang fleksibel menerima hasil konferensi Turki 2016 dengan syarat apabila jamak negara muslim juga menerimanya. Bahkan beliau juga menyetujui kriteria yang telah diputuskan sebagai rujukan dalam pembuatan kalender Islam.¹⁶

Gagasan penyatuan kalender Islam internasional sebenarnya sempat diusung oleh Hasbi Ash-Shiddieqy pada

¹⁴ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan*. (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020), h. 155-162.

¹⁵ Susiknan Azhari, *Merajut Kebersamaan (Diskursus Penyatuan Kalender Islam Sebuah Autobiografi Akademik)*, (Yogyakarta: Cakrawala, 2023), h. 126-128.

¹⁶ *Ibid.*, h. 111-113.

tahun 1973, tetapi saat itu tidak ada yang menggubris ide tersebut, karena dianggap hal yang mustahil. Menariknya, gagasan Hasbi kembali diwujudkan oleh ICOP (*Islamic Crescents Observation Project*) tahun 1998.¹⁷ Di sisi lain, diwacanakan juga Kalender Islam Nasional yang digagas oleh Hamka. Ketika itu, Taqwim Standar Indonesia dinyatakan konsisten dalam penetapannya sejak tahun 1942-1946. Demikian pula kalender PBNU. Hingga pada akhirnya muncul konsep *mutakamilul hilal* yang dirasa pantas menjadi acuan kalender Islam Nasional.¹⁸

Berdasarkan analisa Susiknan Azhari ada beberapa hal yang menjadi hambatan dalam upaya realisasi Kalender Islam Global (KIG) di dunia Islam khususnya negara-negara kawasan Asia Tenggara. *Pertama*, belum ada kejelasan terkait definisi kalender hijriah. *Kedua*, keterbatasan pemahaman masyarakat tentang kalender Islam. *Ketiga*, pemikiran tekstualis (fikih) yang masih mendominasi. *Keempat*, masih minimnya sikap moderat pada pemerintah diberbagai negara di dunia Islam.¹⁹

Sehingga dalam menyongsong peradaban saat ini, menurut Susiknan Azhari diperlukan pertemuan untuk mencari titik temu demi terwujudnya kebersamaan. Dalam hal ini kebersamaan yang dimaksud adalah penetapan awal bulan kamariah. Untuk itu, solusi dalam menghadapi problematika ini sangat diutamakan hal-hal yang berkenaan dengan masalah. Di sisi lain, perlu ditekankan prinsip *change of mind* menuju *open mind*. Selain itu, adanya keseimbangan antara teoritis dan

¹⁷ *Ibid.*, h. 11.

¹⁸ *Ibid.*, h. 22-24.

¹⁹ Wawancara dengan Susiknan Azhari pada 25 Januari 2024 pukul 13.35 WIB.

empiris tidak kalah penting dalam usaha penyatuan kalender Islam ini.²⁰

Perkembangan Kalender Islam Global di Negara-Negara MABIMS Telaah Pemikiran Susiknan Azhari

Susiknan Azhari merupakan salah satu ahli falak yang berkecimpung dalam berbagai kegiatan yang berkaitan dengan proses unifikasi kalender Islam Global bersama para ulama-ulama dan pakar falak/astronomi di berbagai belahan dunia, maupun aktivitas akademis secara umum, dimulai sejak tahun 1994 – sekarang. Hal tersebut dibuktikan melalui kunjungan beliau ke beberapa negara seperti, Malaysia, Brunei Darussalam, Turki, Iran, Saudi Arabia, Palestina, Mesir, USA, dan banyak Provinsi di Indonesia.

Selain itu, terlihat juga tulisan-tulisannya di media massa dan jurnal, beserta bukunya yang terkait misalnya “*Merajut Kebersamaan*”, “*Penyatuan Kalender Islam*” dan masih banyak lagi, serta tercantum begitu banyak penghargaan ketika beliau menjadi narasumber dalam seminar, muktamar/konferensi ataupun sebagai anggota/peserta dalam kanca Nasional maupun Internasional.²¹ Dapat disimpulkan bahwasanya beliau adalah salah seorang yang cukup aktif dalam memperhatikan perkembangan astronomi Islam dalam kancah dunia maupun kawasan Asia Tenggara, terkhusus negara-negara anggota MABIMS.

MABIMS merupakan suatu kriteria dalam penentuan awal bulan baru yang disebut visibilitas hilal yang ditetapkan oleh Menteri Agama Malaysia, Brunei Darussalam, Indonesia, dan Singapura. Dalam kriteria ini MABIMS sepakat bahwa

²⁰ Susiknan Azhari, *Merajut Kebersamaan (Diskursus Penyatuan Kalender Islam Sebuah Autobiografi Akademik)*, (Yogyakarta: Cakrawala, 2023), h. 43.

²¹ *Ibid.*, h. 413-443.

masuknya bulan baru harus mencapai ketinggian 3 derajat dengan elongasi 6,4 derajat.²² Meskipun dalam perjalanannya, kriteria ini juga telah banyak mengalami perubahan yang awalnya (2, 3.8).

Dalam filologinya terdapat sejumlah 29 kali perjalanan menuju realisasi Kalender Islam Global. Hal itu tentu saja dihadiri oleh anggota-anggota negara yang ada di dunia. Ternyata wacana akan Kalender Islam Global ini bukanlah suatu hal yang sangat baru, melainkan sudah lama terpikirkan dan dijalankan secara berangsur oleh para ahli astronomi Islam dunia.

Dalam proses merumuskan Kalender Islam Global, menurut Susiknan Azhari keputusan-keputusan yang dihasilkan dari berbagai konferensi tidak efektif disebabkan problem internal yang belum terselesaikan. Buktinya adalah hasil keputusan konferensi di Turki tahun 1978 tentang kesepakatan kaidah-kaidah penentuan awal bulan kamariah dan pembentukan komisi penyusun kalender Islam²³.

Adapun progresivitas realisasi Kalender Islam Global di negara-negara MABIMS sebagai berikut:

a. Indonesia

Walaupun Indonesia aktif dalam berbagai pertemuan, ternyata Indonesia, problem internalnya belum terselesaikan, sehingga menjadi hambatan untuk realisasi penyatuan Kalender Islam Global. Problem internal yang terjadi misalnya dikotomi

²² <https://www.brin.go.id/news/111595/brin-kaji-implementasi-kriteria-baru-mabims>, diakses pada 23 Januari 2024 pukul 19.49 WIB.

²³ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan*. (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020), h.55.

antar kalender Islam untuk kepentingan ibadah dan kalender Islam untuk kepentingan sosial²⁴.

Delegasi yang Indonesia kirimkan seringkali tidak sama. Oleh karenanya belum terealisasi secara maksimal terkait konsep yang disepakati atas keputusan-keputusan yang dihasilkan tentang penyatuan Kalender Islam Global. Indonesia menjadikan visibilitas hilal MABIMS sebagai panduan untuk melakukan observasi menentukan awal Ramadan dan Syawal. Hanya saja selama di Indonesia jika berdasarkan data hisab posisi hilal yang sudah memenuhi visibilitas hilal MABIMS maka ada laporan keberhasilan melihat hilal, sehingga bisa bersamaan dengan teori wujudul hilal yang digunakan Muhammadiyah²⁵.

Berbagai organisasi masyarakat di Indonesia yang selama ini menjadikan imkanur rukyat MABIMS (2,3,8) sebagai panduan dan penentu awal bulan kamariah akan mengkaji terlebih dahulu keputusan muzakarah tersebut melalui organisasi masing-masing. Biasanya dilaksanakan melalui forum tertinggi seperti Mukhtar dan Munas. Dengan kata lain Indonesia masih memerlukan tahapan dan kekuatan politik Kawasan untuk penerimaan Kalender Islam Global²⁶.

Visibilitas hilal yang digunakan di Indonesia dianggap belum sesuai dengan makna asal. Padahal visibilitas hilal dengan berbagai varian itu dipahami sebagai “jalan tengah” atau sintesa kreatif antara hisab dan rukyat sehingga konsep ini dianggap telah sesuai dengan pesan nash dan sains modern²⁷.

Prestasi baik dari Indonesia sebagai salah satu anggota OKI (Organisasi Konferensi Islam) telah melakukan kajian

²⁴ *Ibid.*, h. 73.

²⁵ *Ibid.*, h. 80.

²⁶ *Ibid.*, h. 90.

²⁷ *Ibid.*, h. 83.

secara intensif hasil dari Konferensi Turki. Muhammadiyah sebagai peletak dasar penggunaan astronomi Islam (hisab) dalam penentuan awal bulan kamariah telah empat kali melakukan kajian. Begitu juga KEMENAG tahun 2017 telah melaksanakan “*Seminar Internasional Peluang dan Tantangan Implementasi Kalender Global Hijrah Tunggal*” di Hotel Aryaduta, Jakarta. Dari hasil seminar tersebut ternyata masih ada catatan-catatan (1) rencananya akan dihadiri oleh narasumber dari empat belas negara, tapi yang hadir hanya empat negara yaitu Yordania, Malaysia, Brunei Darussalam, dan Singapura. Hal itu terjadi karena persiaoran yang terbatas dan terikat dengan system penganggaran yang berlaku. (2) naskah akademik yang disampaikan atas nama Indonesia belum ditelaah secara bersama mendalam dan belum dilakukan *public hearing* sehingga masih muncul perdebatan²⁸.

Di Indonesia dalam perkembangannya melalui organisasi Muhammadiyah telah melakukan kajian secara berulang-ulang dan akhirnya telah dapat menghitung sampai 300 tahun untuk menguji validitas KIG. Akan tetapi, Muhammadiyah ingin mencoba 25 tahun pertama sebagai uji efektifitas seiring mengamati kesesuaian antara teori dan hal yang terjadi di lapangan secara berkelanjutan.²⁹

b. Singapura

Susiknan Azhari berpendapat bahwa Singapura dan Brunei Darussalam belum terlihat adanya tindakan lebih lanjut dalam mengupayakan KIG. Kedua negara masih konsisten menggunakan kriteria visibilitas hilal MABIMS. Menurut Susiknan penggunaan kriteria MABIMS ini kelihatannya harus

²⁸ *Ibid.*, h. 126.

²⁹ Wawancara dengan Susiknan Azhari pada tanggal 25 Januari 2024 pukul 13.37 WIB.

didiskusikan lebih lanjut untuk mencapai hasil yang lebih kredibel.³⁰

c. Malaysia

Menurut Susiknan Azhari, Malaysia sudah banyak melakukan kajian mengenai Kalender Islam. Pada tahun 1986-1991 kala itu Malaysia sempat mengimplementasikan hasil konferensi Istanbul Turki 1978. Dalam konteks saat ini pun Malaysia lebih adaptif terhadap atas hasil konferensi Turki tentang KIG dibandingkan dengan negara lainnya.³¹

d. Brunei Darussalam

Menjadikan visibilitas hilal MABIMS sebagai panduan untuk melakukan observasi menentukan awal Ramadan dan Syawal. Kejadiannya di Brunei adalah meskipun data hisab menunjukkan posisi hilal telah memenuhi teori visibilitas MABIMS namun dalam praktiknya, hilal seringkali tidak terlihat. Implikasinya adalah Brunei Darussalam sering berbeda dengan anggota MABIMS lainnya dalam memulai Ramadan dan Syawal. Jika yang lain menentukan awal Syawal 1435H pada hari Senin, 28 Juli 2014, Brunei menetapkan pada Selasa, 29 Juli 2014.³²

Susiknan Azhari berpendapat terkait perbedaan yang terjadi di berbagai negara terkhusus negara anggota MABIMS tergambar bahwa anggitan visibilitas hilal belum memiliki epistemologi yang mapan. Buktinya adalah antara teori dan praktik terjadi ketidaksesuaian sehingga perlu adanya re-definisi

³⁰ Wawancara dengan Susiknan Azhari pada tanggal 25 Januari 2024 pukul 13.50 WIB.

³¹ Wawancara dengan Susiknan Azhari pada tanggal 25 Januari 2024 pukul 13.45 WIB.

³² Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan*. (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020), h. 80.

terhadap anggitan visibilitas hilal. Langkah ini perlu ditempuh agar pemahaman terhadap hilal tidak terjebak pada subjektivitas masing-masing³³. Selain itu, dalam kajian *rethinking* terkait visibilitas hilal dan penyatuan kalender Islam, Susiknan Azhari menyatakan bahwa belum ditemukan pengertian anggitan visibilitas hilal secara komprehensif. Mayoritas ulama hanya menyebutkan syarat-syarat dalam menentukan kemungkinan hilal.³⁴

Selanjutnya, dalam pengamatan Susiknan Azhari kendala penyatuan kalender Islam ini terjadi karena empat masalah pokok, yaitu sosiologi politik yang sangat berpengaruh, doktrin keagamaan yang sulit diubah, konsep kalender serta konsep hilal. Dan untuk mewujudkan kalender Islam perlu pemikiran yang moderat dan asertif.³⁵ Di sisi lain, Syamsul Anwar mengatakan bahwa hambatan-hambatan dalam mewujudkan Kalender Islam Global tersebut disebabkan karena empat hal yaitu faktor alam, metode pemahaman agama yang kurang kontekstual, serta wawasan yang terlalu berorientasi pada *inward looking*.³⁶

Berdasarkan peristiwa yang terjadi sebagaimana di atas, *problem solving* yang dianggap cocok menurut Susiknan dalam proses unifikasi yaitu melalui ijtihad kolektif, terukur, dan terencana. Saat ini adalah waktu yang tepat bagi negara-negara dunia terkhusus Indonesia untuk menyatukan langkah dan membangun visi, strategi dan tahapan bersama untuk mewujudkan kalender Islam yang mapan dan dapat diterima oleh semua pihak. Diperlukan langkah konkret dan dukungan dari

³³ *Ibid.*, h. 81.

³⁴ *Ibid.*, h. 117.

³⁵ *Ibid.*, h. 132.

³⁶ Syamsul Anwar, *Diskusi dan Korespondensi Kalender Islam Global*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2014), h. 244.

berbagai pihak untuk proses optimalisasi kalender ini.³⁷ Demikian juga dalam pilihan teori dari hasil kesepakatan harus dihormati bersama. Jika diperjalanan ditemukan teori yang lebih relevan maka perubahan bisa terjadi akan tetapi harus melalui mekanisme kesepakatan bersama. Observasi dan dokumentasi berkelanjutan harus diupayakan “ijtihad progresif”. Sekiranya ada temuan baru tetap harus dilakukan uji sahih dan konsistensi yang bertahap. Dengan demikian perubahan tidak semata-mata membangun kriteria baru melainkan juga memperhatikan sisi ontology dan epistemologi hilal itu sendiri.³⁸ Susiknan Azhari juga mengelaborasi dengan menawarkan dua jenis kalender untuk realisasi penyatuan kalender Islam di Indonesia, yaitu Kalender *Uhadi* dan *Tawlifi*.³⁹

Kesimpulan

Dalam ulasan Susiknan Azhari, umat Islam yang masih dominan dengan konsep rukyat menjadikan hal itu tantangan bagi negara-negara Islam seperti Indonesia, Malaysia, Brunei Darussalam, Singapura dalam mewujudkan Kalender Islam Global. Sehingga perlu menanamkan pemahaman yang komprehensif terkait KIG kepada Muslim dunia.

Adapun terkait perkembangan dalam mewujudkan KIG, dari pandangan Susiknan Azhari saat ini Indonesia dan Malaysia adalah negara paling serius dan bersemangat dalam merealisasikan Kalender Islam Global (KIG). Buktinya dapat

³⁷ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan*. (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020), h. 56.

³⁸ *Ibid.*, h. 84.

³⁹ *Ibid.*, h. 142-154.

dilihat dari tahapan-tahapan yang sedang dilakukan saat ini seperti sosialisasi dan observasi yang berkelanjutan.

Terakhir, diksi menarik dari Susiknan Azhari, yakni *“Ta’aruf, Tafahum, Ta’awun”*. Artinya kenali, pahami, bersama. Inilah harapan beliau kepada umat muslim dunia dalam menyambut Kalender Islam Global. Lalu beliau melanjutkan *“Man Sarra ‘Ala Darbi Washala, Man Jadda Wajada, Li Kulli Dain Dawa’un”*.

Daftar Pustaka

Anwar, Syamsul. *Diskusi dan Korespondensi Kalender Islam Global*. (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2014)

Arafat. Muhammad., ‘Konsep Penyatuan Kalender Hijriah Global Perspektif Syamsul Anwar’, *Skripsi Universitas Islam Indonesia*, (2021)

Azhari. Susiknan., *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sektarian Menuju Solidaritas Kebangsaan Keumatan* (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2020)

_____, *Merajut Kebersamaan (Diskursus Penyatuan Kalender Islam Sebuah Autobiografi Akademik)*, (Yogyakarta: Cakrawala, 2023)

Angkat. Arbisora., ‘Kalender Hijriah Global dalam Perspektif Fikih’, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.3, No. 2 (2017)

Anshari. Nur., ‘Kalender Islam Global (Antara Dilema dan Darurat)’, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.3, No.1 (2017)

Hidayat. Muhammad., ‘Aplikasi Kriteria Kalender Islam Global Mukatamar Turki 2016 dan Rekomendasi Jakarta 2017’, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu berkaitan*, Vol.4, No.1 (2018)

Iqbal. Muhammad., ‘Penyatuan Kalender Islam Internasional: Perspektif Siyasah’, *Juris: Jurnal Ilmiah Syariah*, Vol.15, No.2 (2016)

Khamarullah., ‘Penyatuan Kalender Islam Perspektif Susiknan Azhari’, *Skripsi IAIN Palangkaraya*, (2018)

Rohmah. Ulin Nadia R., ‘Penyatuan Kalender Islam Global Perpektif Akademisi Ilmu Falak di Kabupaten Ponorogo’, *Skripsi IAIN Ponorogo*, (2019)

Brin.go.id, ‘BRIN Kaji Implementasi Kriteria Baru MABIMS’, BRIN Kaji Implementasi Kriteria Baru MABIMS, 02 Maret 2023, (diakses pada 23 Januari 2024 pukul 19.49 WIB)

Wawancara dengan Susiknan Azhari, pada tanggal 25 Januari 2024 pukul 13.30-13.45 WIB.

Chapter 5

Pemetaan Penelitian Pengembangan Media Astronomi

Muhammad Hidayat

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

muhammadhidayat@umsu.ac.id

Abstrak

Saat ini belum ada penelitian yang memetakan dari penelitian-penelitian yang berkaitan dengan pengembangan media astronomi, padahal dengan pemetaan tersebut kita dapat memahami trend, dampak, evaluasi, perbaikan dan menganalisis lebih lanjut dari penelitian yang telah dilakukan. Metode yang digunakan pada penelitian ini ada sistematik literatur review. Yaitu dengan mencari kata kunci yang relevan dengan basis data scopus, SINTA dan google scholar dengan menggunakan sistem pencarian Harzing's publish or perish lalu mengolah data tersebut menggunakan Vos Viewer yang kemudian dianalisis lebih lanjut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Penelitian-penelitian pengembangan media astronomi di dunia relatif sedikit yang berorientasi kepada siswa lebih kepada pengembangan media astronomi dalam tingkat lanjutan atau murni sains, kemudian ketertarikan para akademisi dalam mengembangkan media astronomi di Indonesia baru mulai mencuat dari tahun 2000 ke atas berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dari luar negeri yang telah melakukan penelitian sejak lama dan Manfaat pengembangan media astronomi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan memberikan nilai positif sehingga siswa dapat lebih tertarik mempelajari astronomi.

Kata Kunci : Pemetaan, Pengembangan Media Astronomi

Abstract

Currently there is no research that maps from studies related to the development of astronomical media, even though with the mapping we can understand trends, impacts, evaluations, improvements and further analyze the research that has been done. The method used in this study is a systematic literature review. That is by searching for keywords that are relevant to the scopus database, SINTA and google scholar using Harzing's publish or perish search system and then processing the data using Vos Viewer which is then analyzed further. The results of this study show that relatively few astronomical media development studies in the world are oriented towards students more to the development of astronomical media at an advanced level or pure science, then the interest of academics in developing astronomical media in Indonesia has only begun to emerge from 2000 onwards in contrast to research conducted by researchers from abroad who have been conducting research for a long time and Benefits The development of astronomical media from the studies that have been carried out provides positive value so that students can be more interested in studying astronomy.

Keywords : Mapping, Development of Astronomy Media

A. Pendahuluan

Pada era digital ini, pengembangan media memainkan peran yang sangat penting dalam pembelajaran. Pengembangan media sangat penting dalam pembelajaran astronomi. Media yang efektif dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang mendalam, mengaktifkan daya imajinasi mereka, dan meningkatkan minat mereka pada ilmu astronomi. Dengan media dan sumber belajar yang tepat, pembelajaran

dapat menjadi lebih menarik, interaktif, dan dapat memotivasi siswa untuk lebih aktif dalam pembelajaran.

Media belajar adalah segala macam alat atau teknologi yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan pengetahuan kepada siswa. Sementara itu, sumber belajar adalah referensi atau materi yang digunakan oleh siswa dalam mempelajari suatu topik. Baik media dan sumber belajar berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep dan memanfaatkan informasi dengan lebih baik.

Tujuan pengembangan media adalah untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa. Media yang dikembangkan dengan baik dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang mendalam, meningkatkan keterlibatan siswa, dan mendukung pembelajaran yang aktif dan interaktif. Selain itu, pengembangan media dan sumber belajar juga bertujuan untuk memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks dalam astronomi.

Dalam pengembangan media, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya. Pertama, faktor kurikulum, yaitu pengembangan media dan sumber belajar harus sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Kedua, faktor teknologi, di mana pengembangan media dan sumber belajar harus memanfaatkan kemajuan teknologi terkini agar sesuai dengan perkembangan zaman. Ketiga, faktor karakteristik siswa, karena pengembangan media dan sumber belajar harus memperhatikan gaya belajar siswa, minat mereka, dan tingkat pemahaman yang mereka miliki.

Berdasarkan penelitian De porter, manusia dapat menyerap suatu materi sebanyak 10% dari yang dibaca, 20% dari

yang didengar, 30% dari yang dilihat, 50% dari apa yang dilihat dan didengar, dan 70% dari apa yang dikerjakan (Arifin, 2015). Sehingga penting menggunakan media dalam sebuah materi karena terdapat beberapa manfaat yang diantaranya: (1) memberikan suasana yang menyenangkan bagi siswa dalam belajar, (2) memberikan variasi dalam pembelajaran, (3) menghadirkan obyek-obyek yang sukar didapat ke dalam lingkungan belajar, (4) mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, dan (5) membuat nyata konsep yang abstrak. Namun demikian, belum banyak guru yang mampu memanfaatkan media pembelajaran secara optimal. Sebagian besar hanya mengunduh media pembelajaran yang tersedia di internet dan menyajikannya secara apa adanya. Akibatnya, pembelajaran tidak dapat berlangsung secara optimal seperti yang diharapkan (Emye Tegar Handhita et al., 2016)

Pengembangan media astronomi juga dapat memanfaatkan kecerdasan buatan dan analisis data, Kecerdasan buatan (AI) dan analisis data telah menjadi elemen penting dalam pengembangan media astronomi. Dengan menggunakan AI dan analisis data, media dan sumber belajar dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan preferensi siswa secara individu, begitu juga dengan Teknologi augmented reality (AR) dan virtual reality (VR) menawarkan pengalaman belajar yang imersif bagi siswa. Dengan menggunakan AR dan VR, siswa dapat melihat, menjelajahi, dan berinteraksi dengan objek astronomi dalam lingkungan yang virtual. Implementasi AR dan VR dalam pembelajaran astronomi dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep astronomi yang abstrak. Siswa dapat "menjelajahi" tata surya, planet, dan benda langit lainnya melalui pengalaman virtual yang realistis. Meskipun terdapat tantangan teknis dalam pengembangan AR dan VR dalam pembelajaran

astronomi, peluang untuk meningkatkan keterlibatan siswa serta memperkaya pengalaman belajar mereka sangat besar. Pengembangan teknologi AR dan VR dalam pembelajaran astronomi akan semakin relevan dan berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang lebih lanjut.

Dengan memanfaatkan teknologi terkini seperti AR, VR, AI, dan analisis data, pembelajaran astronomi dapat menjadi lebih interaktif, menciptakan generasi yang berpengetahuan luas dan tertarik pada ilmu astronomi.

Arti penting pengembangan media telah banyak diuraikan oleh para peneliti, namun saat ini belum ada penelitian yang memetakan dari penelitian-penelitian yang berkaitan dengan pengembangan media astronomi, padahal dengan pemetaan tersebut kita dapat memahami tren, dampak, evaluasi, perbaikan dan menganalisis lebih lanjut dari penelitian yang telah dilakukan. Sehingga dapat menjadi referensi atau kajian dalam merumuskan kebijakan agar pengembangan media astronomi mendapat perhatian oleh stakeholder yang terkait sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat luas

Oleh karena itu, peneliti ingin menelusuri penelitian-penelitian pengembangan media astronomi di Indonesia maupun di dunia, kemudian mengetahui ketertarikan para akademisi dalam mengembangkan media astronomi dan Manfaat pengembangan media astronomi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan

B. Metode Penelitian

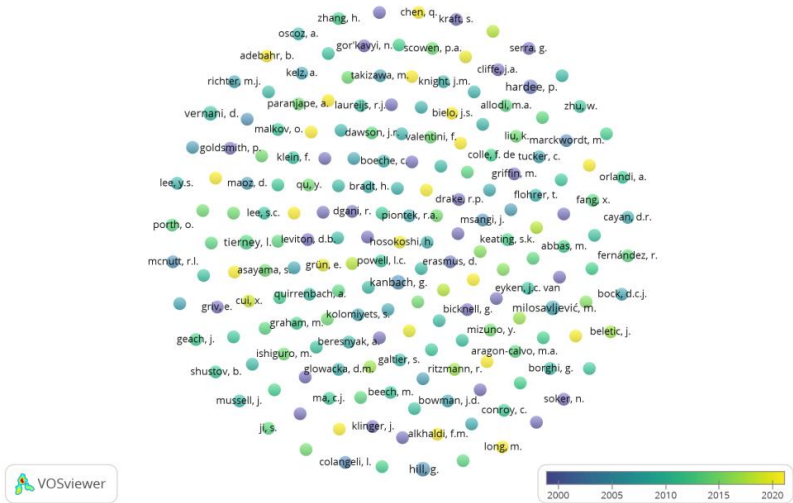
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sistematik literatur review. Yaitu dengan mencari kata kunci yang relevan dengan basis data scopus, SINTA dan google scholar dengan menggunakan sistem pencarian Harzing's publish or perish lalu mengolah data tersebut menggunakan Vos Viewer. Data yang dicari di filter sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan seperti hanya menggunakan basis artikel yang di publish di Jurnal.

Publish or Perish adalah program perangkat lunak yang mengambil dan menganalisis kutipan akademis. Ia menggunakan berbagai sumber data untuk memperoleh kutipan mentah, kemudian menganalisisnya dan menyajikan serangkaian metrik kutipan, termasuk jumlah makalah, total kutipan, dan indeks-h. Hasilnya tersedia di layar dan juga dapat disalin ke clipboard Windows atau macOS (untuk ditempelkan ke aplikasi lain) atau disimpan ke berbagai format output (untuk referensi di masa mendatang atau analisis lebih lanjut). Publikasikan atau Perish menyertakan file bantuan terperinci dengan tip pencarian dan informasi tambahan tentang metrik kutipan.

Sedangkan VOSviewer adalah alat perangkat lunak untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik. Jaringan ini misalnya dapat mencakup jurnal, peneliti, atau publikasi individual, dan jaringan tersebut dapat dibangun berdasarkan sitasi, penggandengan bibliografi, sitasi bersama, atau hubungan penulisan bersama. VOSviewer juga menawarkan fungsionalitas penambangan teks yang dapat digunakan untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan kejadian bersama dari istilah-istilah penting yang diambil dari kumpulan literatur ilmiah.

C. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan basis data scopus penelitian yang berkaitan dengan kata kunci pengembangan media astronomi terdapat ratusan dokumen dari berbagai negara di dunia seperti diantaranya (Hill, 2008; Kanbach, 2005; Shustov, 2011; Takizawa, 2005) terlihat dalam gambar dibawah ini :



Gambar 1. Sebaran data penelitian oleh para peneliti dunia dengan kata kunci development of astronomical media (basis data scopus)

Dari gambar 1. Terlihat ada banyak sekali data penelitian yang terkait dengan development of astronomical media namun jika dicari judul penelitian yang berkaitan dengan pengembangan media astronomi tidak ditemukan sama sekali, sehingga dapat dipahami bahwa penelitian-penelitian yang menggunakan kata kunci pengembangan media astronomi memiliki konteks yang luas tidak spesifik kepada media/alat astronomi yang dikembangkan untuk siswa dan dari Gambar 2

terlihat bahwa trend penelitian yang terkait dengan development of astronomical media di tingkat dunia sudah lama dilakukan mulai dari tahun 1996 seperti yang terlihat pada gambar 2.

Authors	Title	Year	Publication
Y.S. Lee	The segue stellar parameter pipeline. I. Description and comparison of individual methods	2008	Astronomical Journal
J. Guedes	Forming realistic late-type spirals in a Λ CDM universe: The Eris simulation	2011	Astrophysical Journal
D.A. Vandenberg	The ages of 55 globular clusters as determined using an improved method along with color-magnitude diagram constraint...	2013	Astrophysical Journal
Y. Dubois	Self-regulated growth of supermassive black holes by a dual jet-heating active galactic nucleus feedback mechanism: Met...	2012	Monthly Notices of the R...
G. Bicknell	Understanding the kiloparsec-scale structure of M87	1996	Astrophysical Journal
D.R. Cayan	Climate change projections of sea level extremes along the California coast	2007	Climatic Change
K.B.W. McQuinn	The nature of starbursts. II. The duration of starbursts in dwarf galaxies?	2010	Astrophysical Journal
T. Inoue	Formation of turbulent and magnetized molecular clouds via accretion flows of H i clouds	2012	Astrophysical Journal
J. Terradas	Nonlinear instability of kink oscillations due to shear motions	2008	Astrophysical Journal
J.D. Bowman	The sensitivity of first-generation epoch of reionization observatories and their potential for differentiating theoretical pow...	2006	Astrophysical Journal
M. Samland	Modeling the evolution of disk galaxies. I. The chemodynamical method and the galaxy model	1997	Astrophysical Journal
N.S. Kardashev	Review of scientific topics for the Millimetron Space Observatory	2014	Physics-Uspekhi
M.A. Aragon-Calvo	The hierarchical structure and dynamics of voids	2013	Monthly Notices of the R...
E. Vázquez-Semad...	Influence of cooling-induced compressibility on the structure of turbulent flows and gravitational collapse	1996	Astrophysical Journal
R.A. Piontek	Models of vertically stratified two-phase ISM disks with MRI-driven turbulence	2007	Astrophysical Journal
R. Schlickeiser	Plasma effects on fast pair beams in cosmic voids	2012	Astrophysical Journal
D.N.C. Lin	Theory of accretion disks II: Application to observed systems	1996	Annual Review of Astrono...
A.G. Kritsuk	A supersonic turbulence origin of Larson's laws	2013	Monthly Notices of the R...
L. Sironi	Relativistic pair beams from TeV blazars: A source of reprocessed oev emission rather than intergalactic heating	2014	Astroehysical Journal

Gambar 2. Keterangan Peneliti, Judul, Tahun dan Publikasi Penelitian yang terkait dengan development of astronomical media

Jika dicermati berdasarkan basis data google scholar dengan kata kunci pengembangan media astronomi terdapat ratusan dokumen, namun setelah di filter sesuai kriteria yang ditentukan hanya terdapat 45 dokumen yang berkaitan dengan pengembangan media astronomi seperti penelitian (Ismail & Muda, 2021; Julianti et al., 2022; Khusna & Masturi, 2021; Nugraha, 2016; Pangestu et al., 2020; Setiawan et al., 2021; Sujana & Supeno, 2020; Sujati et al., 2016; Wahyudi et al., 2017) terlihat pada gambar 3.

Penelitian yang terkait dengan pengembangan media astronomi dipublikasikan dari tahun 2000 ke atas sehingga dapat dipahami trend penelitian di Indonesia terkait pengembangan media astronomi mengalami peningkatan dari tahun 2000 ke atas. Disamping itu judul penelitian yang spesifik mengangkat judul pengembangan media astronomi di Indonesia hanya terdapat 4 judul diantaranya (Gunawan, 2014; E T Handhita et al., 2016; Hidayat, 2020; Qorib et al., 2021) sumber data SINTA.

Authors	Title	Year	Publication
M Qorib, Z Zailani...	Pengembangan Media Pembelajaran Astronomi Rasi Bintang Untuk Anak Usia Dini	2021	... : Jurnal Astronomi ...
ET Handhita, I AK...	PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATERI ASTRONOMI BERBASIS VISUAL NOVEL REN4™ PY	2016	UPEI Unnes Physics ...
DA Sujati, RR Isna...	Pengembangan aplikasi multimedia untuk pembelajaran satelit astronomi nasa dengan teknologi augmented reality berba...	2016	Jurnal Teknologi dan ...
HR Setiawan, AJ R...	Pengembangan media ajar lubang hitam menggunakan model pengembangan addie	2021	Jurnal Kumparan Fisika
WA Gunawan	PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF MATERI ASTRONOMI UNTUK ANAK TINGKAT SD BERBASIS MULTI...	2014	
AN Permatasari, D...	Kemampuan Abstraksi Anak Usia Dini mengenai Topik Astronomi dengan Media Big Book	2018	Jurnal Educhild ...
DA Pengestu, I Fitr...	Planetarium Virtual sebagai Media Pembelajaran Astronomi Berbasis Virtual Reality	2020	JUSTIN (Jurnal Sistem dan...
V Julianti, AH Per...	Pengembangan E-Modul Astrofisika sebagai Modul Pendamping Penulisan KSN Astronomi	2022	... SEMINAR NASIONAL FL...
T Nurrochman Na...	Pembangunan Aplikasi Multimedia Interaktif Pengenalan Astronomi Menggunakan Metode Speech Recognition	2016	
F Wahyudi, WIS W...	Pengembangan Permainan Edukasi Simulasi Astronomi Menggunakan Teknologi Mobile Virtual Reality	2017	Jurnal Pengembangan ...
ES Kusna, M Mas...	Pengembangan Media Simulasi Berbasis M-Learning pada Materi Transfer Panas di Dalam Struktur Interior Matahari	2021	UPEI Unnes Physics Educ...
N Sujana, H Supeno	Desain Prototipe Media Pembelajaran Simulasi Tata Surya Pada Pelajaran Astronomi	2020	TEMATIK
S Wijirahayu, MS S...	Pengembangan Multimedia Integratif Bahasa Inggris untuk Siswa di Pendidikan Dasar	2019	Jurnal SOLMA
RW Bachtiar	Pengembangan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis E-Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Pros...	2013	Saintifika
D Lyanda, RMN H...	Media Pembelajaran Animasi 3D Sistem Tata Surya Menggunakan Metode ADDIE	2023	Jurnal Teknologi Dan Sist...
Z Nursini, NK Dew...	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Menggunakan Google Sites Pada Pelajaran IPS	2023	Journal of Classroom Acti...
AJ Rakhmadi, HR ...	Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasi Arah Kiblat	2020	Al-Kaffah: Jurnal Kajian Ni...
F Bahari, DAK War...	Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Website Google Sites pada Materi Astronomi	2023	Edukasi: Jurnal Pendidikan
AA OOHAR, MIN K...	PERANCANGAN MEDIA EDUKASI INTERAKTIF ENSIKLOPEDIA ASTRONOMI UNTUK ANAK-ANAK	2018	DEKAVE: Jurnal Desain ...

Gambar 3. Keterangan Peneliti, Judul, Tahun dan Publikasi Penelitian yang terkait dengan pengembangan media astronomi

Sehingga dapat dipahami bahwa penelitian yang spesifik membahas pengembangan media astronomi masih sedikit dilakukan oleh akademisi di Indonesia. Begitu juga dengan data Patents menunjukkan sedikit sekali patent yang berkaitan dengan media astronomi.

Dari pembahasan diatas dapat dipahami bahwa penelitian-penelitian pengembangan media astronomi di dunia relatif sedikit yang berorientasi kepada siswa lebih kepada pengembangan media astronomi dalam tingkat lanjutan atau murni sains, kemudian ketertarikan para akademisi dalam mengembangkan media astronomi di Indonesia baru mulai mencuat dari tahun 2000 ke atas berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dari luar negeri yang telah melakukan penelitian sejak lama dan Manfaat pengembangan media astronomi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan memberikan nilai positif sehingga siswa dapat lebih tertarik mempelajari astronomi.

D. Kesimpulan

Penelitian-penelitian pengembangan media astronomi di dunia relatif sedikit yang berorientasi kepada siswa lebih kepada pengembangan media astronomi dalam tingkat lanjutan atau murni sains, kemudian ketertarikan para akademisi dalam mengembangkan media astronomi di Indonesia baru mulai mencuat dari tahun 2000 ke atas berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dari luar negeri yang telah melakukan penelitian sejak lama dan Manfaat pengembangan media astronomi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan memberikan nilai positif sehingga siswa dapat lebih tertarik mempelajari astronomi. Dengan mengembangkan media dan sumber belajar astronomi yang efektif dan inovatif, kita dapat menciptakan pengalaman pembelajaran yang bermakna dan menarik bagi siswa. Mari kita terus meningkatkan pengembangan media dan sumber belajar untuk mengoptimalkan proses pembelajaran astronomi.

Daftar Pustaka

- Arifin, F. (2015). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Materi Gerbang Logika Dan Aljabar Boolean Pada Mata Pelajaran Elektronika Dasar Kelas X Teknik Audio Video Di SMK N 2 Yogyakarta*. : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Gunawan, W. A. (2014). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF MATERI ASTRONOMI UNTUK ANAK TINGKAT SD BERBASIS MULTIMEDIA*. eprints.itn.ac.id. <http://eprints.itn.ac.id/7919/>
- Handhita, E T, Akhlis, I., & Marwoto, P. (2016). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATERI ASTRONOMI BERBASIS VISUAL NOVEL RENÂ€™ PY. UPEJ Unnes Physics* <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/13617>
- Handhita, Emye Tegar, Akhlis, I., Marwoto, P., & Artikel, I. (2016). *Pengembangan Media Pembelajaran Materi Astronomi Berbasis Visual Novel Ren'Py. UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 5(2), 35–41. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/13617>
- Hidayat, M. (2020). *Pengembangan Media Rubu' Al-Mujayyab. Bildung*.
- Hill, G. (2008). Present and future instrumentation for the Hobby-Eberly telescope. In *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* (Vol. 7014). <https://doi.org/10.1117/12.788225>
- Ismail, T., & Muda, L. I. (2021). *Aplikasi Mobile Augmented Reality Pada Proses Terjadinya Gerhana Matahari. J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan*

<http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti/article/view/358>

Julianti, V., Permana, A. H., & Fahdiran, R. (2022). Pengembangan E-Modul Astrofisika sebagai Modul Pendamping Persiapan KSN Astronomi. ... *SEMINAR NASIONAL FISIKA*
<http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/24404>

Kanbach, G. (2005). Development and calibration of the tracking Compton/Pair telescope MEGA. In *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* (Vol. 541, Issue 1, pp. 310–322).
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2005.01.071>

Khusna, E. S., & Masturi, M. (2021). Pengembangan Media Simulasi Berbasis M-Learning pada Materi Transfer Panas di Dalam Struktur Interior Matahari. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/54301>

Nugraha, T. N. (2016). *Pembangunan Aplikasi Multimedia Interaktif Pengenalan Astronomi Menggunakan Metode Speech Recognition*. repository.unikom.ac.id.
<http://repository.unikom.ac.id/4365/>

Pangestu, D. A., Fitri, I., & Fauziah, F. (2020). Planetarium Virtual sebagai Media Pembelajaran Astronomi Berbasis Virtual Reality. *JUSTIN (Jurnal Sistem Dan*
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/40636>

Qorib, M., Zailani, Z., Radiman, R., Amrizal, A., & ... (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Astronomi Rasi

Bintang Untuk Anak Usia Dini. ... : *Jurnal Astronomi*
<https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad/article/view/8057>

Setiawan, H. R., Rakhmadi, A. J., & ... (2021). Pengembangan media ajar lubang hitam menggunakan model pengembangan addie. *Jurnal Kumparan Fisika*.
https://ejournal.unib.ac.id/kumparan_fisika/article/view/16236

Shustov, B. (2011). World space observatory-ultraviolet among UV missions of the coming years. *Astrophysics and Space Science*, 335(1), 273–282. <https://doi.org/10.1007/s10509-011-0737-3>

Sujana, N., & Supeno, H. (2020). Desain Prototipe Media Pembelajaran Simulasi Tata Surya Pada Pelajaran Astronomi. In *TEMATIK*.

Sujati, D. A., Isnanto, R. R., & ... (2016). Pengembangan aplikasi multimedia untuk pembelajaran satelit astronomi nasa dengan teknologi augmented reality berbasis android. In *Jurnal Teknologi dan* pdfs.semanticscholar.org/9367/8d0a9681d14c73ab2c5c3e8500d1f96bbc20.pdf

Takizawa, M. (2005). Hydrodynamic simulations of a moving
Book Chapter Astronomi Islam Volume 3 Tahun 2024

substructure in a cluster of galaxies: Cold fronts and turbulence generation. *Astrophysical Journal*, 629(2), 791–796. <https://doi.org/10.1086/431927>

Wahyudi, F., Wardhono, W. S., & Akbar, A. (2017). Pengembangan Permainan Edukasi Simulasi Astronomi Menggunakan Teknologi Mobile Virtual Reality. *Jurnal Pengembangan* <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/395>

Chapter 6

Pengamatan Fotometri Fenomena Transit Eksoplanet WASP-80 b dan Bintang Variabel CY Aquarii Menggunakan *City Astronomical Telescope* ITB

**Muhammad Zakky Aprianizar, Ferry Yap, Sultan Hadi
Kusuma**

Program Studi Astronomi, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

*Email: zxzack13@gmail.com, ferry yap24@gmail.com,
sultanhadik@gmail.com*

Abstrak

Eksoplanet adalah planet yang berada di luar Tata Surya. Salah satu metode pengamatan eksoplanet adalah metode transit yang memanfaatkan penurunan kecerlangan bintang induk ketika tertutupi eksoplanet. Sementara itu bintang variabel adalah bintang dengan kecerlangan yang berubah-ubah. Kedua jenis objek tersebut sama-sama dapat diamati secara fotometri. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan transit eksoplanet WASP-80 b dan bintang variabel CY Aquarii. Pengamatan dilakukan menggunakan *City Astronomical Telescope* ITB yang berada di tengah kota Bandung. Pengamatan ini bertujuan untuk melakukan uji teleskop. Pengamatan tersebut berhasil dilakukan hingga diperoleh kurva cahaya yang cukup baik untuk kedua objek. Hal ini menunjukkan bahwa teleskop CAT-ITB mampu melakukan pengamatan fotometri di tengah kota dengan polusi cahaya yang tinggi.

Kata kunci: *pengamatan fotometri, transit eksoplanet, bintang variabel, kota*

Abstract

Exoplanets are planets outside the Solar System. One method of observing exoplanets is the transit method which utilizes a decrease in the host star's brightness while the exoplanet passes in front of the star. Variable star is a star whose brightness varies over time. Both objects can be observed photometrically. In this research we observed the exoplanet transit phenomenon of WASP-80 b and CY Aquarii variable star. Observations were made using the City Astronomical Telescope ITB in the center of Bandung. The observations aim to test the telescope. The observations were carried out successfully until a fairly good light curve was obtained for both objects. This shows that the CAT-ITB telescope is capable of carrying out photometric observations in the center of a city with high light pollution.

Keywords: *photometric observation, exoplanet transit, variable star, city*

A. Pendahuluan

Eksoplanet adalah planet yang berada di sistem keplanetan selain Tata Surya atau dengan kata lain merupakan planet yang berada di luar Tata Surya. Penelitian terhadap eksoplanet ini sangat penting dilakukan karena dapat menjawab berbagai pertanyaan mendasar. Pertanyaan-pertanyaan tersebut misalnya bagaimana proses terbentuknya Tata Surya, kemunculan makhluk hidup, dan bayangan masa depan Tata Surya. Eksoplanet sendiri dapat dideteksi dengan berbagai metode, seperti astrometri, spektroskopi, dan metode transit. Metode astrometri mengamati posisi bintang dari waktu ke waktu. Jika bintang bergerak dengan pola elips, bintang tersebut kemungkinan memiliki eksoplanet. Metode spektroskopi pada

dasarnya adalah mengamati spektrum bintang. Bintang yang memiliki eksoplanet akan bergerak mengelilingi pusat massa sehingga akan bergerak sedikit menjauhi dan mendekati Bumi secara periodik. Hal ini mengakibatkan adanya pergeseran merah maupun biru (efek Doppler) pada garis-garis absorpsi dari cahaya bintang. Pergeseran merah atau biru inilah yang menjadi salah satu petunjuk adanya eksoplanet. Sementara itu, metode transit pada dasarnya menggunakan pengamatan fotometri. Metode ini memanfaatkan penurunan fluks bintang ketika tertutupi oleh eksoplanet. Jika terdapat penurunan fluks bintang yang terjadi secara periodik, terdapat kemungkinan bintang tersebut memiliki eksoplanet.

Kecerlangan bintang tersebut dapat meningkat dan menurun secara periodik. Dengan melakukan pengamatan selama rentang waktu satu periode tersebut, dapat diperoleh kurva cahaya penuh dari bintang variabel tersebut. Kurva cahaya ini sangat bermanfaat karena dapat digunakan sebagai bahan untuk menentukan berbagai properti fisis bintang tersebut. Namun pengamatan fotometri seperti ini sangat dipengaruhi oleh kondisi pengamatan, misalnya langit dan polusi. Jika kondisi langit tidak menentu (dapat berawan dan cerah dalam waktu singkat), pengamatan fotometri tidak dapat dilakukan dengan baik karena akan ada data yang tidak tertangkap ketika langit sedang berawan. Polusi cahaya tentunya juga mengganggu pengamatan. Tempat dengan polusi cahaya yang tinggi seperti di perkotaan akan mempersulit pengamatan. Hal ini dikarenakan polusi cahaya dapat menutupi cahaya objek sehingga objek langit tampak lebih redup dari yang seharusnya.

WASP (Wide Angle Search for Planets)¹ merupakan sebuah survei yang memiliki misi untuk mencari planet yang sedang transit. Hingga saat ini, WASP sudah melakukan survei

¹ Pollacco, D. L., Skillen, I., Collier Cameron, A., and others, 'The WASP Project and the SuperWASP Cameras', *PASP*, 118, 1407 (2006)

pada hampir semua langit malam di kedua belahan langit. Salah satu temuan dari WASP adalah WASP-80 b. Bintang yang diorbitkan WASP-80 b yaitu WASP-80, merupakan sebuah bintang dengan kelas spektra antara K7V dan M0V dengan magnitudo V sebesar 11.9. WASP-80 b merupakan planet yang unik dari planet lainnya. Hal ini disebabkan karena temperatur yang dimiliki WASP-80 b relatif lebih rendah dibandingkan dengan planet *gas giant* lainnya, yaitu 800K. Selain itu, WASP-80 b memiliki kedalaman penurunan kecerlangan yang terbilang besar untuk eksoplanet. Suhunya yang cukup dingin dan penurunan kecerlangannya menjadi daya tarik untuk melakukan pengamatan WASP-80 b.

CY Aquarii merupakan bintang variabel berpulsasi dengan tipe SX Phoenicis. Bintang ini memiliki periode pulsasi yang singkat, yaitu selama 88 menit. Bintang ini juga memiliki amplitudo yang besar dengan nilai 0.71 magnitudo di filter V. Bintang ini sudah banyak diamati dan dipelajari sejak penemuan variabilitasnya pada tahun 1934.

Teleskop *City Astronomical Telescope* ITB (CAT-ITB) yang berlokasi di kota Bandung mendapatkan tantangan bagi pengamatan, yaitu polusi cahaya yang tinggi dari kota. CAT-ITB berlokasi di lantai 6 gedung *Center for Advanced Sciences* (CAS) ITB, Bandung. CAT-ITB merupakan sistem observasi yang sedang dikembangkan oleh program studi Astronomi di kampus ITB Ganesha. Pengamatan fotometri terhadap WASP-80 b dan CY Aquarii dilakukan sebagai bentuk uji coba teleskop untuk melihat performa CAT-ITB. Penelitian ini bermanfaat untuk menunjukkan performa dari sebuah sistem pengamatan di tengah kota yang terdampak oleh polusi cahaya yang tinggi.

B. Metode Penelitian

Instrumen Pengamatan

Teleskop yang digunakan pada CAT-ITB merupakan teleskop optik dengan desain *Rowe-Ackermann Schmidt Astrograph* (RASA) yang diproduksi oleh Celestron² dengan diameter bukaan sebesar 11 inci (279 mm) dan memiliki panjang fokus sebesar 620 mm, memberikan *focal ratio* sebesar 2.22 ditunjukkan pada gambar 1. Teleskop ini dilengkapi dengan *mounting* Paramount MX+³ berjenis *German-Equatorial* dengan sistem robotik yang diproduksi oleh *Software Bisque*. *Mounting* ini dapat dikendalikan menggunakan komputer melalui aplikasi bawaan dari *Software Bisque* bernama *TheSkyX*. Dengan penggunaan *mounting* robotik, pengamatan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien. Spesifikasi dari teleskop ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. *Spesifikasi Celestron RASA 11*

Spesifikasi	
Diameter bukaan	279 mm
Panjang fokus	620 mm
<i>Focal ratio</i>	f/2.22
Diameter lingkaran citra Teroptimisasi	43.3 mm
Diameter total medan pandang	52 mm

2 <https://www.celestron.com/products/11-in-rowe-ackermann-schmidt-astrograph-rasa-11-optical-tube-assembly-cge-dovetail>

3 <https://www.bisque.com/product/paramount-mx-6/>



Gambar 1. Teleskop CAT-ITB

Kamera yang terpasang pada teleskop adalah kamera ZWO ASI 183MC⁴ berjenis *Complementary Metal-Oxide Semiconductor* (CMOS) yang merupakan kamera *color RGB* dengan pola *Bayer* RGGB dengan *noise* yang rendah. Kamera ini merupakan kamera cepat dengan waktu bukaan paling rendah sebesar 32 μ s. Resolusi sebesar 5496 x 3672 piksel dengan ukuran piksel sebesar 2.4 μ m, memberikan medan pandang sebesar 74 x 49 menit busur. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi kamera yang digunakan.

Tabel 2. Spesifikasi ZWO ASI 183MC

Spesifikasi	
Sensor	1" CMOS IMX183CLK-J/CQJ-J
Pola <i>Bayer</i>	RGGB
Resolusi	20.18 MP 5496 x 3672
Ukuran piksel	2.4 μ m
Rentang waktu bukaan	32 μ s - 2000 s
<i>Read noise</i>	1.6e
<i>Full Well</i>	15Ke
<i>Quantum Efficiency</i>	80%

⁴ <https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi183mc-color/>

Pengamatan WASP-80 b

Fenomena transit eksoplanet WASP-80 b diamati pada tanggal 6 Oktober 2023. Proses pengamatan dilakukan sejak sore hari sebelum matahari terbenam untuk pengambilan citra *sky-flat*. Pengambilan data WASP-80 b dilakukan pada pukul 18.55 WIB dan diakhiri pada pukul 21.53 WIB. Mempertimbangkan besar magnitudo WASP-80, nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan saturasi citra, pengambilan setiap citra dilakukan dengan waktu bukaan sebesar 30 detik. Citra yang dihasilkan memberikan nilai SNR yang baik untuk fotometri. Tabel 3 menunjukkan parameter pengamatan yang digunakan.

Tabel 3. *Parameter Pengamatan WASP-80 b*

Parameter	Nilai
Waktu Bukaan	30 detik
<i>Cadence</i>	1 detik
Jumlah citra	335 citra
<i>Mean FWHM</i>	2.78 detik busur
<i>Mean SNR</i>	115
Rentang SNR	18 - 233

Kondisi langit pada saat pengamatan terbilang tidak stabil. Pada suatu waktu, langit tertutup awan yang menyebabkan langit terhalang dan bahkan tertutupi sepenuhnya. Hal tersebut menyebabkan kualitas dan SNR citra yang menurun, serta meningkatkan nilai galat pada data perhitungan. Selain kondisi langit yang kurang stabil, lokasi pengamatan yang berada di kota Bandung juga menyebabkan berkurangnya kualitas citra. Hal tersebut dikarenakan adanya dampak polusi cahaya yang besar dari penggunaan cahaya di kota Bandung.

Pengamatan CY Aquarii

Pengamatan bintang variabel CY Aquarii dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2023. Seperti pengamatan WASP-80 b, pengamatan dilakukan sejak sore hari untuk pengambilan citra *sky-flat*. Pengambilan citra CY Aquarii dilakukan sejak pukul 19.22 WIB hingga pukul 21.40 WIB. Waktu bukaan pada pengamatan CY Aquarii lebih kecil dibandingkan saat pengamatan WASP-80 b, yaitu sebesar 15 detik. Hal tersebut dikarenakan CY Aquarii lebih terang dibandingkan WASP-80. Tabel 4 menunjukkan parameter pengamatan CY Aquarii.

Tabel 4. *Parameter Pengamatan CY Aquarii*

Parameter	Nilai
Waktu Bukaan	15 detik
<i>Cadence</i>	1 detik
Jumlah citra	517 citra
<i>Mean FWHM</i>	2.55 detik busur
<i>Mean SNR</i>	180
Rentang SNR	19 - 279

Kondisi langit pada saat pengamatan juga terdampak polusi cahaya, tetapi terbilang cukup stabil dan bersih. Data yang didapatkan berkualitas baik ditunjukkan dengan nilai SNR yang besar, bahkan lebih besar dibandingkan dengan SNR pengamatan WASP-80 b yang menggunakan waktu bukaan yang lebih lama.

Pengolahan Data

Seluruh citra WASP-80 b dan CY Aquarii perlu dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan citra *sky-flat*, *bias*, dan *dark*. Citra *bias* dan *dark* yang digunakan untuk kalibrasi diambil dari *database* citra di bulan Oktober. Sebelum dilakukan kalibrasi citra, seluruh citra objek dan citra kalibrasi dipecah terlebih dahulu dari citra RGB menjadi citra R, citra G, dan citra B menggunakan aplikasi *Astrometric Stacking Program* (ASTAP). Setelah dipecah, dilakukanlah kalibrasi citra menggunakan aplikasi *AstroImageJ* (AIJ). Untuk data WASP-80 b, citra bersih R dipilih untuk diolah lebih lanjut karena kualitas data yang didapat lebih baik dibandingkan citra G dan citra B. Untuk data CY Aquarii, seluruh citra R, G, maupun B memiliki kualitas yang baik, tetapi untuk pengolahan data hanya dipilih citra bersih G.

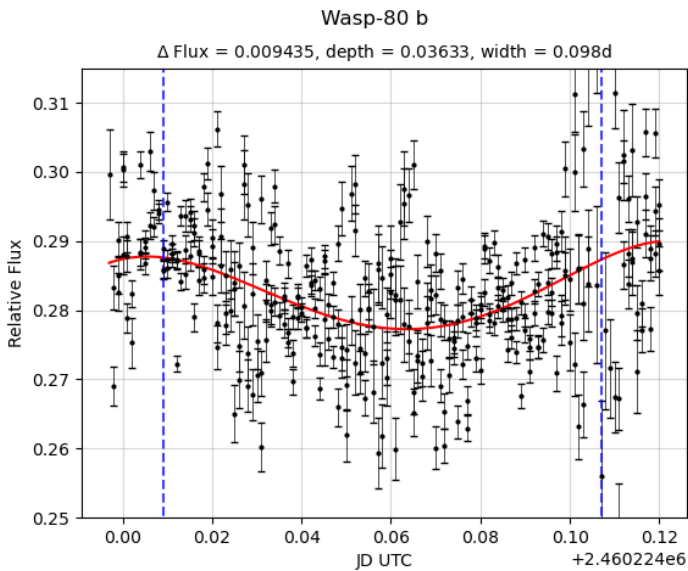
Pengolahan data selanjutnya untuk data WASP-80 b adalah pembentukan kurva cahaya menggunakan AIJ dengan menggunakan fitur *Multi-Aperture Photometry*. Fotometri yang dilakukan merupakan fotometri diferensial yang membandingkan fluks dari target dengan fluks dari bintang-bintang pembanding. Bintang pembanding yang digunakan berjumlah 7 bintang. Bintang-bintang pembanding yang digunakan merupakan bintang-bintang yang tidak memiliki variabilitas dan kecerlangannya bernilai dekat dengan target.

Setelah dilakukan fotometri diferensial, data perhitungan dari AIJ diambil untuk kemudian dibentuk kurva cahayanya yang ditunjukkan pada Gambar 2. Data berwarna hitam merupakan kurva cahaya dari WASP-80b yang dilengkapi dengan *error bar*. Garis merah merupakan bentuk model *fitting* polinomial derajat 5 yang digunakan untuk membantu menunjukkan perubahan kecerlangan dari bintang yang

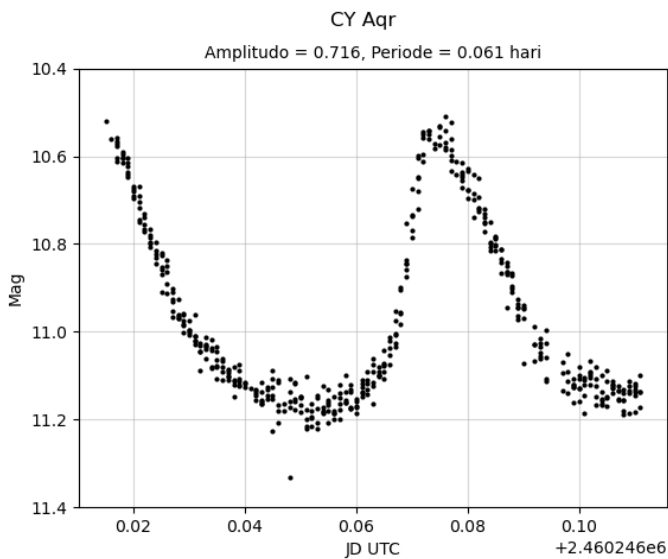
diakibatkan oleh fenomena transit. Garis biru putus-putus menunjukkan awal penurunan kecerlangan (*ingress*) dan akhir kenaikan kecerlangan (*egress*) dari fenomena transit.

Selanjutnya untuk data CY Aquarii, pembentukan kurva cahaya dilakukan dengan menggunakan aplikasi ASTAP dengan fitur *Photometry*. Fitur ini memiliki fungsi yang serupa dengan *Multi-Aperture Photometry* pada AIJ yaitu fotometri diferensial, dengan kelebihanannya yaitu dapat menentukan nilai magnitudo instrumennya sekaligus. Penentuan magnitudo instrumen dilakukan dengan melakukan *plate solving* terhadap citra untuk mengidentifikasi posisi bintang-bintang yang berada dalam citra. Nilai fluks bintang-bintang yang datanya dimuat pada *database* GAIA diambil untuk menghitung nilai konversi dari fluks ke magnitudo.

Untuk pengolahan data CY Aquarii, digunakan 2 bintang pembanding yang merupakan bintang bukan variabel dengan kecerlangan yang serupa dengan CY Aquarii. Hasil perhitungan ASTAP kemudian diambil untuk membentuk kurva cahaya yang ditunjukkan pada gambar 3. Data hasil perhitungan ASTAP kemudian diproses lebih lanjut untuk menganalisis periode variabilitasnya menggunakan aplikasi VStar. Analisis periode pada VStar dilakukan menggunakan algoritma *Date Compensated Discrete Fourier Transform* (DCDFT). Algoritma tersebut akan memberikan data *power spectrum* untuk menunjukkan nilai dengan kemungkinan benar terbesar. Dari *power spectrum* dapat diambil nilai terbaiknya sebagai periode variabilitas yang diamati.



Gambar 2. Kurva cahaya WASP-80b



Gambar 3. Kurva cahaya CY Aquarii

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Penelitian WASP-80 b

Berdasarkan hasil pengamatan, penurunan kecerlangan (*ingress*) dimulai pada pukul 19.13 WIB dan fenomena transit berakhir (*egress*) pada pukul 21.34 WIB. Transit yang diamati berdurasi sepanjang 2 jam 21 menit. Durasi transit atau yang disebut dengan *width* akan dibandingkan dengan nilai referensi. Dikarenakan kondisi langit yang kurang stabil, kualitas data yang didapatkan mengalami penurunan pada beberapa waktu. Di tengah pengamatan, langit sedikit terhalangi oleh awan tipis yang menyebabkan SNR menurun dan nilai galat yang besar dalam perhitungan. Pada saat menjelang akhir pengamatan, langit sempat tertutupi sepenuhnya oleh awan, menyebabkan kualitas data yang buruk. Dampaknya adalah ketidakpastian yang besar dalam menentukan kapan fenomena transit berakhir.

Model *fitting* dibentuk untuk membantu menentukan awal dan akhir dari fenomena transit serta melihat perubahan kecerlangannya. Berdasarkan model *fitting*, perubahan fluks yang teramati adalah sebesar 0.009435. Nilai tersebut diubah menjadi magnitudo memberikan nilai sebesar 0.03633 magnitudo. Perubahan magnitudo atau yang disebut dengan *depth* akan dibandingkan juga dengan nilai referensi.

Pembahasan WASP-80 b

Parameter WASP-80 b yang diambil dari referensi⁵ digunakan untuk menjadi pembanding terhadap hasil pengamatan yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Perbandingan Parameter Referensi dengan Hasil Pengamatan WASP-80 b*

Parameter	Referensi	Pengamatan
<i>Depth</i>	0.02933 mag	0.03633 mag
<i>Width</i>	0.088 hari	0.098 hari

Nilai *depth* dari hasil pengamatan lebih besar 0.007 magnitudo dari nilai referensi. Hal tersebut menunjukkan data hasil pengamatan mengalami penurunan kecerlangan yang lebih dalam dibandingkan referensi. Selanjutnya, durasi transit yang teramati 0.01 hari atau 14 menit lebih lama dibandingkan durasi transit dari referensi.

Kedua perbedaan yang teramati dapat disebabkan karena kondisi langit yang kurang stabil, langit yang terdampak polusi cahaya, dan model *fitting* yang kurang akurat. Walaupun begitu, hasil pengamatan memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu jauh dari nilai referensi. Hasil pengamatan dapat menunjukkan bahwa teleskop yang berlokasi di kota besar dapat digunakan untuk mengamati fenomena transit eksoplanet dengan nilai *depth* hingga mencapai sekitar 0.03 magnitudo.

⁵ Triaud, A. H. M. J., Anderson, D. R., Collier Cameron, A., Doyle, A. P., Fumel, A., Gillon, M., and others, ‘WASP-80b: a gas giant transiting a cool dwarf’, *Astronomy and Astrophysics*, 551 (2013)

Hasil Penelitian CY Aquarii

Berdasarkan hasil perhitungan ASTAP, magnitudo rata-rata CY Aquarii adalah sebesar 10.867 magnitudo. Dengan mengeksklusi nilai pencilan, magnitudo paling redup dari kurva cahayanya bernilai 11.225 dan magnitudo paling terang bernilai 10.509, memberikan nilai perubahan magnitudo sebesar 0.716 magnitudo. Dengan menggunakan aplikasi VStar, didapat periode variabilitasnya selama 0.061 hari atau selama 1 jam 27 menit 50 detik. Nilai-nilai yang didapat dari pengamatan akan dibandingkan dengan data dari referensi.

Pembahasan CY Aquarii

Hasil dari pengamatan dan analisa dibandingkan dengan data referensi⁶ ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. *Perbandingan Parameter Referensi dengan Hasil Pengamatan CY Aquarii*

Parameter	Referensi	Pengamatan
Amplitudo (V)	0.71 mag	0.716 mag
Periode	0.06103843 hari	0.061 hari

Hasil dari pengamatan menunjukkan keakuratan perhitungan yang baik. Langit dengan kondisi yang stabil memungkinkan didapatkannya kualitas data yang baik. Walaupun dampak polusi cahaya masih mempengaruhi pengamatan, untuk objek dengan magnitudo sebesar 10-11 masih bisa diamati dengan baik. Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa teleskop di kota besar bisa digunakan untuk mengamati bintang-bintang variabel.

⁶ Wiedemair, C., Sterken, C., Eenmae, T., Neito, R., Oberhauser, V., Moser, D., and others, ‘CCD Photometry of CY Aquarii VI. The 2019-2020 Seasons’, *Journal of Astronomical Data*, 26 (2020)

D. Kesimpulan

Kendala yang perlu dihadapi pengamat saat melakukan pengamatan adalah kondisi langit dan cuaca yang tidak menentu. Kondisi langit bersih dan fotometrik tidak selalu bisa didapatkan di setiap malam. Pengamatan di kota besar dihadapkan dengan kendala tambahan berupa polusi cahaya. Walaupun dengan berbagai kendala yang ada, pengamatan tetap masih bisa dilakukan. Pengamatan fenomena transit eksoplanet WASP-80 b dan bintang variabel CY Aquarii menggunakan CAT-ITB menunjukkan kemampuan teleskop yang berlokasi di kota besar untuk melakukan pengamatan dengan menghadapi segala kendala yang ada. Hasil pengamatan ini juga menunjukkan bahwa metode pengamatan yang serupa dapat dicoba dilakukan oleh astronom-astronom amatir serta observatorium di kota-kota besar Indonesia.

Kedepannya untuk kelanjutan pengembangan CAT-ITB, dapat dilakukan uji coba pengamatan terhadap objek-objek yang lebih redup, objek-objek dengan perubahan kecerlangan yang lebih kecil, dan juga jenis objek langit lainnya. Selain itu, metode pengolahan dan analisis data juga dapat dijelajahi lebih dalam supaya bisa mendapatkan hasil analisis yang lebih baik lagi. Dengan begitu, dapat dipelajari performa dan limitasi dari sistem pengamatan yang berlokasi di kota besar.

Daftar Pustaka

- Perryman, M., *The Exoplanet Handbook*, (New York: Cambridge University Press, 2011)
- Pollacco, D. L., Skillen, I., Collier Cameron, A., and others, ‘The WASP Project and the SuperWASP Cameras’, *PASP*, 118, 1407 (2006)
- Triaud, A. H. M. J., Anderson, D. R., Collier Cameron, A., Doyle, A. P., Fumel, A., Gillon, M., and others, ‘WASP-80b: a gas giant transiting a cool dwarf’, *Astronomy and Astrophysics*, 551 (2013)
- Wiedemair, C., Sterken, C., Eenmae, T., Neito, R., Oberhauser, V., Moser, D., and others, ‘CCD Photometry of CY Aquarii VI. The 2019-2020 Seasons’, *Journal of Astronomical Data*, 26 (2020)

[https://www.celestron.com/products/11-in-rowe-ackermann-schmidt-astrograph-rasa-11-optical-](https://www.celestron.com/products/11-in-rowe-ackermann-schmidt-astrograph-rasa-11-optical-tube-assembly-cge-dovetail)

[tube-assembly-cge-dovetail](https://www.celestron.com/products/11-in-rowe-ackermann-schmidt-astrograph-rasa-11-optical-tube-assembly-cge-dovetail)

<https://www.bisque.com/product/paramount-mx-6/>

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi183mc-color/>

Chapter 7

Analisis Arah Kiblat dalam Perspektif Fikih dan Sains

Alfath Khair¹ , Luthfi Alamsyah² , Daffa Khairullah

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

khairalfat@gmail.com

Abstrak

Menghadap kiblat ketika shalat adalah wajib, dan hal ini tidak perlu diperdebatkan lagi. Namun, komplikasi muncul bagi individu yang tinggal jauh dari Mekah dan diharuskan menghadap kiblat selama shalat. Perbedaan penafsiran para ulama terletak pada pemahaman istilah “syar’i”. dari sudut pandang linguistik, ini menandakan arah, tujuan, dan niat. Selain itu, syar’i juga mencakup makna al-Nishf dan al-Wasath. Kedua konotasi ini digunakan untuk menyatakan bahwa Bumi itu bulat, sehingga memungkinkan pemahaman ayat-ayat Ka’bah dalam kerangka geometris. permasalahan penentuan arah kiblat merupakan permasalahan yang penting, serius, dan kompleks. Banyak pula perbedaan pendapat di kalangan umat Islam. seperangkat pengetahuan yang diperlukan untuk menentukan hal tersebut adalah ilmu keislaman, fikih, ilmu pengetahuan dan teknologi Astronomi dan untuk Menentukan validitas, teoritis, dan praktis. Para ahli sepakat bahwa dalam menghadapi Arah kiblat bagian dalam merupakan syarat efektifitas shalat.

Kata kunci: penafsiran, kiblat, Syar’i, fikih, shalat.

Abstract

Facing qiblah is an obligation, without debate. The set of knowledge needed to determine Facing the Qibla during prayer is obligatory, and there is no debate about this. However, complications arise for individuals who live far from Mecca and are required to "face" the Qiblah during prayer. The difference in interpretation among scholars lies in the understanding of the term "shar'i". From a linguistic standpoint, it signifies direction, purpose and intention. In addition, shar'i also includes the meanings of al-Nishf and alWasath. Both of these connotations are used to state that the Earth is round, thus enabling the understanding of the Kaaba verses in a geometric framework. The issue of determining the Qibla direction this is Islamic science, fiqh, astronomy science and technology and to determine the validity, theoretical, and practical. Experts agree that facing the inner Qibla direction is a requirement for the effectiveness of prayer.

Keywords: interpretation, Qibla, Shari'i, fiqh, prayer.

A. Pendahuluan

1. Pengertian Arah Kiblat

Kiblat diartikan arah ke Kakbah, di Mekah yaitu Arah, haluan, dan, mata angin. Sabda kiblat ini berawal dari Bahasa Arab al-Qiblah (قِبْلَة) yang berarti hadapan. di antara baris Al-Qur`an menuturkan yang terdapat dalam (QS. Al-Baqarah:144). Ash-Shabuni dalam Shafwah at-Tafsir menafsirkannya dengan Kakbah (قِبْلَة). qiblah (kiblat) diartikan arah yang dihadap oleh orang islam dalam menjalankan shalat yang mengarah ke Ka'bah, di Mekkah.

Menghadap ke arah kiblat adalah aspek penting dari hukum Islam, sebagaimana ditentukan oleh hukum Syariah. Arah kiblat ditentukan oleh kesejajaran seluruh tubuh atau bentuk fisik seseorang. Terletak di Mekah, Ka'bah berdiri sebagai titik fokus bagi jamaah yang menghadap ke arahnya. Umat Islam berupaya menyempurnakan ibadahnya dengan memusatkan fokus pada satu titik tertentu. Ada istilah “Ainul Ka’bah” dan “Jihatul Ka’bah”. kontroversi mengenai menghadap kiblat itu sendiri. Hal ini banyak terjadi di daerah yang jauh dari Ka'bah Indonesia. Oleh karena itu, harus ada ijtihad untuk menentukan arah kiblat Hal ini baik secara astronomis maupun fikih agar salat dapat terlaksana melalui Implementasi yang sempurna.

2. Dalil Al-Qur'an yang menyatakan tentang Arah Kiblat

Quran Surah Al-Baqarah ayat 144 menyebutkan firman Allah Kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam Situasi di Madinah saat itu sangat sulit dan tidak mungkin dilakukan Karena letak kiblatnya, maka seseorang harus shalat langsung menghadap kiblat Madinah jauh dari Ka'bah. Ayat ini diturunkan yang Artinya menghadap ke arah jihatul Ka'bah saja sudah cukup bagi mereka yang jauh dari Ka'bah dan tidak dapat melihatnya.

سَطَّرَ وَجْهَكَ قَوْلَ تَرْضَاهَا قِبْلَةً فَلَوْلَيْنَاكَ السَّمَاءُ فِي وَجْهِكَ تَقَلَّبَ نَرَى قَدْ
لَيَعْلَمُونَ الْكِتَابَ أَوْتُوا الَّذِينَ وَإِنْ سَطَّرَهُ وَجُوهَكُمْ قَوْلُوا كُنْتُمْ مَا وَحَيْثُ الْحَرَامِ الْمَسْجِدِ
يَعْمَلُونَ عَمَّا يَغْفِلُ اللَّهُ وَمَا رَبِّهِمْ مِنَ الْحَقِّ أَنَّهُ

Artinya: "Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senang. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil haram. Dan di mana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang

diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan.” (QS. Al-baqarah:144).

لِّلْعَالَمِينَ وَهُدًى مُّبْرَكًا بِبَيْتِهِ لِلَّذِينَ لِلنَّاسِ وَضِعَ بَيْتٍ أَوَّلٍ إِنَّ

Artinya: “Sesungguhnya rumah (ibadah) pertama yang dibangun untuk manusia, ialah (Baitullah) yang di Bakkah (Mekah) yang diberkahi dan menjadi petunjuk bagi seluruh alam.” (QS. Al-Imran:96).

Firman Allah Swt yang berbunyi tentang Arah Kiblat:

وَجُوهَكُمْ قُولُوا كُنْتُمْ مَا وَحَيْتُ الْحَرَامِ الْمَسْجِدِ شَطْرَ وَجْهِكَ قَوْلٍ خَرَجْتَ حَيْثُ وَمِنْ
وَاحْشَوْنِي تَحْشَوْهُمْ فَلَا مِنْهُمْ ظَلَمُوا الَّذِينَ إِلَّا حُجَّةٌ عَلَيْكُمْ لِلنَّاسِ يَكُونُ لِنَا سَطْرُهُ
تَهْتَدُونَ وَلَعَلَّكُمْ عَلَيْكُمْ نِعْمَتِي وَلَا تَمَّ

Artinya: “Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Dan di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu, agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku, agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu, dan agar kamu mendapat petunjuk.” (QS. AlBaqarah:150).

3. Nasihat Rasulullah buat Para Pemimpin

Menegaskan dalam (QS. Al-Baqarah:149-150), dan Nabi Muhammad Saw Bersabda: “Bila kamu hendak mengerjakan Sholat, Hendaklah menyempurnakan Wudhu, kemudian

menghadap kiblat lalu mengangkat Takbir”. [HR. Bukhari dan Muslim].

Sebagaimana Perintah Allah Swt yang tertuang dalam AlQur'an yaitu: “Palingkanlah wajahmu kearah Masjidil Haram, dan dimana saja kamu berada palingkanlah wajahmu kearahnya.” (QS. Al-Baqarah:144).

4. Hukum Menghadap Kiblat

Menghadap kiblat Merupakan syarat sah-nya dalam melaksanakan Sholat, tidak sah-nya sholat ketika dalam 2 keadaan, yaitu ketika Sholat Khauf dan Sholat Sunnah ketika bersafar diatas kendaraan. **Imam Asy-Syirozi** mengatakan: “Menghadap kiblat merupakan syarat sahnya sholat kecuali dalam dua keadaan, ketika keadaan sangat takut dan sholat sunnah ketika safar.”

5. Memaknai kalimat Masjidil Haram

Masjidil Haram, demikian sebutannya di sini adalah bangunan Ka'bah. Namun, ia menjelaskan, makna Masjidil Haram adalah ikhtilaf (perbedaan) di kalangan para fuqaha yang masing-masing mempunyai dalil untuk menguatkan ijtihadnya. Artinya perlu ketahui bahwa Masjidil Haram yang dimaksud hanyalah Ka'bah, kadang mengacu pada Masjidil Haram dan sekitarnya saja, namun mengacu juga pada seluruh kota Mekkah dan Masjidil Haram. Berdasarkan perspektif oleh Imam Ahmad yaitu, “sholat dimasjidku ini (Masjid Nabawi) lebih baik dari seribu sholat di masjid lain, kecuali melaksanakan sholat dimasjidil Haram.” Berdasarkan juga (HR. Al-Bukhari) yaitu “tidak dibolehkan melakukan perjalanan (dengan bersengatan), kecuali menuju tiga masjid yaitu Masjidil Haram, Masjid (Nabawi), dan Masjid Al-aqsa.”

Masjidil Haram mempunyai arti yang bermacam-macam, antara lain (Ainul Ka'bah), “Masjidil Haram” dan “Mekkah”,

namun Imam Nawawi mengklarifikasi bahwa Masjidil Haram yang disebutkan di sini mengacu pada bangunan Ka'bah. Hal ini juga diperkuat oleh Muhammad Ali-Assābūni dalam Tafsir Ahkam-nya yang artinya Masjidil Haram mengacu pada Pendapat Pertama (yakni Ka'bah), dalam ayat ini Artinya: “Maka Hadapkanlah wajahmu ke arah Ka'bah.”

Dalam perspektif sains yaitu dengan mengukur arah kiblat dengan menggunakan teodolit yang dapat mengukurnya dengan akurat. Serta menggunakan aplikasi software berupa, Google earth yang dapat menyesuaikan serta mengukur keakuratan yang baik antara posisi pada saat lokasi menuju Bangunan Ka'bah.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian artikel ini adalah metode literatur. Pada metode ini, fokus penelitian ada pada pengumpulan dan analisis literatur yang sudah ada. Sumber data dalam metode penelitian ini diperoleh dari sumber artikel jurnal. Dan penelitian yang menggunakan metode ini bertujuan untuk menyusun pemahaman terhadap penelitian sebelumnya, mengidentifikasi kesenjangan dalam literatur, dan memberikan dasar teoritis. Data penelitian Arah kiblat dalam Fikih, yaitu berupa tanggapan pendapat Mazhab, Serta pengertian arah kiblat dalam mendukung sumber arah kiblat Perspektif Fikih. Sedangkan dalam Sains yaitu dengan menggunakan Software dan Instrumen Astronomi.

C. Hasil dan Pembahasan

Ketika seseorang berada di luar Mekah atau Arab Saudi, mereka dapat melakukan praktik ijtihad Kiblat, yang melibatkan penentuan arah Kiblat. Dalam kasus di mana orang tidak terbiasa dengan lokasi kiblat yang tepat atau tidak dapat melakukan perhitungan yang diperlukan, mereka mungkin memilih untuk

menghadap ke arah yang mereka yakini sebagai arah kiblat yang benar.

Kiblat dalam Perspektif Mazhab Fikih

I. Mazhab Maliki

Imam Ibnu Rusyd, menyatakan bahwa seandainya menghadap ke bangunan Ka'bah adalah

suatu kewajiban, maka tentu hal itu sangat menyulitkan. Allah Swt Berfirman:

﴿ حَرَجَ مِنَ الدِّينِ فِي عَلَيْكُمْ جَعَلَ وَمَا اجْتَبَاكُمْ هُوَ ۖ جِهَادِهِ حَقَّ اللَّهُ فِي وَجَاهِدُوا
شَهِيدًا الرَّسُولَ لِيَكُونَ هَذَا وَفِي قَبْلُ مِنَ الْمُسْلِمِينَ سَمَّاكُمْ هُوَ ۖ إِبْرَاهِيمَ أَبِيكُمْ مَلَّةً
بِاللَّهِ وَاعْتَصِمُوا الزَّكَاةَ وَآتُوا الصَّلَاةَ فَأَقِيمُوا ۖ النَّاسَ عَلَى شُهَدَاءَ وَتَكُونُوا عَلَيْكُمْ
النَّصِيرَ وَنِعْمَ الْمُؤَلَّى فَنِعْمَ ۖ مَوْلَاكُمْ هُوَ

“Dan berjihadlah kamu pada jalan Allah dengan jihad yang sebenar-benarnya. Dia telah memilih kamu dan Dia sekali-kali tidak menjadikan untuk kamu dalam agama suatu kesempitan. (Ikutilah) agama orang tuamu Ibrahim. Dia (Allah) telah menamai kamu sekalian orang-orang muslim dari dahulu, dan (begitu pula) dalam (Al Quran) ini, supaya Rasul itu menjadi saksi atas dirimu dan supaya kamu semua menjadi saksi atas segenap manusia, maka dirikanlah sembahyang, tunaikanlah zakat dan berpeganglah kamu pada tali Allah. Dia adalah Pelindungmu, maka Dialah sebaik-baik Pelindung dan sebaik-baik Penolong.” (QS. Al-Hajj:78).

Ibnu Rusyd menyatakan bahwasanya dalam menghadap ke Bangunan Ka'bah bagi daerah yang jauh dari Makkah harus memerlukan Ijtihad dan penelitian yang seksama. Imam Al-Qurtubi, mengatakan bahwa para ulama berbeda pendapat apakah orang yang tidak bisa melihat Bangunan Ka'bah diwajibkan menghadap kearah Ka'bah (ain al-ka'bah) ataukah ke arah Ka'bah (jihath al-ka'bah). Diantara mereka ada yang

menganggap dengan menghadap ke Bangunan Ka'bah. Berdasarkan kesimpulan diatas, dapat dikatakan bahwa mayoritas ulama Bermadzhab Maliki orang yang tidak dapat melihat Bangunan Ka'bah, maka sholatnya yang menjadi kiblat adalah ke arah Ka'bah bukan dari segi Bangun-nya.

II. Mazhab Syafi'ii

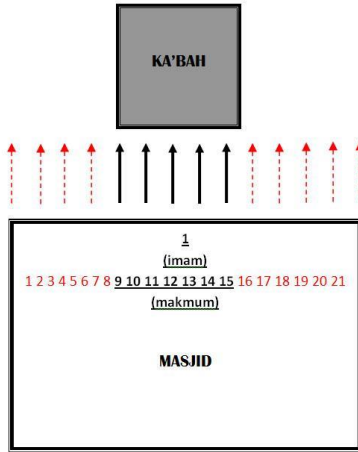
Imam Syfai'ii r.a terdapat 2 pendapat yaitu Pertama, Menghadap kearah Ka'bah (jihat alka'bah) dan Kedua, Menghadap ke Bangunan Ka'bah (ain al-ka'bah). Mengetahui melalui keberadaan Matahari, Bulan, dan Angin, Berdasar Firman Allah Swt:

يَهْتَدُونَ هُمْ وَبِالنَّجْمِ ۖ وَعَلَامَاتٍ

Artinya: “dan (Dia menciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintangbintang mereka mendapat petunjuk”. (QS. An-Nahl:16).

Dengan demikian Perspektif Imam Al-syirazi dalam kitabnya *al-muhadzdzab* ia memiliki Hak untuk melakukan Ijtihad dalam menentukan letak Ka'bah yang faham dalam Fenomena alam.

Menurut Imam Al-Muzanni (Murid Imam Syaf'ii), wajib dengan menghadap Ka'bah (jihat al-ka'bah). Maka dalam sholat berjamaa'ah yang Shafnya memanjang melebihi panjang atau lebar Bangunan Ka'bah, maka Sholatnya orang yang melebihi batas Bangunan tersebut dihukumi tidak sah-nya Sholat tersebut. Hal ini kita bisa lihat pada gambarnya:



Gambar 1. Posisi Shalat di depan Kakbah

Dengan memperhatikan gambar di atas, jika Anggap saja Kiblat adalah sebuah bangunan Bagi yang pernah melihat Ka'bah maupun yang belum melihatnya, Jadi Sholat yang mujarab adalah kepada Imam dan beberapa barisan pada shaf 1. Pada urutan 9-15 Sholat mereka tidak Sah dikarenakan melebihi batas bangunan Ka'bah.

III. Mazhab Hambali

Dalam kitab Al-Mughni, Imam Ibnu Qudamah al-Maqdisi menyatakan jika seseorang sholat melihat Ka'bah secara langsung, maka kiblatnya adalah menghadap pada Bangunan Ka'bah (ain al-ka'bah). Imam Ibnu Aqil melanjutkan, jika ada bagian tubuhnya yang menyimpang yang keluar dari batas garis lurus Ka'bah maka sholatnya tidak sah. Usama meriwayatkan:

ان النيب صدل هلا عليه وسلم دخل الكعبة مخرج فصل ركعتين
م م قال هذه القبلة

Artinya: “Sesungguhnya Nabi Muhammad Saw, memasuki Ka’bah kemudian keluar lalu Shalat 2 rakaat dengan (menghadap Ka’bah). Setelah itu, beliau Bersabda inilah (Bangunan Ka’bah) kiblat.” Dan Nabi Muhammad Saw Bersabda tentang arah kiblat Timur dan Barat adalah kiblat, yang diriwayatkan oleh Ibnu Majja.

Dalil sabda Nabi Muhammad Saw:

مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ

Artinya: “Diantara Timur dan Barat adalah Kiblat”

Para ulama Madzhab sepakat Menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sahnya Sholat. Hal ini mengecualikan Sholat apabila Dilakukan dalam dua situasi, yaitu **Pertama:** Sholat dilakukan dalam keadaan Peperangan (syiddah al-khauf), yang **Kedua:** Sholat Sunnah (safar) saat bepergian. Sebagaimana dijelaskan dalam Hadis Shahih yang Nabi Muhammad Saw melihat melakukan shalat menghadap Baitullah (Ka'bah), sedangkan umatnya menghadap ke segala arah di sekelilingnya Di sekitar bangunan fisik Ka'bah.

Hadis Riwayat Nabi Muhammad Saw Bersabda:

صَلُّوا كَمَا رَأَيْتُمُونِي أَصَلُّوْا كَمَا رَأَيْتُمُونِي أَصَلُّوْا

Artinya: “Shalatlah, sebagaimana kalian melihat aku shalat.” [HR. Bukhari].

Kesepakatan di kalangan ulama Madzhab (Hanafiyah, Syafi'iyah, Malikiyah, dan Hanafiyah) adalah bahwa perbuatan menghadap fisik Ka'bah ('ain al-Ka'bah) saat Shalat diperuntukkan bagi individu yang berada di dekatnya dan mempunyai pandangan langsung ke Ka'bah.

Arah Kiblat Perspektif Fatwa Majelis Ulama Indonesia

¹Majelis Ulama Indonesia (MUI), mengeluarkan Fatwa tentang menghadap kiblat ke arah Barat dalam syarat sahnya sholat. Pertama kiblat bagi orang yang sholat dan dapat melihat kabah adalah menghadap ke bangunan kabah (ainul kabah). Kedua, kiblat bagi orang yang sholat dan tidak dapat melihat kabah adalah arah kabah (jihat al kabah). Ketiga, letak geografis Indonesia yang berada di bagian timur kabah, maka kiblat umat Islam di Indonesia adalah menghadap ke arah barat.

Ketentuan Hukum Berdasarkan Fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI):

1. Kiblat bagi orang yang shalat dan dapat melihat Ka'bah adalah menghadap ke bangunan Ka'bah ('ainul Ka'bah).
2. Kiblat bagi orang yang shalat dan tidak dapat melihat Ka'bah adalah arah Ka'bah (jihat al Ka'bah).
3. Kiblat umat Islam Indonesia adalah menghadap ke barat laut dengan posisi daerah yang berbeda-beda.

Perspektif Ilmu Falak dalam Arah Kiblat

Abu Raihan Al-Biruni, berjasa dalam menentukan arah kiblat dengan menggunakan Alat Astronomis dan Matematika. Menentukan arah kiblat dengan menggunakan alat Astronomi seperti Theodolit, Rub'u Mujayyab, Compass, Istiw'a, serta menggunakan metode Azimuth Kiblat, Teori sudut, Teori bayangan, dan Rashudul kiblat. Perhitungan yang digunakan untuk menentukan arah kiblat bagi wilayah yang jauh dari Mekkah, seperti Indonesia adalah dengan menggunakan

¹ [https://sulut.kemenag.go.id/berita/23024/Fatwa-MUI:-Kiblat-Cukup-Menghadap-ke-ArahBarat#:~:text=JAKARTA%20%2D%20Majelis%20Ulama%20Indonesia%20\(MUI,yang%20berada%20di%20timur%20kabah.](https://sulut.kemenag.go.id/berita/23024/Fatwa-MUI:-Kiblat-Cukup-Menghadap-ke-ArahBarat#:~:text=JAKARTA%20%2D%20Majelis%20Ulama%20Indonesia%20(MUI,yang%20berada%20di%20timur%20kabah.)

perhitungan Astronomi yang dibantu dengan peralatan modern, seperti kompas, GPS, theodolite, dan Google Earth. Umumnya, jarak Indonesia dengan Mekkah adalah sekitar 8000 km. Sebab, pada peralihan $1^\circ = 1.000.000$ pergeseran arah kiblat sebelum ditentukan, dan problematika pada peralihan tersebut yang dapat membuat sholat kita diterima jika peralihan tersebut kita mengetahuinya.

D. Simpulan

Menurut tiga mazhab yang berbeda, khususnya (mazhab Hanafi, Malikiyah, dan Hambali) memberikan penjelasannya secara perorangan. Sholat yang mengabulkan kemampuan memandang megahnya struktur Ka'bah. Jika menganut agama Islam, maka arah yang harus dihadapannya saat shalat adalah menuju bangunan Ka'bah yang disebut kiblat. Bagi individu yang belum familiar dengan istilah (ain al-ka'bah). Jika Ka'bah terlihat, maka itu menunjukkan arah kiblat. Struktur yang dikenal sebagai Ka'bah, juga disebut sebagai jihat alKa'bah, dibangun dengan cara tertentu. Dan beberapa hadis serta Dalil Al-qur'an yang menyatakan perbedaan dengan mengarah pada Bangunan saja, dan Bentuk fisik Ka'bah dengan perbedaan tersebut Sah apabila ketika menghadap kiblat sesuai arah kiblat dengan apa yang dilakukan Nabi Muhammad Saw dengan pertamanya arah kiblat terdapat di Al-Aqsa dan ketika Muhammad menerima wahyu perolehan arah kiblat umat muslim berubah menjadi Ka'bah (Baitullah), Mekkah.

Daftar Pustaka

- Hasan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Pontianak Jl
Letnan Jendral Soeprapto No, M. (n.d.). BENDA
ASTRONOMI DALAM AL-QURAN DARI
PERSPEKTIF SAINS. In TEOLOGIA (Vol. 26).
- Indayati, W., Sunan, U., & Surabaya, A. (n.d.-a). KONSEPSI
ARAH KIBLAT TANAH HARAM PERSPEKTIF
HADIS.
- Indayati, W., Sunan, U., & Surabaya, A. (n.d.-b). KONSEPSI
ARAH KIBLAT TANAH HARAM PERSPEKTIF
HADIS.
- Ismail. (n.d.). Arah Kiblat dalam Perspektif Fikih dan
Geometri. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad>
- Mujab, S. (n.d.-a). KIBLAT DALAM PERSPEKTIF
MADZHAB-MADZHAB FIQH.
- Mujab, S. (n.d.-b). KIBLAT DALAM PERSPEKTIF
MADZHAB-MADZHAB FIQH.
- Mujab, S. (n.d.-c). KIBLAT DALAM PERSPEKTIF
MADZHAB-MADZHAB FIQH.

Shodiq, S., Nashiruddin Darajat, M., Syamsu Alam Darajat,
M., Lamongan, K., & al Falakiyah Surabaya, Y. (n.d.).
Tinjauan Syariat, Fikih dan Sains Teknologi Astronomi
Penentuan Arah Kiblat Suatu Tempat Saat Matahari Persis di
Atas Ka'bah Masjidil Haram Mekah. [http://journal.um-
surabaya.ac.id/index.php/Maqasid](http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/Maqasid)

Chapter 8

Studi Literatur: Benarkah Badai Matahari Berpengaruh Terhadap Geomagnet dan Ionosfer?

Garnis Dewi Prakasiwi¹, Nida Yulawati², Sofia Novianti³

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya

garnisdewip26@gmail.com , nidayulawati2706@gmail.com ,
sofianovianti846@gmail.com ,

Abstrak

Badai matahari disebabkan oleh *Coronal Mass Ejection* (CME) yang dapat menjadi penyebab terjadinya badai geomagnet jika angin surya melaju dengan kecepatan yang cukup tinggi sehingga nantinya juga dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ionosfer yang dapat mengganggu keberlangsungan hidup manusia baik secara langsung maupun tidak langsung, salah satunya menghambat proses komunikasi jarak jauh. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi fenomena badai matahari. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu tinjauan pustaka (*study literatur review*) serta metode kualitatif deskriptif pada dua belas jurnal yang diambil dari berbagai sumber. Dari penelitian yang kita lakukan terdapat 83% jurnal yang melakukan pengamatan fenomena ini menggunakan teknik studi peristiwa khusus. Jurnal yang ditinjau melakukan pengamatan menggunakan data yang tersedia dari *Ionosphere Riometer Imaging System* (IRIS), *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), dan lain sebagainya.

Kata Kunci: Badai Matahari, Geomagnet, Ionosfer, CME

Abstract

Solar storms are caused by coronal mass ejection (CME), which could cause geomagnetic storms if solar winds were speeding at high enough speeds, and they could also cause ionosphere interference that could disrupt human life in both direct and indirect ways, hindering the process of long-distance communication. The study was conducted to identify the phenomenon of solar storms. As for the research methods used, the library review (study of literature review) and descriptive qualitative methods on the twelve journals drawn from different sources. From our research, 83% of the journals are observing this phenomenon using special event study techniques. The journal was reviewed using available data from the ionosphere riometer imaging system (IRIS), solar and heliospheric observatory (SOHO), etc.

Keywords: *Solar Storms, Geomagnetic, Ionosphere, CME*

A. Pendahuluan

Sebagai salah satu planet di tata surya dengan menganut *solar system* tentunya akan erat kaitannya dengan segala aktivitas yang berhubungan matahari. Dengan kemajuan teknologi saat ini dapat mempermudah akses kita untuk mendapatkan segala informasi mengenai kehidupan sehari-hari, sejarah dimasa lampau, bahkan mengenai hal-hal yang mungkin sangat jauh dari jangkauan kita seperti benda-benda diluar angkasa. Pada saat ini dunia teknologi khususnya pada internet sedang diramaikan dengan adanya isu akan terjadinya badai matahari yang dapat menjadi penyebab kurang efektifnya kehidupan manusia. Badai Matahari ini diperkirakan akan mengganggu efisiensi dan keefektifan manusia dalam menjalani

kehidupan sehari-hari baik dalam kegiatan yang bersifat individual maupun sosial.

Badai matahari ini terjadi karena adanya aktivitas matahari flare serta lontaran massa korona atau *Coronal Mass Ejection* yang biasa disebut *CME*, dimana hal tersebut dapat mengakibatkan gangguan di lingkungan bumi, serta dapat menjadi penyebab terjadinya badai geomagnet jika angin surya melaju dengan kecepatan yang cukup tinggi kemudian plasma *CME* dan lubang korona dapat mengenai medan magnet yang akan menyebabkan lepasnya setiap partikel-partikel yang berenergi maupun bermuatan tinggi dari permukaan matahari yang diperkirakan akan sampai di bumi sekitar satu sampai dengan empat hari.¹ Dengan adanya lontaran *CME* dapat menghasilkan energi yang menyebabkan pertumbuhan arus cincin di sekitar bumi yang memicu gangguan medan magnet bumi dengan skala global maupun badai geomagnet.

Fenomena badai matahari ini pertama kali diamati oleh Broun pada tahun 1861, dimana setiap fenomena akan dikatakan badai ketika dilihat dari variasi intensitas komponen H medan magnetnya ini terjadi penurunan yang sangat signifikan.

Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan penelitian Moos yang berlangsung pada tahun 1910, dimana pada penelitian ini baru muncul identifikasi mengenai badai geomagnet yang terjadi karena adanya peningkatan secara tiba-tiba dari komponen H medan magnet yang selanjutnya diikuti dengan penurunan yang cukup besar, cepat, serta tidak beraturan

¹ Islam Masruri, M. Fakhrol, and Bayu Merdeka Tri Fristiyan Nanda, 'Analisis Indeks Aktivitas Geomagnet Pada Saat Badai Geomagnet 13 Oktober 2016', *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 5.2 (2019), 72.

selama beberapa jam yang diakhiri dengan pemulihan selama dua sampai tiga hari.²

Dengan adanya fenomena badai matahari yang menyebabkan badai geomagnet ini juga dapat mengakibatkan gangguan pada ionosfer. Ionosfer merupakan suatu gangguan yang terjadi pada bagian atas atmosfer yang memiliki sejumlah elektron bebas yang dapat mempengaruhi perambatan gelombang radio³.

Dimana aktivitas matahari mengalami peningkatan energi yang besar yang dimulai dari radiasi elektromagnetik didalam rentang panjang gelombang sinar-X, *ultraviolet* (UV), gelombang radio, dan *radiasi corpuscular* (partikel energetik) yang dipancarkan melalui permukaan matahari. Peningkatan dari intensitas radiasi sinar-X dan UV matahari yang cukup besar selama peristiwa flare dapat menyebabkan pertambahan kerapatan elektron di ionosfer, karena radiasinya menjaral sampai menuju bumi dengan kecepatan cahaya atau sekitar 8,3 menit yang diperlukan untuk mencapai atmosfer bumi. Pertambahan dari kerapatan elektron yang berlangsung secara tiba-tiba ini dapat menimbulkan adanya gangguan ionosfer secara tiba-tiba dengan skala besar yang berbeda di setiap lintang yang berbeda serta secara kolektif hal ini disebut dengan gangguan ionosferik tiba-tiba (*Sudden Ionospheric Disturbances/SID*). Fenomena dari *SID* di ionosfer ini merupakan suatu indikator adanya peristiwa flare di matahari yang dapat diamati oleh manusia dari bumi dengan

² Yatini, Clara Y, and Mamat Ruhimat, 'Badai Matahari dan Pengaruhnya pada Ionosfer Dan Geomagnet di Indonesia', *Lapan*, 2 (2023), 17-18.

³ Adhuri, Didin Samsudin, Ayu Adi Justicea, and Latar Belakang, 'Perancangan Aplikasi Perhitungan Nilai', 1.2 (2015), 44-45.

menggunakan cara optik maupun dengan menggunakan sistem radio.⁴

Badai matahari ini menimbulkan badai geomagnetik dan dapat menimbulkan gangguan terhadap ionosfer, yang dapat mengganggu aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Hal itu disebabkan karena jika terjadinya badai matahari dan mengganggu ionosfer maka bumi akan mengalami gangguan cuaca antariksa yang mempengaruhi keakuratan dalam pengukuran sistem navigasi yang berbasis satelit seperti *GNSS (Global Navigation System Satellite)* dan *GPS (Global Positioning System)*, serta akan menyebabkan perubahan elektron pada lapisan ionosfer yang dapat mengganggu sistem komunikasi jarak jauh karena ionosfer memantulkan gelombang radio pada frekuensi tinggi (HF) sekitar 3-30 MHz.⁵ Dengan kata lain Badai matahari ini dapat mengakibatkan matinya akses internet beberapa waktu.

Pada umumnya, penelitian-penelitian mengenai badai matahari sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah penelitian pertama fenomena badai matahari yang dilakukan pada tahun 1861 oleh Broun. Tetapi penelitian-penelitian mengenai fenomena badai matahari itu perlu dikaji secara literatur terkait analisis pengaruh badai matahari yang dapat dilihat dari berbagai sudut pandang karena fenomena badai matahari memiliki dampak yang luas dan signifikan terhadap segala aspek.

⁴ Sinambela, Wilsom, and Anwar Santoso, 'Identifikasi Pengaruh Aktivitas Matahari Pada Fof2 DI Biak Dan Tec Ionosfer DI Bandung', 22 (1995), 43.

⁵ Belekubun, Arwildo Fianli, Seni Herlina Juwita Tongkukut, Asnawi Asnawi, and Dolfie Paulus Pandara, 'Respon Ionosfer Terhadap Badai Matahari Berdasarkan Analisis Kandungan Elektron Total Dan Indeks Gangguan Geomagnet', *Jurnal MIPA*, 8.2 (2019), 82

B. Metode Penelitian

Artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan tentang badai matahari dan pengaruhnya terhadap geomagnet dan ionosfer dan teknik pengumpulan data yang digunakan dalam artikel ini adalah metode tinjauan pustaka. Pengertian dari tinjauan pustaka merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa artikel dari berbagai jurnal dengan tujuan untuk menganalisis, mengkaji, mengidentifikasi, serta mengevaluasi dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian. Dalam penelitian ini, tinjauan pustaka dilakukan dengan menggunakan database dari beberapa artikel yang diterbitkan di berbagai jurnal. Awal pencarian peneliti menemukan puluhan artikel yang secara umum mendekati topik yang diteliti. Namun secara khusus tidak termasuk kedalam kategori pemilihan artikel yang akan di *review*, sehingga diperlukan adanya batasan dalam pencarian artikel.⁶

Batasan dalam pencarian artikel dilakukan berdasarkan kriteria: 1) Artikel telah dicari dengan menggunakan kata kunci: solar storm, geomagnet, ionosfer, 2) Semua artikel ditinjau ulang dan ditinjau dengan artikel-artikel maupun informasi yang telah diperoleh, 3) Artikel tersebut berisi tentang badai matahari dan pengaruhnya terhadap geomagnet dan ionosfer. Artikel itu dianalisis secara terpisah dan kemudian dirangkum dalam *tabel* atau kolom.

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Menurut I

⁶ Setiawan, Makis, Emi Pujiastuti, and Bambang Eko Susilo, 'Tinjauan Pustaka Systematik: Pengaruh Kecemasan Matematika Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa', *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 13.2 (2021), 242.

Made Wirartha (2006) metode deskriptif kualitatif yaitu menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan. Penelitian ini diselidiki dibawah dua belas judul artikel dengan sumber antara tahun 2000-2021.⁷

C. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk meninjau bagaimana pengaruh terjadinya fenomena badai matahari baik dalam bidang astronomi maupun kehidupan manusia serta untuk mengetahui bagaimana badai matahari yang telah berlangsung, dua belas jurnal yang dianalisis berdasarkan jenis fenomena, waktu kejadian, waktu pengamatan, dan sumber data pengamatannya.

Hasil Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan dengan meninjau dua belas jurnal yang membahas fenomena badai matahari kita dapat melakukan pengelompokan mengenai jenis fenomena, waktu kejadian, waktu pengamatan, dan sumber data pengamatan.

Berdasarkan tinjauan penelitian yang meninjau dengan menggunakan jenis pengamatan fenomena yang terjadi, diantaranya:

Tabel 1. Klasifikasi Berdasarkan Identifikasi Fenomena

⁷ Lindawati, Sri, 'Penggunaan Metode Deskriptif Kualitatif Untuk Analisis Strategi Pengembangan Kepariwisata Kota Sibolga Provinsi Sumatera Utara', Seminar Nasional APTIKOM (SEMNASTIKOM), Hotel Lombok Raya Mataram, 2016, 833–837.

No	Nama Fenomena	Jumlah Artikel
1	Periodistas Parameter Cuaca	0
2	Studi Peristiwa Khusus	10
Total		10

Berdasarkan tinjauan penelitian yang meninjau artikel berdasarkan waktu kejadiannya, diantaranya:

Tabel 2. Klasifikasi Berdasarkan Waktu Terjadinya Fenomena

No	Waktu Terjadi Fenomena	Jumlah Artikel
1	13 Oktober 2016	1
2	14 Juli 2000	1
3	28 - 29 Oktober 2003	3
4	4 Mei 1998	1
5	15 - 18 Maret 2015	1
6	23 September 1998	1
7	17 Maret 2013 dan 2015	1
8	14 mei 2019, 27 september 2019, 20 april 2020, dan 21 september 2020	1
9	Tanpa Tanggal Fenomena	2
Total		12

Berdasarkan tinjauan penelitian yang meninjau artikel berdasarkan waktu pengamatannya, diantaranya:

Tabel 3. Klasifikasi Berdasarkan Waktu Pengamatan

No	Waktu Pengamatan	Jumlah Artikel
1	Tahun 1987 – 2008	1
2	Tahun 1991 – 2000	2
3	Tahun 2003	2
4	Tahun 2009	1
5	Tahun 2013 – 2016	3
6	Tahun 2019 – 2020	1
7	Tanpa Tahun Pengamatan	2
Total		12

Berdasarkan tinjauan penelitian yang meninjau dua belas artikel melakukan pengamatan dengan menggunakan data-data yang diperoleh dari berbagai sumber, diantaranya:

Tabel 4. Sumber Data Pengamatan dua belas Jurnal

No	Sumber Data
1	BMKG Sumatera dan Jawa bagian barat
2	Data aktivitas matahari diambil dari <i>Solar Environment Center</i> untuk fluks sinar X dan data flare, serta dari <i>Solar and Heliospheric Observatory (SOHO)</i> untuk citra matahari Data geomagnet diperoleh dari Stasiun Pengamat Biak dengan koordinat geografis 1.08° lintang selatan dan 136.5° bujur timur dan koordinat geomagnet 12.8° lintang selatan.

No	Sumber Data
3	Data pengamatan GPS yang sinyalnya terganggu oleh badai ionosfer positif besar yaitu dari stasiun <i>CRO1</i> (17,6°LU, 64.6° BB). <i>CRO1</i> adalah nama stasiun GPS yang terletak di Kota Christiansted, Virgin Islands, Amerika dan data magnetogram dari badai matahari
4	STARE (<i>Scandinavian Twin Auroral Radar Experiment</i>) dan IRIS (<i>Ionosphere Riometer Imaging System</i>)
5	TEC GIM (<i>Total Electron Content Global Ionosfer Map</i>)
6	Menggunakan data TEC yang didapatkan dari GISTM (GPS <i>Ionospheric Scintillation TEC Monitor</i>) Manado dengan koordinat geografi (1, 48° LU, 124,85° BT; lintang Geomagnet -6.87° LS). Data Indeks DST untuk daerah ekuator seperti Indonesia didapatkan dari Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto, Jepang pada situs web http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/ . Data TEC dan indeks DST diambil pada bulan Maret 2015 terkait dengan badai matahari seperti yang telah dilaporkan.
7	Data deviasi TEC (<i>Total Electron Content</i>)
8	<i>American Geophysical Union.</i>
9	<i>Journal of Geophysical Research: Space Physics</i>
10	Data indeks Dst diperoleh dari data <i>Center For Geomagnetism Kyoto</i> dan data-data variasi harian magnetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah data menit-an komponen H, D, dan Z dari stasiun pengamatan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)
11	Data MSILRI dan GPS BAKO
12	Menggunakan data time series yang diunduh melalui website NOAA (<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>).

Pembahasan

Penelitian menggunakan tinjauan pustaka dengan meninjau dua belas artikel yang membahas tentang pengaruh badai matahari yang telah terjadi yang diamati oleh berbagai pengamat yang disajikan pada artikel yang kami tinjau. Menurut hasil dari penelitian yang dilakukan ada sepuluh artikel yang mengamati fenomena badai matahari yang diamati dengan menggunakan studi terhadap peristiwa khusus. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa sekitar 83% artikel melakukan pengamatan studi peristiwa khusus pada peristiwa badai matahari.

Dari kedua belas artikel yang ditinjau semuanya membahas tentang studi peristiwa khusus badai matahari maupun aktivitas matahari *ekstrim* yang terjadi pada tanggal 4 Mei 1998 sebanyak satu artikel, pada tanggal 23 september 1998 sebanyak satu artikel, pada tanggal 14 juli 2000 sebanyak satu artikel, pada tanggal 28 sampai 29 oktober sebanyak tiga artikel, pada 15 sampai 18 Maret 2015 sebanyak satu artikel, pada tanggal 17 Maret 2013 dan 2015 sebanyak satu artikel, kemudian ada satu artikel yang meneliti fenomena badai matahari maupun aktivitas matahari yang *ekstrim* pada empat periode fenomena yaitu pada 14 mei 2019, 21 september 2019, 20 april 2020, dan 21 september 2020. Selain itu ada juga dua artikel yang membahas fenomena badai matahari tanpa pengamatan yang terpacu pada tanggal maupun peristiwa-peristiwa khusus.

Fenomena badai matahari dan aktivitas matahari *ekstrim* itu kemudian diamati oleh para pengamat yang berlangsung pada januari 1987 sampai dengan 2008, pada 1991 sampai dengan 1995 di SPD Biak dan penelitian TEC ionosfer di Bandung pada tahun 1997 sampai dengan 2000, kemudian ada penelitian yang berlangsung pada 13 sampai 18 juli 2000 meneliti tentang badai matahari yang terjadi pada 14 juli 2000, pada tanggal 27 sampai dengan 31 oktober 2003 untuk meneliti fenomena badai matahari

pada 28 sampai 29 oktober 2003, selain itu untuk mengamati fenomena badai matahari yang terjadi tanggal 28 sampai 29 oktober 2003 juga diamati pada tanggal 1 desember 2009 dan 27 sampai 31 oktober 2003. Selain itu, pengamatan juga dilakukan pada tahun 2013 sampai 2015 yang salah satunya mengamati tentang peristiwa khusus aktivitas matahari *ekstrim* yang terjadi pada 17 maret, pengamatan untuk fenomena matahari pada 13 oktober 2016 yang dilaksanakan pada tanggal 10 sampai 16 oktober 2016, kemudian penelitian mengenai fenomena matahari yang terjadi selama empat periode yaitu pada 14 mei 2019, 27 september 2019, 20 april 2020, dan 21 september 2020 yang dilaksanakan pada awal tahun 2019 sampai dengan akhir tahun 2020. Kemudian ada dua artikel yang tidak diketahui waktu pengamatannya.

Pada pengamatan yang dilakukan para pengamat yang kemudian dipublikasikan dalam dua belas artikel ini diperoleh dari data-data yang ada di berbagai sumber diantaranya, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), *Solar Environment Center*, *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), Stasiun GPS di Amerika yang bernama stasiun CRO1, *Scandinavian Twin Auroral Radar Experiment* (STARE), *Ionosphere Riometer Imaging System* (IRIS), *Total Electron Content Global Ionosphere Map* (TEC GIM), *GPS ionospheric Scintillation TEC Monitor* (GISTM), data deviasi *Total Electron Content*, *American Geophysical Union*, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, *Center for Geomagnetism Kyoto*, Data MSIRLI dan GPS BAKO, serta data yang diunduh dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Dilihat dari sumber data yang digunakan oleh pengamat pada pengamatan yang dilakukan pada dua belas jurnal ini sangat akurat dan terpercaya karena sumber tersebut merupakan sumber-sumber resmi dari berbagai daerah maupun negara di dunia.

Hasil dari pengamatan yang ada dalam dua belas artikel yang telah diteliti melalui metode tinjau pustaka ini disajikan secara rinci pada tabel 5 yang sesuai dengan subjek pengamatan terhadap fenomena badai matahari.

Tabel 5. Tujuan dan Hasil Pengamatan

No	Tujuan Pengamatan	Hasil Pengamatan
[1]	Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui kriteria badai baik itu lemah, sedang, maupun kuat melalui analisis indeks K, indeks A dan indeks Dstnya.	Hasil analisis indeks K, kejadian badai geomagnet 13 Oktober 2016 termasuk kriteria badai geomagnet yang kuat ($K=7$) dengan nilai K tertinggi sebesar $K=7$. Berbeda dengan hasil analisis indeks A, kejadian badai geomagnet 13 Oktober 2016 termasuk kriteria badai geomagnet yang sedang ($50 < A < 100$) dengan nilai A tertinggi sebesar $A=72.875$. Sedangkan jika ditinjau dari indeks Dst, maka kejadian badai geomagnet 13 Oktober 2016 termasuk kriteria badai geomagnet yang kuat ($-100 \text{ nT} > \text{Dst} > -200 \text{ nT}$) dengan nilai Dst terendah mencapai $\text{Dst} = -143.04 \text{ nT}$.

-
- [2] Pengamatan dilakukan untuk mengetahui apa saja hal-hal yang terjadi dalam badai matahari yang mempengaruhi terjadinya badai geomagnet dan gangguan terhadap ionosfer serta mengetahui kapan dan apa yang menyebabkan terjadinya badai tersebut.
- Badai matahari 14 juli 2000 melontarkan flare dengan kekuatan X5.7 (energi maksimumnya 5.7×10^{-4} Watt/m²) pada jam 10:03 UT Flare ini berasal dari daerah aktif NOAA 9077 yang posisinya di 22° utara dan 7° barat matahari yang disertai dengan lontaran sejumlah besar partikel bermuatan, yang disebut juga dengan lontaran massa korona (CME) dengan kecepatan rata-rata 1674 km/s yang diamati oleh SOHO/LASCO pada jam 10:54 UT. Hal itu menyebabkan adanya kenaikan intensitas geomagnet atau *Sudden Storm Commencement* (SSC), sekitar 28 jam setelah kejadian CME (pada 15 Juli jam 15 UT). Kemudian diikuti oleh munculnya badai geomagnet yang kuat hingga mencapai -300 nT dengan kecepatan angin mencapai 1000 km/s dan komponen selatan medan magnet turun sampai -42 nT. Hal itu menyebabkan ionosfer mengalami gangguan yang cukup besar pada lapisan F2. Pada 16 juli terjadi penurunan frekuensi yang disebut sebagai badai negatif sekitar 2-3 MHz. Pada 28 Oktober terjadi flare dengan kelas X17.2 yang muncul pada pukul 10:01 dan berakhir pada pukul 14:20 UT yang berkaitan dengan CME pada pukul 11:30 UT yang mempunyai kecepatan rata-rata sebesar 2459 km/detik, dengan medan magnet antar planet yang mengarah ke
-

selatan turun sampai $-24,49$ nT. CME yang kedua terjadi kira-kira 28 jam, Flare berikutnya pada 29 Oktober dengan kelas X10 yang berlangsung dari pukul 20:37 sampai pukul 22:53 UT, dan berasosiasi dengan CME pada pukul 20:54. CME kedua menunjukkan penurunan kembali komponen H medan magnet bumi pada tanggal 30 Oktober sekitar jam 17 UT dengan medan magnet antar planet turun menjadi $-29,18$ nT disertai dengan angin surya dengan kecepatan 1760 km/s. Respon ionosfer akibat badai ini terjadinya badai negatif yang disebabkan dengan turunnya frekuensi kritis lapisan F2 yang jauh dibawah median bulannya hal ini juga disebabkan oleh berubahnya komposisi atmosfer karena berkurangnya plasma yang terionisasi, selanjutnya badai positif yang terjadi pada 1-2 november yang disebabkan karena naiknya tingkat lapisan F yang kemudian menaikkan ionisasi.

-
- [3] Pengamatan bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya badai matahari dan apa pengaruhnya terhadap ionosfer. Selain itu juga menjelaskan tentang terjadinya badai ionosfer yang disebabkan oleh *Coronal Mass Ejection* (CME). Badai matahari berupa flare kelas X17 pada tanggal 28 dan kelas X11 pada tanggal 29 Oktober 2003, masing-masing disertai CME telah menyebabkan badai ionosfer secara global. Dari TEC GIM diketahui bahwa flare X17 telah menyebabkan peningkatan simpangan TEC (DTEC) segera setelah meletusnya flare sebesar 20 TECU selama beberapa jam di

atas stasiun CRO1. Sedangkan CME tanggal 28 Oktober telah menyebabkan badai ionosfer di atas CRO1 berupa peningkatan DTEC yang mulai terdeteksi setelah 27 jam sejak meletusnya CME, mencapai maksimum sebesar 88 TECU pada 30 Oktober pada pukul 01:00 UT. Dampak CME tanggal 29 Oktober pada ionosfer adalah badai ionosfer yang mencapai puncak sebesar 58 TECU pada 31 Oktober 2003 pukul 00:00 UT. Pengaruh badai ionosfer yang disebabkan flare kelas X17 tanggal 28 Oktober 2003 pada akurasi posisi absolut GPS dengan frekuensi tunggal berupa penurunan akurasi posisi sampai 200%. Sedangkan badai ionosfer yang disebabkan oleh CME 28 dan 29 Oktober 2003 telah menyebabkan penurunan akurasi posisi mencapai lebih dari 400%. Berdasarkan analisis korelasi diketahui bahwa pengaruh ionosfer pada saat badai Matahari hanya memberikan kontribusi pada penurunan akurasi posisi GPS sekitar 60%. Mitigasi efek ionosfer saat badai menggunakan model Klobuchar tidak dapat mereduksi dampak badai ionosfer yang disebabkan oleh CME secara signifikan sehingga model ionosfer regional dibutuhkan untuk peningkatan akurasi posisi GPS.

[4] Pengamatan bertujuan untuk Pesawat ruang angkasa WIND

mengetahui informasi terletak di dekat $1,38 \times 10^6$ km tentang badai ionosfer yang dari bumi menuju matahari, pada terdeteksi oleh pesawat 0227 UT detektor kecepatan angin ruang angkasa WIND. matahari dan fiel magnetik antar planet mencatat kedatangan guncangan. Tepat sebelum guncangan, kecepatan angin 550 km/s dan di setiap menitnya meningkat menjadi 700 km/s kemudian setiap jam nya meningkat menjadi 800 km/s. Pada kecepatan 700 dan 800 km/s dibutuhkan sekitar 30 menit untuk merambat dari WIND ke bumi. Ketika front guncangan antar planet ini meningkatkan kerapatan ion, kekuatan magnet dan kecepatan angin matahari yang dapat meningkatkan magnetosfer dan memadatkan medan magnetik yang diprediksi kedatangannya di bumi fiel magnetik khatulistiwa wilayah sub matahari meningkatkan 60 nT. Ketika fase awal badai intensitas radar berkurang yang dapat disebabkan oleh peningkatan penyerapan ionosfer yang dibuktikan dari pengukuran riometer, tetapi juga hal itu dapat diakibatkan dengan adanya perubahan dinamis dalam konduktivitas ionosfer yang menyebabkan penurunan medan listrik ionosfer serta penurunan intensitas radarnya.

- [5] Pengamatan bertujuan untuk Badai matahari CME 28 dan 29 mengidentifikasi badai Oktober 2003 telah menyebabkan ionosfer yang terjadi akibat terjadinya badai ionosfer global badai matahari CME yang terjadi 21 jam setelah
-

(*Coronal Mass Ejection*) meletusnya CME dan sekitar 2 jam setelah partikel CME mencapai magnetosfer bumi. Badai ionosfer yang terjadi umumnya berupa badai ionosfer positif di belahan bumi utara di daerah lintang rendah dan tengah. Badai ionosfer positif bisa mencapai 100 TECU. Orde lamanya badai ionosfer positif sekitar beberapa jam sedangkan di belahan bumi selatan di sektor Indonesia telah terjadi badai ionosfer negatif selama 14 jam mulai sekitar 35 jam setelah CME meletus, di mana penurunan TEC bisa mencapai lebih dari 50 %. Badai ionosfer negatif dapat menyebabkan beberapa frekuensi HF yang dikondisi normal dapat digunakan, tetapi tidak dapat digunakan selama badai ionosfer negatif berlangsung sehingga frekuensi HF yang digunakan lebih besar dari frekuensi foF2.

- [6] Pengamatan bertujuan untuk mengamati badai matahari yang terjadi pada tanggal 15 maret sampai 18 maret karena adanya interaksi badai matahari dengan magnetosfer bumi. Badai matahari yang terjadi pada tanggal 15 Maret pukul 10:00 WITA berinteraksi dengan magnetosfer bumi pada tanggal 18 Maret 2015 pukul 03:00 WITA waktu Manado. Medan Geomagnet merespon dengan penurunan nilai Indeks DST hingga -223 nT yang terjadi pada tanggal 18 Maret 2015 pukul 07:00 WITA. Terjadi penurunan jumlah kandungan elektron total (TEC) sebesar 20,85 TECU pada hari yang sama saat badai Geomagnet terjadi. Fluktuasi nilai

TEC terjadi mulai pukul 09:00 WITA atau 2 jam setelah Indeks DST minimum dan berlangsung selama 5 hari sejak tanggal 18 – 23 Maret 2015. Nilai deviasi maksimum TEC dari mediannya terjadi pada tanggal 18 Maret.

- [7] Pengamatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh aktivitas matahari pada lapisan ionosfer serta untuk memahami korelasi antara aktivitas matahari dan parameter ionosfer seperti foF2 dan TEC dan memberikan dasar untuk peringatan dini terhadap gangguan ionosfer yang disebabkan oleh aktivitas matahari sehingga dapat meningkatkan kendali sistem komunikasi dan navigasi berbasis satelit.
- Pengaruh aktivitas matahari divariasi foF2 ionosfer di SPD Biak dalam rentang waktu dari 1991-1995 dan TEC ionosfer di Bandung dalam rentang waktu dari Juni 1997- Desember 2000 memiliki keterkaitan yang kuat dengan aktivitas matahari yang dinyatakan dengan bilangan bintik matahari dan jumlah flare dengan koefisien korelasi yang diperoleh antara foF2 ionosfer Biak tahun 1991-1995 dengan bilangan bintik matahari dan jumlah flare masing-masing sebesar 0,96. dan koefisien korelasi antara TEC ionosfer di Bandung tahun 1997-2000 dengan bilangan bintik matahari sebesar 0,98. Peristiwa flare kuat dua hari setelah flare pada tanggal 23 September 1998 dan tanggal 14 Juli 2000 terjadi badai ionosfer berupa badai positif dan negatif yang didahului beberapa jam oleh peristiwa badai geomagnetik dan flare kecil belum tentu menyebabkan gangguan di ionosfer.
- [8] Pengamatan ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa fenomena ionosferik terjadi
- Fenomena ionosferik terjadi pada periode siklus matahari yang berbeda dan dipengaruhi oleh

pada periode siklus matahari yang berbeda dan dipengaruhi oleh aktivitas geomagnetik dan ionosfer dan terdapat konsistensi dalam morfologi badai unesferik badai geomagnetik selama siklus matahari yang berbeda serta tidak ada dua badai unesferik yang sama namun terdapat elemen-elemen umum yang muncul dalam semua badan yang menggambarkan komponen fundamental dan persisten dari fisika matahari bumi di bawah kondisi badai.

aktivitas geomagnetik dan ionosfer. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat konsistensi dalam morfologi badai ionosferik dan badai geomagnetik selama siklus matahari yang berbeda. Penelitian ini juga menekankan bahwa tidak ada dua badai ionosferik yang sama, namun terdapat elemen-elemen umum yang muncul dalam semua badai, yang menggambarkan komponen fundamental dan persisten dari fisika matahari-bumi di bawah kondisi badai.

-
- [9] Pengamatan ini bertujuan menganalisis pengaruh badai matahari badai matahari terhadap resonansi schumann (SR) selama periode tertentu pada tahun 2013 dan 2015 bertujuan untuk mendeteksi penyimpangan dari perilaku SR biasa dan untuk menyelidiki korelasi antara peristiwa matahari dan perubahan parameter SR dan mengidentifikasi kejadian serta menilai dampak kebisingan antropogenik terhadap SR. Tujuannya untuk berkontribusi pada pemahaman tentang bagaimana peristiwa

Adanya perubahan signifikan dalam amplitudo puncak dan frekuensi resonansi Schumann (SRs) yang terkait dengan dampak lontaran massa korona dalam magnetosfer. Namun, karena sifat kompleks SR dan banyak variabel yang terlibat, sulit untuk pasti deviasi yang diamati hanya pada peristiwa matahari. Studi ini menyarankan perlunya perbandingan independen dengan hasil penelitian lain. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan adanya gangguan antropogenik dan dampak peristiwa matahari pada resonansi, serta korelasi antara peristiwa badai matahari dan deviasi dalam SR, terutama selama Hari Santo Patrisius tahun 2013 dan 2015.

matahari mempengaruhi SR
dan rongga ionosfer bumi.

- [10] Pengamatan ini bertujuan menganalisis berdasarkan data indeks Dst, indeks K, indeks A yang terjadi selama 4 periode dan memberikan rekomendasi untuk memperbaiki pengumpulan data. Kejadian badai magnetik di kabupaten sukabumi menghasilkan data pengamatan dengan empat periode, periode pertama badai magnetik yang terjadi pada tanggal 14 Mei 2019 mengalami penurunan indeks Dst sampai dengan -65 nT dengan nilai koefisien korelasi yaitu, $R_2 = 0,0331$ dan $R_2 = 0,1545$ (lemah). Pada periode kedua badai magnetik yang terjadi pada tanggal 27 September 2019 mengalami penurunan indeks Dst sampai dengan -49 nT. nilai koefisien korelasi yaitu, $R_2 = 0,6401$ dan $R_2 = 0,6107$ (kuat). Periode ketiga badai magnetik yang terjadi pada tanggal 20 April 2020 mengalami penurunan indeks Dst mencapai -59 nT dengan nilai koefisien korelasi yaitu, $R_2 = 0,1424$ dan $R_2 = 0,3501$ (lemah). Periode keempat Badai magnetik yang terjadi pada tanggal 12 Juli 2020 mengalami penurunan indeks Dst sampai -2 nT dengan korelasi cukup kuat yaitu pada tanggal 12 juli 2020 dengan nilai koefisien korelasi $R_2 = 0,3119$ dan $R_2 = 0,8025$ (cukup kuat).
- [11] Pengamatan ini bertujuan untuk memodelkan dan memvalidasi hubungan antara foF2 dan TEC Model FoF2 GIM-MSILRI ini menghubungkan antara kuadrat foF2 dengan TEC melalui koefisien penghubung yang
-

menggunakan
ionosonda dan GPS.

data tergantung pada bulan serta indeks aktivitas matahari R12. Model digunakan untuk memprediksi foF2 harian real time global dengan menggunakan TEC GIM harian real time yang dapat diakses melalui Internet. Ada validasi foF2 GIM-MSILRI ketika gangguan ionosfer badai matahari tanggal 28 oktober 2003 yang disertai dengan adanya CME pada jam 11.10 UT dengan kecepatan sekitar 2125 km/s yang menyebabkan badai geomagnet pada jam 06.11 UT pada 29 oktober 2003 yang kemudian diikuti dengan badai ionosfer positif dengan kenaikan foF2 mencapai 16,2 hz pada 17.00 WIB. Hal itu menunjukkan bahwa foF2 GIM-MSIRLI dapat menangkap dengan baik badai ionosfer berupa peningkatan TEC diatas Tanjungsari -6.9 derajat, 107.8 derajat beberapa jam setelah badai matahari CME sampai di magnetosfer terjadi penurunan nilai TEC. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa model GIM-MSIRLI memiliki simpangan dari data pengamatan ionosonda yang bervariasi terhadap lintang dan waktu. Model foF2 GIM-MSIRLI ini hanya direkomendasikan untuk pedoman operasional harian dalam komunikasi HF pada saat tingkat aktivitas matahari terang. Agar model ini dapat digunakan dalam prediksi foF2 global yang lebih akurat perlu adanya peningkatan aktivitas matahari

	dan geomagnet yang perlu diperbaiki dengan menambahkan indek gangguan geomagnet serta mempertimbangkan variasi lintang geomagnet.
[12]	Pengamatan ini bertujuan untuk memprediksi jumlah ledakan matahari (flare) dengan menggunakan data time series menggunakan metode backpropagation. Hasil peramalan jumlah ledakan matahari (flare) menggunakan metode <i>Backpropagation</i> dengan data time series jumlah ledakan matahari (flare) yang diperoleh yaitu pada bulan Januari 2009 tidak terjadi ledakan matahari (flare) dengan arsitektur jaringan menggunakan 10 unit tersembunyi pada lapisan tersembunyi. Tingkat kesalahan pada peramalan tersebut menghasilkan nilai MAPE sebesar 15,98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model yang dibangun oleh jaringan <i>Backpropagation</i> tergolong baik karena nilai error berada diantara 10% – 20%.

D. Kesimpulan

Berdasarkan dua belas artikel yang telah diteliti, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa badai matahari merupakan suatu fenomena alam yang terjadi akibat adanya flare (ledakan matahari) sehingga dapat menimbulkan fenomena lain yaitu badai geomagnet yang dapat mengakibatkan gangguan bagi kelangsungan hidup. Pengamatan fenomena badai matahari dilakukan sejak Januari 1987 sampai dengan akhir tahun 2020 dengan intensitas waktu tertentu. Pengamatan badai matahari dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama dengan melihat periodisitas parameter cuaca antariksa dan yang kedua dengan

studi peristiwa khusus. Pengamatan yang dilakukan diambil dari berbagai sumber terpercaya seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), *Solar Environment Center*, *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), Stasiun GPS di Amerika yang bernama stasiun CRO1, *Scandinavian Twin Auroral Radar Experiment* (STARE), *Ionosphere Riometer Imaging System* (IRIS), *Total Electron Content Global Ionosphere Map* (TEC GIM), *GPS ionospheric Scintillation TEC Monitor* (GISTM), dan lain sebagainya. Dari data hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa badai matahari memiliki nilai indeks K, indeks A, dan indeks Dst, dengan klasifikasi badai yang sangat lemah hingga badai sangat kuat. Badai matahari juga dapat disertai dengan adanya lontaran besar partikel bermuatan yaitu lontaran massa korona atau *Coronal Mass Ejection* (CME) yang kemudian dapat menyebabkan adanya kenaikan intensitas geomagnet atau *Sudden Strom Commencement* (SSC) sehingga dapat memicu timbulnya badai geomagnet yang kuat hingga mencapai -300nT . Badai geomagnetik bisa terjadi dalam satu hari atau bahkan dalam kurun waktu empat periode. Selain itu, lontaran CME juga dapat memicu timbulnya badai ionosfer.

Dengan adanya fenomena badai matahari, jumlah ledakan matahari (flare) dapat diketahui dengan menggunakan suatu metode Backpropagation. Tingkat kesalahan pada model ini akan menghasilkan nilai MAPE sebesar 15,98%, sehingga model ini tergolong baik karena nilai errornya berada di kisaran 10%-20%.

Saran

Fenomena badai matahari ini belum terlalu banyak diteliti lebih dalam oleh para pengamat serta kurangnya informasi yang lebih mendalam tentang fenomena badai matahari yang

berlangsung. Untuk itu diharapkan adanya pembahasan mengenai badai matahari secara lebih dalam yang disertai pula dengan bagaimana cara yang harus masyarakat ambil dalam menghadapi fenomena tersebut dengan menggunakan data-data terbaru. Selain itu, pembahasan mengenai fenomena badai matahari juga harus dipublikasikan dan disosialisasikan serta disajikan dalam bahasa yang dapat dipahami oleh masyarakat awam sebagai salah satu cara antisipasi menghadapi fenomena tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi jika suatu saat fenomena badai matahari kembali terjadi.

Daftar Pustaka

- Islam Masruri, M. Fakhrol, and Bayu Merdeka Tri Fristiyan Nanda, 'Analisis Indeks Aktivitas Geomagnet Pada Saat Badai Geomagnet 13 Oktober 2016', *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 5.2 (2019), 71–78
- Yatini, Clara Y, and Mamat Ruhimat, 'Badai Matahari dan Pengaruhnya pada Ionosfer Dan Geomagnet di Indonesia', *Lapan*, 2 (2023), 11–12
- Muslim, Buldan, Peneliti Pusat, and Sains Antariksa, 'Pengaruh Ionosfer Pada Akurasi Penentuan Posisi Absolut Dengan Gps Single Frequency Pada Saat Terjadi Badai Matahari', *Jurnal Sains Dirgantara*, 9.1 (2011), 70–89
- Nielsen, E., and F. Honary, 'Observations of Ionospheric Flows and Particle Precipitation Following a Sudden Commencement', *Annales Geophysicae*, 18.8 (2000), 908–17
- Gim, Dari T E C, and Jl Junjuran Bandung, 'Pengaruh Badai Matahari Oktober 2003 Pada Ionosfer Dari Tec Gim', *Jurnal Fisika*, 3.1 (2013), 1–1
- Belekubun, Arwildo Fianli, Seni Herlina Juwita Tongkukut, Asnawi Asnawi, and Dolfie Paulus Pandara, 'Respon

Ionosfer Terhadap Badai Matahari Berdasarkan Analisis Kandungan Elektron Total Dan Indeks Gangguan Geomagnet’, *Jurnal MIPA*, 8.2 (2019), 82

Sinambela, Wilsom, and Anwar Santoso, ‘Identifikasi Pengaruh Aktivitas Matahari Pada Fof2 DI Biak Dan Tec Ionosfer DI Bandung’, 22 (1995), 42–55

Mendillo, Michael, Clara Narvaez, and Angela G. Marusiak, ‘Are Ionospheric Storms the Same during Different Solar Cycles?’, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 118.10 (2013), 6795–6805

Salinas, A., S. Toledo-Redondo, E. A. Navarro, J. Fornieles-Callejón, and J. A. Portí, ‘Solar Storm Effects during Saint Patrick’s Days in 2013 and 2015 on the Schumann Resonances Measured by the ELF Station at Sierra Nevada (Spain)’, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 121.12 (2016), 12,234–12,246

Monty, A Z, and R Sulsaladin, ‘Analisis Karakteristik Kejadian Badai Magnetik Berdasarkan Data Variasi Harian Magnetik Di Kabupaten Sukabumi’, ... *Meterologi, Klimatologi Dan Geofisika*, 1.1 (2021), 31–43

Muslim, Buldan, ‘Pemodelan dan Validasi Hubungan Antara

Frekuensi Kritis Lapisan F2 Ionosfer (FoF2) Dengan',
10.1 (2010), 13–25

Monita, Yuyun, Dian Candra Rini Novitasari, Nanang Widodo,
and Ahmad Zaenal Arifin, 'Penggunaan Metode
Backpropagation Untuk Peramalan Jumlah Ledakan
Matahari (Flare)', *MathVision*, 01.02 (2019), 67–71

Adhuri, Didin Samsudin, Ayu Adi Justicea, and Latar
Belakang, 'Perancangan Aplikasi Perhitungan Nilai', 1.2
(2015), 43–53

Lindawati, Sri, 'Penggunaan Metode Deskriptif Kualitatif
Untuk Analisis Strategi Pengembangan Kepariwisata
Kota Sibolga Provinsi Sumatera Utara', Seminar
Nasional APTIKOM (SEMNASTIKOM), Hotel Lombok
Raya Mataram, 2016, 833–37

Setiawan, Makis, Emi Pujiastuti, and Bambang Eko Susilo,
'Tinjauan Pustaka Systematik: Pengaruh Kecemasan
Matematika Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah
Siswa', *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan
Agama*, 13.2 (2021), 239–56

Chapter 9

Upaya Pengamatan Hilal Awal Bulan Saat Ghurub Melalui Live Stacking dan Filter Chroma

Dini Rahmadani S¹, Hariyadi Putraga²

¹Universitas Negeri Medan

²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

dn.rahmadani@gmail.com

Abstrak

Pengamatan hilal merupakan sebuah kegiatan yang rutin dilakukan oleh beberapa kelompok orang baik dalam hal ibadah, penelitian, ataupun pengambilan data serta pembuktian dari sebuah percobaan yang dilakukan seorang pengamat. Dengan durasi dan waktu yang hanya bisa dilakukan pada rentang waktu yang singkat, maka sering muncul masalah yang terjadi baik dari segi keterlihatan melalui mata telanjang, ataupun keterlihatan menggunakan alat bantu optik. Keberadaan teknologi dan instrumen modern menjadi salah satu sarana yang dapat membantu, salah satu metode yang dilakukan peneliti adalah melalui proses Live Stacking pada software perekam citra dan juga penambahan instrumen berupa filter Infrared Chroma yang dapat menyaring panjang gelombang terlihat untuk meningkatkan kontras keterlihatan Hilal diantara awan tipis saat matahari terbenam. Penelitian ini dilakukan saat pengamatan hilal awal bulan Rajab 1445 H yang bertepatan pada tanggal 12 dan 13 Januari 2024. Hasil yang didapatkan adalah dengan menggunakan metode ini, Hilal dapat terlihat dengan baik pada saat matahari terbenam dengan keadaan langit yang berawan dan tidak terlihat secara kasat mata.

Kata kunci : *Hilal, Bulan Sabit, Live Stacking, Filter Chroma, Teknologi*

Abstract

Hilal observation is an activity that is carried out routinely by several groups both in terms of worship, research, or data collection and proof of an experiment conducted by an observer. With a duration and time that can only be done in a short period, problems often arise that occur both in terms of visibility through the naked eye, or visibility using optical aids. The existence of modern technology and instruments is one of the means that can help, one of the methods carried out by researchers is through the Live Stacking process on image recording software and also the addition of instruments in the form of Infrared Chroma filters that can filter visible wavelengths to increase the contrast of Hilal visibility between thin clouds at sunset. This research was conducted during the observation of the beginning of the month of Rajab 1445 H which coincides on January 13, 2024. The results obtained are that by using this method, Hilal can be seen well at sunset

Keywords: *Hilal, Crescent, Live Stacking, Chroma Filter, Technology*

A. Pendahuluan

Hilal merupakan salah satu dari fase bulan yang berbentuk sabit merupakan yang terlihat dari Bumi. Fenomena tersebut merupakan pertanda bahwa Bulan memasuki siklus Bulan baru. Munculnya hilal sebagai penanggalan dengan sistem lunar seperti kalender Hijriyah. Konjungsi atau ijtimak merupakan syarat awal masuknya bulan baru kamariah secara astronomis, yaitu saat bulan berada diantara matahari dan bumi, dimana wajah bulan tidak nampak dari bumi. Ijtimak atau konjungsi adalah pertemuan atau berimpitnya dua benda yang berjalan secara aktif yang terletak pada posisi garis bujur yang sama bila dilihat dari arah timur ataupun arah barat. Para saintis dan sebagian ulama sepakat bahwa ijtimak atau konjungsi

merupakan syarat utama masuknya awal bulan kamariah¹. Dalam Sistem kalender ini terdapat dua pandangan dalam menentukan awal bulan Hijriah yaitu, menggunakan hisab dan rukyat². Hisab atas dasar Wujudul Hilal atau Imkan Rukyat serta juga masih belum tentu benar, masih terdapat hal yang diperdebatkan baik secara sains dan terutama secara syariat, namun keduanya adalah salah metode yang dapat digunakan saat ini.

Selain itu, terdapat pertemuan dari kedua metode tersebut yang menjadi sebuah kriteria penentuan awal bulan yang disebut dengan Kriteria Neo-MABIMS yang berisi kebijakan berupa kriteria visibilitas bulan sabit dengan ketinggian hilal berada pada ketinggian minimal 3° dan sudut elongasi minimal sebesar 6.4° yang diterima oleh seluruh negara anggota melalui penandatanganan referendum pada 8 Desember 2021³.

Namun keadaan di lapangan sendiri menjadi tantangan untuk mendapatkan bukti keterlihatan hilal tersebut. Dengan keadaan langit yang sering berawan di Indonesia⁴ ataupun keadaan hilal yang sangat tipis menyulitkan orang untuk dapat

¹ Abu Yazid Raisal, 'Berbagai Konsep Hilal Di Indonesia', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018), 146–55 <<https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2478>>.

² Hariyadi Putraga and others, 'Pengamatan Hilal Siang Menggunakan Metode Olahan Filter Warna Pada Software IRIS', *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 7.1 (2021), 49–50 <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v7i1.187>>.

³ Maskufa and others, 'Implementation of the New MABIMS Crescent Visibility Criteria: Efforts to Unite the Hijriyah Calendar in the Southeast Asian Region', *Ahkam: Jurnal Ilmu Syariah*, 22.1 (2022), 209–36 <<https://doi.org/10.15408/ajis.v22i1.22275>>.

⁴ Dwi Yoshafetri Yuna, 'Potensi Dan Strategi Pengembangan Astrowisata Sebagai Pariwisata Berkelanjutan Di Indonesia' (Institut Teknologi Bandung, 2018) <<https://digilib.itb.ac.id/gdl/view/26805>>.

melihat dan membedakan antara cahaya bulan dan benda langit lainnya.

Pengamatan hilal telah mengalami perkembangan teknik yang sangat signifikan. Mulai dari observasi siang hari, hingga penggunaan berbagai instrumen yang dapat menunjang keberhasilan observasi. Beberapa alat bantu yang digunakan untuk mengamati hilal tersebut. Alat yang dimaksud salah satunya adalah teleskop⁵ dan software astronomi seperti Stellarium⁶. Teleskop yang digunakan juga sebaiknya menggunakan filter seperti Chroma untuk meningkatkan kontras citra hilal yang dapat menapis cahaya pada panjang gelombang lain dan meneruskan panjang gelombang inframerah ke detektor.

Software seperti stellarium digunakan peneliti sebagai pendamping tampilan kondisi hilal pada saat pengamatan hilal berlangsung melalui simulasi yang dilakukan pada software tersebut⁷. Namun kendala yang hampir serupa juga ditemukan dalam pengamatan langsung melalui mata telanjang karena sulitnya membedakan cahaya bulan di dalam awan ataupun langit yang masuh cukup terang saat matahari terbenam.

Selain Software simulasi, diperlukan juga software yang dapat mengolah citra baik itu secara langsung atau pada waktu yang cepat dan berdekatan pada waktu pengamatan. Salah satu software yang digunakan oleh peneliti adalah Sharpcap⁸ dengan fitur Live Stacking yang turut dapat meningkatkan visual dan

⁵ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar* (Medan: CV. Prima Utama, 2016).

⁶ Hariyadi Putraga and Hasrian Rudi Setiawan, *Stellarium & Google Earth - Simulasi Arah Kiblat Dan Waktu Salat* (Medan: UMSU Press, 2018).

⁷ Georg Zotti and others, 'The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research', *Journal of Skyscape Archaeology*, 6.2 (2021), 221–58 <<https://doi.org/10.1558/jsa.17822>>.

⁸ Putraga.

kontras dari hilal yang diperkirakan ada di langit hadapan teleskop. Berdasarkan masalah dan percobaan yang ditemui diatas, maka penulis melakukan penelitian berdasarkan peralatan dan software yang dimaksud sebagai salah satu metode dalam upaya meningkatkan peluang pengamatan hilal agar dapat terlihat.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif. Desain penelitian eksperimen, dengan unit perangkat teleskop William Optic GT 102 dengan filter Chroma, kamera CCD QHY 5-II M⁹, dan software olahan citra Sharpcap dengan fitur Live stack. Penelitian ini akan merancang model pengamatan hilal saat sebelum Matahari terbenam hingga saat dan setelah matahari terbenam. Penelitian dilakukan pada 12-13 Januari 2024 yang di lakukan pada Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pengambilan gambar dilakukan dengan melakukan pengaturan pada nilai eksposur (bukaan lensa), gain (daya tempung cahaya), dan juga USB Speed (kecepatan pembacaan data). Ketepatan penggunaan nilai ini juga mempengaruhi pada tingkat visibilitas bulan sabit yang menggunakan alat optic dengan kamera astronomi untuk menghasilkan gambar dengan kualitas maksimal.

Pengamatan dilakukan menggunakan teleskop William Optic GT 102 f/6.9 Apo Refractor dengan spesifikasi teleskop ditampilkan pada tabel 1 dibawah.

⁹ Putraga and others.

Tabel 1. Spesifikasi Teleskop Willia Optic GT102

Spesifikasi	
Aperture	102mm
Focal Ratio	F/6.9
Focal length	703mm
Resolving Power	1,13 busur
Limiting Magnitude	13.9
Diameter Tabung	105mm
Panjang Tabung	27" (689mm)

Hasil pengamatan yang terdokumentasi adalah hilal pada hari pertama dan hari kedua. Hilal hari pertama masih sulit terlihat oleh mata telanjang dikarenakan kontras langit dan cahaya hilal masih kecil. Kamera yang digunakan adalah kamera QHY CCD 5-II Monokrom dengan Spesifikasi ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Kamera QHY CCD 5-II Monokrom

Spesifikasi	
Sensor	MT9M001
Total Pixels	1.3 Megapixels
Pixel Size	5.6um
Pixel Array	1280 x 1024
FPS @ Full Resolution	30
A/D Resolution	10-bit

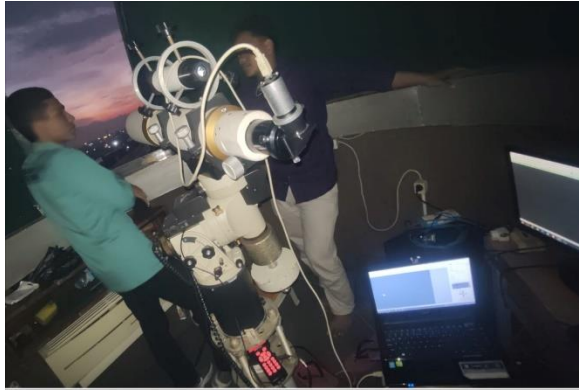
Selanjutnya, untuk meningkatkan peluang terlihatnya bulan sabit saat langit masih terang dalam pengambilan citra

ditambahkan instrumen filter Infra Merah Chroma tipe 27054 - I-Bessell yang dapat meningkatkan kontras hilal dan menurunkan kecerahan latar belakang langit, dengan spesifikasi filter ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Filter Chroma 27054 - I-Bessell

Spesifikasi Filter	
Product Code	27054
Wavelength Range	865 nm (Center Wavelength)
Transmittance	98.96% (865 nm)
Diameter	36 mm
Dimensions	Ø 36 mm
Blocking	6 OD (300.5 - 721 nm)

Proses live stacking dari sharpcap dilakukan dengan menggunakan fitur Live Stacking dengan pengambilan rata-rata 300-400 frame. Setelah sebelumnya dipastikan kepastian pointing dan tracking matahari saat sore hari, yang selanjutnya teleskop diarahkan ke arah Bulan melalui mounting dan dilakukan pengambilan gambar sebanyak beberapa sesi. Beberapa menit sebelum dan saat Ghurub/adzan Magrib berkumandang, pengaturan kamera dan proses live stacking dilakukan untuk memastikan keterlihatan hilal dari metode tersebut. Bulan sabit terlihat dalam proses tersebut. Konfigurasi instrumen ditunjukkan pada gambar 1.

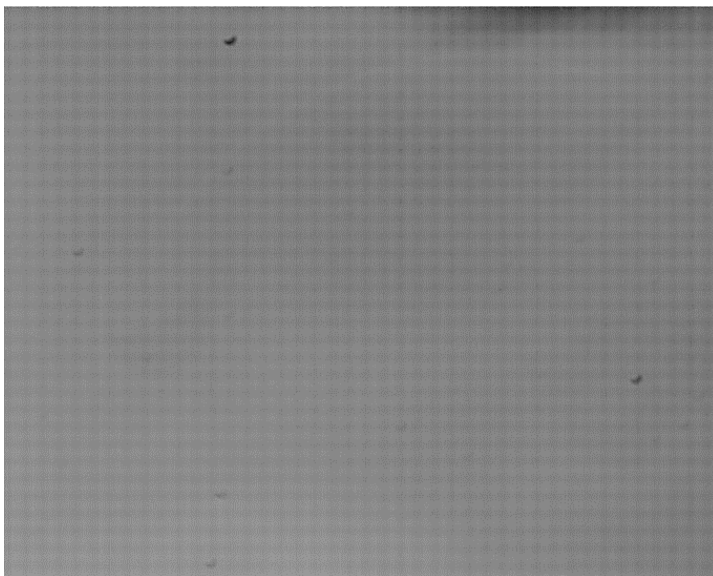


Gambar 1. Kegiatan Pengambilan Gambar Hilal Menggunakan Teleskop William Optic GT102 dan Kamera QHY 5-II M dengan Metode Live Stacking

C. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan bulan sabit/hilal yang dilakukan pada tanggal 12 Januari 2024 dan 13 Januari 2024, pada saat awal bulan Rajab 1445 Hijriyah. Kondisi langit pada saat pengamatan adalah cerah cukup berawan di sekitar ufuk barat, sedangkan keadaan langit di daerah dekat ufuk barat berawan tebal sehingga meningkatkan kesulitan pengamatan hilal saat menjelang sore hari. Durasi Pengamatan Hilal yang diutamakan adalah saat posisi Hilal telah condong ke langit barat hingga berada pada ketinggian sekitar 12 derajat diatas ufuk sebelum tenggelam. Pengamatan diadakan mulai pukul 16:00 WIB hingga pukul 19:00 setelah matahari terbenam untuk memastikan bahwa hilal masih sulit terlihat oleh mata seperti ditunjukkan pada gambar 1.

Bulan sabit/hilal terlihat sekilas sangat samar-samar pada tampilan layar utama, dan setelah dilakukan live stacking dengan 179 frame berhasil didapatkan hasil yang terlihat dengan baik. Hasil citra yang didapatkan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Citra Hilal Melalui Live stack pada Sharpcap

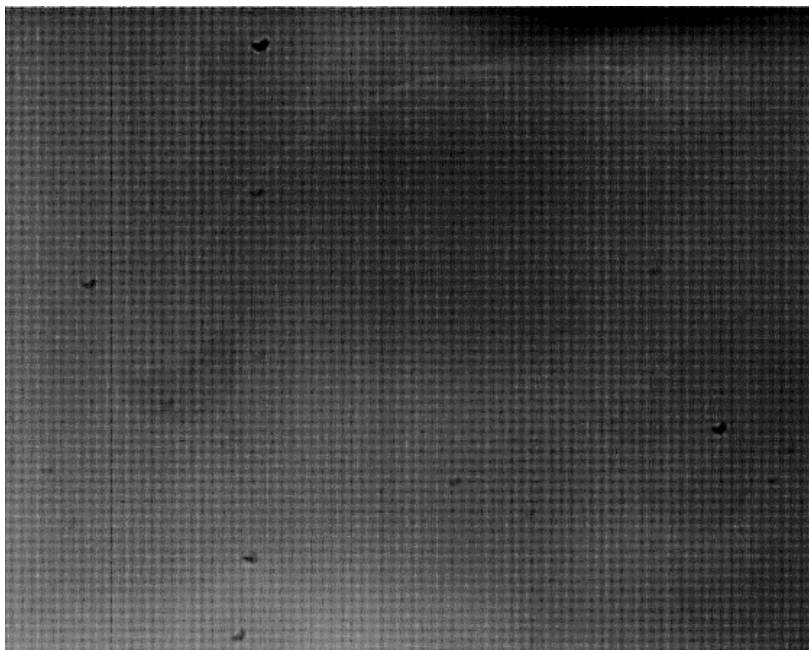
Pengaturan yang dilakukan untuk citra pada gambar 2 ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Konfigurasi Pengambilan Citra Live Stacking

Konfigurasi Pengambilan Citra Live Stacking	
Binning	1x1
Capture Area	1280x1024
Colour Space	MONO8
USB Traffic	30
Speed	2
Gain	73
Exposure	4,8609ms
Contrast	0
Brightness	0

Gamma	1
SharpCapVersion	4.0.8894.0
TotalExposure(s)	0,870095655244573
StackedFrames	179
LiveStack.Saturation	1
AutoStretch.Strength	2

Post Processing citra menunjukkan hasil pada gambar 3.

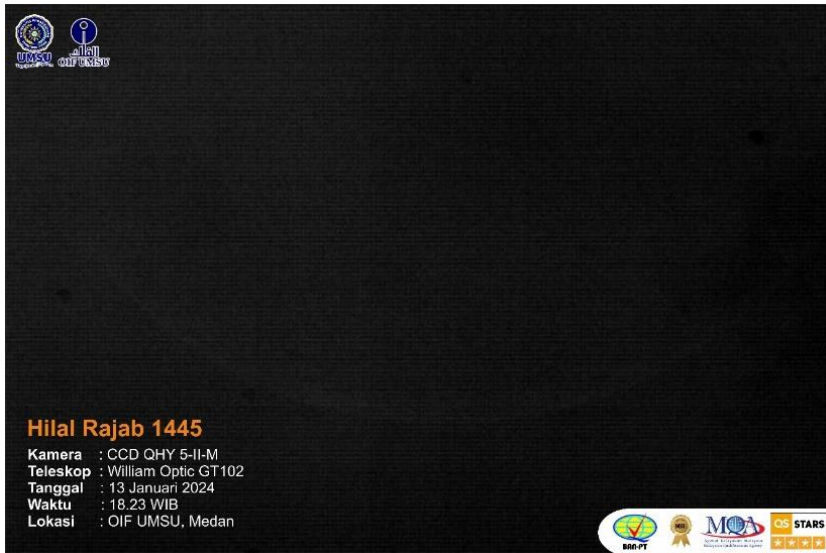


Gambar 3. Post Processing Dengan Peningkatan kecerahan dan Kontras

Hilal Rajab pada 12 Januari 2024 dapat terlihat melalui teleskop dengan filter chroma dan metode Live Stacking pada

komputer, namun tidak terlihat secara kasat mata oleh pengamat saat itu.

Pada pengamatan hari kedua, hilal berada cukup tinggi dan pengamatan dapat dilakukan sejak sore hari. Keadaan langit cukup cerah dan hilal siang masih sulit untuk terlihat oleh mata telanjang. Citra Hilal ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hilal Rajab 13 Januari 2024 Melalui Filter Chroma

Hilal Rajab pada 13 Januari 2024 dapat terlihat melalui teleskop dengan filter chroma dan metode Live Stacking pada komputer, dan juga dapat terlihat secara kasat mata oleh pengamat saat itu.

Dari gambar yang diolah ini dapat disimpulkan bahwa Filter Chroma dapat memperjelas dan memastikan objek tersebut adalah objek memantulkan cahaya Matahari dalam hal ini Hilal. Sehingga objek yang diamati merupakan hilal dan bukan awan yang berbentuk seperti bulan sabit.

D. Kesimpulan

Pengamatan hilal merupakan pengamatan yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi dikarenakan sulitnya pembuktian dengan mata telanjang dan pembuktian digital saat pengamatan dilakukan. Metode yang sedang dikembangkan oleh peneliti dirasa cukup baik untuk dapat membuktikan dan menunjukkan keberadaan hilal pada bulan Rajab. Dengan melakukan olahan gambar hilal, maka keberadaan hilal tersebut dapat diverifikasi dan dipertanggung jawabkan. Keberadaan teknologi dan instrumen modern menjadi salah satu sarana yang dapat membantu. Melalui proses Live Stacking pada software perekam citra dan juga filter Infrared Chroma yang dapat menyaring panjang gelombang terlihat untuk meningkatkan kontras keterlihatan Hilal diantara awan tipis saat matahari terbenam. Penelitian hilal awal bulan Rajab 1445 H pada tanggal 12 dan 13 Januari 2024 memperlihatkan hasil yang baik pada saat matahari terbenam dengan keadaan langit yang berawan dan tidak terlihat secara kasat mata.

Kelebihan dari metode ini adalah dapat memberikan perbedaan secara mutlak antara langit, awan dan hilal pada gambar sehingga dapat digunakan sebagai media verifikasi keterlihatan hilal dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- Maskufa, Sopa, Sri Hidayati, and Adi Damanhuri,
‘Implementation of the New MABIMS Crescent
Visibility Criteria: Efforts to Unite the Hijriyah Calendar
in the Southeast Asian Region’, *Ahkam: Jurnal Ilmu
Syariah*, 22.1 (2022), 209–36
<<https://doi.org/10.15408/ajis.v22i1.22275>>
- Putraga, Hariyadi, *Astronomi Dasar* (Medan: CV. Prima
Utama, 2016)
- Putraga, Hariyadi, Abu Yazid Raisal, Muhammad Hidayat, and
Arwin Juli Rahmadi Butar-Butar, ‘Pengamatan Hilal
Siang Menggunakan Metode Olahan Filter Warna Pada
Software IRIS’, *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan
Sains*, 7.1 (2021), 49–50
<<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v7i1.187>>
- Putraga, Hariyadi, and Hasrian Rudi Setiawan, *Stellarium &
Google Earth - Simulasi Arah Kiblat Dan Waktu Salat*
(Medan: UMSU Press, 2018)
- Abu Yazid Raisal, ‘Berbagai Konsep Hilal Di Indonesia’, *Al-*

Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan, 4.2 (2018), 146–55
<<https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2478>>

Yuna, Dwi Yoshafetri, ‘Potensi Dan Strategi Pengembangan Astrowisata Sebagai Pariwisata Berkelanjutan Di Indonesia’ (Institut Teknologi Bandung, 2018)
<<https://digilib.itb.ac.id/gdl/view/26805>>

Zotti, Georg, Susanne M. Hoffmann, Alexander Wolf, Fabien Chéreau, and Guillaume Chéreau, ‘The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research’, *Journal of Skyscape Archaeology*, 6.2 (2021), 221–58
<<https://doi.org/10.1558/jsa.17822>>

Chapter 10

Analisis Ilmu Pengetahuan Astronomi menurut Al-Qur'an

Alya Fathi Muhammad Hasibuan¹, Rihan Yuhyi², Hizami Sabil³

¹²³Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

hasibuanfathi@gmail.com, yyuhi49@gmail.com,

hizamisabil@gmail.com

Abstrak

Al-Qur'an sebagai kitab suci ummat islam mengandung berbagai inspirasi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini termasuk pengetahuan tentang bagaimana alam terbentuk (kosmologi) dan fenomena perubahan alam semesta dan bintang-bintang (astronomi). Seiring perkembangan pengetahuan manusia, banyak pandangan ilmiah yang muncul untuk menjelaskan fenomena astronomi. Al-Qur'an mengandung ayat-ayat yang memberikan wawasan tentang aspek-aspek astronomi sehingga diperlukan cara berpikir secara teologis, filosofis, ilmiah, dan inderawi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap pandangan ilmu pengetahuan astronomi yang terdapat dalam Al-Qur'an. Melalui pendekatan tafsir dan studi komparatif dengan pengetahuan modern, kita dapat mengeksplorasi sejauh mana konsep-konsep astronomi dalam Al-Qur'an dapat diintegrasikan dengan pemahaman ilmiah kontemporer. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian analisis teks Al-Qur'an yang dapat membantu menginterpretasikan ayat-ayat yang berkaitan dengan fenomena astronomi. Dari penelitian peneliti menyimpulkan Fenomena alam adalah tanda-tanda kekuasaan Allah untuk membawa manusia lebih dekat kepada Tuhannya dengan menelusuri pandangan al-Qur'an tentang ilmu. Al-Qur'an adalah mu'jizat Islam yang kekal dan mu'jizatnya selalu diperkuat dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Al-Qur'an yang memuat informasi tentang alam semesta, astronomi, geografis, biologi, fisika, dan memberikan gambaran tentang penciptaan alam semesta, hukum alam, dan hubungan antara manusia dengan alam.

Kata kunci: *Al-Qur'an, Ilmu Atronomi, Ilmiah*

Abstract

The Qur'an as the holy book of the Islamic ummah contains various inspirations for the advancement of science and technology. This includes knowledge about how nature formed (cosmology) and the changing phenomena of the universe and stars (astronomy). Astronomical science has become an integral part of human exploration of the universe. As human knowledge develops, many scientific views have emerged to explain astronomical phenomena. However, the Qur'an as the holy book in Islam also contains verses that provide insight into aspects of astronomy. Therefore, to fully and comprehensively appreciate the contents of the Qur'an, a theological, philosophical, scientific and sensory way of thinking is needed. This research aims to carry out an in-depth analysis of the views of astronomy contained in the Al-Qur'an. Through a tafsir approach and comparative studies with modern knowledge, we can explore the extent to which astronomical concepts in the Qur'an can be integrated with contemporary scientific understanding. The science of astronomy in the Qur'an is a field of study that explores and analyzes verses of the Qur'an related to knowledge and natural phenomena. The Al-Qur'an, as the holy book in the Islamic religion, not only functions as a spiritual guide, but also contains knowledge that is relevant to various aspects of life. In this research the author uses research methods to analyze the text of the Koran which can help interpret verses related to astronomical phenomena. From this research it can be concluded that Natural phenomena are signs of God's power, by understanding nature will bring humans closer to God by tracing the Qur'an's views on science. The Qur'an is miracle of Islam and its always strengthened by advances in science. Many verses of the Qu'ran that contain information about the universe, astronomy, geography, biology, physics, and provides an overview of the creation of the universe, natural laws, and the relationship between humans and nature.

Keywords: *Qur'an, Astronomy, Science*

A. Pendahuluan

Astronomi adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit, fenomena alam semesta dan struktur serta evolusi alam semesta secara luas. Para astronomi memerhatikan dan membagikan berbagai objek langit, termasuk bintang, planet, galaksi, nebula, dan objek langit lainnya. Pengamatan astronomi dapat dilakukan dengan berbagai alat seperti teleskop dll. Ilmu astronomi tidak hanya memerhatikan gerak dan sifat benda langit, tetapi juga mencakup penelitian kosmologi yang memerinci asal usul perkembangan alam semesta. Sejarah astronomi memiliki akar yang dalam mencakup kontribusi dan berbagai peradaban di seluruh dunia. Peradaban kuno seperti mesir, babilonia, dan cina telah menanamkan astronomi untuk mengamati pola gerak langit dan membuat kalender islam. Pada abad pertengahan, ilmuwan muslim dan eropa Renaissance seperti Al-Biruni, Alhazen, Copernicus membuat trobosan signifikan dan pemahaman struktur tata surya dan gerak planet. Kemajuan teknologi seperti penemuan teleskop oleh Galileo Galilie pada awal abad ke 17 membuka babak baru dalam pengamatan langit. Salah satu utama astronomi modern adalah kosmologi, studi tentang struktur perkembangan alam semesta secara keseluruhan. Konsep utama dalam kosmologi termasuk ledakan besar (big bang), teori yang menyatakan bahwa alam semesta dimulai dari suatu titik dalam waktu yang lalu, serta materi gelap dan energy gelap yang membentuk sebagian besar massa senergi di alam semesta¹.

Ilmu pengetahuan Astronomi menurut Al-Qur'an mengacu pada pengetahuan dan pemahaman yang terkandung dalam teks Al-Qur'an yang berkaitan dengan berbagai aspek

¹ Lailiyah, S. (2020). KEILMIAHAN SAINS ADALAH BUKTI KEBENARAN AL QUR'AN. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1).

kehidupan alam semesta. Al-Qur'an dianggap sebagai sumber pengetahuan yang ilahi, yang memberikan petunjuk dan pedoman bagi umat manusia dalam menjalankan kehidupan mereka. Ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an mencakup berbagai bidang termasuk ilmu alam, etika, moralitas, dan spiritualitas. Al-Qur'an mengandung ayat-ayat mengajak manusia untuk memperhatikan dan mempelajari tanda-tanda kebesaran Allah di alam semesta, serta mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang ciptaan-Nya. Selain itu, ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an juga mencakup pengetahuan tentang hukum-hukum Allah, ajaran-ajaran moral, dan petunjuk untuk menjalani kehidupan yang baik dan bermanfaat bagi individu dan masyarakat. Pentingnya ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an adalah untuk memperluas pengetahuan manusia, memahami kehidupan dan alam semesta dengan lebih baik, serta menerapkan nilai-nilai dan ajaran yang terkandung dalam Al-Qur'an dalam kehidupan sehari-hari. Di dalam Al-Qur'an banyak sekali ayat yang mengandung pengetahuan dan pemahaman tentang alam semesta dan fenomena alam. Al-Qur'an mengajarkan bahwa Allah adalah pencipta segala sesuatu di alam semesta ini. Ayat-ayat Al-Qur'an juga mengandung pengetahuan tentang astronomi Islam, geologi, biologi, dan masih banyak lagi. Al-Qur'an menyebutkan tentang penciptaan langit dan bumi, peredaran matahari dan bulan, dan fenomena alam seperti hujan, angin, dan gempa bumi. Ayat-ayat di dalam Al-Qur'an memberikan pemahaman tentang kesabaran dan kekuasaan Allah dalam menciptakan dan mengatur alam semesta².

Al-Qur'an menekankan bahwa ilmu pengetahuan ialah sarana untuk mendekatkan diri kepada Allah mengajak manusia

² Supriatna, E. (2019). Islam dan Ilmu Pengetahuan. *Jurnal SosHum Insentif*, 128–135. <https://doi.org/10.36787/jsi.v2i1.106>

memperhatikan alam semesta, mempelajari fenomena, memikirkan keajaiban penciptaan-nya. Dalam ayat Al-Qur'an tersebut mengajak manusia untuk berpikir, merenung, dan memperoleh pengetahuan yang bermanfaat. Al-Qur'an juga menekankan pentingnya mencari ilmu pengetahuan dalam berbagai bidang misalnya ilmu pengetahuan alam, kedokteran, fisika, kimia, biologi, matematika, dll. Al-Qur'an mendorong manusia untuk menjadi umat yang berpengetahuan, berakal, berusaha untuk terus meningkatkan pemahaman manusia. Al-Qur'an memberikan landasan moral dan etika yang kuat dalam pengetahuan. Ilmu yang diperoleh harus digunakan untuk kebaikan umat manusia, dan untuk memperkuat iman dan ketaqwaan kepada Allah. Al-Quran mengakui pentingnya ilmu pengetahuan dan mendorong manusia untuk memperluas wawasannya tentang dunia atau alam semesta³, Ada berapa nilai yang ditemukan dalam Al-Qur'an yang relevan dengan penerapan ilmu pengetahuan yaitu:

1. Tafakkur, merujuk pada sesuatu tindakan memikirkan, merenung, meresapi tanda tanda kebesaran Allah dalam ciptaannya. Manusia untuk tidak hanya melihat secara sekilas tetapi memeriksa dan merenung secara mendalam tanda kebesaran Allah yang kuasa penciptaan langit dan bumi yaitu alam semesta beserta isinya yang mencakup kebesarannya dalam penciptaan yang sangat indah. Manusia diharapkan menyadari bahwa waktu kehidupan

³ Adhiguna, B., & Bramastia, B. (2021). Pandangan Al-Qur'an Terhadap Ilmu Pengetahuan Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i2.57257>

Dawi, M. N. (2021). Alam Semesta Dalam Perspektif Filsafat Islam. *Hibrul Ulama*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.47662/hibrululama.v3i1.147>

mereka didunia ini terbatas dan di akhirat adalah suatu kenyataan yang mendekat

2. Ilmu sebagai sarana keberkahan, ilmu ini dianggap sebagai sarana untuk kehidupan yang bermakna, produktif, dan memuaskan. Pengetahuan dapat membantu manusia memahami dunia disekitarnya dan mengejar tujuan yang lebih besar dalam kehidupan mereka. Ilmu ini bukan hanya pengetahuan teoritis tetapi tentang pengetahuan praktisnya dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan nya dengan bijaksana dan bertanggung jawab dapat membawa keberkahan kepada semua manusia. Penerapan ilmu pengetahuan harus dilakukan dengan memperhatikan nilai-nilai keadilan dan keseimbangan.
3. Pengetahuan sebagai tanggung jawab, apabila seseorang mamiliki pengetahuan diharapkan memahami dampak dari pengetahuan terhadap dirinya sendiri, masyarakat, lingkungan sekitar yang mencakup pengakuan akan potensi positif negatif dari penggunaan pengetahuan tersebut. Bagi mereka yang memiliki pengetahuan terdapat tanggung jawab berbagi pengetahuan tersebut dengan cara yang bermanfaat bagi orang lain. Tanggung jawab juga mencakup komitmen untuk terus belajar dan memperdalam pengetahuan dan harus tetap relavan dan memahami perkembangan baru dalam pengetahuan tersebut.

Selain itu, Al-Qur'an juga mengajarkan nilai-nilai ilmiah seperti pentingnya mencari pengetahuan, mengamati alam, dan memikirkan tanda-tanda kebesaran Allah di sekitar kita. Al-Qur'an mendorong manusia untuk mempelajari dan memahami alam semesta sebagai bentuk ibadah kepada Allah. Pendekatan ilmiah dalam Al-Qur'an juga dapat di temukan dalam ayat-ayat

yang mengajak manusia untuk berfikir dan menggunakan akal sehat dalam mencari kebenaran. Al-Qur'an mengajarkan bahwa ilmu pengetahuan dan agama tidak dapat dipisahkan, melainkan saling melengkapi dalam memperoleh pemahaman yang lebih utuh tentang alam semesta dan penciptanya⁴.

Al-Qur'an merupakan kalam Allah, diturunkan bukan untuk tujuan praktis. Oleh karena itu, secara obyektif, Al-Qur'an bukanlah ensiklopedi ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an, Al-Qur'an sangat menekankan pentingnya membaca dan mengamati fenomena alam serta memikirkannya. Al-Qur'an mengambil contoh fenomena yang berkaitan dengan fisika, biologi, asal muasal manusia dan bidang lain yang mengenal kekuasaan tuhan yang pemikiran manusia. Ada terdapat 750 ayat kira-kira 1/8 Al-Qur'an yang mendorong orang-orang beriman untuk melihat fenomena alam semesta, melakukan refleksi dan mengeksplorasi indera ciptaan manusia, dan mencoba memasukan pengetahuan dan pemahaman alam ke dalam kehidupan manusia. Umat islam di era klasik terinspirasi oleh penelitian ilmiah dibawah bimbingan yang sesuai dengan ajaran alama semesta di dalam ayat Al-Qur'an tersebut⁵.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian analisis teks Al-Qur'an yang dapat membantu menginterpretasikan ayat-ayat yang berkaitan dengan fenomena astronomi. Studi komprehensif dengan ilmu

⁴ Jaedi, M. (2019). Pentingnya Memahami Al-Qur'an dan Ilmu Pengetahuan. *Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 5(1), 62–70. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2618950>

⁵ Fakhri, J. (2010). Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran. *Ta'dib*, 15(1), 122–142. <https://journal.iaingorontalo.ac.id/index.php/tjmpi/article/view/1137>

pengetahuan dalam Al-Qur'an dengan pengetahuan astronomi untuk mencari persamaan atau relevansi. Penulisan jurnal ini juga menggunakan metode literasi. Metode literasi merupakan kajian pustaka yang luas dan untuk digunakan berbagai bidang pada pembahasan suatu teori yang berangkat dari asumsi pengetahuan yang bersifat objektif dan kemudian ditulis dalam berbagai sumber informasi. Sumber informasi yang kami tulis di sumberkan dari jurnal, buku, makalah, dan media sosial internet.

C. Hasil dan Pembahasan

Ilmu pengetahuan sains alam ialah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari fenomena alam dan proses yang terjadi di alam semesta. Ilmu pengetahuan ialah prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta yang termasuk hukum-hukum alam, proses alam, dan interaksi antara berbagai komponen alam. Ilmu pengetahuan alam ini mencakup berbagai disiplin ilmu yakni fisika, biologi, astronomi alam. Ilmu pengetahuan alam memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan teknologi, pemahaman tentang alam semesta, dan pemecahan masalah kehidupan sehari-hari. Al-Qur'an dapat memberikan motivasi dan inspirasi kepada para manusia untuk mempelajari dan memahami alam semesta. Ayat-ayat Al-Qur'an yang mengajak manusia untuk memikirkan tanda-tanda kebesaran Allah dalam alam semesta dapat mendorong minat keinginan untuk meneliti ilmu astronomi. Al-Qur'an juga memberikan kerangka pemikiran dan pandangan dunia yang mempengaruhi pendekatan dalam kajian ilmu astronomi⁶.

Al-Qur'an memiliki muatan yang signifikan terhadap pembelajaran astronomi. Al-Qur'an mengandung ayat-ayat yang mengajak manusia untuk memperhatikan dan mempelajari tanda

⁶ Setiawan, D. (2018). Ilmu Pengetahuan Dalam Al-Qur'an. *Al Hadi*, 3(2), 641–656.

kebesaran Allah dalam penciptaanya, termasuk fenomena alam semesta seperti langit, bintang, planet, dll. Al-Qur'an menjadi sumber inspirasi dan motivasi lebih dalam tentang alam semesta. Ayat Al-Qur'an yang berkaitan dengan astronomi manusia untuk melakukan penelitian dan eskplorasi ilmiah yang lebih mendalam tentang fenomena alam semesta. Selain itu, Al-Qur'an juga mengajarkan pentingnya pengetahuan dan pemahaman tentang alam semesta sebagai cara untuk mengenal dan menghargai kebesaran Allah. Pembelajaran ini dapat membantu manusia untuk memperluas wawasan dan pemahaman mereka terhadap penciptaan Allah, serta menerapkan pengetahuan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Al-Qur'an menekankan pentingnya pengetahuan dan penemuan sebagai tanda kebesaran Allah yang menggambarkan keindahan dan keraturan alam semesta yang dapat membantu manusia untuk menghargai kompleksitas dan harmoni dalam struktur alam semesta. Ayat Al-Qur'an yang menyerukan untuk menjaga lingkungan dan menghormati ciptaan Allah dapat merangsang kesadaran tentang tanggung jawab etis dalam menjalankan penelitian dan pengembangan astronomi. Al-Qur'an menekankan bahwa kebenaran dan akurasi yang dapat menciptakan pemahaman bahwa dalam belajar ilmu ini penting untuk mencari kebenaran, menghargai fakta, dan menjaga objektivitas dalam pengetahuan dan pengembangan alam semesta tersebut⁷.

Ilmu pengetahuan astronomi adalah cabang ilmu yang mempelajari benda langit seperti bintang, planet, galaksi, dan fenomena lainnya. Pemikir astronomi adalah individu atau kelompok yang secara khusus tertarik dan berkontribusi dalam

⁷ Adhiguna, B., & Bramastia, B. (2021). Pandangan Al-Qur'an Terhadap Ilmu Pengetahuan Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 138.
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i2.57257>

astronomi. Serta melakukan penelitian, mengembangkan teori, dan menganalisis data untuk memahami dan menjelaskan fenomena alam semesta. Pemikir astronomi berusaha untuk memperluas pengetahuan kita tentang alam semesta dan mengungkap rahasia yang ada di dalamnya⁸.

Adapun Salah satu pemikir astronomi yakni:

- Nicolaus Copernicus

Copernicus ialah seorang astronomi Polandia yang hidup pada abad ke 16. Ia dikenal karena teorinya tentang heliosentris, yaitu bahwa matahari berada di pusat tata surya dan planet yang mengelilinginya. Pandangan ini bertentangan dengan pandangan geosentris yang dominan pada masa itu, dimana bumi dianggap sebagai pusat alam semesta. Copernicus merumuskan teorinya dalam buku yang terkenal “De Revolutionibus Orbium Coelestium”. Ia menyajikan argument matematis dan observasional yang mendukung. Pemikiran dia mengubah paradigma dalam astronomi dan memberikan dasar bagi perkembangan ilmu pengetahuan modern.

- Edwin Hubble

Hubble ialah seorang astronomi Amerika yang hidup pada abad ke 20. Ia dikenal karena kontribusi dalam memahami alam semesta dan mengembangkan teori tentang ekspansi alam semesta. Salah satu pemikirannya ialah hukum Hubble yang ditemukan pada tahun 1929. Hukum Hubble menyatakan bahwa galaksi saling menjauh satu sama lain dengan kecepatan yang sebanding dengan jarak di antara mereka. Pemikiran Hubble didasarkan terhadap pengamatan pergeseran merah dalam spectrum cahaya yang diterima dari

⁸ Syed Ahmad Fathi. (2023). *Historiografi Astronomi Paradoks Dalam Pensejarahan Tamadun Barat*.

<https://www.youtube.com/watch?v=C8M4i9fvq1M&t=2s>

galaksi yang menjauh dari kita dan semakin jauh galaksi tersebut maka semakin besar pergeseran merahnya.

- **Johannse Kepler**

Kepler adalah seorang astronomi Jerman yang pada abad ke 17. Ia dikenal dalam merumuskan 3 hukum gerak planet yang dikenal sebagai Hukum Kepler.

Hukum pertama: dikenal sebagai Hukum Orbit Elips, menyatakan bahwa orbit planet mengikuti bentuk elips dengan matahari berada di salah satu fokusnya.

Hukum kedua: dikenal sebagai Hukum Luas Sektor, menyatakan bahwa garis yang menghubungkan planet dengan matahari melintasi wilayah yang sama dalam waktu sama. Kecepatan planet dalam orbitnya berubah-ubah sehingga area yang melintasinya dalam waktu sama dan konsisten.

Hukum ketiga: dikenal sebagai Hukum Periode, menyatakan bahwa kuadrat periode revolusi planet sebanding dengan kekuasaan tiga jarak rata planet dari matahari dan semakin lama periodenya.

- **Al-Biruni**

Al-Biruni ialah seorang tokoh pemikir astronomi yang hidup pada abad ke 11. Ia berasal dari Persia dan dikenal sebagai ilmuwan serba bias yang memiliki kontribusi besar dalam berbagai bidang, termasuk astronomi. Al-Biruni melakukan penelitian yang luas dan mendalam dalam astronomi. Ia mengamati dan mengukur posisi intang-bintang, gerakan planet, dan fenomena lainnya. Salah satu karya yang terkenal adalah “Kitab Al-Qanun Al-Mas’udi”. Karya ini membahas berbagai topik astronomi seperti gerakan planet, peredaran bulan, dan pengamatan bintang. Al-Biruni menggunakan metode ilmiah dan matematika

untuk menjelaskan fenomena alam semesta. Karya ini tidak hanya memberikan kontribusi penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada masanya, tetapi juga mempengaruhi perkembangan ilmu pengetahuan di dunia barat melalui terjemahan dan penyebarannya. Al-Biruni seorang pemikir astronomi yang sangat berpengaruh dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Karyanya tidak hanya mencakup pengamatan dan pengukuran yang akurat, tetapi juga kontribusi teoritis yang penting dalam memahami alam semesta.

Ilmu pengetahuan dalam ilmu astronomi melibatkan eksplorasi konsep-konsep yang berkaitan dengan fenomena astronomi dan interpretasi tersebut dapat ditemukan atau dikaji dalam Al-Qur'an. Ada berapa konsep ilmu pengetahuan yang relevan untuk ilmu astronomi yang dapat di analisis di dalam Al-Qur'an^{9, 10}:

1. Konsep penciptaan langit dan bumi dalam model kosmologi dan evolusi bintang

Konsep kosmologi adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari asal usul, evolusi, struktur, dinamika, dan akhir alam semesta. Dalam konteks kosmologi, “langit” merujuk pada alam semesta secara keseluruhan termasuk galaksi, bintang, planet, dan segala sesuatu yang pada luar angkasa. Pada tingkat kosmologi, penciptaan langit dan bumi dapat mencerminkan penghargaan dan kekeguman terhadap kompleksitas dan

⁹ Heru Juabdin Sada. (2016). Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Quran. *Al-Tadkiyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(1), 102–119.

¹⁰ Lailiyah, S. (2020). 1412-Article Text-2897-1-10-20200906. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1).

keindahan alam semesta. Evolusi bintang proses dimana bintang berkembang dari pembentukan hingga akhir dari siklus hidupnya. Bintang termasuk dari awan, gas, debu yang mengalami fusi nuklir dalam intinya dan akhirnya bisa berakhir sebagai jenis objek, seperti katai putih, neutron star, atau lubang hitam. Dalam evolusi bintang, “bumi” tidak memiliki peran khusus karena bumi hanyalah salah satu planet di tata surya kita.

Konsep ini dapat diartikan secara metoforis atau filosofis untuk menggambarkan hubungan yang kompleks antara berbagai elemen dalam alam semesta. Konsep ini dapat ditemukan dalam berbagai tradisi keagamaan, filsafat, dan sastra, dan sering kali memiliki makna yang mendalam.

Penciptaan langit dan bumi dalam aspek fisik:

Langit: dalam kosmologi, “langit” sering kali merujuk pada ruang angkasa atau alam semesta secara umum. Pencintaan terhadap langit dapat mencerminkan keteraguman terhadap kompleksitas, keindahan, dan misteri alam semesta.

Bumi: pencintaan terhadap bumi dapat merujuk pada cinta terhadap planet kita sendiri atau kehidupan yang ada di muka bumi. Pencintaan terhadap bumi juga dapat mengacu pada pemahaman dan penghargaan terhadap proses evolusi kehidupan planet.

Penciptaan langit dan bumi dalam aspek fisik sering kali merujuk pada keyakinan atau narasi kosmologis tentang bagaimana alam semesta, termasuk langit (ruang angkasa) dan bumi, diciptakan atau muncul. Pandangan ini dapat berbeda tergantung pada tradisi keagamaan, mitologi atau pandangan filosofis.

Penciptaan langit dan bumi dalam model kosmologi:

Big bang dan penciptaan alam semesta: Big bang model kosmologi yang menggambarkan awal dari alam semesta. Yang menyatakan bahwa alam semesta bermula dari suatu titik singularitas yang sangat kecil, padat, dan panas sekitar 13,8 miliar tahun yang lalu. Big bang bukanlah ledakan dalam ruang kosong, tetapi ledakan itu sendiri. Alam semesta berkembang sejak saat itu. Buktinya mencakup pemeriksaan pergeseran merah (redshift) galaksi yang menunjukkan bahwa galaksi menjauh satu sama lain, mendukung ide ekspansi alam semesta¹¹.

Penciptaan alam semesta: penciptaan alam semesta merujuk pada fase dimana alam semesta mulai ada. Dalam konteks big bang, ini adalah saat awal ledakan atau ekspansi. Penciptaan alam semesta dijelaskan sebagai keluarnya ruang, waktu, dan energi dari keadaan yang sangat kecil dan padat menjadi alam semesta yang terus berkembang. Mengacu pada konsep kejadian awal alam semesta, di mana Allah dalam tradisi islam dianggap sebagai pencipta yang maha kuasa yang menciptakan langit (semesta) dan bumi. Penciptaan langit dan bumi menjadi salah satu aspek fundamental dalam teologi islam yang dijelaskan dalam Al-Qur'an. Dalam Al-Qur'an banyak ayat yang membahas tentang penciptaan langit dan bumi, dan berapa di antaranya menggunakan bahasa metafora dan deskripsi yang kuat. Contoh ayat yang mencerminkan konsep penciptaan langit dan bumi.

Di dalam Surah Al-Furqan ayat 59:

¹¹ Rasyid, A. N. (2020). Astronomi dan Kosmologi dalam perspektif Al-Qur'an. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 39–49. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.3>

الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ
عَلَى الْعَرْشِ الرَّحْمَنُ فَسْئَلُ بِهِ خَبِيرًا ﴿٥٩﴾

59. “Yang menciptakan langit dan bumi serta segala yang ada diantara keduanya dalam enam masa, kemudian dia bersemayam di atas ‘Arsy. Tidak ada bagimu sekutu diantaranya dan tidak pula bagi-mu seorang perkasa yang memberi syafaat.”

Pemahaman “enam masa” ini sering di interpretasikan dalam konteks metafora dan bukan dalam pengertian harfiah sebagai enam hari kalender seperti yang diterapkan dalam konsep penciptaan dalam kepercayaan agama tersebut. Konsep penciptaan langit dan bumi menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan Allah sebagai pencipta yang tidak terbatas dan maha mulia.

Di dalam Surah Al-An’am ayat 73:

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ وَيَوْمَ يَقُولُ
كُنْ فَيَكُونُ ۚ قَوْلُهُ الْحَقُّ وَلَهُ الْمُلْكُ يَوْمَ يُنْفَخُ فِي الصُّورِ
عِلْمُ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةُ ۚ وَهُوَ الْحَكِيمُ الْحَبِيرُ ﴿٧٣﴾

73. “Dialah Allah yang menciptakan langit dan bumi dengan benar. pada hari itu dia berfirman (kun) jadilah, maka jadilah. dan kepadanya-lah kalian dikembalikan...”

Ayat ini menegaskan bahwa Allah yang menciptakan langit dan bumi dengan kebenaran. ini menekankan aspek kekuasaan dan kebijaksanaan Allah dalam menciptakan alam semesta ini. pada ungkapan "Pada hari berfirman (kun)jadilah", maka jadilah merujuk pada kekuasaan Allah yang tak terbatas dalam menciptakan sesuatu dengan hanya berkata "jadilah". ini

menunjukkan bahwa setiap penciptaan dan kejadian di alam semesta terjadi dengan izin dan kuasa langsung dari Allah.

2. Konsep waktu dan kecepatan cahaya sebagai pengukur jarak di alam semesta

Konsep waktu dan kecepatan cahaya memiliki peran penting dalam pengukuran jarak di alam semesta, terutama dalam konteks fisika dan kosmologi.

Kecepatan cahaya (speed of light): merujuk pada kecepatan dengan mana cahaya merambat melalui ruang hampa (vakum). Dalam definisi yang umum, kecepatan cahaya divakum adalah sekitar 299,792 kilometer per detik (km/s). nilai ini disering dilambangkan dengan huruf “c” dalam rumus fisika. Kecepatan cahaya tinggi, dan selama berapa abad, manusia menyadari bahwa cahaya memiliki kecepatan tertentu. Tetapi nilai pasti dari kecepatan cahaya di vakum baru berhasil diukur dengan tepat pada abad ke-17 dan ke-18, terutama melalui eksperimen oleh ilmuwan Denmark, Ole Romer, dan kemudian oleh ilmuwan Inggris, James Bradley. Kecepatan cahaya memainkan peran penting dalam pemahaman fisika modern, terutama setelah teori relativitas khusus yang dikemukakan oleh Albert Einstein pada tahun 1905. Dalam teori relativitas, kecepatan cahaya dianggap sebagai batas kecepatan maksimum yang didapat dicapai oleh energi atau informasi di alam semesta. Objek dengan massa yang mendekati kecepatan cahaya akan mengalami efek relativitas seperti dilatasi waktu dan kontraksi panjang.

Konsep waktu (time): merujuk pada dimensi yang digunakan untuk mengukur urutan peristiwa, perubahan, atau keberlangsungan kejadian. Waktu adalah suatu parameter yang membantu kita memahami bagaimana suatu keadaan atau kejadian berubah dari suatu keadaan dan kejadian keadaan atau kejadian lainnya. Dalam kereangka teori relativitas khusus untuk umum, waktu bersifat relatif dan fleksibel, bergantung

pada kecepatan dan gravitasi. Berikut ini adalah beberapa konsep waktu:

- Relativitas waktu, pada kecepatan cahaya atau dalam medan gravitasi yang kuat, efek relativitas waktu menjadi signifikan. Ini termasuk dilatasi waktu, di mana waktu berjalan lebih lambat bagi objek yang bergerak dengan kecepatan tinggi atau berada di medan gravitasi yang kuat.
- Arah waktu, dalam kehidupan sehari-hari, kita menganggap waktu bergerak maju dari masa lalu ke masa depan. Namun, teori fisika tidak membedakan antara masa lalu dan masa depan secara inheren. Dalam persamaan fisika, peristiwa masa lalu dan masa depan memiliki status yang setara.
- Satuan waktu, satuan umum untuk mengukur waktu adalah detik, tetapi di berbagai konteks, kita juga menggunakan satuan waktu yang lebih besar atau kecil seperti menit, jam, hari, tahun, dll.

Pengukuran jarak di alam semesta

Pengukuran jarak di alam semesta merujuk pada usaha manusia untuk menentukan jarak antara objek-objek astronomi seperti bintang, galaksi, atau objek kosmik lainnya. Pengukuran jarak ini merupakan bagian kunci dalam penelitian astronomi dan kosmologi karena membantu ilmuwan memahami skala dan struktur alam semesta. Berikut ini beberapa metode umum yang digunakan untuk mengukur jarak di alam semesta:

- Paralaks, perubahan posisi yang tampak dari suatu objek ketika diamati dari dua titik pengamatan yang berbeda. Konsep ini digunakan dalam konteks astronomi untuk mengukur jarak antara bumi dan objek di luar angkasa, terutama bintang-bintang yang relatif dekat dengan sistem tata surya. Pertimbangan dasar dalam konsep paralaks adalah trigonometri. Jika memandang suatu

objek dari dua tempat yang berbeda di bumi, objek tersebut akan tampak bergeser relatif terhadap latar belakang bintang-bintang yang jauh. Jarak antara dua titik pengamatan di bumi menciptakan sudut paralaks yang dapat digunakan untuk mengukur jarak tersebut. Paralaks digunakan untuk mengukur jarak bintang-bintang yang relatif dekat dengan bumi. Salah satu unit pengukuran yang sering digunakan dalam konteks ini adalah parsec, yang setara dengan paralaks satu detik busur (1arcsecond). Bintang yang memiliki paralaks yang dapat diukur dengan posisi biasanya berjarak beberapa parsec dari bumi.

- Cepheid Variables, bintang yang periodenya berkaitan dengan luminositas dengan mengukur periode cahaya dari bintang cepheid, ilmuwan dapat menentukan luminositas intrinsiknya dan luminositas yang diamati ilmuwan yang dapat menghitung jarak ke bintang tersebut.

Ayat-ayat Al-Qur'an untuk konsep waktu dan kecepatan cahaya seperti di dalam ayat Al-Qur'an surah Al-Hajj ayat 47:

وَيَسْتَعْجِلُونَكَ بِالْعَذَابِ وَلَنْ يُخْلِفَ اللَّهُ وَعْدَهُ وَإِنَّ يَوْمًا عِنْدَ
رَبِّكَ كَأَلْفِ سَنَةٍ مِّمَّا تَعُدُّونَ ﴿٤٧﴾

47. "...sehari di sisi Tuhanmu adalah seperti seribu tahun menurut perhitunganmu"

Dalam hal ini, maksud dari waktu dan kecepatan cahaya pada jarak semesta dapat menjadi objek interpretasi yang bervariasi. Adapun konsep di dalam konteks ini ada berbagai interpretasi fisika modern, interpretasi metaforis atau spritual.

- Interpretasi fisika modern

Berapa cendekiawan islam modern mencoba mengaitkan ayat semacam ini dengan konsep fisika, khususnya teori relativitas einstein. Dalam konteks ini, “waktu” yang disebutkan dalam ayat dapat diartikan dalam kerangka relativitas waktu, dimana waktu dapat merasakan perbedaan relatif tergantung pada kerangka acuan pengamat.

“Seribu tahun” dapat dianggap sebagai simbol atau perbandingan untuk menyerotoi bahwa waktu di sisi tuhan memiliki dimensi atau konsep yang berbeda dari pengalaman waktu manusia.

- Interpretasi metaforis atau spritual

Ada juga pendekatan yang lebih cenderung pada interpretasi metaforis atau spritual. Dalam konteks ini, ayat tersebut mungkin dimaksudkan untuk menekankan bahwa konsep waktu di sisi tuhan tidak terkait pada perhitungan atau dimensi waktu manusia.

“Seribu tahun” mungkin diartikan sebagai lamanya waktu yang tidak dapat di ukur atau dimengerti oleh manusia, sehingga menunjukkan keagungan dan keabadaian Tuhan.

Bahwa interpretasi ayat-ayat semacam ini dapat bervariasi dan tidak semua cendekiawan setuju pada suatu pemahaman tertentu. Ayat Al-Qur’an sering kali dipengaruhi oleh metodologi konteks historis, dan pandangan filosofis atau teologis yang di anut. Oleh karena itu, interpretasi semacam ini harus dianggap sebagai upaya manusia untuk memahami ayat-ayat tersebut dalam konteks ilmu pengetahuan dan pemahaman dalam Al-Qur’an.

3. Bintang dan Galaksi pada Alam Semesta

Bintang ialah objek astronomi yang bersinar sendiri karena adanya reaksi nuklir di intinya. Proses nuklir yang menghasilkan energi dalam bentuk cahaya dan panas. Matahari

adalah contoh yang sangat dekat dengan kita. Bintang bervariasi dalam ukuran, massa, warna, dan usia. Bintang merupakan sumber energi dan cahaya yang vital bagi dalam semesta. Mereka menghasilkan elemen-elemen kimia melalui reaksi nuklir dan ketika bintang-bintang ini meledak sebagai supernova, mereka dapat melepaskan elemen-elemen ini ke dalam ruang antar bintang yang kemudian dapat digunakan untuk membentuk planet, bintang-bintang dan kehidupan.

Galaksi ialah ansambel besar bintang, debu, gas, planet, materi, gelap, dan benda langit lainnya yang terikat oleh gravitasi. Galaksi dapat memiliki miliaran atau bahkan triliunan bintang serta sistem tata surya yang terkait. Galaksi merupakan entitas dasar dalam organisasi struktural alam semesta. Bintang di dalam galaksi terikat oleh gaya gravitasi dan berputar mengelilingi pusat galaksi. Galaksi berinteraksi satu sama lain dan membentuk struktur besar seperti gugus galaksi. Pengamatan galaksi membantu kita memahami evolusi alam semesta.

Dalam konteks Al-Qur'an kepada "bintang" dan "galaksi" sering muncul untuk menunjukkan kebesaran penciptaan Allah, membangkitkan keajaiban alam semesta, dan sebagai tanda-tanda kebesarannya. Ayat yang menyebutkan bintang dan langit sering kali mengundang manusia untuk merenung dan mengambil pelajaran dari penciptaan.

Dalam ayat Al-Qur'an mencerminkan hal ini yang terdapat Surah Al-An'am ayat 97:

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ اللَّيْلِ وَالْبَحْرِ
 قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٩٧﴾

97. "Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagi kamu agar kamu mendapatkan petunjuk dengan mengamati bintang-bintang itu dalam gelap gulita di darat dan di laut. Kami terangkan tanda-tanda (kebesaran dan kekuasaan Allah) kepada orang-orang yang mempergunakan akalnyanya."

Maksud dari penyebutan bintang dan galaksi pada alam semesta yang menunjukkan dalam dua hal utama:

- Keindahan dan keagungan penciptaan
Alam semesta ini dipenuhi dengan keindahan yang dapat ditemukan dalam berbagai aspeknya seperti keindahan alam, keindahan bintang dilangit, keindahan flora dan fauna, dan keindahan dalam interaksi antara makhluk hidup. Keagungan alam semesta ini memiliki yang luar biasa dalam kompleksitasnya. Dalam setiap detailnya, terdapat keagungan yang menggambarkan kecerdasan dan kekuatan yang jauh melampaui pemahaman manusia. Keagungan ini dapat dilihat dalam hukum fisika yang mengatur alam semesta, dalam keberadaan sistem planet yang teratur dalam harmoni yang diberbagai unsur alam. Keagungan penciptaan dapat merasa keterhubungan dengan alam semesta dan menginspirasi kita untuk menjaga dan menghargai keberadaanya lebih mendalam tentang alam semesta. Bintang dan galaksi dianggap sebagai bukti keagungan dan keindahan penciptaan Allah. Ketika manusia merenung tentang kompleksitas dan keberagaman langit, itu seharusnya mengingatkan mereka akan kekuasaan Allah yang luar biasa.
- Petunjuk dan tanda-tanda alam semesta
Ada petunjuk dan tanda-tanda alam semesta yang seiringin diamati para ilmuwan astronomi: Gerhana, gerhana matahari, bulan merupakan contoh petunjuk alam semesta yang diamati secara periodik. Melalui pengamatan gerhana, para ilmuwan astronomi mempelajari pergerakan dan interaksi antara matahari,

bumi, bulan serta memahami lebih lanjut tentang mekanisme orbit dan rotasi alam semesta.

Perubahan spektrum cahaya, cahaya dari objek astronomi melewati medium seperti atmosfer planet atau gas antar bintang, spektrum cahaya tersebut mengalami pergeseran atau perubahan. Analisis spektrum ini dapat mempelajari komposisi kimia, suhu, dan pergerakan objek astronomi tersebut.

Di dalam Al-Qur'an menekankan bahwa bintang dan galaksi juga dijadikan sebagai petunjuk bagi manusia yang menggunakan akalanya. Pengamatan terhadap langit di malam hari dan pemahaman tentang sistem bintang membawa manusia pada refleksi dan keyakinan terhadap Allah.

Dalam ilmu pengetahuan modern, kita memahami bahwa galaksi adalah sistem besar bintang, debu, gas, dan materi gelap yang saling terikat oleh gaya gravitasi. Bintang sendiri adalah objek astronomi yang bersinar sendiri karena pembakaran termonuklir di intinya.

Pengaruh alquran terhadap kajian ilmu astronomi dapat memiliki dampak yang bervariasi tergantung pada perspektif dan pendekatan yang diambil oleh para peneliti atau cendekiawan¹².

Pengaruh ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an terhadap kajian ilmu astronomi dapat dilihat dari perspektif Al-Qur'an dianggap sebagai kitab suci islam yang mengandung petunjuk bagi umat muslim. Meskipun Al-Qur'an bukan buku ilmiah seperti didefinisikan oleh standar ilmu pengetahuan modern, berapa ayat dalam Al-Qur'an yang menyinggung masalah-masalah yang dihubungkan dengan ilmu astronomi.

¹² Purwanto, Y. (2011). *Jurnal Sains Islam*.

Berikut adalah beberapa dampak yang muncul antara lain,¹³¹⁴:

1. Inspirasi untuk penelitian dan eksplorasi kajian ilmu astronomi

Ayat-ayat alquran yang merujuk pada fenomena astronomi dapat menjadi sumber inspirasi bagi para ilmuwan muslim untuk menjajahi dan memahami alam semesta.

Adapun maksud dari inspirasi untuk penelitian dan eksplorasi terhadap kajian ilmu astronomi merujuk pada bagaimana ayat-ayat alquran yang menyentuh tema astronomi dapat memotivasi dan memberikan dorongan pada para ilmuwan, khususnya mereka yang beragama islam, untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan menjelajahi alam semesta.

Berikut adalah beberapa aspek yang dapat menjelaskan dari inspirasi penelitian kajian astronomi:

- Teknologi dan pertukaran pengetahuan
Kemajuan dalam observasi yang telah memberikan inspirasi baru dalam penelitian astronomi yang pengamatan lebih sensitif dan canggih seperti teleskop luar angkasa atau interferometer gravitasi, membuka peluang untuk mengamati dan mempelajari objek astronomi dengan detail.
- Pengembangan teknologi observasi dan analisis data
Penelitian dalam astronomi juga dapat melibatkan pengembangan teknologi observasi yang lebih canggih dan metode analisis data yang lebih efisien. Inspirasi

¹³ Afifah, G., Ayub, S., Sahidu, H., Menengah, S., & Negeri, A. (2020). Konsep Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Quran dan Sains. *GeoScienceEdu Journal*, 1(1), 5–10.

¹⁴ Iryani, E. (2017). Al- Qur'an Dan Ilmu Pengetahuan Eva Iryani 1. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(3), 70.

dapat ditemukan dalam pengembangan instrumen observasi baru, pengolahan data yang lebih cepat, dan penggunaan kecerdasan buatan untuk menganalisis data astronomi.

- Pemahaman akan keagungan penciptaan
Ayat Al-Qur'an yang merinci tentang penciptaan langit, bintang dan planet dapat memberikan pemahaman yang mendalam akan keagungan penciptaan Allah. Pemikiran agar dapat membangkitkan rasa ingin tahu dan kekaguman terhadap kompleksitas alam semesta.
- Penekanan pada pengetahuan dan ilmu
Al-Qur'an mendorong umat islam untuk mencari pengetahuan dan ilmu. Ayat-ayat yang menekankan pentingnya pengetahuan dan penelitian dapat memberikan motivasi kepada para ilmuwan untuk menjalankan eskplorasi ilmu astronomi.
- Mencari keteraturan dalam alam semesta
Konsep tentang keteraturan alam semesta yang diungkapkan dalam Al-Qur'an dapat memberikan motivasi untuk memahami prinsip-prinsip dan keteraturan yang dapat ditemukan melalui penelitian astronomi.

2. Pendorong untuk meneliti alam semesta

Manusia secara alamiah memiliki keingintahuan dan rasa ingin tahu yang kuat terhadap dunia mereka. Dunia alam semesta memberikan kesempatan untuk meresap mendasar mengenai asal usul, evolusi, struktur alam semesta. Alam semesta membantu manusia memahami prinsip dasar fisika, kimia. Ini membuka jalan untuk pemahaman fundamental tentang cara kerja alam semesta, huku-hukum alam, fenomena yang kompleks. Alam semesta memberikan manusia kesempatan untuk menjelajahi tempat baru, memahami formasi bintang, planet, dan galaksi serta menemukan objek-objek langka atau

fenomena alam yang belum diketahui sebelumnya. Penelitian astronomi dan kosmologi telah mendorong pengembangan teknologi canggih yang dikembangkan untuk memahami alam semesta juga memiliki aplikasi praktis diberbagai bidang seperti komunikasi, pengamatan bumi, dan pemetaan sumber daya alam. Astronomi alam semesta membantu memahami asal usul alam semesta, peristiwa besar seperti big bang, dan perkembangan selanjutnya. Ini juga membantu meramalkan evolusi dan masa depan alam semesta. Konteks kajian ilmu astronomi yang berkaitan motivasi dorongan yang dapat ditemukan dalam ajaran Al-Qur'an yang menginspirasi atau mendorong para ilmuwan atau cendekiawan untuk menyelidiki dan memahami alam semesta. Ayat yang menunjukkan keajaiban penciptaan alam semesta atau yang menyebutkan tentang langit yang tinggi, bumi yang luas, dan benda benda langit yang bergerak dapat merangsang rasa ingin tahun dan keinginan untuk menyelidiki fenomena ini secara lebih rinci¹⁵.

Adapun ayat-ayat Al-Qur'an yang dapat dihubungkan dengan kajian ilmu astronomi dan potensi dampak pengaruhnya antara lain^{16, 17, 18}:

1. Penciptaan Alam Semesta

¹⁵ Masruri, M. H. (2007). *Filsafat Sains dalam Al-Qur'an, Melacak Kerangka dasar Integrasi Ilm dan Budaya*. 38.

¹⁶ Khoirudin, A. (2017). Sains Islam Berbasis Nalar Ayat-ayat Semesta. *At-Ta'dib*, 12(1), 195. <https://doi.org/10.21111/at-tadib.v12i1.883>

¹⁷ Admiranto, A. G. (Ed.). (2000). *jurnal Tata Surya dan Alam Semesta*.

¹⁸ Rahmawati, R. D., & Bakhtiar, N. (2019). Pembelajaran IPA Berbasis Integrasi Islam-Sains pada Pokok Bahasan Penciptaan Alam Semesta dan Tata Surya. *Journal of Natural Science and Integration*, 1(2), 195. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v1i2.6599>

Penciptaan alam semesta merujuk pada proses atau peristiwa dimana segala sesuatu yang ada dalam alam semesta ini termasuk langit, bumi, bintang, planet, hewan, tumbuhan, manusia, diciptakan atau dibuat oleh sebuah kekuatan ilahi sang pencipta dunia alam semesta. Dalam Surah Al-Mulk ayat 3:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ
فَازْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ

3. “Allah yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu tidak melihat dalam penciptaan tuhan yang maha pemurah sesuatu yang tidak seimbang”.

Ayat ini menunjukkan kekuasaan dan kebesaran Allah dalam penciptaannya. Penciptaan tujuh langit berlapis: tujuh langit berlapis dapat diartikan sebagai lapisan atau dimensi berbeda di alam semesta. Ini mencerminkan kompleksitas dan keragaman dalam penciptaan Allah yang mungkin melibatkan aspek-aspek yang tidak sepenuhnya dapat dimengerti manusia. Tujuh langit berlapis-lapis dapat dipahami sebagai simbol keindahan, keajaiban dan kompleksitas penciptaan Allah. Setiap lapisannya atau dapa mencerminkan keunikan dan keagungan dalam ciptanya. Konsep ini manusia untuk merenungkan dan memahami kebesaran Allah melalui ciptaan-Nya. Melalui pemahaman dan penelitian tentang alam semesta, manusia untuk mencari pengetahuan dan kebijaksanaan.

2. Perjalanan Matahari

Bahwa Allah-lah yang mengatur dan mejadikan perjalanan matahari. Ini mengaju pada pergerakan matahari yang tampaknya bergerak dari timur ke barat setiap hari, yang menyebabkan pergantian anatar malam dan siang. Malam dan siang menggambarkan siklus alam yang terjadi secara terus menerus dimana malam diikuti oleh siang dan siang diikuti oleh

malam. Pergantian ini menjadi salah satu tanda kebesaran Allah bagi orang yang ingin memperoleh pelajaran bagi mereka yang mau memperhatikan dan menerungkan kebesaran Allah. Ini juga dapat menjadi panggilan untuk bersyukur kepada Allah atas anugerah dan ketentuan-nya yang memberikan keseimbangan dan keberlanjutan dalam alam semesta.

Di dalam Qs. Al-Furqan ayat 62:

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِّمَنۢ أَرَادَ أَن يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ

شُكُورًا

62. “Dan Dia pula yang menjadikan malam dan siang berlainan berganti bagi orang yang ingin mengambil pelajaran atau yang ingin bersyukur”.

Ayat ini menekankan atas ketertiban alam yang ciptakan oleh Allah, dimana malam dan siang bergantian secara teratur. Ini dianggap sebagai tanda kebesaran Allah dan merupakan pelajaran bagi mereka yang ingin memperoleh pemahaman tentang kehidupan alam semesta. Dalam konteks ini, malam dan siang dianggap sebagai fenomena alam yang didapat memberikan pelajaran dan memberikan kesempatan kepada manusia untuk merenung, memikirkan, dan bersyukur kepada Allah. Malam dan siang yang bergantian bukan hanya fenomena alam biasa, tetapi juga memiliki simbolis yang memiliki tanda-tanda kebesaran Allah dan kekuasaannya. Ayat ini mengajak manusia untuk merenung, memperhatikan, dan mengambil pelajaran dari ciptaan Allah yang menggambarkan siklus kehidupan yang berjalan terus-menerus, mengingatkan kita akan kejadian yang berulang dan kesempatan untuk bersyukur atas nikmat Allah.

3. Siklus Matahari dan Bulan

Siklus matahari mengacu pada perubahan dalam posisi matahari sepanjang tahun. Matahari bergerak dalam lintasan

melingkar di langit, dan siklus ini terkait dengan musim yang kita pernah alami. siklus matahari utama yang paling dikenal adalah tahunan, yang terdiri dari 4 musim, musim semi, panas, gugur, dingin. Ini terikat dengan perubahan musim dan durasi siang dan malam yang terjadi karena rotasi bumi pada sumbunya dan revolusi bumi mengelilingi matahari. Siklus ini mencakup perubahan dalam sudut kemiringan sumbu bumi, yang menyebabkan perubahan musim.

Siklus bulan mengacu pada perubahan fase bulan yang terlihat dari bumi dan mengalami perubahan dalam pencahayaan yang terlihat dari bumi karena posisinya relatif terhadap matahari dan bumi. Siklus bulan utama adalah siklus bulan sinodis yang mencakup fase-fase bulan baru, kuartir pertama, bulan purnama, dan kuartir terakhir yang berlangsung skitar 29,5 hari.

Di dalam Surah Yasin ayat 38-40:

وَالشَّمْسُ تَحْرَىٰ لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ
عَادَ كَالْعُرْشُونِ الْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ
وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

38. “Dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui. 40. Dan telah Kami tetapkan tempat peredaran bagi bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. 40. Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis orbitnya.”

Ayat ini menegaskan bahwa matahari bergerak pada satu jalur atau lintasan tertentu yang telah ditetapkan oleh Allah. Pergerakan matahari dan bulan adalah bagian dari ketetapan Allah yang maha perkasa dan maha mengetahui yang mencerminkan kekuasaan dan kebijaksanaan-nya dalam

mengatur alam semesta. Bulan memiliki manzilah-manzilah atau tahapan tertentu dalam siklusnya yang mengalami siklus membawa kembali keadaan gelap, mungkin merujuk terhadap fase bulan baru ketika sisi yang terlihat dari bumi dalam bayangan dan tampak gelap. Matahari dan bulan memiliki jalur pergerakan atau orbitnya masing-masing yang tidak saling menyusul. Matahari dan bulan beredar pada orbit yang menegaskan ketetapan Allah terhadap pergerakan dalam alam semesta¹⁹.

4. Penciptaan Manusia dan Semesta

Penciptaan manusia dan semesta dinyatakan sebagai bukti kebesaran dan kekuasaan Allah. Allah menciptakan alam semesta dengan segala keindahan dan kompleksitasnya, serta menciptakan manusia dengan berbagai lapisan dan tahapan perkembangan. Al-Qur'an menunjukkan pada keteraturan dan kesempurnaan dalam penciptaan manusia dan semesta. Manusia dianggap sebagai pemimpin (khalifah di muka bumi) yang diberikan tanggung jawaban untuk merawat dan menjaga alam semesta yang sesuai dengan kehendak Allah. Penciptaan manusia juga mencakup pemahaman akan diri sendiri, manusia diciptakan dari tanah dan perkembangannya yang menggambarkan proses penciptaan yang mengagumkan. Manusia juga dapat diartikan sebagai ujian dan kesempatan yang diberikan oleh Allah untuk berkembang, berbuat baik, dan mendekatkan diri kepada Allah. Juga manusia diberikan kebebasan untuk memilih, dan hidupnya di dunia ini merupakan kesempatan untuk mengembangkan potensi dan melaksanakan kehendak Allah. Penciptaan manusia dan semesta juga memiliki dimensi spritual yang diundang untuk merenungkan penciptaan

¹⁹ Rasyid, A. N. (2020). Astronomi dan Kosmologi dalam perspektif Al-Qur'an. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 39–49. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.3>

ini sebagai sarana untuk mendekatkan diri kepada Allah, meningkatkan ketaqwaan dan mengabdikan kepada-Nya.

Di dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 29 dan surah Al-Mu'minun ayat 12-14:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ
فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿١٩﴾

29. “Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu”.

Ayat ini menyampaikan keesaan dan keagungan Allah sebagai pencipta langit dan bumi. Allah menciptakan segala sesuatu dalam enam masa atau periode waktu tertentu, setelah menciptakan langit dan bumi, Allah bersemayam di atas Arsy-Nya, yang merupakan lambang kekuasaan dan kedaulatan yang mutlak. Ayat ini juga menekankan bahwa tidak ada penolong atau pemberi syafaat yang memiliki kekuatan atau otoritas kecuali dengan izin Allah. Ini mengingatkan manusia untuk merenung dan memahami kekuasaan dan otoritas Allah yang tidak terbatas, serta menyadari ketergantungan mereka padanya.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّنْ طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ
مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النَّطْفَةَ عَلَاقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَاقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا
الْمُضْغَةَ عِظًا مَا فَكَّسُونَا الْعِظَمَ لِحَمَاهُمْ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ
فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

12. “Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah. 13. Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). 14. Kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal

darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian Kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta Yang Paling Baik”.

Ayat ini menggambarkan proses penciptaan manusia oleh Allah. Ayat tersebut bahwa manusia mula-mula diciptakan dari tanah, Allah menjadikan manusia sebagai saripati (inti atau benih) yang kemudian diubah menjadi air mani yang disimpan dalam tempat yang kukuh yaitu rahim. Air mani tersebut kemudian berkembang menjadi segumpal darah yang merujuk pada tahap pembentukan embrio di dalam rahim. Segumpal darah tersebut menjadi segumpal daging yang menunjukkan tahap awal perkembangan janin di dalam rahim. Kemudian, segumpal daging berubah menjadi tulang berulang yang dibungkus dengan lapisan daging yang mencerminkan perkembangan lebih lanjut janin di dalam rahim. Akhirnya, manusia mencapai bentuk yang lebih matang sebagai makhluk yang lengkap atau paling baik.

5. Bintang Bintang

Bintang ialah objek astronomi yang terdiri dari plasma panas yang menghasilkan cahaya dan energi melalui reaksi nuklir pada intinya. Bintang-bintang terbentuk dari gas, awan, dan debu yang mengalami gravitasi dan tekanan yang cukup tinggi sehingga menyebabkan terjadinya reaksi nuklir pada intinya. Bintang memiliki berbagai ukuran, masa, suhu, dan kecerahan yang berbeda. Mereka dapat diklasifikasikan berdasarkan spektrum cahaya yang mereka pancarkan yang dikenal sebagai klasifikasi bintang. Bintang juga dapat membentuk gugus bintang yang terdiri dari sejumlah bintang yang terikat secara gravitasi dan terbentuk pada waktu dan tempat yang sama. Gugus bintang dapat berupa gugus terbuka

taua gugus bola, tergantung oada distribusi dan jumlah bintang yang terlibat.

Ayat ini mengajak manusia untuk memperhatikan dan merenungkan kebesaran dan keagungan Allah yang tercemrin dalam ciptanya, termasuk bintang-bintang yang berkilauan dilangit. Bintang dilangit menunjukkan tanda bukti kebesaran dan kekuasaan Allah. Bintang-bintang diartikan sebagai petunjuk atau penerangan di malam hari, di tengah kegelapan, bintang dapat menjadi panduan bagi pelaut, penjelajah, dan orang yang mencari arah.

Di dalam Qs. At-Tariq ayat 1:



1. “Demi langit yang penuh dengan bintang.”

Ayat ini menjelaskan tentang pemahaman bintang, pemecah kegelapan, kedatangan utusan ilahi, tanda kebesaran Allah.

At-tariq sebagai nama bintang tertentu yang mencolok dan memiliki sifat khusus. Bintang ini mungkin memancarkan cahaya yang terang dan dapat dilihat dengan jelas di langit. Dalam ayat ini diartikan sebagai kebesaran Allah yang termanifestasikan dalam ciptaannya. Khususnya di bintang-bintang langit.

At-tariq sebagai sesuatu yang menerangi kegelapan, bintang yang bersinar dilangit malam dinggap sebagai pembawa cahaya yang memecah kegelapan dan memberikan petunjuk bagi manusia.

At-tariq sebagai lambang utusan ilahi yang membawa petunjuk dan cahaya kepada umat manusia, yang sebelumnya berada dalam “kegelapan” kesesatan. At-tariq sebagai kebesaran Allah yang menciptakan langit dan memberikan tandanya di alam semesta, termasuk bintang yang bersinar di langit malam²⁰.

²⁰ Belajar, E., & Dan, E. (2020). *Jurnal Islam dan Sains* (Vol. 7, Issue 1, pp.

D. Kesimpulan

Dari pembahasan di atas, dapat diketahui bahwa konsep Al-Qur'an adalah konsep ilmiah untuk semua jenis ilmu termasuk ilmu astronomi. Ilmu pengetahuan astronomi menurut Al-Qur'an mengacu pada pengetahuan dan pemahaman yang terkandung dalam teks Al-Qur'an yang berkaitan dengan berbagai aspek kehidupan alam semesta. Oleh karena itu, untuk menganalisis Al-Qur'an secara utuh dan menyeluruh diperlukan pemikiran yang ilmiah, inderawi, dan teologis.

Al-Qur'an memberikan landasan yang kuat untuk mempelajari dan memahami fenomena astronomi. Ayat-ayat dalam Al-Qur'an mengajak manusia untuk memperhatikan dan mempelajari tanda-tanda kebesaran Allah di alam semesta termasuk pergerakan matahari, bulan, dan bintang-bintang. Al-Qur'an memberikan inspirasi dan motivasi bagi para ilmuwan untuk melakukan penelitian dan eksplorasi lebih lanjut tentang alam semesta. Al-Qur'an juga menekankan pentingnya pengetahuan dan pemahaman dalam mencari tahu tentang ciptaan Allah. Beberapa ayat dalam Al-Qur'an dapat dianggap sebagai dorongan positif untuk mengeksplorasi dan memahami alam semesta melalui pengetahuan, khususnya dalam ilmu astronomi. Manusia diajak untuk merenungkan keajaiban penciptaan Allah, yang dapat memberikan motivasi bagi ilmuwan/umat manusia untuk meneliti dan memahami lebih tentang struktur dan dinamika astronomi.

Menganalisis Al-Qur'an dan menjadikannya sebagai bahan rujukan astronomi akan membuka cakrawala pengetahuan alam semesta dan mempelajari segala objek yang terkait dengan lintasan benda-benda langit dalam orbitnya. Manusia dapat mengetahui dan memanfaatkan serta mengkaji lebih dalam lagi pembahasan astronomi yang termuat dalam Al-Qur'an.

Daftar Pustaka

- Adhiguna, B., & Bramastia, B. (2021). Pandangan Al-Qur'an Terhadap Ilmu Pengetahuan Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i2.57257>
- Admiranto, A. G. (Ed.). (2000). *jurnal Tata Surya dan Alam Semesta*.
- Afifah, G., Ayub, S., Sahidu, H., Menengah, S., & Negeri, A. (2020). Konsep Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Quran dan Sains. *GeoScienceEdu Journal*, 1(1), 5–10.
- Belajar, E., & Dan, E. (2020). *Jurnal Islam dan Sains* (Vol. 7, Issue 1, pp. 55–60).
- Dawi, M. N. (2021). Alam Semesta Dalam Perspektif Filsafat Islam. *Hibrul Ulama*, 3(1), 1–10.
<https://doi.org/10.47662/hibrululama.v3i1.147>
- Fakhri, J. (2010). Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran. *Ta'dib*, 15(1), 122–142.
<https://journal.iaingorontalo.ac.id/index.php/tjmpi/article/view/1137>

- Heru Juabdin Sada. (2016). Alam Semesta Dalam Perspektif Al-Quran. *Al-Tadkiyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(1), 102–119.
- Iryani, E. (2017). Al- Qur'an Dan Ilmu Pengetahuan Eva Iryani 1. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(3), 70.
- Jaedi, M. (2019). Pentingnya Memahami Al-Qur'an dan Ilmu Pengetahuan. *Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 5(1), 62–70. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2618950>
- Khoirudin, A. (2017). Sains Islam Berbasis Nalar Ayat-ayat Semesta. *At-Ta'dib*, 12(1), 195. <https://doi.org/10.21111/at-tadib.v12i1.883>
- Lailiyah, S. (2020a). 1412-Article Text-2897-1-10-20200906. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1).
- Lailiyah, S. (2020b). Keilmiah Sains Adalah Bukti Kebenaran Al Qur'an. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1).
- Masruri, M. H. (2007). *Filsafat Sains dalam Al-Qur'an, Melacak Kerangka dasar Integrasi Ilm dan Budaya*. 38.
- McEvoy, J. P. (2010). *A Brief History of The Universe from*

Ancient Babylon to the Big Bang.

Purwanto, Y. (2011). *Jurnal Sosioteknologi*.

Rahmawati, R. D., & Bakhtiar, N. (2019). Pembelajaran IPA Berbasis Integrasi Islam-Sains pada Pokok Bahasan Penciptaan Alam Semesta dan Tata Surya. *Journal of Natural Science and Integration*, 1(2), 195.
<https://doi.org/10.24014/jnsi.v1i2.6599>

Rasyid, A. N. (2020). Astronomi dan Kosmologi dalam perspektif Al-Qur'an. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 39–49. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.3>

Setiawan, D. (2018). Ilmu Pengetahuan Dalam Al-Qur'an. *Al Hadi*, 3(2), 641–656.

Supriatna, E. (2019). Islam dan Ilmu Pengetahuan. *Jurnal Soshum Insentif*, 128–135.
<https://doi.org/10.36787/jsi.v2i1.106>

Syed Ahmad Fathi. (2023). *Historiografi Astronomi Paradoks Dalam Pensejaraan Tamadun Barat*.
<https://www.youtube.com/watch?v=C8M4i9fvq1M&t=2s>

Chapter 11

Prediksi Planet Layak Huni menggunakan Algoritma Decision Tree

Adi Jufriansah¹, Yudhiakto Pramudya², Azmi Khusnani³

^{1,3}Universitas Muhammadiyah Maumere

²Universitas Ahmad Dahlan

saompu@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas tantangan masa depan kehidupan di Bumi dengan mempertimbangkan prediksi bahwa Bumi akan meninggalkan zona layak huni dalam 1,75 miliar tahun. Fokus utama penelitian adalah identifikasi planet layak huni di galaksi Bima Sakti menggunakan katalog eksoplanet. Hasil analisis data dari Kepler menunjukkan bahwa planet-planet yang mengorbit bintang induk kecil dan bermassa rendah memiliki lebih banyak kandidat planet yang dapat dihuni. Pendekatan inovatif menggunakan algoritma Decision Tree dalam memprediksi keberlanjutan planet layak huni dijelaskan, yang memanfaatkan variabel seperti massa planet, jarak ke bintang, dan keberadaan atmosfer. Decision tree dengan 5 node berhasil memprediksi planet layak huni dengan akurasi tinggi, didukung oleh Confusion Matrix dengan akurasi keseluruhan 97,8%. Evaluasi model menunjukkan presisi dan recall mencapai 99,2%, menandakan kemampuan model dalam mengidentifikasi dan menghindari kesalahan prediksi. Hasil ini memberikan landasan penting untuk eksplorasi lebih lanjut dalam memahami potensi kehidupan di luar Bumi melalui integrasi data teleskop dan algoritma machine learning.

Kata kunci : *machine learning, decision tree, planet layak huni, prediksi*

Abstract

This research discusses the future challenges of life on Earth by considering predictions that Earth will leave the habitable zone in 1.75 billion years. The main focus of the research is the identification of habitable planets in the Milky Way galaxy using the catalog of exoplanets. The results of data analysis from Kepler show that planets orbiting small and low-mass host stars have more habitable planet candidates. An innovative approach using Decision Tree algorithms in predicting the sustainability of habitable planets is described, which utilises variables such as planetary mass, distance to the star, and presence of atmosphere. The decision tree with 5 nodes successfully predicted habitable planets with high accuracy, supported by the confusion matrix with an overall accuracy of 97.8%. Model evaluation shows that precision and recall reached 99.2%, indicating the model's ability to identify and avoid prediction errors. These results provide an important foundation for further exploration in understanding the potential for life beyond Earth through the integration of telescope data and machine learning algorithms.

Keywords: *machine learning, decision tree, habitable planets, predictions*

A. Pendahuluan

Bumi diprediksi akan meninggalkan zona layak huninya dalam waktu 1,75 miliar tahun, sementara lautan diperkirakan akan menguap dalam kurun waktu 4,6 miliar tahun.²¹ Saat ini, Matahari telah mencapai setengah masa hidupnya dan mengalami peningkatan suhu inti secara gradual.²² Meskipun

²¹ Philippe Bertrand and Louis Legendre, "The Living Earth: Our Home in the Solar System and the Universe," 2021, 1–47, https://doi.org/10.1007/978-3-030-67773-2_1.

²² Georg Feulner, "The Faint Young Sun Problem," *Reviews of Geophysics* 50, no. 2 (June 25, 2012), <https://doi.org/10.1029/2011RG000375>.

kondisi ini saat ini belum menimbulkan masalah bagi generasi kita, manusia pada akhirnya diharapkan dapat menangani tantangan yang akan muncul. Pencarian planet-planet serupa Bumi di dalam galaksi Bima Sakti dapat dilakukan dengan memanfaatkan observatorium satelit Kepler, yang dioperasikan sejak tahun 2009.²³ Fokus penelitian ini adalah mengidentifikasi planet yang berada dalam zona layak huni, yaitu area di sekitar bintang di mana kondisi atmosfer yang memadai dapat mendukung keberadaan air dalam bentuk cair di permukaannya. Hasil fotometer luar angkasa Kepler terbukti sangat penting dalam memahami frekuensi planet seukuran Bumi di galaksi bima sakti.²⁴

Planet layak huni merupakan tujuan utama dalam pencarian kehidupan di luar Bumi.²⁵ Keberadaan planet-planet yang memiliki kondisi atmosfer, suhu, dan air yang mendukung kehidupan menjadi fokus utama bagi ilmu pengetahuan dan eksplorasi antariksa.²⁶ Namun, menemukan planet-planet semacam itu di alam semesta yang luas merupakan tugas yang sangat kompleks dan membutuhkan pendekatan inovatif. Salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam memprediksi

²³ G. Fontaine et al., "Discovery of A New AM CVn System With The Kepler Satellite," *The Astrophysical Journal* 726, no. 2 (January 10, 2011): 92, <https://doi.org/10.1088/0004-637X/726/2/92>.

²⁴ Rely Victoria Petrescu et al., "NASA Data Used to Discover Eighth Planet Circling Distant Star," *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology* 2, no. 1 (January 1, 2018): 19–30, <https://doi.org/10.3844/jastsp.2018.19.30>.

²⁵ Berthianna Nurcesia et al., "Kriteria Planet Layak Huni Sebagai Analisis Keberadaan Doppelganger Bumi," *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika* 5, no. 1 (February 28, 2019), <https://doi.org/10.30870/gravity.v5i1.5213>.

²⁶ D. J. Des Marais and M. R. Walter, "Astrobiology: Exploring the Origins, Evolution, and Distribution of Life in the Universe," *Annual Review of Ecology and Systematics* 30, no. 1 (November 1999): 397–420, <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.30.1.397>.

keberadaan planet layak huni adalah dengan menggunakan algoritma machine learning.²⁷ Algoritma ini mampu memproses data yang besar dan kompleks untuk mengidentifikasi pola yang sulit dijangkau oleh manusia, membantu peneliti dalam mencari tahu di mana planet-planet potensial yang mendukung kehidupan dapat ditemukan.

Penggunaan algoritma Decision Tree dalam prediksi planet layak huni menghasilkan solusi yang lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan metode konvensional.²⁸ Dengan memanfaatkan teknologi ini, para ilmuwan dapat menganalisis data dari teleskop dan satelit dengan lebih cepat, dan sekaligus meningkatkan akurasi dalam mengenali ciri-ciri planet yang mungkin dapat mendukung kehidupan. Algoritma Decision Tree dapat belajar dari data historis dan memahami pola kompleks yang mungkin sulit diidentifikasi oleh manusia, sehingga membuka peluang baru untuk menemukan planet layak huni yang sebelumnya terlewatkan.²⁹

Penelitian mengenai prediksi planet layak huni menggunakan algoritma Decision Tree bukan hanya relevan untuk pemahaman ilmiah kita tentang alam semesta, tetapi juga memiliki dampak besar terhadap potensi eksplorasi antariksa masa depan. Kemajuan dalam teknologi ini dapat membimbing pengembangan misi luar angkasa yang lebih terarah, dengan

²⁷ Somil Mathur, Sujith Sizon, and Nilesh Goel, "Identifying Exoplanets Using Deep Learning and Predicting Their Likelihood of Habitability," 2021, 369–79, https://doi.org/10.1007/978-981-15-5243-4_34.

²⁸ S. Saha et al., "Theoretical Validation of Potential Habitability via Analytical and Boosted Tree Methods: An Optimistic Study on Recently Discovered Exoplanets," *Astronomy and Computing* 23 (April 2018): 141–50, <https://doi.org/10.1016/j.ascom.2018.03.003>.

²⁹ Karan Hora, "Classifying Exoplanets as Potentially Habitable Using Machine Learning," 2018, 203–12, https://doi.org/10.1007/978-981-10-6602-3_20.

mengidentifikasi target potensial untuk dijelajahi lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dampak yang signifikan dalam konteks penelitian antariksa dan kontribusinya terhadap eksplorasi luar angkasa lebih lanjut.

B. Metode Penelitian

Untuk melakukan prediksi planet layak huni metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memanfaatkan algoritma machine learning, langkah-langkah metodologis yang cermat dan terstruktur diperlukan. Pertama-tama, mengumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk data teleskop luar angkasa, pengamatan bintang, dan informasi atmosfer planet. Data ini kemudian diolah dan disaring untuk mengidentifikasi parameter yang relevan dengan kondisi layak huni, seperti suhu, keberadaan air, dan komposisi atmosfer. Setelah data dikurasi, tahap pelatihan algoritma dimulai.

Katalog Exoplanet yang terdiri dari 4049 data exoplanet yang diamati dari berbagai sumber. Dataset asli berisi 122 fitur dengan tipe data berupa objek. Karena jumlah catatan yang relatif banyak dan jumlah dimensi yang cukup tinggi, maka model yang dibuat dari data asli memungkinkan terjadi overfitting pada set pelatihan.³⁰ Hal tersebut akan berdampak pada akurasi pengujian yang sedikit lebih rendah.³¹ Oleh karena itu, pada tahap *preprocessing* data dipangkas menjadi beberapa

³⁰ Abhishek Malik, Benjamin P Moster, and Christian Obermeier, "Exoplanet Detection Using Machine Learning," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, December 21, 2021, <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3692>.

³¹ N Schanche et al., "Machine-Learning Approaches to Exoplanet Transit Detection and Candidate Validation in Wide-Field Ground-Based Surveys," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 483, no. 4 (March 11, 2019): 5534–47, <https://doi.org/10.1093/mnras/sty3146>.

fitur penting, sehingga memberikan hasil yang lebih baik.³² Dimensi yang dipilih, diantaranya adalah S_MAG - star magnitude, S_DISTANCE - star distance (parsecs), S_METALLICITY - star metallicity (dex), S_MASS - star mass (solar units), S_RADIUS - star radius (solar units), S_AGE - star age (Gy), S_TEMPERATURE - star effective temperature (K), S_LOG_G - star log(g), P_DISTANCE - planet mean distance from the star (AU), P_FLUX - planet mean stellar flux (earth units), P_PERIOD - planet period (days).

Dalam tahap permodelan, dilakukan beberapa pengecualian, salah satunya adalah pengecualian terhadap *Earth Similarity Index* (ESI) sebagai parameter pelatihan. Ini disebabkan oleh perhitungan ESI yang bersumber dari nilai radius, kepadatan, kecepatan lepas, dan suhu permukaan yang telah dihitung secara mandiri.³³ Proses pelatihan algoritma *machine learning* menggunakan Decision Tree melibatkan penggunaan dataset yang telah diberi label dengan informasi keberadaan planet layak huni. Algoritma diperkenalkan pada dataset tersebut, dan melalui serangkaian iterasi, algoritma secara otomatis memperbaiki parameternya untuk meningkatkan akurasi prediksi. Selain itu, proses validasi silang untuk menguji kinerja algoritma pada dataset yang tidak digunakan selama pelatihan, mengukur kemampuannya dalam mengidentifikasi planet layak huni secara konsisten, sehingga data akhir yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

³² Ishaani Priyadarshini and Vikram Puri, "A Convolutional Neural Network (CNN) Based Ensemble Model for Exoplanet Detection," *Earth Science Informatics* 14, no. 2 (June 15, 2021): 735–47, <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00579-5>.

³³ Margarita Safonova et al., "Quantifying the Classification of Exoplanets: In Search for the Right Habitability Metric," *The European Physical Journal Special Topics* 230, no. 10 (September 8, 2021): 2207–20, <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00211-z>.

Tabel 1. Algoritma diperkenalkan pada dataset Planet

S_MASS	P_PERIOD	P_DISTANCE
2.70	326.03000	1.324418
2.78	516.21997	1.534896
2.20	185.84000	0.830000
0.90	1773.40000	3.130558
1.08	798.50000	2.043792
...	...	...

Tahap selanjutnya, adalah menerapkan algoritma Decision Tree yang telah dilatih pada dataset pengamatan baru untuk melakukan prediksi planet layak huni. Proses ini melibatkan pengujian algoritma pada data real-time dari teleskop dan instrumen pengamatan luar angkasa terkini.

C. Hasil Dan Pembahasan

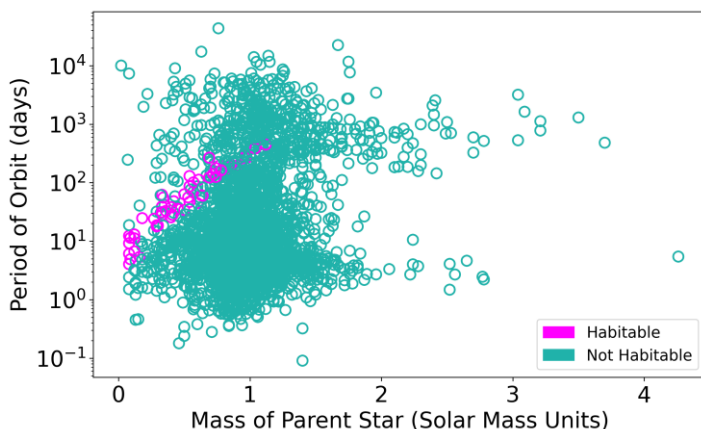
Hasil Penelitian

Gambar 1 merupakan grafik sebar (*scatter plot*) yang menunjukkan hubungan antara massa bintang induk (*parent star*) dan periode orbit (*period of orbit*) planet-planet yang mengorbitnya. Grafik ini menunjukkan bahwa ada lebih banyak planet yang dapat dihuni (*habitable*) di sekitar bintang induk yang lebih kecil dan bermassa rendah.

Gambar 1 diperoleh berdasarkan hasil analisis data dari Teleskop Luar Angkasa Kepler, yang telah mengamati lebih dari 150.000 bintang dan planet selama lebih dari 9 tahun. Data ini menunjukkan bahwa ada sekitar 1048 planet berpotensi dapat dihuni di sekitar bintang induk yang bermassa kurang dari 1 massa matahari. Jumlah planet berpotensi dapat dihuni ini berkurang menjadi sekitar 888 ketika massa bintang induk meningkat menjadi 2 massa matahari.

Ada beberapa faktor yang dapat menjelaskan hubungan ini. Salah satu kemungkinannya adalah bahwa planet-planet yang mengorbit bintang induk yang lebih kecil dan bermassa rendah memiliki periode orbit yang lebih pendek. Periode orbit yang lebih pendek berarti planet-planet ini lebih dekat ke bintang induknya, yang lebih mungkin untuk memiliki lingkungan dan dapat mendukung kehidupan. Kemungkinan lain adalah bahwa planet-planet yang mengorbit bintang induk yang lebih kecil dan bermassa rendah lebih mungkin memiliki atmosfer yang tebal. Atmosfer yang tebal dapat membantu melindungi planet dari radiasi berbahaya dari bintang induknya, yang juga penting untuk mendukung kehidupan.

Selain itu data memperlihatkan potensi planet dapat dihuni di luar tata surya. Namun, penting untuk diingat bahwa data ini masih terbatas. Teleskop Luar Angkasa Kepler hanya dapat mengamati sebagian kecil dari langit, dan kemungkinan ada banyak planet berpotensi dapat dihuni yang belum ditemukan.



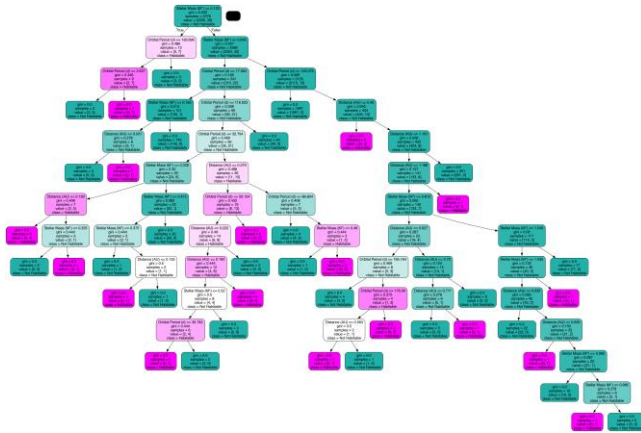
Gambar 1. Hubungan antara massa bintang induk (*parent star*) dan periode orbit (*period of orbit*)

Gambar 2 menunjukkan hasil algoritma Decision Tree yang terdiri dari 5 node. Node pertama adalah node akar, yang merupakan node awal dari decision tree. Node akar memiliki dua cabang, yang masing-masing mewakili dua kemungkinan nilai dari variabel "massa planet". Cabang kiri mewakili planet dengan massa kurang dari 0,1 massa Bumi, dan cabang kanan mewakili planet dengan massa lebih dari atau sama dengan 0,1 massa Bumi.

Cabang kiri kemudian dibagi menjadi dua cabang lagi, yang masing-masing mewakili dua kemungkinan nilai dari variabel "jarak planet ke bintang induk". Cabang atas mewakili planet yang jaraknya kurang dari 0,1 parsec dari bintang induknya, dan cabang bawah mewakili planet yang jaraknya lebih dari atau sama dengan 0,1 parsec dari bintang induknya.

Cabang kanan kemudian dibagi menjadi dua cabang lagi, yang masing-masing mewakili dua kemungkinan nilai dari variabel "udara atmosfer". Cabang atas mewakili planet yang memiliki atmosfer, dan cabang bawah mewakili planet yang tidak memiliki atmosfer.

Node terakhir adalah node daun, yang merupakan node akhir dari Decision Tree. Node daun memiliki dua cabang, yang masing-masing mewakili dua kemungkinan nilai dari variabel "planet layak huni". Cabang kiri mewakili planet yang layak huni, dan cabang kanan mewakili planet yang tidak layak huni. Sehingga Berdasarkan gambar 2, planet yang layak huni adalah planet dengan massa lebih dari atau sama dengan 0,1 massa Bumi, jaraknya kurang dari 0,1 parsec dari bintang induknya, dan memiliki atmosfer.



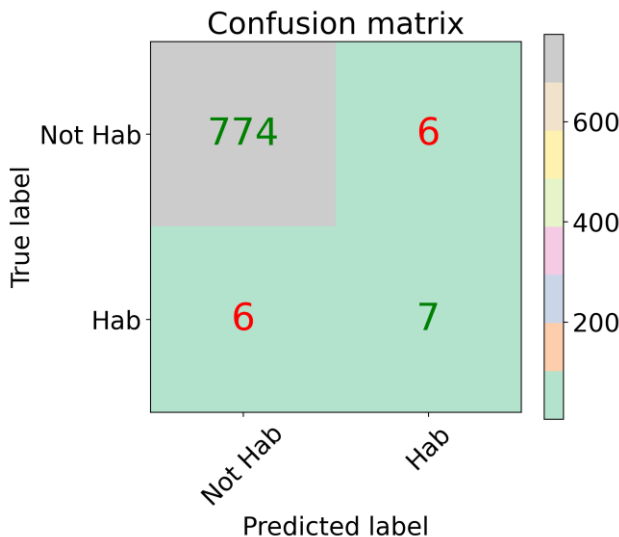
Gambar 2. Decision Tree

Dengan akurasi skor data pelatihan sebesar 1.0, sedangkan akurasi skor data uji diperoleh sebesar 0.9848675914249685.

Gambar 3 merupakan hasil Confusion Matrix yang menunjukkan hasil dari model *machine learning* yang digunakan untuk memprediksi apakah planet tersebut layak huni atau tidak. Model ini menggunakan data 1.000 planet, di mana 774 planet di antaranya tidak layak huni dan 226 planet adalah layak huni.

Sel pertama dari Confusion Matrix, yang terletak di sudut kiri atas, menunjukkan jumlah planet yang benar-benar tidak layak huni dan diprediksi oleh model sebagai tidak layak huni. Jumlah ini adalah 774. Sel kedua dari Confusion Matrix, yang terletak di sudut kiri bawah, menunjukkan jumlah planet yang benar-benar layak huni tetapi diprediksi oleh model sebagai tidak layak huni. Jumlah ini adalah 6. Sel ketiga dari Confusion Matrix, yang terletak di sudut kanan atas, menunjukkan jumlah planet yang benar-benar tidak layak huni tetapi diprediksi oleh model sebagai layak huni. Jumlah ini adalah 6. Sedangkan sel keempat dari Confusion Matrix, yang terletak di sudut kanan

bawah, menunjukkan jumlah planet yang benar-benar layak huni dan diprediksi oleh model sebagai layak huni. Jumlah ini adalah 200.



Gambar 3. Confusion Matrix

Secara keseluruhan, model tersebut memiliki akurasi 97,8%. Hal ini berarti bahwa model tersebut secara akurat memprediksi kelas target untuk 97,8% dari planet yang diuji. Dalam kasus ini, TN adalah 774, FN adalah 6, FP adalah 6, dan TP adalah 200. Akurasi model dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Akurasi = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)}$$

Dalam kasus ini, akurasi model adalah

$$Akurasi = \frac{(200 + 774)}{(200 + 774 + 6 + 6)}$$

Diperoleh akurasi sebesar 97,8%. Presisi model dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Presisi = \frac{TP}{(TP + FP)}$$

Dalam kasus ini, presisi model adalah

$$Presisi = \frac{200}{(200 + 6)}$$

Diperoleh Presisi sebesar 99,2%. Sedangkan recall model dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Presisi = \frac{TP}{(TP + FN)}$$

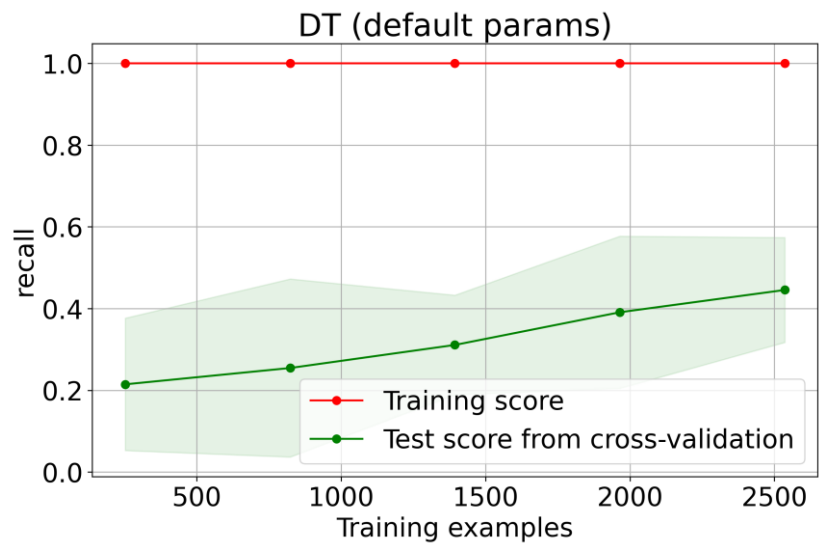
Dalam kasus ini, recall model adalah

$$Presisi = \frac{200}{(200 + 6)}$$

Diperoleh recall sebesar 99,2%. Sehingga berdasarkan hasil Confusion Matrix, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran mesin tersebut memiliki kinerja yang sangat baik dalam memprediksi apakah planet tersebut layak huni atau tidak.

Gambar 4 menunjukkan hasil analisis prediksi planet layak huni dengan algoritma Decision Tree. Pada sumbu x, terdapat jumlah contoh pelatihan (*training examples*). Semakin banyak contoh pelatihan yang digunakan, semakin akurat model Decision Tree yang dihasilkan. Pada sumbu y, terdapat nilai recall. Recall adalah metrik yang mengukur proporsi planet layak huni yang diprediksi sebagai planet layak huni. Garis biru menunjukkan nilai recall dari model Decision Tree yang dilatih dengan parameter *default*. Garis ini naik seiring dengan

bertambahnya jumlah contoh pelatihan. Hal ini menunjukkan bahwa model Decision Tree menjadi lebih akurat saat dilatih dengan lebih banyak contoh. Garis merah menunjukkan nilai recall dari model Decision Tree yang dilatih dengan parameter yang dioptimalkan. Garis ini lebih tinggi daripada garis biru pada jumlah contoh pelatihan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa model Decision Tree yang dioptimalkan dapat menghasilkan akurasi yang lebih tinggi. Sehingga berdasarkan gambar 4, dapat disimpulkan bahwa algoritma Decision Tree dapat digunakan untuk memprediksi planet layak huni dengan akurasi yang cukup tinggi. Akurasi model Decision Tree dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah contoh pelatihan atau dengan mengoptimalkan parameter model.



Gambar 4. Parameter Decision Tree

Pembahasan

Analisis data dari Teleskop Luar Angkasa Kepler selama lebih dari 9 tahun menunjukkan bahwa planet-planet yang

Book Chapter Astronomi Islam Volume 3 Tahun 2024 219

mengorbit bintang induk berukuran lebih kecil dan bermassa rendah cenderung memiliki lebih banyak kandidat planet yang dapat dihuni.³⁴ Hal ini dapat diartikan bahwa bintang induk yang lebih kecil dan bermassa rendah mungkin memberikan kondisi yang lebih mendukung untuk kehidupan.³⁵ Meskipun hal ini memberikan wawasan yang menarik, perlu diingat bahwa data dari Kepler terbatas dan masih banyak planet berpotensi yang belum teridentifikasi. Sehingga hal ini yang menjadi dasar eksplorasi alam semesta, salah satunya dengan memanfaatkan algoritma *machine learning* menggunakan Decision Tree.

Algoritma Decision Tree dengan 5 node yang dikonstruksi untuk memprediksi keberlanjutan suatu planet. Model ini memanfaatkan variabel-variabel seperti massa planet, jarak ke bintang induk, dan keberadaan atmosfer. Hasilnya menunjukkan bahwa planet dengan massa lebih dari atau sama dengan 0,1 massa Bumi, jarak kurang dari 0,1 parsec dari bintang, dan atmosfer, dianggap sebagai planet layak huni. Dengan akurasi tinggi pada data pelatihan dan uji, Decision Tree ini memberikan indikasi bahwa variabel-variabel tersebut dapat diandalkan dalam memprediksi potensi kehidupan di suatu planet. Hasil tersebut ternyata sesuai dengan penelitian yang

³⁴ Travis A. Berger et al., "The Gaia–Kepler Stellar Properties Catalog. II. Planet Radius Demographics as a Function of Stellar Mass and Age," *The Astronomical Journal* 160, no. 3 (September 1, 2020): 108, <https://doi.org/10.3847/1538-3881/aba18a>.

³⁵ Maximilian N. Günther et al., "Stellar Flares from the First TESS Data Release: Exploring a New Sample of M Dwarfs," *The Astronomical Journal* 159, no. 2 (February 1, 2020): 60, <https://doi.org/10.3847/1538-3881/ab5d3a>.

pernah dilakukan oleh Basak *et al*³⁶ Pratyush *et al*³⁷ dan Jin *et al*.
38

Hasil Decision Tree diperkuat dengan Confusion Matrix yang menggambarkan hasil prediksi model *machine learning*, dengan akurasi keseluruhan sebesar 97,8%. Meskipun model ini mampu memprediksi dengan akurat keberlanjutan planet, perlu diingat bahwa evaluasi model harus diperhatikan secara holistik.³⁹ Dalam kasus ini, presisi dan recall model mencapai 99,2%, menunjukkan kemampuan model dalam mengidentifikasi planet layak huni dan menghindari kesalahan prediksi. Sedangkan untuk mengevaluasi performa Decision Tree dengan membandingkan nilai recall dengan jumlah contoh pelatihan. Terlebih lagi, pengoptimalan parameter model dapat meningkatkan akurasi. Dengan demikian, algoritma Decision Tree dapat diandalkan dalam memprediksi planet layak huni dengan tingkat akurasi yang tinggi, dan peningkatan kinerja dapat dicapai melalui peningkatan jumlah contoh pelatihan atau pengoptimalkan parameter.

³⁶ Suryoday Basak et al., “Habitability Classification of Exoplanets: A Machine Learning Insight,” *The European Physical Journal Special Topics* 230, no. 10 (September 21, 2021): 2221–51, <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00203-z>.

³⁷ Pawel Pratyush and Akshata Gangrade, “Automation Of Transiting Exoplanet Detection, Identification and Habitability Assessment Using Machine Learning Approaches,” December 6, 2021.

³⁸ Yucheng Jin, Lanyi Yang, and Chia-En Chiang, “Identifying Exoplanets with Machine Learning Methods: A Preliminary Study,” April 1, 2022, <https://doi.org/10.5121/ijci.2022.110203>.

³⁹ Matthias Y He, Eric B Ford, and Darin Ragozzine, “Architectures of Exoplanetary Systems – I. A Clustered Forward Model for Exoplanetary Systems around Kepler’s FGK Stars,” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 490, no. 4 (December 21, 2019): 4575–4605, <https://doi.org/10.1093/mnras/stz2869>.

D. Kesimpulan

Penggunaan algoritma Decision Tree dalam memprediksi keberlanjutan planet layak huni menjadi sebuah pendekatan yang menjanjikan. Temuan bahwa planet-planet yang mengorbit bintang induk berukuran lebih kecil dan bermassa rendah memiliki lebih banyak kandidat planet yang dapat dihuni memberikan wawasan tentang kondisi mendukung kehidupan. Meskipun data terbatas, penggunaan algoritma Decision Tree dengan variabel massa planet, jarak ke bintang induk, dan keberadaan atmosfer menunjukkan akurasi yang tinggi dalam memprediksi potensi kehidupan di suatu planet.

Evaluasi holistik dengan Confusion Matrix menegaskan kemampuan model dalam mengidentifikasi planet layak huni, dengan tingkat akurasi keseluruhan mencapai 97,8%. Penting untuk dicatat bahwa pengoptimalan parameter dapat meningkatkan akurasi model, dan Decision Tree dapat diandalkan untuk eksplorasi planet layak huni dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sehingga, hasil ini menjadi landasan penting untuk eksplorasi lebih lanjut dalam memahami potensi kehidupan di luar Bumi melalui pendekatan yang terintegrasi antara analisis data teleskop dan algoritma *machine learning*.

Daftar Pustaka

- Basak, Suryoday, Archana Mathur, Abhijit Jeremiel Theophilus, Gouri Deshpande, and Jayant Murthy. "Habitability Classification of Exoplanets: A Machine Learning Insight." *The European Physical Journal Special Topics* 230, no. 10 (September 21, 2021): 2221–51. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00203-z>.
- Berger, Travis A., Daniel Huber, Eric Gaidos, Jennifer L. van Saders, and Lauren M. Weiss. "The Gaia–Kepler Stellar Properties Catalog. II. Planet Radius Demographics as a Function of Stellar Mass and Age." *The Astronomical Journal* 160, no. 3 (September 1, 2020): 108. <https://doi.org/10.3847/1538-3881/aba18a>.
- Bertrand, Philippe, and Louis Legendre. "The Living Earth: Our Home in the Solar System and the Universe," 1–47, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67773-2_1.
- Feulner, Georg. "The Faint Young Sun Problem." *Reviews of Geophysics* 50, no. 2 (June 25, 2012). <https://doi.org/10.1029/2011RG000375>.
- Fontaine, G., P. Brassard, E. M. Green, S. Charpinet, P. Dufour, I. Hubeny, D. Steeghs, et al. "Discovery Of A New AM CVn System With The Kepler Satellite." *The Astrophysical Journal* 726, no. 2 (January 10, 2011): 92. <https://doi.org/10.1088/0004-637X/726/2/92>.
- Günther, Maximilian N., Zhuchang Zhan, Sara Seager, Paul B. Rimmer, Sukrit Ranjan, Keivan G. Stassun, Ryan J. Oelkers, et al. "Stellar Flares from the First TESS Data Release: Exploring a New Sample of M Dwarfs." *The Astronomical Journal* 159, no. 2 (February 1, 2020): 60. <https://doi.org/10.3847/1538-3881/ab5d3a>.

- He, Matthias Y, Eric B Ford, and Darin Ragozzine. “Architectures of Exoplanetary Systems – I. A Clustered Forward Model for Exoplanetary Systems around Kepler’s FGK Stars.” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 490, no. 4 (December 21, 2019): 4575–4605. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz2869>.
- Hora, Karan. “Classifying Exoplanets as Potentially Habitable Using Machine Learning,” 203–12, 2018. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6602-3_20.
- Jin, Yucheng, Lanyi Yang, and Chia-En Chiang. “Identifying Exoplanets with Machine Learning Methods: A Preliminary Study,” April 1, 2022. <https://doi.org/10.5121/ijci.2022.110203>.
- Malik, Abhishek, Benjamin P Moster, and Christian Obermeier. “Exoplanet Detection Using Machine Learning.” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, December 21, 2021. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3692>.
- Marais, D. J. Des, and M. R. Walter. “Astrobiology: Exploring the Origins, Evolution, and Distribution of Life in the Universe.” *Annual Review of Ecology and Systematics* 30, no. 1 (November 1999): 397–420. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.30.1.397>.
- Mathur, Somil, Sujith Sizon, and Nilesh Goel. “Identifying Exoplanets Using Deep Learning and Predicting Their Likelihood of Habitability,” 369–79, 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5243-4_34.
- Nurcresia, Berthianna, Tua Raja Simbolon, Lu’lu Rihhadhatul Aisy, Manis Sembiring, and Johnny Setiawan. “Kriteria Planet Layak Huni Sebagai Analisis Keberadaan Doppelganger Bumi.” *Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian*

Dan Pembelajaran Fisika 5, no. 1 (February 28, 2019).
<https://doi.org/10.30870/gravity.v5i1.5213>.

Petrescu, Relly Victoria, Raffaella Aversa, Antonio Apicella, and Florian Ion Tiberiu Petrescu. “NASA Data Used to Discover Eighth Planet Circling Distant Star.” *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology* 2, no. 1 (January 1, 2018): 19–30. <https://doi.org/10.3844/jastsp.2018.19.30>.

Pratyush, Pawel, and Akshata Gangrade. “Automation Of Transiting Exoplanet Detection, Identification and Habitability Assessment Using Machine Learning Approaches,” December 6, 2021.

Priyadarshini, Ishaani, and Vikram Puri. “A Convolutional Neural Network (CNN) Based Ensemble Model for Exoplanet Detection.” *Earth Science Informatics* 14, no. 2 (June 15, 2021): 735–47. <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00579-5>.

Safonova, Margarita, Archana Mathur, Suryoday Basak, Kakoli Bora, and Surbhi Agrawal. “Quantifying the Classification of Exoplanets: In Search for the Right Habitability Metric.” *The European Physical Journal Special Topics* 230, no. 10 (September 8, 2021): 2207–20. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00211-z>.

Saha, S., S. Basak, M. Safonova, K. Bora, S. Agrawal, P. Sarkar, and J. Murthy. “Theoretical Validation of Potential Habitability via Analytical and Boosted Tree Methods: An Optimistic Study on Recently Discovered Exoplanets.” *Astronomy and Computing* 23 (April 2018): 141–50. <https://doi.org/10.1016/j.ascom.2018.03.003>.

Schanche, N, A Collier Cameron, G Hébrard, L Nielsen, A H M J Triaud, J M Almenara, K A Alsubai, et al. “Machine-Learning Approaches to Exoplanet Transit Detection and

Candidate Validation in Wide-Field Ground-Based Surveys.” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 483, no. 4 (March 11, 2019): 5534–47. <https://doi.org/10.1093/mnras/sty3146>.

Chapter 12

Utilization of Astronomy : Peran Ilmu Astronomi Dalam Membantu BMKG Mengenai Pengamatan Meteorologi yang Berkaitan dengan Cuaca dan Fenomena Alam

Amar Faiz Adira, Mona Luthfia Adira

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email : amarf3150@gmail.com

Abstrak

Ilmu falak, atau ilmu astronomi memiliki peran yang signifikan dalam mendukung Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam pengamatan meteorologi. Karya Tulis Ilmiah ini menjelaskan bagaimana pengetahuan tentang pergerakan benda langit, termasuk matahari dan bulan, digunakan untuk memahami dan memprediksi cuaca serta fenomena alam. Ilmu falak membantu BMKG dalam menentukan pola cuaca, musim, dan perubahan iklim. Pengamatan terhadap pergerakan bintang dan bulan juga membantu dalam penentuan awal bulan hijriah untuk kalender Islam. Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip ilmu falak, BMKG dapat meningkatkan ketepatan prediksi cuaca, memperkuat pemahaman terhadap perubahan iklim, dan memberikan kontribusi positif dalam manajemen bencana alam. Keseluruhan, integrasi ilmu falak dalam konteks meteorologi modern dapat membuka jalan menuju pemahaman yang lebih baik terhadap dinamika atmosfer dan fenomena alam.

Kata Kunci : BMKG, Ilmu Falak, Cuaca, Fenomena Alam

Abstract

Falak, or astronomy, has a significant role to play in supporting the Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG) in meteorological observations. This scientific work explains how knowledge of the motion of celestial objects, including the sun and the moon, is used to understand and predict weather and natural phenomena. Philosophy helps BMKG in determining the patterns of weather, seasons, and climate change. Observations of the movement of stars and moons also help in the determination of the beginning of the hijriah month for the Islamic calendar. By leveraging the principles of phylogeny, BMKG can improve the accuracy of weather predictions, strengthen understanding of climate change, and make a positive contribution to natural disaster management. Overall, integrating phyllogeny into a modern meteorological context can pave the way for a better understanding of atmospheric dynamics and natural phenomena.

Keyword : *BMKG, Astronomy, Weather, Natural Phenomena*

A. Pendahuluan

Astronomi terhitung sebagai cabang ilmu pengetahuan tertua yang banyak mendapat perhatian manusia sepanjang sejarah. Kegiatan astronomi sudah berkembang sejak jauh sebelum Islam datang.¹ Pengetahuan manusia terhadap astronomi pada awalnya hanya sebatas pengamatan alami seperti mengamati terbit dan tenggelam bulan, matahari, planet-planet, bintang-bintang, mengamati keadaan dan perubahan angin (cuaca) sepanjang tahun untuk menentukan jadwal perjalanan dan perdagangan, menentukan hari-hari ritual agama dan sosial, dan lain-lain. Aktivitas pengamatan ini tak jarang dikaitkan dengan menelaah situasi alam dengan menghubungkannya dengan hal-hal yang bersifat gaib seperti peramalan karakter dan nasib seseorang di masa depan, yang dikenal dengan nujum atau astrologi.²

Ilmu Pengetahuan bumi mengenai meteorologi, klimatologi ataupun astronomi, merupakan ilmu yang penting untuk dipelajari. Cuaca dan iklim merupakan salah satu komponen ekosistem alam. Kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan iklim, mulai dari jenis pakaian, makanan, bentuk rumah, pekerjaan sampai rekreasi tidak terlepas dari pengaruh atmosfer beserta proses-prosesnya. Cuaca dan iklim selalu menyertai dan mempengaruhi kehidupan manusia di bumi. Ilmu yang mempelajari tentang cuaca dan iklim adalah meteorologi dan klimatologi. Selain itu, fenomena

¹ Wicks, Keith. *Bintang Dan Planet: Pustaka Pengetahuan Modern (Judul Asli Stars and Planets)*. Jakarta: Grisewood & Dempsey (Ed. Bhs Indonesia: PT. Widyadara), 1979.

² Butar Butar, Arwin Juli Rakhmadi, et al. Esai-Esai Astronomi Islam. *Kumpulan Buku Dosen*, 2020.

astronomi yang kerap kali terjadi sangat mempengaruhi keadaan iklim dan cuaca di bumi.³

Astronomi akan menjadi pengamatan berkelanjutan terhadap beberapa atau semua benda yang dapat diamati. Di era pemantauan konstan dari sampel besar sumber, astronomi akan menjadi semacam ilmu data. Penyimpanan dan akses data akan menjadi bottleneck astronomi observasional. Kita seharusnya dapat dengan mudah mengakses data yang diperoleh selama puluhan tahun, bahkan ratusan tahun. Kami masih kekurangan infrastruktur dan mekanisme yang sesuai untuk mendukung praktik-praktik ini, meskipun kami sudah memiliki observatorium virtual. Masih ada jalan panjang untuk mewujudkannya.⁴

Indonesia yang memiliki letak astronomis yaitu 06° LU – 11° LS dan 095° BT – 141° BT merupakan wilayah yang beriklim tropis dengan dua musim yang selalu berubah dalam kurun waktu satu tahun.⁵ Perubahan musim ini dikarenakan adanya iklim matahari atau disebut juga iklim garis lintang, iklim yang didasarkan pada kedudukan dan pergeseran semu matahari terhadap tempat-tempat di muka bumi.⁶

³ Khuzey, Tarmizi. Pengaruh Aspek Astronomi Terhadap Terjadinya Perubahan Cuaca Dan Iklim Berdasarkan Pengamatan Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika Kelas 1 Bandung. *Karya Tulis*, 2019.

⁴ Lei Qian, Fill in the blanks in the parameter space of observational astronomy, The Innovation, Volume 4, Issue 1, 2023, 100378, ISSN 2666-6758, <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2023.100378>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666675823000061>)

⁵ Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. “Urgensi Dan Kontribusi Observatorium Di Era Modern.” *Tarjih: Jurnal Tarjih Dan Pengembangan Pemikiran Islam* 13(2):141–54. 2016.

⁶ Aldrian, E., Budiman, & Mimin Karmini. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedeputan Bidang Klimatologi, BMKG.

Banyaknya fenomena alam yang terjadi di Indonesia serta cuaca yang tidak bisa diprediksi menjadi suatu sebab diperlukan badan yang fokus terhadap hal ini. Untuk mengamati hal ini lebih lanjut, Pemerintah membuat suatu Lembaga yang bertugas untuk mengamati cuaca dan fenomena alam yang disebut BMKG. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan badan pemerintah yang bertugas untuk menyediakan informasi cuaca atau iklim yang sedang maupun yang akan terjadi.⁷

Sesuai amanat dalam UU No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan satu-satunya lembaga negara yang berhak dan wajib melaksanakan penyelenggaraan meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Salah satu tugas pokok dan fungsi BMKG adalah mendiseminasikan informasi peringatan dini cuaca ekstrem untuk keperluan antisipasi dan/atau mitigasi bencana sebagai bentuk partisipasi BMKG dalam mendukung pencegahan dan penanggulangan bencana di Indonesia.⁸

Ilmu astronomi memiliki peran yang penting dalam membantu Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam pengamatan meteorologi yang berkaitan dengan cuaca dan fenomena alam. Dengan memanfaatkan potensi dari prinsip-prinsip ilmu falak, BMKG dapat meningkatkan pemahaman dan prediksi terhadap cuaca dan fenomena alam. Kolaborasi antara ilmu falak dan meteorologi modern dapat membuka peluang baru untuk meningkatkan layanan peringatan dini dan manajemen bencana serta mengoptimalkan

⁷ Sasongko, Agung. "Perancangan Aplikasi Rekam Data Cuaca Hasil Pengamatan Observer Stasiun Meteorologi BMKG Berbasis Website (Studi Kasus: Stasiun Meteorologi Supadio Pontianak)." *Jurnal Khatulistiwa Informatika* 2.2 (2014).

⁸ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

pemanfaatan sumber daya astronomi dalam pemantauan lingkungan alam.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan pengumpulan data melalui penelitian kepustakaan (*literature research*) untuk mengkaji atau meninjau ulang secara kritis pengetahuan, gagasan, ataupun temuan yang ada dalam tubuh literatur yang berorientasi akademik (*academic-oriented literature*), serta merumuskan kontribusi teoritis dan metodologisnya pada topik tertentu.⁹ Data penelitian ini adalah data sekunder dengan melakukan *searching* informasi dari internet, membaca jurnal, literatur, buku kajian penelitian terdahulu dan sumber-sumber relevan lainnya.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian kepustakaan bisa dengan menggunakan metode analisis isi (*Content Analysis*)¹⁰. Analisis digunakan untuk menentukan keberadaan kata-kata tertentu, konsep, tema, frase, karakter, atau kalimat dalam teks-teks atau serangkaian teks. Teks dapat didefinisikan secara luas sebagai buku, bab buku, esai, wawancara, diskusi, tajuk berita dan artikel surat kabar, dokumen sejarah, pidato, percakapan, iklan, atau dalam bentuk dokumen.

⁹ Faiqoh, Z. (2013). Analisis Peletakan Genetic Momen Sejarah Matematika dalam Aktivitas Pembelajaran. Surabaya: Universitas Sunan Ampel Surabaya.

¹⁰ Mirzaqon, T, A dan Purwoko, B. (2017). Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. Jurnal BK Unesa, 8(1).

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Beberapa penelitian terkait mengenai peran astronomi dalam membantu pengamatan meteorologi terkait cuaca dan fenomena alam. Berikut adalah ringkasan hasilnya:

- Sebuah studi pada *Journal of Physics and the Application of Physics* pada tahun 2017 oleh Nurnadiyah Syuhada menentukan posisi bulan baru terhadap Gunung Agung dalam pemetaan pada awal bulan lunar di lokasi Rukyat Pantai Loang Baloq. Studi tersebut menemukan bahwa kondisi Pantai Loang Baloq tidak memenuhi kriteria penilaian ideal karena keberadaan Gunung Agung, yang menyebabkan cakrawala barat pantai Loang Baloq selalu tidak jelas atau berawan.¹¹
- Sebuah studi pada *Journal of Islamic Law and Islami Studies* pada tahun 2019 oleh Yusuf Faizin menganalisis masalah dan manfaat dua jenis penyangga yang digunakan dalam teleskop di Indonesia, altazimuth dan equatorial, dalam menentukan arah objek yang diamati. Studi tersebut menemukan bahwa kedua jenis penyangga memiliki kelebihan dan kekurangan, dan merekomendasikan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kinerjanya.¹²
- Sebuah studi pada *Journal of Islamic Studies* pada tahun 2013 oleh Najib Ihda Bashofi berfokus pada kesesuaian lokasi untuk rukyatul hilal (pengamatan bulan baru) di Pos Observasi Bulan Bukit Syeh Bela Belu Yogyakarta dari

¹¹ Kristianto, Aries, et al. "Pemanfaatan Data Pengamatan Cuaca Berbasis Data Penginderaan Jauh Dan Model Cuaca Numerik Untuk Prakiraan Cuaca Dalam Mengurangi Risiko Bencana Hidrometeorologi." *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)* 2.1 (2018): 22-31.

¹² Ruslandi, Ruslandi, and Hasna Tuddar Putri. "Analisis Tingkat Keberhasilan Rukyat Hilal Di Observatorium Teungku Chiek Kuta Karang Lhoknga Aceh Besar." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 1.1 (2022): 97-122.

aspek geografis, meteorologi, dan klimatologi. Studi tersebut menemukan bahwa lokasi tersebut cocok untuk rukyatul hilal, namun merekomendasikan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan proses pengamatan.¹³

- Sebuah studi pada *Journal of Physics* pada tahun 2013 oleh Judhistira Utama membahas penentuan ketinggian optimal bulan baru yang dapat diamati dengan mata telanjang atau dengan bantuan alat optik seperti teropong atau teleskop. Studi tersebut menggunakan data pengamatan bulan oleh Kementerian Agama Indonesia dan organisasi lainnya, dan menemukan bahwa ketinggian optimal bulan baru terkait dengan konfigurasi matahari, bumi, dan bulan, serta kecerahan langit selama senja.

Studi-studi ini menunjukkan bahwa astronomi dapat memainkan peran penting dalam membantu pengamatan meteorologi terkait cuaca dan fenomena alam, seperti pengamatan bulan baru. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan pengamatan ini.

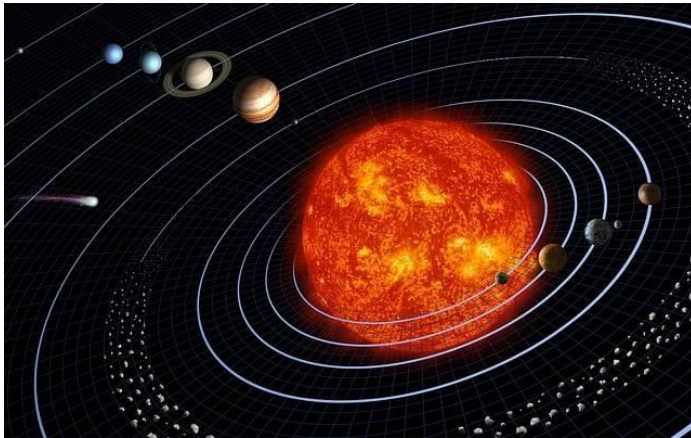
Pembahasan

Astronomi dan meteorologi adalah bidang yang terkait, dan observasi astronomi dapat membantu memahami pola cuaca dan fenomena alam. Berikut adalah beberapa cara astronomi dapat membantu BMKG dalam pengamatan meteorologisnya:

¹³ Hartanto, Benny, et al. "Pencarian dan Pemanfaatan Informasi Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)." *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi* 1.5 (2022): 553-564.

1. Aktivitas Matahari

Siklus matahari , periode sekitar 11 tahun di mana fluktuasi jumlah dan ukurannya bintik matahari dan penonjolan matahari terulang kembali. Kelompok bintik matahari memiliki medan magnet dengan kutub utara dan selatan, dan, dalam setiap naik dan turunnya 11 tahun, polaritas yang sama mengarah ke belahan bumi tertentu sedangkan polaritas yang berlawanan mengarah ke belahan bumi lainnya. Pada setiap naik dan turunnya, garis lintang letusan bintik matahari dimulai sekitar 30° dan bergerak ke arah ekuator, namun medan magnet bintik-bintik pengikut (bintik matahari biasanya berpasangan, disebut pemimpin dan pengikut) melayang ke arah kutub dan membalikkan medan kutub. Dalam periode 11 tahun berikutnya, polaritas magnetnya terbalik tetapi mengikuti pola yang sama. Jadi periode magnetnya adalah 22 tahun.¹⁴



Gambar 1. Aktifitas Matahari (sumber: kumparan.com)

¹⁴ Zirin, Harold. "siklus matahari". *Ensiklopedia Britannica* , 15 Desember 2023, <https://www.britannica.com/science/solar-cycle>. Diakses 27 Januari 2024.

Astronom memantau aktivitas Matahari, termasuk bintik matahari, letusan matahari, dan pelepasan massa korona (CME). Peristiwa-peristiwa ini dapat memiliki dampak signifikan pada medan magnetik dan ionosfera Bumi, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi komunikasi radio dan sistem GPS. Dengan mempelajari aktivitas matahari, BMKG dapat lebih memahami dan mempersiapkan diri terhadap gangguan potensial pada sistem komunikasi dan navigasi yang disebabkan oleh cuaca antariksa.

2. Data Citra Satelit

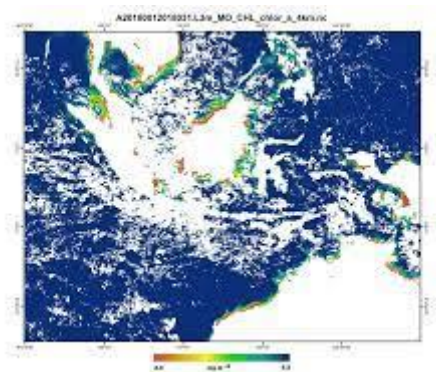
Data Citra satelit adalah gambar yang diambil dari satelit di orbit bumi dan digunakan untuk pemetaan dan survei wilayah. Citra satelit dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang wilayah yang sulit dijangkau, seperti daerah pegunungan atau daerah yang terpencil.¹⁵

Data satelit dikumpulkan dengan sensor yang dipasang pada satelit dan sebagian besar disimpan dalam bentuk digital. Ketika data satelit ditampilkan dalam format peta, disebut sebagai citra satelit atau gambar satelit. Data satelit juga disebut sebagai citra satelit. Mata manusia hanya dapat melihat sebagian kecil (pita spektral) dari spektrum elektromagnetik, tetapi sensor satelit dapat mengambil informasi dalam rentang yang jauh lebih luas, memungkinkan manusia untuk melihat sinyal ultraviolet, inframerah, termal, dan mikrogelombang.

Data satelit tersebut ditampilkan dengan menggunakan peta berkode warna untuk memberikan pola dan hubungan yang bermakna. Citra satelit kadang-kadang disertai dengan fotografi

¹⁵ Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul, *Kenalan Yuk dengan Citra Satelit untuk Survei dan Pemetaan!* URL : <https://ft.esaunggul.ac.id/kenalan-yuk-dengan-citra-satelit-untuk-survei-dan-pemetaan>. 2023.

udara. Keduanya disebut sebagai penginderaan jauh atau data yang dideteksi secara remote, tetapi yang pertama dapat dengan lebih mudah mencakup area pandang yang lebih besar sedangkan yang terakhir biasanya dapat menunjukkan lebih banyak detail tanah. Yang lebih penting, data satelit dapat diperoleh tanpa batasan batas politik.¹⁶



Gambar 2. Data Citra Satelit
(sumber : mapvisionindo.com)

Satelit mengumpulkan data yang relevan untuk berbagai topik lingkungan, dan oleh karena itu, berbagai data satelit dirancang untuk tujuan yang berbeda. Data satelit dapat dikategorikan menjadi data satelit cuaca, data satelit kelautan, dan pengamatan Bumi/sumber daya tanah, tetapi terkadang mereka memiliki kemampuan bersama. Ada juga data satelit komunikasi dan data satelit sistem penentuan posisi global (GPS).

¹⁶ Tang, L.N., Shao, G.F., Piao, Z.J., Dai, L.M., Jenkins, M.A., Wang, S.X., Wu, G., Wu, J.G. & Zhao, J.Z. (2010). Forest degradation deepens around and within protected areas in East Asia, *Biological Conservation* 143, 1295–1298.

Satelit astronomi, seperti satelit cuaca dan satelit observasi Bumi, memberikan data berharga untuk pengamatan meteorologis. Satelit-satelit ini dapat memantau pola cuaca, tutupan awan, dan kondisi atmosfer lainnya di area besar dan periode waktu yang lama. Dengan menganalisis data ini, BMKG dapat meningkatkan kemampuannya dalam meramalkan cuaca dan memantau kapabilitas.

3. Pengaruh Bulan dan Planet

- Pasang Surut Air Laut

Pasang adalah peristiwa naiknya permukaan air laut. Surut adalah peristiwa turunnya permukaan air laut. Pasang surut air laut terjadi karena pengaruh gravitasi Matahari dan gravitasi Bulan. Akibat Bumi berotasi pada sumbunya, maka daerah yang mengalami pasang surut bergantian sebanyak dua kali.¹⁷

Dampak langsung yang lebih besar akan terjadi pada pasang surut air laut. Namun untuk memahami dampaknya, kita perlu mengetahui cara kerja pasang surut. Pasang surut merupakan akibat tarikan gravitasi Bulan dan Matahari yang dirasakan Bumi. Jika kita mengabaikan Matahari untuk saat ini, lautan di bumi yang menghadap ke Bulan akan menonjol sebagai respons terhadap gaya gravitasi bulan: air pasang. Perbedaan gaya tarik gravitasi di sisi dekat dan jauh Bumi menyebabkan pada saat yang sama juga terjadi air pasang di sisi terjauh dari Bulan. Dan karena lautan berbentuk cair, maka di antara dua pasang naik ini terdapat dua pasang surut. Saat Bumi berputar, pasang surut ini bergerak melintasi bumi selama 24 jam, yang

¹⁷ Admin SMP, *Pergerakan Bulan dan Fenomena-Fenomenanya* URL : <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/pergerakan-bulan-dan-fenomena-fenomenanya/> 2024.

berarti setiap lokasi pesisir mengalami dua kali pasang dan dua kali surut setiap hari.



Gambar 3. Pasang Surut Air Laut (sumber : nashrul.com)

Meskipun Bulan dan planet tidak langsung menyebabkan pola cuaca, gaya gravitasi mereka dapat memiliki efek halus pada atmosfer Bumi. Sebagai contoh, gaya tarik gravitasi Bulan dapat menyebabkan pasang surut di atmosfer Bumi, yang dapat mempengaruhi pola cuaca. Demikian pula, gaya gravitasi planet dapat menyebabkan variasi kecil dalam orbit dan rotasi Bumi, yang juga dapat memiliki efek halus pada atmosfer. Dengan mempelajari pengaruh ini, astronom dapat membantu BMKG lebih memahami dan memodelkan pola cuaca.

4. Perubahan Iklim

Permasalahan perubahan iklim atau yang lebih familiar dengan penyebutan climate change merupakan permasalahan global yang pada dasarnya akan mempengaruhi dalam kehidupan manusia.



Gambar 4. Ilustrasi Perubahan Iklim
(sumber :js.ugm.ac.id)

Dalam sebuah studi yang dilakukan oleh The Royal Society dan US National Academy of Science (Wolff, et.al, 2014) memberikan gambaran bahwa permasalahan perubahan iklim ini sudah terjadi sejak era tahun 1900-an. Beberapa indikator yang menjadi perhatian akibat adanya permasalahan perubahan iklim ini terdeteksi dengan adanya peningkatan temperatur hingga 0,8 derajat celcius atau 14 derajat Fahrenheit. Peningkatan tersebut disertai dengan peningkatan suhu yang lebih hangat di lautan, pencairan es di kutub dalam jumlah yang cukup besar, terjadinya cuaca yang ekstrim juga menjadi beberapa indikator sedang terjadinya perubahan iklim.¹⁸ Ancaman akan perubahan iklim memiliki dampak yang nyata serta memberikan efek yang merusak yang berimbas pada kondisi air, habitat, hutan, kesehatan, pertanian dan pesisir¹⁹

¹⁸ Wolff, E., Fung, I., Hoskins, B., Mitchell, J., Palmer, T., Santer, B., Shepherd, J., Shine, K., Solomon, S., Trenberth, K., Walsh, J., & Wuebbles, D. (2014). *Climate change: Evidence and Causes*. <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/exec-office-other/climate-change-full.pdf>.

¹⁹ Ditjenppi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Perubahan iklim, perjanjian paris dan nationally determined contribution*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

keberadaan perubahan iklim akan menyebabkan penurunan kualitas serta kuantitas air. Kenaikan suhu sebagai situasi ekstrem yang lain akan menurunkan jumlah klorin yang ada dalam air sehingga sangat dimungkinkan akan mempengaruhi tingginya jumlah mikroorganisme yang berbahaya di air. Efek dari perubahan iklim akan menyebabkan pada dua hal yaitu perubahan habitat serta punahnya spesies.

Untuk mengatasi masalah ini, Astronom juga dapat berkontribusi pada studi perubahan iklim dengan memantau keseimbangan energi dan anggaran radiasi Bumi. Dengan mempelajari jumlah energi yang masuk dan keluar dari atmosfer Bumi, astronom dapat membantu BMKG lebih memahami tren jangka panjang dalam perubahan iklim dan dampak potensialnya pada pola cuaca.

Secara ringkas, observasi astronomi dapat membantu memahami pola cuaca dan fenomena alam. Dengan mempelajari aktivitas matahari, data satelit, pengaruh bulan dan planet, serta perubahan iklim, astronom dapat membantu BMKG meningkatkan kemampuannya dalam meramalkan cuaca dan memantau.

D. Kesimpulan

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa astronomi memiliki peran yang signifikan dalam mendukung Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam pengamatan meteorologi terkait cuaca dan fenomena alam. Sejak zaman dahulu, astronomi telah berkembang dan memberikan kontribusi dalam pemahaman manusia terhadap pola cuaca, perubahan iklim, serta pengaruh bulan dan planet terhadap atmosfer Bumi.

Observasi aktivitas matahari, termasuk bintik matahari, letusan matahari, dan pelepasan massa korona, memberikan wawasan yang penting terhadap dampaknya pada medan magnetik dan ionosfera Bumi. Data citra satelit, yang diambil dengan menggunakan sensor pada satelit, memberikan gambaran luas terkait pola cuaca, tutupan awan, dan kondisi atmosfer lainnya, yang dapat meningkatkan kemampuan BMKG dalam meramalkan cuaca.

Pengaruh bulan dan planet, seperti pasang surut air laut, juga memiliki dampak terhadap atmosfer dan pola cuaca. Selain itu, astronomi juga dapat berkontribusi pada pemahaman perubahan iklim dengan memonitor keseimbangan energi dan anggaran radiasi Bumi.

Dengan kolaborasi antara ilmu falak dan meteorologi modern, terdapat peluang baru untuk meningkatkan layanan peringatan dini, manajemen bencana, dan optimalisasi sumber daya astronomi dalam pemantauan lingkungan alam. Semua ini dapat membantu BMKG dalam memahami dan meramalkan cuaca dengan lebih baik, serta meningkatkan kemampuan mereka dalam menyediakan informasi peringatan dini untuk keperluan mitigasi bencana di Indonesia.

Daftar Pustaka

Admin SMP, *Pergerakan Bulan dan Fenomena-Fenomenanya*

URL : <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/pergerakan-bulan-dan-fenomena-fenomenanya/> (2024). Diakses 27 Januari 2024.

Aldrian, E., Budiman, & Mimin Karmini. . *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedeputan Bidang Klimatologi, BMKG. 2011.

Butar Butar, Arwin Juli Rakhmadi, et al. *Esai-Esai Astronomi Islam. Kumpulan Buku Dosen*, 2020.

Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. “Urgensi Dan Kontribusi Observatorium Di Era Modern.” *Tarjih: Jurnal Tarjih Dan Pengembangan Pemikiran Islam* 13(2):141–54. 2016.

Ditjenppi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *Perubahan iklim, perjanjian paris dan nationally determined contribution*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016.

Faiqoh, Z. Analisis Peletakan Genetic Momen Sejarah Matematika dalam Aktivitas Pembelajaran. Surabaya: Universitas Sunan Ampel Surabaya. 2013.

Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul, *Kenalan Yuk dengan Citra Satelit untuk Survei dan Pemetaan!* URL : <https://ft.esaunggul.ac.id/kenalan-yuk-dengan-citra-satelit-untuk-survei-dan-pemetaan> 2023. Diakses 27 Januari 2024

Hartanto, Benny, et al. "Pencarian dan Pemanfaatan Informasi Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)." *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi* 1.5 (2022): 553-564.

Kristianto, Aries, et al. "Pemanfaatan Data Pengamatan Cuaca Berbasis Data Penginderaan Jauh Dan Model Cuaca Numerik Untuk Prakiraan Cuaca Dalam Mengurangi Risiko Bencana Hidrometeorologi." *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)* 2.1 (2018): 22-31.

Khuzey, Tarmizi. Pengaruh Aspek Astronomi Terhadap Terjadinya Perubahan Cuaca Dan Iklim Berdasarkan Pengamatan Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika Kelas 1 Bandung. *Karya Tulis*, 2019.

Lei Qian, Fill in the blanks in the parameter space of observational astronomy, The Innovation, Volume 4, Issue 1, 2023, 100378, ISSN 2666-6758, <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2023.100378>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266675823000061>) 2023.

Mirzaqon, T, A dan Purwoko, B. Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. Jurnal BK Unesa, 8(1). 2017.

Ruslandi, Ruslandi, and Hasna Tuddar Putri. "Analisis Tingkat Keberhasilan Rukyat Hilal Di Observatorium Teungku Chiek Kuta Karang Lhoknga Aceh Besar." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 1.1 (2022): 97-122.

Sasongko, Agung. "Perancangan Aplikasi Rekam Data Cuaca Hasil Pengamatan Observer Stasiun Meteorologi BMKG Berbasis Website (Studi Kasus: Stasiun Meteorologi Supadio Pontianak)." Jurnal Khatulistiwa Informatika 2.2 (2014).

Tang, L.N., Shao, G.F., Piao, Z.J., Dai, L.M., Jenkins, M.A., Wang, S.X., Wu, G., Wu, J.G. & Zhao, J.Z. Forest

degradation deepens around and within protected areas in East Asia, *Biological Conservation* 143, 1295–1298. 2010

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

Wicks, Keith. *Bintang Dan Planet: Pustaka Pengetahuan Modern (Judul Asli Stars and Planets)*. Jakarta: Grisewood & Dempsey (Ed. Bhs Indonesia: PT. Widyadara), 1979.

Wolff, E., Fung, I., Hoskins, B., Mitchell, J., Palmer, T., Santer, B., Shepherd, J., Shine, K., Solomon, S., Trenberth, K., Walsh, J., & Wuebbles, D. *Climate change: Evidence and Causes*. <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/exec-office-other/climate-change-full.pdf>. 2014

Zirin, Harold. "siklus matahari". *Ensiklopedia Britannica*, 15 Desember 2023, <https://www.britannica.com/science/solar-cycle>. Diakses 27 Januari 2024.

Chapter 13

Keberadaan Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam

Alifah Salsabila¹, Luthfi Wulandari², Cindy Claudia Anur³

*Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi
Informasi,*

Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara

¹bilaacha0@gmail.com, ²luthfiwulandari153@gmail.com,

³cindyclaudiaanur@gmail.com

Abstrak

Alam semesta terbentuk atas kehendak Allah dengan aspek biologi, fisika, Kimia, dan geologi serta semua kaidah sains. Definisi dari alam semesta itu sendiri adalah segala sesuatu yang ada pada diri manusia dan di luar dirinya yang merupakan suatu kesatuan sistem yang unik dan misterius. Para tokoh astronom muslim juga telah memainkan peran yang penting dalam peradaban Islam, salah satunya yaitu dalam perkembangan dan kemajuan astronomi, seperti ilmu falak dan astrofisika. Sedangkan, para ilmuwan mengemukakan bahwa alam semesta terbentuk karena terjadinya peristiwa *Big Bang*.

Kata kunci : *Alam semesta, ilmu falak, astrofisika, Big Bang.*

Abstract

The universe is formed by the will of God with aspects of biology, physics, chemistry, and geology as well as all the rules of science. The definition of the universe itself is everything that exists in humans and outside themselves which is a unique and mysterious system. Muslim astronomers have also played an important role in Islamic civilization, one of which is in the development and advancement of astronomy, such as Islamic Astronomy science and astrophysics. Meanwhile, scientists suggest that the universe was formed due to the Big Bang event.

Keywords: *Universe, phalacology, astrophysics, Big Bang.*

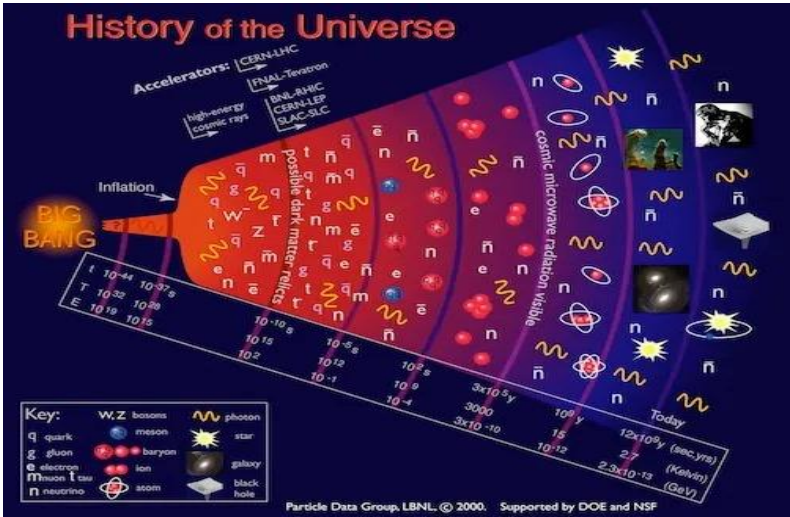
A. Pendahuluan

Pada artikel ini kami sebagai penulis memiliki hambatan dalam mencari kebenaran dimanakah pusat alam semesta itu berada. Terdapat banyak teori yang mengemukakan awal mula terbentuknya alam semesta tetapi tidak terjamin kebenarannya karena setiap teori memiliki pendapat yang berbeda.

Alam semesta termasuk manusia, adalah milik Allah yang memiliki kemahakuasaan (kedaulatan), sepenuhnya dan sempurna atas makhluk-makhluk-Nya. Alam semesta merupakan ciptaan Allah yang diatur dan diurus dengan kehendak-Nya. Al-Qur'an menjelaskan secara detail tentang penciptaan alam semesta dalam beberapa ayat seperti *Al-Anbiya* ayat 30. "Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, Kemudian kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?". Dari ayat tersebut dapat dijelaskan

bahwasannya Allah dianggap sebagai pencipta (al-Khaliq) dan pemelihara alam semesta beserta isinya dianggap sebagai tanda-tanda kebesaran-Nya.¹

Lingkup terbesar alam semesta terdapat pada kosmologi, ilmu pengetahuan yang berkembang dari fisika dan astronomi. Alam semesta dikembangkan oleh para filsuf Yunani kuno dan filsuf India kuno. Alam semesta juga disebut geosentris, dimana menempatkan bumi di pusat alam semesta.



Gambar 1. Ilustrasi Penciptaan Alam Semesta Toeri Big Bang

Menurut teori *Big Bang* yang diilustrasikan pada gambar 1, alam semesta terbentuk sekitar 13,8 milyar tahun yang lalu akibat dari ledakan besar yang terjadi. Pada saat itu, alam semesta berada dalam keadaan sangat padat dan panas. Namun,

¹ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam,2024), h. 1.

ketika ledakan besar itu terjadi, alam semesta mulai mengembang dengan cepat. Teori ini menjelaskan paling komperhensif dan akurat yang didukung oleh metode ilmiah beserta pengamatan.

Sedangkan dalam sejarah, NASA menjelaskan bahwa tata surya bermula dari sebuah awan dan gas padat berupa debu yang ada sekitar 4,5 milyar tahun yang lalu. Awan-awan tersebut lantas berputar dan akhirnya menjadi sebuah gumpalan. Kemudian, gravitasi membuat gas dan debu berputar perlahan dengan konsisten yang membentuk seperti sebuah cakram. Gas dan debu makin lama makin padat dan membentuk sebuah inti yang menjadi matahari. Sedangkan, material lain yang ada di sekitar matahari mendingin dan membentuk planet yang dikenal dengan galaksi Bima Sakti.

Menurut konsep sains modern, tidak ada pusat khusus dalam alam semesta. Sejak perkembangan modal heliosentris oleh Nicolaus Copernicus. Diketahui bahwa matahari bukanlah alam semesta, melainkan pusat dari tata surya.

Selain itu kami juga meneliti perbedaan teori dari para ilmuwan dengan pandangan Islam tentang pusat alam semesta yang memiliki inti permasalahan dan pendapat yang berbeda. Dan kami juga meneliti pandangan yang berbeda dari sains modern. Tentu saja kami tidak bisa memaksakan kepercayaan seseorang terhadap isi dari artikel ini, karena setiap individu memiliki pendapat dan pemikirannya sendiri.²

Artikel ini ditulis dengan tujuan membandingkan dan mencari kebenaran atas keberadaan pusat alam semesta. Kami

² Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam,2024), h. 2

juga mengharapkan pembaca bisa merasakan manfaat dari penulisan artikel ini agar bisa melihat perbedaan teori para ilmuwan dengan pandangan Islam yang sudah tercantum pada Al-Quran.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian artikel ini adalah metode literatur. Pada metode ini, fokus penelitian ada pada pengumpulan dan analisis literatur yang sudah ada. Sumber data dalam metode penelitian ini diperoleh dari sumber artikel jurnal. Dan penelitian yang menggunakan metode ini bertujuan untuk menyusun pemahaman terhadap penelitian sebelumnya, mengidentifikasi kesenjangan dalam literatur, dan memberikan dasar teoritis. Dan penelitian menggunakan metode ini menghasilkan kesimpulan yang bersifat sintetis, memberikan pandangan umum tentang keberadaan pusat alam semesta menurut para ilmuwan dan pandangan islam.³

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian

Hasil dari penelitian kami menunjukkan bahwa alam semesta menurut ilmu falak, astrofisika serta *Big Bang* tidak memiliki pusat. Alam semesta terus mengembang dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa alam semesta memuai tanpa titik pusat, alam semesta dianggap tidak memiliki pusat. Konsep ini didukung oleh observasi teoretis, seperti radiasi latar belakang gelombang mikro kosmik dan pijaran cahaya dari *Big Bang*, yang menunjukkan bahwa alam semesta

sangat datar dan tidak memiliki pusat. Dengan demikian, berdasarkan sains modern, alam semesta tidak memiliki pusat dan terus mengembang sejak *Big Bang*.

Pembahasan

Falak secara bahasa berarti *madaar* yaitu orbit, garis atau tempat perjalanan bintang atau *Celestial sphere or star*. Yang artinya, Ilmu falak berarti pengetahuan mengenai tempat beredarnya benda-benda langit. Dalam “Ensiklopedi Hukum Islam”, ilmu falak didefinisikan sebagai sebuah disiplin ilmu pengetahuan yang berfokus mempelajari benda-benda langit, mulai dari bentuk fisiknya, gerakannya, ukurannya hingga pada segala sesuatu yang berhubungan dengannya. Ilmu ini disebut dengan beberapa istilah keilmuan, diantaranya Ilmu Falak, Karena mempelajari tentang lintasan benda-benda langit الفلك, Ilmu Hisab karena mempelajari perhitungan الحساب, Ilmu Rashd karena memerlukan pengamatan الرصد, Ilmu Miqat karena ilmu ini mempelajari juga tentang batas-batas, baik Batasan waktu maupun Batasan tempat الميقات. Dari keempat istilah diatas, yang populer di kalangan masyarakat adalah istilah Ilmu Falak.⁴

Ilmu falak secara terminologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari mengenai lintasan benda-benda langit seperti matahari, bulan, bintang-bintang dan benda langit lainnya dengan tujuan untuk mengetahui posisi dari benda-benda langit itu serta kedudukannya dari benda-benda langit yang lain, dan untuk mengetahui waktu-waktu yang ada di permukaan bumi. Jadi, ilmu falak atau astronomi dalam konteks umum tidak terdapat konsep “alam semesta”. Ilmu falak ada dua macam yaitu

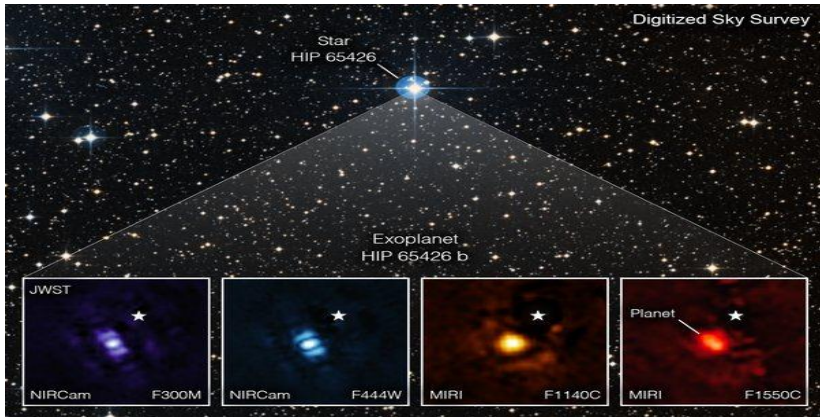
⁴ Abu’ ‘Sabda and A’ ‘Nurjaman, *Ilmu Falak Dan Astronomi*, 2020
<https://eperpus.kemenag.go.id/web/index.php?id=42769&p=show_detail>
[accessed 27 January 2024].

pertama yang dihubungkan dengan ramalan tentang kejadian-kejadian atau keadaan yang belum terjadi.⁵ Pengetahuan ini disebut dengan astrologi atau ilmu nujum dan kedua yang tidak dihubungkan dengan ramalan, tetapi sekedar untuk mengetahui dan mempelajari letak, gerak, ukuran lingkaran benda-benda langit dengan didasarkan ilmiah.

Menurut sains modern, alam semesta mencakup segala sesuatu yang ada secara fisik, termasuk seluruh ruang dan waktu, serta segala bentuk materi dan energi. Alam semesta terdiri dari beragam struktur, seperti galaksi, bintang, planet, gas, debu, dan partikel-partikel sub-atomik. Selain itu, alam semesta juga meliputi berbagai fenomena, seperti pergerakan benda langit, pembentukan bintang, serta berbagai proses kosmik yang terjadi di seluruh ruang dan waktu. Selain itu, teori-teori kosmologi modern, seperti Teori Ledakan Besar dan Teori Keadaan Tetap, tidak mengandaikan adanya pusat tertentu dalam alam semesta. Sebagai gantinya, alam semesta dilihat sebagai ruang waktu kontinu yang diisi dengan energi dan materi, tanpa pusat jelas. Oleh karena itu, menurut sains modern, konsep pusat alam semesta tidak relevan. Dan dengan demikian, konsep alam semesta dalam sains modern mencakup seluruh isi dan fenomena yang ada di alam semesta, mulai dari skala terkecil hingga skala terbesar.⁶

⁵ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam,2024), h. 3

⁶ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam,2024), h. 4
Book Chapter Astronomi Islam Volume 3 Tahun 2024 253



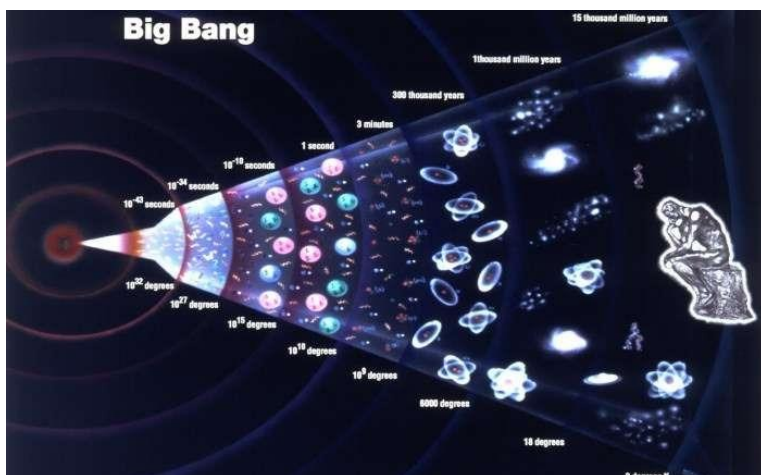
Gambar 2. Beberapa Panjang Gelombang Pengamatan

Astrofisika adalah bidang ilmu yang mempelajari sifat-sifat fisika fenomena dan objek astronomi di alam semesta. Astrofisika membahas objek-objek di luar angkasa dan juga Bumi. Pengembangan astrofisika dalam pusat alam semesta telah mencapai kemajuan signifikan melalui penelitian dan observasi terkini. Sejumlah temuan terbaru seperti pencarian galaksi tertua, usia jagat raya, dan mekanisme pembentukan bintang, telah menjadi fokus utama dalam memahami evaluasi alam semesta. Misalnya, James Webb Space Telescope (JWST) memungkinkan untuk melihat lebih jauh melihat lebih jauh ke alam semesta yang lebih muda untuk mempelajari evolusi alam semesta. Selain itu, kolaborasi riset terdepan dibidang astrofisika dan kosmologi juga menjadi bagian penting dalam pengembangan ilmu ini. Pengembangan astrofisika dalam pusat alam semesta melibatkan penemuan dan pengembangan teknologi yang membantu memahami proses mekanisme alam semesta lebih baik, sehingga mampu melihat lebih jauh sisa radiasi dan ledakan *Big Bang* untuk mempelajari evolusi alam semesta. Astrofisika menerapkan prinsip-prinsip fisika pada fenomena di ruang angkasa, seperti teori fusi nuklir, mekanika kuantum, dan fisika partikel melalui penggunaan ilmu

matematika, fisika dan teknologi observasi yang canggih, dari Kosmologi, membantu manusia memahami asal usul, struktur, dan perkembangan alam semesta yang luas. Selain itu, Kosmologi juga memainkan peran penting dalam mencari jawaban atas pertanyaan fundamental tentang asal mula alam semesta. Dengan demikian, Kosmologi memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang alam semesta dan seisinya.

Terdapat beberapa teori Kosmologi yang berkaitan dengan pusat alam semesta, yaitu:

1. Teori dan Dentuman Besar (*Big bang Theory*)

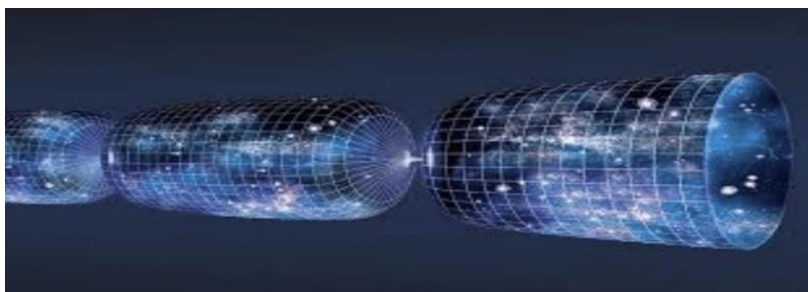


Teori *Big Bang* merupakan⁷ teori fisika yang menjelaskan bagaimana alam semesta berkembang dari keadaan awal yang sangat padat dan panas. Teori ini

⁷ Nabil' 'Adlani, 'Teori Big Bang', *Adjar*, 2023, pp. 1–1
<<https://adjar.grid.id/read/543830631/teori-big-bang-pengertian-dan-penemu?page=all>> [accessed 27 January 2024].

pertama kali diusulkan pada tahun 1927 oleh George Lemaître, seorang imam khatolik dan fisikawan. Menurut teori *Bing Bang* pusat alam semesta tidak ada sebenarnya. Alam semesta dimulai karena adanya ledakan besar yang menyebabkan perluasan ruang dan waktu. Alam semesta tidak memiliki posisi awal karena pada saat *Bing Bang* itulah awal dari ‘ruang dan waktu’. Teori ini didukung oleh bukti observasional dan matematis yang kuat, seperti pengamatan radiasi sisa bigbang dan pergeseran merah akibat pengembangan alam semesta. Jadi, pusat alam semesta tidak ada sebenarnya karena alam semesta bermula dari *Bing Bang* yang terjadi disemua tempat.⁸

2. Teori Mengembang dan Memampat (*The Oscillating Theory*)



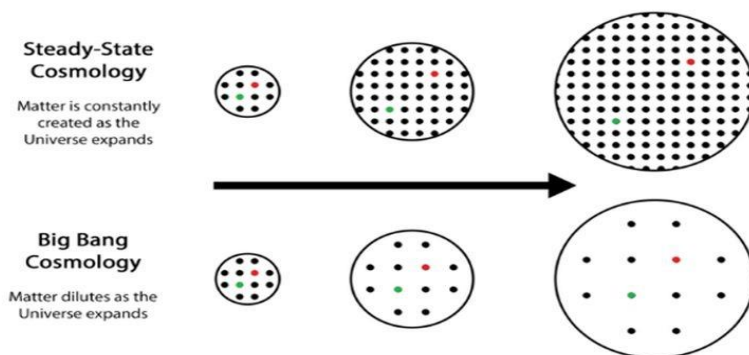
Teori mengembang dan memampat⁹ adalah salah satu teori tentang terbentuknya alam semesta, yang dikemukakan oleh Fred Hoyle dan beberapa astromi Inggris. Menurut teori ini, pusat alam semesta mengalami siklus ekspansi (mengembang) dan kontraksi (memampat). Teori ini merupakan kombinasi dari

⁸ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam, 2024), h. 5

⁹ Ika' Nilsai, 'Teori Mengembang Dan Memampat', *Harapan Rakyat*, 2022, pp. 1–1 <<https://www.harapanrakyat.com/2022/03/teori-mengembang-dan-memampat/>> [accessed 27 January 2024].

Big Bang dan *Big Crunch* sebagai bagian dari peristiwa siklus pembentukan alam semesta. Teori ini menyatakan bahwa materi inti, seperti hidrogen, melakukan siklus dimana mereka mengembang dan memampat setelah terbentuknya galaksi-galaksi, dengan setiap siklus membutuhkan sekitar 30 milyar tahun. Dengan demikian, alam semesta mengalami perubahan keberlanjutan antara fase ekspansi dan kontraksi, yang menciptakan siklus pembentukan alam semesta. Namun, teori ini juga memiliki kekurangan, seperti adanya radiasi gelombang mikro yang belum dapat dijelaskan dengan baik.¹⁰

3. Teori Keadaan Tetap (*Steady State Theory*)



Teori keadaan tetap adalah¹¹ model asal usul alam semesta yang kini sudah tidak digunakan lagi. Teori ini

¹⁰ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam, 2024), h. 6

¹¹ Wikipedia, 'Teori Keadaan Tetap', *Wikipedia*, 2021, pp. 1–1
<https://id.wikipedia.org/wiki/Teori_keadaan_tetap> [accessed 27 January 2024].

dikemukakan pada tahun 1948 oleh III ilmuwan Inggris yaitu, Sir Herman Bondi, Thomas Gold, dan Sir Fred Hoyle. Menurut teori ini, alam semesta juga tidak memiliki pusat. Teori ini, menganggap bahwa alam semesta memiliki kepadatan yang sama dan tidak mengalami evolusi. Dalam teori ini, materi baru terus menerus diciptakan ketika alam semesta mengembang. Tetapi tetap tidak berubah dan tidak memiliki awal dan akhir. Namun, teori ini kini ditolak oleh sebagian besar kosmologi profesional dan ilmuwan lain karena kurangnya bukti yang mendukung, seperti:¹²

- Pertama, teori ini tidak sejalan dengan teori kekekalan energi, dimana energi tidak dapat diciptakan dan hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain.
- Kedua, pasokan hidrogen yang dimiliki alam semesta juga terbatas. Sementara, para ilmuwan berasumsi bahwa pasokan hidrogen di alam semesta perlahan akan habis. Dan teori ini, tidak dapat menjelaskan mekanisme kelahiran materi baru secara terus menerus.¹³

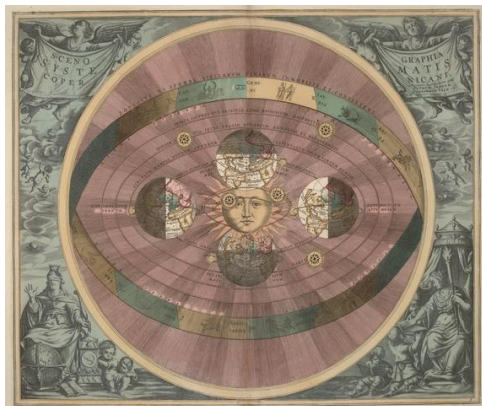
4. Teori Alam Semesta Kuantum

Teori alam semesta kuantum adalah teori pembentukan alam semesta yang menganggap bahwa alam semesta bersifat kekal dan sudah ada sejak dahulu kala. Teori ini dikemukakan oleh William Lane Craig pada tahun 1966. Teori ini juga menyatakan bahwa alam semesta tidak memiliki ruang hampa yang ada, hanyalah partikel-partikel subatomik. Namun, teori ini

¹² Ika' Nilsari, 'Teori Keadaan Tetap Ditolak Para Ilmuwan', *Harapan Rakyat*, 2022, pp. 1–1
<<https://www.kompas.com/skola/read/2022/07/23/120000369/teori-keadaan-tetap--teori-pembentukan-alam-semesta>> [accessed 27 January 2024].

ditolak oleh kebanyakan ilmuwan. Dengan demikian menurut teori ini alam semesta tidak memiliki alam semesta.¹⁴

5. Teori Heliosentris dan Geosentris



Teori heliosentris¹⁵ dikemukakan oleh Nicholaus Coper Nicus pada abad ke-16 dan diperkuat dengan penemuan teleskop oleh Galileo Galilei. Teori ini menyatakan bahwa matahari adalah pusat alam semesta, yang bertentangan dengan teori geosentris.¹⁶

Sedangkan, teori geosentris pertama kali dikemukakan oleh para filsuf Yunani kuno seperti, Aristoteles dan Ptolohmeus pada abad ke-2 SM. Teori geosentris merupakan teori yang menganggap bahwa bumi adalah pusat alam semesta. Teori ini dijadikan ajaran para gereja selama ratusan tahun. Namun, teori

¹⁴ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam, 2024), h. 7

¹⁵ R' 'Rahman, 'Teori Heliosentris', *Gramedia Blog*, pp. 1–1

<<https://www.gramedia.com/literasi/teori-heliosentris/>> [accessed 27 January 2024].

ini berhasil dipatahkan oleh teori heliosentris. Isaac Newton juga turut meruntuhkan teori geosentris dengan menyatakan bahwa matahari memiliki gaya gravitasi pada tahun 1687.¹⁷

6. Teori Berayun



Teori berayun merupakan lanjutan dari teori *Big Bang* teori ini mengemukakan bahwa gerak galaksi dan bintang saling menjauh, dan setelah menjauh, galaksi dan bintang akan menunjukkan gerak gerakan yang semakin melambat dan berhenti hingga mengerucut. Teori ini juga mengemukakan hipotesis yang menyatakan bahwa alam semesta tidak akan rusak atau tercipta, tetapi materi materi itu hanya berupa tatanan. Teori berayun kurang populer dari teori *Big Bang* dan teori keadaan tetap, tetapi beberapa ilmuwan mengemukakan bahwa teori ini

¹⁷ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam, 2024), h. 8

merupakan kelanjutan yang ada sebelumnya. Teori berayun menyediakan gambaran tentang proses ekspansi alam semesta dan menjawab beberapa pertanyaan tentang asal-usul alam semesta. Teori berayun tidak memiliki penemu yang spesifik tetapi beberapa ilmuwan yang mengembangkan teori ini meliputi: Alexandra Fridman, Herman Bondi, Edwin Hubble.

Pusat alam semesta menurut pandangan islam¹⁸ adalah Allah, yang menciptakan alam semesta dengan susunan yang teratur dalam aspek biologi, fisika, kimia, dan geologi serta semua kaidah sains. Menurut Al-Qur'an, penciptaan alam semesta dapat dilihat pada surat Al-A'raf ayat 54 :

يُغِشِي الْعَرْشَ عَلَى اسْتَوَى ثُمَّ أَيَّامٍ سِتَّةٍ فِي الْآرْضِ السَّمُوتِ خَلَقَ الَّذِي اللَّهُ رَبُّكُمْ إِنَّ
الْخَلْقَ لَهُ ۖ أَلَا بِأَمْرِ مُسَخَّرَاتٍ وَالنُّجُومِ وَالْقَمَرِ وَالشَّمْسِ حَتَّىٰ يَطْلُبَهُ النَّهَارُ الْآلِ
الْعَلَمِينَ رَبُّ 19 اللَّهُ تَبَارَكَ وَالأَمْرُ

Artinya : “Sungguh, Tuhanmu (adalah) Allah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, lalu Dia bersemayam di atas ‘Arsy. Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat. (Dia ciptakan) matahari, bulan dan bintang-bintang tunduk kepada perintah-Nya. Ingatlah! Segala penciptaan dan urusan menjadi hak-Nya. Mahasuci Allah, Tuhan seluruh alam”. Ayat ini mengandung gambaran penciptaan langit dan bumi, serta kuasa Allah dalam mengatur alam semesta. Pusat alam semesta menurut pandangan Islam juga meliputi beberapa aspek, seperti:

¹⁸ Agra Arrazaq, ‘Alam Semesta Menurut Pandangan Islam’, *Binus University*, 2020, pp. 1–1 <<https://binus.ac.id/character-building/2020/03/alam-semesta-menurut-pandangan-islam/>> [accessed 27 January 2024].

- Penciptaan alam semesta: Al-Qura'an menjelaskan tentang penciptaan alam semesta dalam surat An-Nazi'at ayat 27-33. Pada ayat ini menggambarkan tahapan penciptaan alam semesta, yang di sebut sebagai 6 hari.
- Kegelapan alam semesta: masa terjadinya ledakan besar hingga awal proses peleburan inti atom, kira-kira 30 juta tahun yang lalu.
- Kegelapan lokal: kegelapan yang terjadi pada masa setelah dimulainya proses peleburan inti atom hingga masa sekarang.
- Pusat alam semesta: pusaran yang mengumpulkan sejumlah materi dan energi di sekeliling pusat gravitasi.
- Kegelapan dan siang: asal-usul kondisi alam semesta, sementara siang hanya fenomena alam yang hanya sebentar.
- Tanggung jawab manusia: manusia memiliki tanggung jawab, baik terhadap alam semesta seluruhnya dan integrasinya maupun terhadap keberadaan dan kelestariannya.
- Integritas alam semesta: keberadaan dan kelestarian semua benda dan keadaan di alam semesta yang harus di patahkan dan di pertahankan dan di jaga oleh manusia.

Pembahasan pusat alam semesta menurut pandangan Islam menunjukkan bahwa yang berhak untuk menguasai dan mengatur alam adalah Yang Maha menciptakan dan Maha Mengatur yakni Allah SWT.²⁰

²⁰ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam,2024), h. 9

D. Kesimpulan

Dari artikel ini dapat disimpulkan bahwa alam semesta tidak memiliki pusat, semesta terbentuk begitu saja tanpa pusat. Walaupun terdapat banyak teori tapi dari teori tersebut disimpulkan bahwa alam semesta memang tidak memiliki pusat. Begitu pula dengan pandangan Islam, alam semesta terbentuk karena kehendak Allah. Alam semesta pada awalnya sangat padat dan panas seperti teori *Big Bang*. Alam semesta dilihat sebagai ruang waktu kontinu yang diisi dengan energi dan materi tanpa pusat yang jelas. Alam semesta tidak mengenal kondisi awal dan akhir, melainkan berubah dari satu bentuk menjadi bentuk lainnya.

Alam semesta berubah karena proses yang terjadi di alam sendiri tanpa adanya intervensi dari apapun yang ada di luar. Alam semesta mencakup segala sesuatu yang dianggap ada secara fisik, seluruh ruang dan waktu, dan segala bentuk materi serta energi. Demikian kesimpulan mengenai alam semesta yang meliputi konsep alam semesta kekal, alam semesta berubah, alam semesta luas, alam semesta pada awalnya, dan alam semesta dalam perspektif sains modern. Jadi, alam semesta tidak memiliki pusat, baik dalam pendapat ilmuwan maupun

pandangan Islam. Para ilmuwan dengan pandangan Islam hanya memiliki perbedaan pada terbentuknya alam semesta.

Saran dari artikel ini pusat alam semesta mau bagaimanapun dengan teori apapun pasti disimpulkan tidak mempunyai pusat. Begitu juga dengan pembentukan alam semesta, segala proses yang dikemukakan oleh semua teori pasti memiliki perbedaan dan itu dikembalikan kepada masing-masing individu ingin mempercayai teori yang mana saja.²¹

²¹ Alifah Salsabila, Luthfi Wulandari, Cindy Claudia Anur, (Medan: Pusat Alam Semesta Menurut Pendapat Ilmuwan dan Pandangan Islam, 2024), h. 10

Daftar Pustaka

- 'Adlani, Nabil', 'Teori Big Bang', *Adjar*, 2023, pp. 1–1
<<https://adjar.grid.id/read/543830631/teori-big-bang-pengertian-dan-penemu?page=all>> [accessed 27 January 2024]
- Arrazaq, Agra, 'Alam Semesta Menurut Pandangan Islam', *Binus University*, 2020, pp. 1–1
<<https://binus.ac.id/character-building/2020/03/alam-semesta-menurut-pandangan-islam/>> [accessed 27 January 2024]
- 'Nilsai, Ika', 'Teori Mengembang Dan Memampat', *Harapan Rakyat*, 2022, pp. 1–1
<<https://www.harapanrakyat.com/2022/03/teori-mengembang-dan-memampat/>> [accessed 27 January 2024]
- 'Nilsari, Ika', 'Teori Keadaan Tetap Ditolak Para Ilmuwan', *Harapan Rakyat*, 2022, pp. 1–1
<<https://www.kompas.com/skola/read/2022/07/23/120000369/teori-keadaan-tetap--teori-pembentukan-alam-semesta>> [accessed 27 January 2024]

'Rahman, R', 'Teori Heliosentris', *Gramedia Blog*, pp. 1–1
<<https://www.gramedia.com/literasi/teori-heliosentris/>>
[accessed 27 January 2024]

'Rohma, Lutfi', 'Terbentuknya Alam Semesta Dan Asal Usul
Manusia', *Scribd.Id*, 2020, 1–10
<<https://www.scribd.com/document/454283252/KONSEP-SAINS-MODERN-TENTANG-PROSES-TERBENTUKNYA-ALAM-SEMESTA-DAN-PENGHUNINYA>> [accessed 27 January 2024]

'Sabda, Abu', and A' 'Nurjaman, *Ilmu Falak Dan Astronomi*,
2020
<https://eperpus.kemenag.go.id/web/index.php?id=42769&p=show_detail> [accessed 27 January 2024]

Wikipedia, 'Teori Keadaan Tetap', *Wikipedia*, 2021, pp. 1–1
<https://id.wikipedia.org/wiki/Teori_keadaan_tetap>
[accessed 27 January 2024]

Biodata Penulis:

Ade Putra S.H. Mahasiswa Prodi Ilmu Falak pada Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan Fokus Penelitian Islamic Astronomy.

Adi Jufriansah. S.Pd, M.Pd. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap di Prodi Pendidikan Fisika pada Universitas Muhammadiyah Maumere dengan fokus penelitian Artificial Intelligence, Environment Intelligence.

Alfath Khair. Lahir Pada 01 Agustus 2004 di Gunung Sitoli, Nias (Sumatera Utara). Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Ilmu Falak di UMSU.

Alifah Salsabila Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi jurusan Sistem Informasi di UMSU.

Alya Fathi Muhammad Hasibuan. Lahir Pada 18 Maret 2006 di Medan, Sumatera Utara. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Ilmu Falak di UMSU.

Amar Faiz Adira. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi jurusan Sistem Informasi di UMSU.

Arbisora Angkat, S.H, M.H. Lahir di Medan pada tanggal 09 Mei 1990. Putra ke-1 dari 3 bersaudara dari pasangan Syamsri Angkat dan Marianim Sigalingging. Setelah lulus dari SDN 060917 Bunga Bangsa Medan Sunggal, beliau melanjutkan pendidikan MTs dan MA di Pondok Pesantren Darularafah Raya Sumatera Utara. Beliau merupakan alumni PBSB (Program Beasiswa Santri Berprestasi) S1 Fakultas Syariah Jurusan Ahwal Al Syakhsiyyah Konsentrasi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2008-2012). Alumni S2 UIN Sumatera Utara Program Studi Hukum Islam (2014-2017). Beliau juga aktif menjadi Tim Hisab Rukyat Provinsi Kepulauan Riau sejak 2021 hingga sekarang. Sekarang beliau aktif mengajar di STAIN Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau dan menjabat sebagai Kepala Laboratorium Ilmu Falak (2024-2026).

Asrizal Saiin, lahir pada tanggal 25 Desember 1991 di Desa Salo, Kabupaten Kampar, Riau. Setelah lulus dari SDN 016 Salo tahun 2004, kemudian melanjutkan ketingkat Tsanawiyah dan Aliyah di Pondok Pesantren Daarun Nahdhah Thawalib Bangkinang sampai tahun 2011. Selesai menimba ilmu di pondok tersebut, ia memutuskan untuk kuliah di Yogyakarta, dan memperoleh ijazah S1 dan S2-nya di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada tahun 2015 dan 2017. Kemudian melanjutkan studi S3-nya di UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, dan lulus pada tahun 2023. Penulis mulai aktif menulis semenjak kuliah pada jenjang S1. Sudah banyak sekali karya ilmiah yang telah beliau terbitkan, baik berupa buku maupun jurnal. Buku yang diterbitkan; Kafa'ah: Bingkai Keharmonisan Rumah Tangga

(2016); Hukum Perlindungan Konsumen (2018); Masailul Fiqhiyyah: Masalah Fikih Kontemporer (2020); Mengurai Konflik Agama dan Kitab Suci (2021); Membumikan Moderasi Beragama di Bumi Segantang Lada (2023). Sedangkan dalam bentuk jurnal Internasional, beliau menulis dengan judul Examining Malay Customary Marriage Law in the Malay Countries (2023). Saat ini, penulis mengabdikan diri sebagai dosen di STAIN Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau. Untuk korespondensi dapat menghubungi email: asrizalsaiin@gmail.com.

Ayu Putri Zahara. Lahir di Palembang 26 Desember 2002, bertempat tinggal di Medan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Alumni MAN 2 Model Medan. Saat ini sedang menempuh pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Jurusan Perbandingan Mazhab, Fakultas Syariah dan Hukum.

Azmi Khusnani, M.Pd. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap di Prodi Pendidikan Fisika pada Universitas Muhammadiyah Maumere dengan fokus penelitian Artificial Intelligence, Disaster Risk Reduction.

Cindy Claudia Anur Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi jurusan Sistem Informasi di UMSU.

Daffa Khairullah. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Manajemen Bisnis Syariah di UMSU.

Dianita Rahma Dina. Lahir di Kotabumi 08 Desember 2000, bertempat tinggal di Kotabumi, Lampung Utara. Alumni KMI/MA Diniyyah Putri Lampung. Saat ini sedang menempuh pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Prodi Perbandingan Mazhab, Fakultas Syariah dan Hukum.

Dini Rahmadani S. Lahir di Binjai pada 16 Maret 1992 Provinsi Sumatera Utara. Menyelesaikan S1 Jurusan Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Medan dan menyelesaikan S2 Magister Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Medan.

Elly Uzlifatul Jannah. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap di Prodi Ilmu Falak pada Universitas Sunan Ampel Surabaya.

Ferry Yap. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan Studi Astronomi di Institut Teknologi Bandung.

Garnis Dewi Prakasiwi. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan jurusan Pendidikan Fisika di Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

Hariyadi Putraga. Lahir 15 April 1991 di Kota Jambi. Menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Pendidikan Matematika

di UMSU, Medan. Saat ini tercatat sebagai pegawai di OIF UMSU.

Hizami Sabil. Lahir Pada 22 September 2005 di Medan, Sumatera Utara. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Ilmu Falak di UMSU.

Luthfi Alamsyah. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Manajemen Bisnis Syariah di UMSU.

Luthfi Wulandari Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi jurusan Sistem Informasi di UMSU.

Mohd.Faizulamrii bin Mohd Saad, adalah putra kelahiran Malaysia dan merupakan kewarganegaraan Malaysia. Aktif sebagai dosen atau Pensyarah Kanan di Pusat Kajian al-Quran dan al-Sunnah, Fakulti Pengajian Islam, Universiti Kebangsaan Malaysia. Berkelulusan Doktor Falsafah dalam bidang Qira'at dan Tafsir (UKM) pada tahun 2015, Sarjana dalam bidang Qira'at, Tafsir dan Fiqh di kampus yang sama pada tahun 2008. Sebelumnya mengambil dan BA (sarjana muda) dalam bidang al-Qur'an dan Qiraat (Mahad Qiraat al-Azhar, Shoubra). Awal karir bertugas di Darul Quran JAKIM selama 3 tahun, seterusnya berkhidmat sebagai dosen/pensyarah di UKM, yang dimulai pada tahun 2007 sampai sekarang. Berpengalaman dalam penulisan buku dan jurnal di negara Malaysia dan di luar negara Malaysia. Beliau juga terlibat dengan berbagai penelitian yang

berkaitan al-Quran, Qira'at, Tahfiz, Tadabbur al-Quran, dan kajian-kajian khusus lainnya

Mona Luthfia Adira. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi jurusan Sistem Informasi di UMSU.

Muhammad Hidayat

Lahir 24 Februari 1995 di Besitang, kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Menyelesaikan S1 Jurusan Pendidikan Matematika di UMSU dan menyelesaikan S2 Pendidikan Matematika di UNIMED. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap Prodi Ilmu Falak UMSU.

Muhammad Zakky Aprianizar. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan Studi Astronomi di Institut Teknologi Bandung

Nida Yuliawati. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan jurusan Pendidikan Fisika di Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

Rihan Yuhyi. Lahir Pada 30 Agustus 2006 di Tanjung Balai, Sumatera Utara. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Agama Islam jurusan Ilmu Falak di UMSU.

Siti Tatmainul Qulub, M.S.I. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Pada Prodi Ilmu Falak di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Memiliki fokus penelitian pada Islamic Astronomy.

Sofia Novianti. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan jurusan Pendidikan Fisika di Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

Sultan Hadi Kusuma. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa aktif di perkuliahan Strata 1 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan Studi Astronomi di Institut Teknologi Bandung.

Yudhiakto Pramudya, Ph.D. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap di Prodi Magister Pendidikan Fisika pada Universitas Ahmad Dahlan dengan fokus penelitian Wave, Vibration, Fluid, Astronomy.

Catatan:

Astronomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit yang bisa ditinjau dari segala disiplin ilmu, termasuk dari aspek ibadah, sejarah, ekonomi, politik, teknologi, matematika, fikih dan lain-lain. Sebagaimana diketahui, astronomi sudah berkembang sejak lama, hampir semua peradaban dan bangsa silam memiliki telaah dan kontribusi dalam astronomi atau ilmu falak.

Di era modern, astronomi juga sangat diperlukan oleh manusia, khususnya karena terkait dengan ibadah (arah kiblat, waktu-waktu salat, awal bula, dan gerhana). Dalam perkembangannya, astronomi terus dikaji dan dipelajari, dan terus berkembang dengan pembahasan yang beragam.

Buku ini merupakan *book chapter* Vol. III , yaitu kumpulan artikel yang ditulis oleh para pakar di bidangnya masing-masing. Secara umum isi dan konstruksi dalam *book chapter* ini berisi pembahasan dan penelitian terkait astronomi Islam, seperti Arah Kiblat, Waktu Shalat, Kalender Islam Global, Astronomi, dan lain-lain.

Semoga kehadiran *book chapter* sederhana ini dapat memberikan wawasan kepada para pembaca. Kritik dan masukan untuk kesempurnaan buku ini sangat penulis harapkan.