

*Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Ajraini Nazli, Najmuddin Saifullah,
Monica Wahyu Utami, AR Sugeng Riadi, Muhammad Qorib, Firdaus,
Abdul Rahman Cemda, Muhammad Hidayat, Zailani, Zulfi Amri,
Singgih Prana Putra, Marataon Ritonga, Abu Yazid Raisal,
Rosynanda Nur Fauziah, Mega Sukma.*

Book Chapter

Astronomi **Islam** ^{Vol II}

Editor :
Hariyadi Putraga
Roynanda Sinaga

Bildung

BOOK CHAPTER
ASTRONOMI ISLAM
VOL II

Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Ajraini Nazli, Najmuddin Saifullah,
Monica Wahyu Utami, AR Sugeng Riadi, Muhammad Qorib,
Firdaus, Abdul Rahman Cemda, Muhammad Hidayat, Zailani, Zulfi
Amri, Singgih Prana Putra, Marataon Ritonga, Abu Yazid Raisal,
Rosynanda Nur Fauziah, Mega Sukma.

BOOK CHAPTER

ASTRONOMI

VOL II

ISLAM

Editor:

Hariyadi Putraga

Roynanda Sinaga

Copyright ©2023, Bildung
All rights reserved

BOOK CHAPTER
ASTRONOMI ISLAM VOL II

Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Ajraini Nazli, Najmuddin Saifullah, Monica Wahyu Utami, AR Sugeng Riadi, Muhammad Qorib, Firdaus, Abdul Rahman Cemda, Muhammad Hidayat, Zailani, Zulfi Amri, Singgih Prana Putra, Marataon Ritonga, Abu Yazid Raisal, Rosynanda Nur Fauziah, Mega Sukma.

Editor: Hariyadi Putraga & Roynanda Sinaga
Desain Sampul: Tim OIF UMSU
Layout/Tata Letak Isi: TIM OIF UMSU

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Book Chapter Astronomi Islam Vol II/Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, dkk./
Yogyakarta: CV. Bildung Nusantara, 2023

viii + 208 halaman; 14 x 20,5 cm
ISBN: 978-623-8091-43-0

Cetakan Pertama: 2023

Penerbit:

BILDUNG

Jl. Raya Pleret KM 2

Banguntapan Bantul Yogyakarta 55791

Email: bildungpustakautama@gmail.com

Website: www.penerbitbildung.com

Anggota IKAPI

Bekerja sama dengan OIF UMSU

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa seizin tertulis dari Penerbit dan Penulis

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 2, 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 2023
Tim Editor

Daftar Isi

Kata Pengantar _ v

Daftar Isi _ vi

Chapter 1

Supernova Ia pada Panjang Gelombang Inframerah
Dekat sebagai Suatu *Standard Candle* _ 1

Ajraini Nazli

Chapter 2

Pengaruh Bentangan Langit pada Kehidupan
Masyarakat di Indonesia _ 38

*Abu Yazid Raisal, Rosynanda Nur Fauziah, Mega
Sukma*

Chapter 3

Waktu Sepertiga Malam di Indonesia _ 73

Najmuddin Saifullah, Monica Wahyu Utami

Chapter 4

Kalender Islam Global : antara Tunggal dan Bizonal _ 97

Muhammad Hidayat, Zailani

Chapter 5

Akurasi Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin Padon
Pucangmiliran Tulung Klaten Jawa Tengah dalam
Perpspektif Astronomi dan Sosiologi _ 115

AR Sugeng Riadi

Chapter 6

Syaikh Muhammad Jamil Djambek (w. 1366 H/1947 M)
dan Kontribusinya dalam Ilmu Falak _ **136**

Arwin Juli Rakhmadi, Firdaus, Abdul Rahman Cemda

Chapter 7

Algoritma Penentuan Parameter Fisis Bintang Ganda
Gerhana Dari Basis Data TESS: Contoh Kasus
HD 174638 _ **148**

Singgih Prana Putra

Chapter 8

Integrasi dan Sinergi Pembelajaran Ilmu Falak dan Spirit
Inklusivisme di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan
Syariah Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara _ **165**

Muhammad Qorib

Chapter 9

Waktu Salat Subuh dalam Tinjauan Fikih, Astronomi,
dan Alat _ **182**

Marataon Ritonga, Zulfi Amri

Biodata Penulis _ 203

Chapter 1

Supernova Ia pada Panjang Gelombang Inframerah Dekat sebagai Suatu *Standard Candle*

Ajraini Nazli

Salah satu besaran yang sangat penting dalam astronomi adalah jarak karena nilai jarak diperlukan untuk mengetahui besaran lainnya seperti luminositas (kecerlangan intrinsik). Namun penentuan jarak dalam astronomi bukan hal yang mudah dilakukan sebagaimana mudahnya kita mengukur jarak di keseharian menggunakan alat ukur seperti penggaris. Jarak objek-objek dalam skala astronomi sangat jauh sehingga perlu dibangun metode khusus untuk mengukurnya. Setiap skala mulai dari skala Tatasurya hingga kosmologi memiliki metode penentuan jarak sendiri. Objek-objek yang lebih jauh akan menggunakan suatu metode yang dikalibrasi terlebih dahulu dengan metode penentuan jarak yang lebih pendek. Prinsip pengukuran jarak dalam astronomi ini dikenal sebagai tangga jarak (*distance ladder*).

Metode pada tangga terbawah (untuk mengukur objek yang dekat) adalah metode langsung. Metode ini hanya menggunakan matematika sederhana dan tidak menyertakan asumsi fisika. Salah

satu contoh metode langsung adalah metode radar yang digunakan untuk mengukur jarak planet Venus pada saat elongasi maksimum. Dengan memanfaatkan informasi jarak dari metode radar dan pemahaman hukum ketiga Kepler, kita dapat menentukan jarak dari Bumi ke Matahari. Jarak ini yang kemudian digunakan sebagai *baseline* untuk metode pengukuran jarak trigonometri paralaks.

Masing-masing metode penentuan jarak memiliki batas keakuratan, misalnya trigonometri paralaks akurat untuk bintang-bintang dekat saja yang berada pada jarak sekitar 30 pc. Untuk jarak yang lebih jauh lagi, metode langsung seperti trigonometri paralaks tidak dapat digunakan karena alasan keakuratan seperti yang disebutkan sebelumnya. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pada tangga yang lebih atas. Metode tersebut menggunakan formula hubungan jarak-luminositas. Suatu objek yang diketahui dengan baik magnitudo absolutnya dapat dimanfaatkan untuk menentukan jarak pada objek serupa di jarak yang lebih jauh melalui hubungan jarak-luminositas. Magnitudo absolut objek dekat tersebut diperoleh dari hasil kalibrasi metode pada tangga jarak yang lebih bawah seperti trigonometri paralaks. Kalibrasi tersebut melalui proses sebagai berikut: nilai yang dibutuhkan dalam kalibrasi metode pengukuran jarak adalah nilai jarak objek dekat yang diketahui melalui trigonometri paralaks dan nilai magnitudo semu yang diperoleh dari hasil observasi. Nilai jarak dan magnitudo semu disubstitusi ke dalam

rumus Pogson untuk mendapatkan magnitudo absolut objek tersebut. Nilai magnitudo absolut objek tersebut yang kemudian dipakai untuk menentukan jarak pada objek serupa di galaksi yang lebih jauh. Bisa dikatakan bahwa metode tipe ini menggunakan objek-objek yang luminositasnya dapat diketahui dengan baik dan nilainya standar (seragam) di segala jarak dan waktu. Objek-objek yang diidentifikasi memiliki luminositas seragam dan dapat diketahui dengan baik disebut *standard candle*.

Cepheid adalah salah satu jenis *standard candle*. Dari hasil penelitian yang dilakukan Henrietta Leavitt ditemukan hubungan periode-luminositas pada Cepheid. Formula hubungan ini berlaku untuk semua Cepheid, maka melalui formula periode-luminositas dan informasi jarak Cepheid yang lebih dekat, jarak Cepheid di galaksi yang lebih jauh dapat diketahui. Sampai saat ini penentuan jarak menggunakan Cepheid masih umum digunakan. Penentuan jarak Cepheid dekat terus diperiksa ulang untuk memperoleh nilai yang semakin akurat (galatnya semakin kecil).

Meskipun Cepheid dapat menentukan jarak ke galaksi yang lebih jauh, namun keakuratannya hanya sampai pada jarak 30 Mpc. Lebih dari itu, pengukuran magnitudo semu (salah satu variabel yang dibutuhkan dalam metode penentuan jarak menggunakan Cepheid) tidak lagi akurat. Jarak 30 Mpc belum termasuk dalam skala kosmologi karena pada jarak tersebut alam semesta masih didominasi gerak *peculiar*

dari galaksi-galaksi. Selain itu alam semesta juga belum bersifat homogen dan isotropis (karakter alam semesta dalam skala kosmologi). Skala kosmologi ditetapkan pada jarak yang lebih dari 100 Mpc. Pada jarak sejauh itu, banyak objek-objek terutama bintang yang memiliki kecerlangannya rendah (redup) sehingga sulit diamati. Objek yang cukup terang untuk diamati di jarak sejauh itu adalah Supernova Ia.

Supernova Ia adalah salah satu tipe Supernova yang tidak memiliki garis Hidrogen pada spektrumnya. Berbeda dengan tipe Supernova II yang merupakan hasil ledakan dari keruntuhan gravitasi bintang masif, Supernova Ia adalah suatu ledakan dari sistem bintang ganda. Bintang ganda tersebut terdiri dari bintang katai putih dan bintang pasangannya yang merupakan bintang normal. Bintang pasangan mentransfer massa ke bintang katai putih. Transfer massa tersebut membuat bintang katai putih mengalami penambahan massa sampai pada batas tertentu. Pada saat bintang katai putih mencapai batas massa tersebut, akan terjadi ketidakstabilan reaksi termonuklir di dalam bintang katai putih. Batas massa tersebut didefinisikan sebagai batas massa Chandrasekar, yaitu $1,4M_{\odot}$ (M_{\odot} = Massa Matahari). Ketidakstabilan akibat penambahan massa menyebabkan ledakan eksplosif yang kemudian dikenal sebagai Supernova Ia (selanjutnya Supernova Ia akan ditulis SN Ia).

Semua sistem bintang katai putih meledak menjadi SN Ia pada batas massa yang sama sehingga

diharapkan energi ledakan yang dihasilkan juga sama. Oleh karena itu, energi yang terpancar yang kemudian dicatat sebagai kecerlangannya juga dianggap sama untuk seluruh SN Ia. Hal ini yang membuat SN Ia dapat dijadikan sebagai *standard candle*. Sebagai suatu *standard candle*, SN Ia dapat dijadikan objek untuk pengukuran jarak pada skala kosmologi. Beberapa faktor lainnya yang mendukung bukti bahwa SN Ia dapat menjadi *standard candle* yang baik, antara lain:

1. Luminositas SN Ia tinggi ($L = 4 \times 10^9 L_{\odot}$ dengan L_{\odot} adalah luminositas Matahari) sehingga bisa dideteksi pada skala kosmologi
2. Tidak ada evolusi bentuk dan warna kurva cahaya SN Ia karena mekanisme ledakannya sama
3. SN Ia juga terdapat pada jarak yang lebih dekat sehingga bisa mengkalibrasi SN Ia pada jarak yang lebih jauh.

Luminositas yang diperoleh dari pengukuran SN Ia dekat adalah luminositas untuk seluruh SN Ia karena nilai luminositasnya dianggap seragam. Nilai luminositas SN Ia dekat diperoleh dengan mensubstitusi nilai jarak SN Ia dekat ke formula hubungan jarak-luminositas. Jarak SN Ia dekat sama dengan jarak Cepheid yang terdapat pada galaksi yang sama. Nilai luminositas yang didapat selanjutnya digunakan untuk menentukan jarak SN Ia pada galaksi yang jauh.

Namun faktanya dari hasil survei Calan/Tololo¹ diperoleh bahwa SN Ia tidak memiliki luminositas yang benar-benar seragam melainkan memiliki perbedaan dalam rentang yang cukup lebar, yaitu $3 \times 10^9 L_{\odot} - 5 \times 10^9 L_{\odot}$. Selain itu, Phillips (1993) melihat adanya hubungan antara kecerlangan puncak dengan kecepatan evolusi kecerlangan setelah maksimum. Penemuan tersebut menyatakan bahwa semakin cepat kecerlangan menurun setelah puncak, semakin redup kecerlangan puncaknya. Sebaliknya semakin lama kecerlangannya menurun, semakin besar nilai kecerlangan puncaknya. Hasil penemuan ini memberi konsekuensi bahwa bentuk kurva cahaya SN Ia tidak seragam sebagaimana perkiraan awalnya. Begitu juga dengan kecerlangan puncaknya yang ternyata bervariasi. Oleh karena itu, SN Ia bukan merupakan *standard candle* yang sempurna.

Agar SN Ia tetap dapat dijadikan sebagai *standard candle* yang baik, maka perlu dilakukan koreksi bentuk (*shape*) dan warna (*color*) kurva cahaya SN Ia. Koreksi bentuk mengoreksi laju penurunan (selanjutnya dikenal dengan istilah *decline rate*) untuk menyeragamkan bentuk kurva cahaya, sedangkan koreksi warna untuk menyeragamkan kecerlangan puncak SN Ia.

¹ M. M. Phillips, "The Absolute Magnitudes of Type IA Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 413 (1993), L105
<<https://doi.org/10.1086/186970>>.

Selain memperhatikan keseragaman luminositas, faktor penting lainnya yang perlu diperhatikan adalah pengaruh ekstingsi galaksi Bima Sakti dan ekstingsi dari *host galaxy* (galaksi induk tempat SN Ia berada). Faktor ini berkontribusi pada galat sistematis nilai kecerlangannya. Karena SN Ia digunakan sebagai *standard candle* dalam metode penentuan jarak, maka sangat penting untuk memperkecil galat kecerlangannya. Galat kecerlangan yang semakin kecil akan menghasilkan nilai jarak yang juga semakin presisi. Nilai jarak yang presisi dapat membuktikan bahwa metode *standard candle* adalah metode yang akurat dalam pengukuran jarak terutama dalam skala kosmologi.

SN Ia sebagai *standard candle* adalah *tools* yang sangat penting dalam metode penentuan jarak sehingga sampai saat ini studi SN Ia terus dilakukan terutama dalam upaya menekan galat sistematis melalui berbagai koreksi serta juga menjadikan SN Ia sebagai *standard candle* sebaik mungkin. Beberapa tahun belakangan para astronom juga meninjau SN Ia pada panjang gelombang yang berbeda termasuk yang menjadi sorotan adalah pada panjang gelombang inframerah dekat (780-2526 nm).

Studi-studi sebelumnya² menemukan bahwa SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat di

² W. P. S. Meikle, "The Absolute Infrared Magnitudes of Type Ia Supernovae," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 314.4 (2000), 782–92 <<https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.2000.03411.x>>.

pita JHK memiliki variasi luminositas yang lebih kecil dibandingkan SN Ia pada panjang gelombang optis di pita B. Dhawan *et al.* (2018)³ juga menunjukkan bahwa SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat juga memiliki variasi magnitudo puncak yang sebanding dengan variasi magnitudo puncak pada pita B yang sudah melalui tahap koreksi bentuk dan warna kurva cahaya. Tambahan informasi dari studi yang dilakukan Wood-Vasey *et al.* (2008) menunjukkan bahwa koreksi ekstingsi pada SN Ia di panjang gelombang inframerah dekat 4-6 kali lebih kecil dibandingkan pada panjang gelombang optis pita B⁴. Beberapa studi terbaru juga mendukung pernyataan yang dijelaskan di atas⁵. Dari hasil studi yang dijelaskan di atas dapat dikatakan SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat bisa dianggap menjadi *standard candle* yang baik. Bahkan

Kevin Krisciunas, Mark M. Phillips, and Nicholas B. Suntzeff, "Hubble Diagrams of Type Ia Supernovae in the Near-Infrared," *The Astrophysical Journal*, 602.2 (2004), L81–84 <<https://doi.org/10.1086/382731>>.

³ Suhail Dhawan, Saurabh W. Jha, and Bruno Leibundgut, "Measuring the Hubble Constant with Type Ia Supernovae as Near-Infrared Standard Candles," *Astronomy & Astrophysics*, 609 (2018), A72 <<https://doi.org/10.1051/0004-6361/201731501>>.

⁴ W. Michael Wood-Vasey and others, "Type Ia Supernovae Are Good Standard Candles in the Near Infrared: Evidence from PAIRITEL," *The Astrophysical Journal*, 689.1 (2008), 377–90 <<https://doi.org/10.1086/592374>>.

⁵ Arturo Avelino and others, "Type Ia Supernovae Are Excellent Standard Candles in the Near-Infrared," *The Astrophysical Journal*, 887.1 (2019), 106 <<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab2a16>>.

jika dibandingkan dengan SN Ia optis yang perlu melalui serangkaian koreksi yang telah dijelaskan sebelumnya, SN Ia inframerah dekat dimungkinkan dapat menjadi *standard candle* yang lebih baik dengan nilai galat yang lebih kecil. Dari hasil studi-studi tersebut, penelitian ini ingin menguji apakah SN Ia inframerah dekat dapat dijadikan *standard candle* yang baik tanpa melakukan koreksi bentuk dan warna kurva cahaya serta ekstingsi *host galaxy*.

Uji kelayakan SN Ia sebagai *standard candle* dalam penelitian ini dilihat dari nilai sebaran kecerlangannya. Selanjutnya, sebaran nilai kecerlangan puncak SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat dibandingkan dengan variasi kecerlangan puncak SN Ia optis pita B. Penelitian ini juga menyoroti faktor koreksi warna dan bentuk kurva cahaya jika tidak diaplikasikan pada SN Ia inframerah dekat.

Data SN Ia yang digunakan berasal dari daftar SN Ia Riess *et al.* (2022) (selanjutnya akan ditulis R22). R22⁶ memperbaharui daftar sampel SN Ia dari 19 menjadi 42 SN Ia. Namun daftar SN Ia yang digunakan dalam penelitian ini adalah SN Ia yang memiliki data

⁶ Riess, Adam G., Wenlong Yuan, Lucas M. Macri, Dan Scolnic, Dillon Brout, Stefano Casertano, and others, "A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 Km S⁻¹ Mpc⁻¹ Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team," *The Astrophysical Journal Letters*, 934.1 (2022), L7
<<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac5c5b>>

fotometri pada panjang gelombang inframerah dekat pita J (1170 - 1330 nm). Pita J dipilih karena pita ini memiliki data fotometri lebih banyak dibandingkan pita H dan K. Daftar SN Ia yang memiliki data fotometri inframerah di pita J diperoleh dari Dhawan *et al.* (2018) dan Avelino *et al.* (2019). Data fotometri masing-masing SN Ia diperoleh dari berbagai sumber literatur.

Dari daftar yang tersedia di R22, 17 SN Ia dipilih dalam penelitian ini. Daftar SN Ia beserta sumber datanya ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar 17 SN Ia Inframerah Dekat

Nama SN	α (derajat)	δ (derajat)	z_{helio}	$E(B - V)$	Δm_{15}	Sumber literatur
SN 2001el	561,275	44,6398333	0,00389	0,25	1,08	Krisciunas <i>et al.</i> (2003)
SN 2002fk	50,523791 7	- 15,4008889	0,00713 8	0,01	1,20	Cartier <i>et al.</i> (2014)
SN 2003du	218,64916 67	59,3343889	0,00639 5	0	1,02	Stanishev <i>et al.</i> (2007)
SN 2005cf	230,388	-7,4491944	0,00648 2	0,09	1,10	Wang <i>et al.</i> (2009)
SN 2007af	215,5875	-	0,00629	0,17	1,17	Contreras <i>et al.</i> (2010)
SN 2011by	178,93983 33	55,3260556	0,0034	0,01	1,14	Friedman <i>et al.</i> (2015)

	210,77379					Matheson <i>et al.</i> (2012)
SN 2011fe	58	54,2736722	0,00081	0,013	1,2	
SN 2012cg	186,80345		0,00145			Marion <i>et al.</i> (2016)
	8	9,420333	8	0,25	0,97	
SN 2015F	114,06566	-	0,00546			Burns <i>et al.</i> (2018)
	67	69,5063889	4	0,035	1,26	
SN2012ht	163,34479					Burns <i>et al.</i> (2018)
	2	16,776361	0,00356	0,02	1,39	
SN2006D	193,14142	-9,77522	0,009	0,046	1,42	Folatelli <i>et al.</i> (2009)
2006bh	340,06708	-66,48508	0,0108	0,026	1,41	Folatelli <i>et al.</i> (2009)
2007A	6,31942	12,88681	0,0176	0,259	0,85	Krisciunas <i>et al.</i> (2017)
2009Y	220,59938	-17,24678	0,0093	0,169	1,06	Avelino <i>et al.</i> (2019)
2012fr	53,399958	-36,127139	0,00545	0,03	0,82	Contreras <i>et al.</i> (2018)
2017cbv	218,14	-44,13	0,00399	0,162	0,99	Wang <i>et al.</i> (2020)
2005df	64,407708	-62,769306	0,00435	0,03	1,12	Krisciunas <i>et al.</i> (2017a)

α = asensioirekta, δ = deklinasi, z_{helio} = *redshift* heliosentrik, $E(B - V)$ = Ekstingsi *host galaxy*, $\Delta m_{15}(B)$ = *decline rate* (laju penurunan)

SN Ia yang tersedia dalam penelitian ini berada dalam rentang *redshift* $0,0008 < z_{helio} < 0,017$. SN Ia inframerah dekat dalam penelitian ini adalah hasil pengamatan dari berbagai proyek seperti *Carnegie*

Supernova Project (CSP⁷), Center for Astrophysics (CFA⁸) dan Supernovae IA in the Near-InfraRed (RAISIN, Jones et al. 2022⁹).

Daftar SN Ia yang dipilih dalam penelitian ini diseleksi dengan beberapa kriteria. Kriteria ini menggunakan kriteria yang digunakan Avelino *et al.* (2019). Berikut kriteria seleksi:

1. Minimal memiliki 3 titik data fotometri pita J
2. Karena dalam penelitian ini tidak dilakukan koreksi bentuk dan warna kurva cahaya serta ekstingsi *host galaxy*, SN Ia yang dikumpulkan harus memiliki *decline rate* (laju penurunan kurva cahaya) $0,8 < \Delta m_{15}(B) < 1,6$ dan ekstingsi *host galaxy* $-0,15 < E(B - V) < 0,4$ ¹⁰.

⁷ Kevin Krisciunas, “The Infrared Hubble Diagram of Type Ia Supernovae,” in *Handbook of Supernovae* (Cham: Springer International Publishing, 2017), pp. 2593–2604 <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-21846-5_103> [accessed 26 December 2022].

⁸ Andrew S. Friedman and others, “CfAIR2: NEAR-INFRARED LIGHT CURVES OF 94 TYPE Ia SUPERNOVAE,” *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 220.1 (2015), 9 <<https://doi.org/10.1088/0067-0049/220/1/9>>.

⁹ D. O. Jones and others, “Cosmological Results from the RAISIN Survey: Using Type Ia Supernovae in the Near Infrared as a Novel Path to Measure the Dark Energy Equation of State,” *The Astrophysical Journal*, 933.2 (2022), 172 <<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac755b>>.

¹⁰ D. M. Scolnic and others, “The Complete Light-Curve Sample of Spectroscopically Confirmed SNe Ia from Pan-STARRS1 and

Nilai $\Delta m_{15}(B)$ dan $E(B - V)$ masing-masing SN Ia didapatkan langsung dari berbagai literatur (tabel 1). Simbol $\Delta m_{15}(B)$ atau laju penurunan adalah selisih antara magnitudo puncak dengan magnitudo 15 hari setelah puncak berlaku untuk SN Ia pita B. $\Delta m_{15}(B)$ yang tidak masuk dalam rentang tersebut adalah kurva cahaya SN Ia yang dikategorikan tidak normal.

Setelah melakukan seleksi awal, 17 SN Ia yang telah memenuhi kriteria di atas akan melalui tahap *fitting* kurva cahaya untuk mendapatkan nilai magnitudo semu puncak. Untuk dapat membangun kurva cahaya suatu SN Ia diperlukan nilai magnitudo semu, galat magnitudo semu, waktu pengamatan yang dinyatakan dalam *Modified Julian Date* (MJD), asensiorekta (α) dan deklinasi (δ) yang keduanya dinyatakan dalam derajat, serta *redshift* heliosentrik (z_{helio}). Data asensiorekta, deklinasi, dan *redshift* heliosentrik masing-masing SN Ia diperoleh dari NED¹¹ (tabel 1), sedangkan data magnitudo semu, galat, dan MJD diperoleh dari masing-masing sumber literatur.

Cosmological Constraints from the Combined Pantheon Sample,” *The Astrophysical Journal*, 859.2 (2018), 101
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aab9bb>>.

¹¹ “Home,” *NASA/IPAC Extragalactic Database*
<<https://ned.ipac.caltech.edu>> [accessed 26 December 2022].

Fitting kurva cahaya dapat menggunakan *software fitter* bermacam-macam seperti SALT¹², MLCS2k2¹³, SiFTO¹⁴ dan SnooPy¹⁵. *Fitter* yang optimal untuk membangun kurva cahaya pada panjang gelombang inframerah dekat adalah SnooPy yang selanjutnya digunakan dalam penelitian ini.

SnooPy merupakan *package* yang tersedia dalam pemrograman python. SnooPy memiliki banyak *tools* untuk bisa menganalisis SN Ia.

Hal pertama yang dilakukan dalam proses membangun kurva cahaya adalah koreksi ekstingsi galaksi Bima Sakti menggunakan *dust map* Schlafly & Finkbeiner (2011)¹⁶ yang sudah tersedia di SnooPy.

¹² J. Guy and others, "SALT: A Spectral Adaptive Light Curve Template for Type Ia Supernovae," *Astronomy & Astrophysics*, 443.3 (2005), 781–91 <<https://doi.org/10.1051/0004-6361:20053025>>.

¹³ Saurabh Jha, Adam G. Riess, and Robert P. Kirshner, "Improved Distances to Type Ia Supernovae with Multicolor Light-Curve Shapes: MLCS2k2," *The Astrophysical Journal*, 659.1 (2007), 122–48 <<https://doi.org/10.1086/512054>>.

¹⁴ A. Conley and others, "SiFTO: An Empirical Method for Fitting SN Ia Light Curves," *The Astrophysical Journal*, 681.1 (2008), 482–98 <<https://doi.org/10.1086/588518>>.

¹⁵ Christopher R. Burns, Maximilian Stritzinger, and others, "THE CARNEGIE SUPERNOVA PROJECT: LIGHT-CURVE FITTING WITH SnooPy," *The Astronomical Journal*, 141.1 (2010), 19 <<https://doi.org/10.1088/0004-6256/141/1/19>>.

¹⁶ Schlafly, Edward F., and Douglas P. Finkbeiner, "MEASURING REDDENING WITH SLOAN DIGITAL SKY SURVEY STELLAR

Selain itu juga, dilakukan koreksi-K dengan metode koreksi-K SED *Squence* yang juga sudah tersedia di SnooPy¹⁷. Koreksi-K harus dilakukan karena SED (*Spectral Energy Distribution*) bergeser ke panjang gelombang lebih merah. Adapun data yang diperlukan untuk koreksi-K adalah asensioirekta, deklinasi, dan *redshift* heliosentrik (tabel 1).

Setelah melalui koreksi, selanjutnya algoritma SnooPy akan membangun template kurva cahaya dengan interpolasi Gaussian. *Fitting* kurva cahaya dalam studi ini tidak menggunakan koreksi bentuk dan warna serta ekstingsi *host galaxy* karena penelitian ini ingin melihat perbandingan sebaran magnitudo absolut untuk SN Ia NIR tanpa koreksi dengan SN Ia optis yang dilakukan koreksi. Keluaran dari proses fitting kurva cahaya adalah bentuk kurva cahaya itu sendiri serta nilai magnitudo semu puncak beserta galatnya.

Nilai magnitudo semu puncak akan digunakan lebih lanjut untuk menghitung nilai magnitudo absolut puncaknya setelah diketahui jarak (modulus jarak) SN

SPECTRA AND RECALIBRATING SFD,” *The Astrophysical Journal*, 737.2 (2011), 103 <<https://doi.org/10.1088/0004-637x/737/2/103>>

¹⁷ Hsiao, E. Y., A. Conley, D. A. Howell, M. Sullivan, C. J. Pritchett, R. G. Carlberg, and others, “K-Corrections and Spectral Templates of Type Ia Supernovae,” *The Astrophysical Journal*, 663.2 (2007), 1187–1200 <<https://doi.org/10.1086/518232>>

Ia. Jarak SN Ia dianggap sama dengan jarak (modulus jarak) Cepheid yang berada di galaksi yang sama. Pada penelitian ini, nilai modulus jarak Cepheid diperoleh langsung dari R22. Dalam hasil penelitian terbarunya, R22 berhasil memperkecil galat jarak Cepheid melalui kalibrasi dari metode tangga jarak yang lebih dasar, yaitu paralaks dari data Gaia EDR3, maser di NGC 4258, dan Detached Eclipsing Binaries (DEB) di LMC. Galat yang lebih kecil akan memberikan kontribusi yang juga lebih sedikit pada galat magnitudo absolut SN Ia.

Selanjutnya data modulus jarak Cepheid dan nilai magnitudo semu puncak SN Ia digunakan untuk menentukan magnitudo absolut puncak melalui persamaan :

$$\mu_{ceph} = m_J - M_J \quad (1)$$

dengan μ_{ceph} adalah modulus jarak Cepheid, m_J adalah magnitudo semu puncak pita J, dan M_J adalah magnitudo absolut puncak pita J.

Galat magnitudo absolut puncak dinyatakan melalui persamaan berikut :

$$\sigma_M^2 = \sigma_{ceph}^2 + \sigma_m^2 \quad (2)$$

dengan σ_M adalah galat magnitudo absolut puncak di pita J, σ_{ceph} adalah galat modulus jarak Cepheid yang diperoleh dari R22, dan σ_m adalah galat magnitudo semu puncak hasil *fitting* yang diperoleh dari SnooPy.

Semua proses olah data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan python.

Sebagai bahan perbandingan dengan nilai magnitudo absolut puncak SN Ia pada pita J, penelitian ini juga mengambil data magnitudo absolut puncak pita B dari R22 (tabel 2). Nilai magnitudo yang diambil menyesuaikan dengan daftar SN Ia dalam penelitian ini.

Tabel 2. Magnitudo puncak 17 SN Ia pita B

Nama SN	M_B	σ_M
SN 2001el	-19,036	0,141
SN 2002fk	-19,337	0,102
SN 2003du	-19,324	0,108
SN 2005cf	-19,284	0,154
SN 2007af	-18,971	0,095
SN 2011by	-19,096	0,13
SN 2011fe	-19,414	0,121
SN 2012cg	-19,369	0,232
SN 2015F	-19,223	0,105
SN2012ht	-19,203	0,096
SN2006D	-19,267	0,163
2006bh	-19,244	0,14
2007A	-19,281	0,286

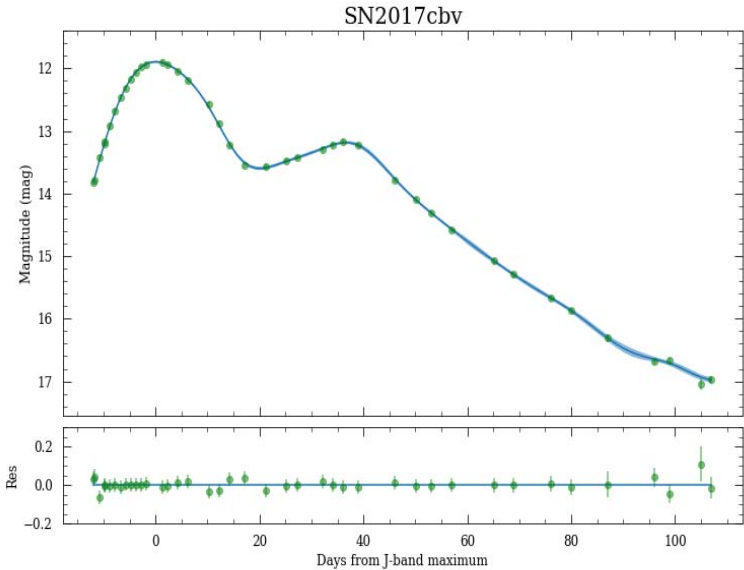
2009Y	-19,602	0,236
2012fr	-19,479	0,108
2017cbv	-19,362	0,089
2005df	-19,361	0,106

M_B = magnitudo absolut puncak pita B

σ_M = galat magnitudo absolut puncak pita

Sesuai urutan proses olah data yang telah dijelaskan pada bagian metodologi, kurva cahaya adalah keluaran pertama dari hasil program SnooPy. Tujuan utama *fitting* kurva cahaya adalah untuk menentukan magnitudo semu puncak. Karena alasan tersebut, dalam artikel ini tidak ditampilkan seluruh kurva cahaya melainkan hanya magnitudo semu puncaknya saja. Gambar 1 menampilkan salah satu contoh kurva cahaya yang dibangun menggunakan program SnooPy. Dari kurva cahaya tersebut dapat dilihat kecerlangan SN Ia yang berubah setiap waktunya. Secara umum dapat dilihat pada gambar 1, Kecerlangan SN Ia mengalami peningkatan dengan cepat hingga mencapai maksimum (puncak), kemudian mengalami penurunan. Cepat atau lambatnya laju penurunan didefinisikan sebagai *decline rate* yang sudah disebutkan sebelumnya di bagian metodologi. Sumbu x pada kurva cahaya menunjukkan waktu relatif terhadap waktu dicapainya magnitudo maksimum. Waktu bernilai 0 ketika magnitudo semu SN Ia mencapai puncak (maksimum). Waktu bernilai positif menunjukkan waktu setelah puncak, sedangkan

waktu bernilai negatif ketika belum mencapai puncak. Daerah biru pada kurva cahaya menunjukkan galat dari hasil *fitting*. Jika daerah biru sempit artinya hasil *fitting* mendekati titik data (titik berwarna hijau).



Gambar 1. Kurva Cahaya SN2017cbv

Dari kurva cahaya tersebut, program SnooPy dirancang untuk menentukan magnitudo semu puncak di pita J (m_J) beserta galat hasil *fitting* (tabel 3). Nilai magnitudo semu puncak dan modulus jarak Cepheid disubstitusi ke persamaan 1 untuk memperoleh nilai magnitudo absolut puncaknya (M_J) (Gambar 2). Galat magnitudo absolut puncak diperoleh dengan substitusi galat hasil *fitting* dan galat

modulus jarak Cepheid ke persamaan 2. Nilai magnitudo absolut puncak selanjutnya yang dikatakan sebagai kecerlangan puncak. Nilai kecerlangan puncak yang diperoleh tidak seragam melainkan bervariasi sesuai tampilan di gambar 2 dan 3. Nilai magnitudo semu puncak, modulus jarak, dan magnitudo absolut puncak tersedia di tabel 3.

Tabel 3. Magnitudo puncak 17 SN Ia Inframerah Dekat

Nama SN	m_J	σ_m	μ_{Ceph}	σ_{Ceph}	M_J	σ_M
SN 2001el	12,837	0,021	31,287	0,037	-18,45	0,04254409477
SN 2002fk	13,749	0,01	32,541	0,059	18,792	0,0598414572
SN 2003du	14,325	0,056	32,848	0,067	18,523	0,08732124598
SN 2005cf	13,791	0,025	32,363	0,12	18,572	0,1225765067
SN 2007af	13,446	0,003	31,772	0,052	18,326	0,05208646657
SN 2011by	13,218	0,04	31,635	0,089	18,417	0,09757561171
SN 2011fe	10,464	0,009	29,178	0,041	18,714	0,04197618372
SN 2012cg	12,285	0,017	30,844	0,128	18,559	0,1291239714
SN 2015F	13,081	0,025	31,45	0,064	-	0,06870953355

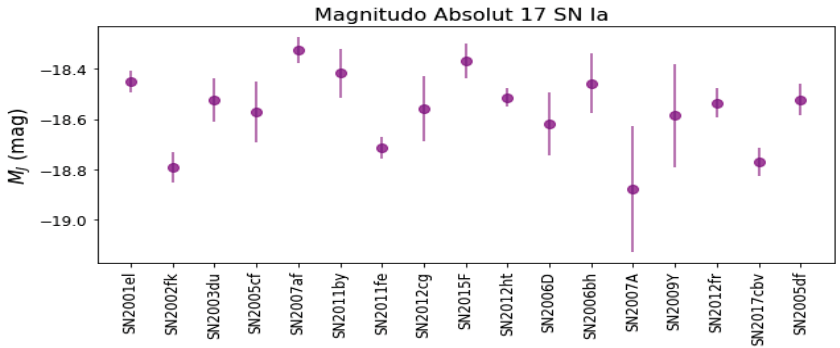
					18,369	
					-	
SN2012ht	13,423	0,01	31,936	0,034	18,513	0,03544009029
					-	
SN2006D	14,301	0,025	32,92	0,123	18,619	0,1255149393
					-	
2006bh	14,789	0,0196	33,246	0,117	18,457	0,1186303502
					-	
2007A	15,649	0,024	34,527	0,25	18,878	0,251149358
					-	
2009Y	14,508	0,015	33,094	0,205	18,586	0,2055480479
					-	
2012fr	12,843	0,016	31,378	0,056	18,535	0,05824087911
					-	
2017cbv	11,776	0,02	30,546	0,052	-18,77	0,05571355311
					-	
2005df	12,969	0,02	31,491	0,061	18,522	0,06419501538

m_j = magnitudo semu puncak pita J, σ_m = galat magnitudo semu puncak pita J

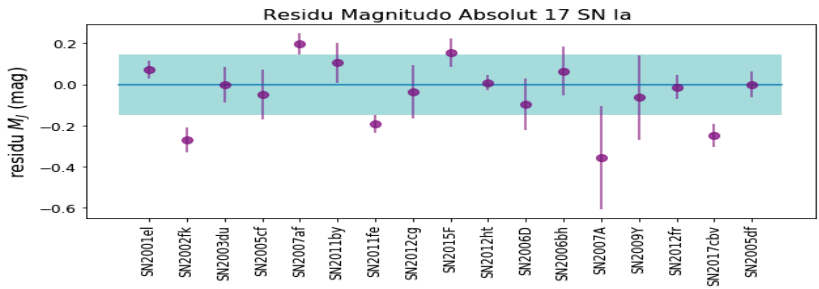
μ_{Ceph} = modulus jarak Cepheid, σ_{Ceph} = galat modulus jarak Cepheid

M_j = magnitudo absolut puncak pita J, σ_M = galat magnitudo absolut puncak pita J

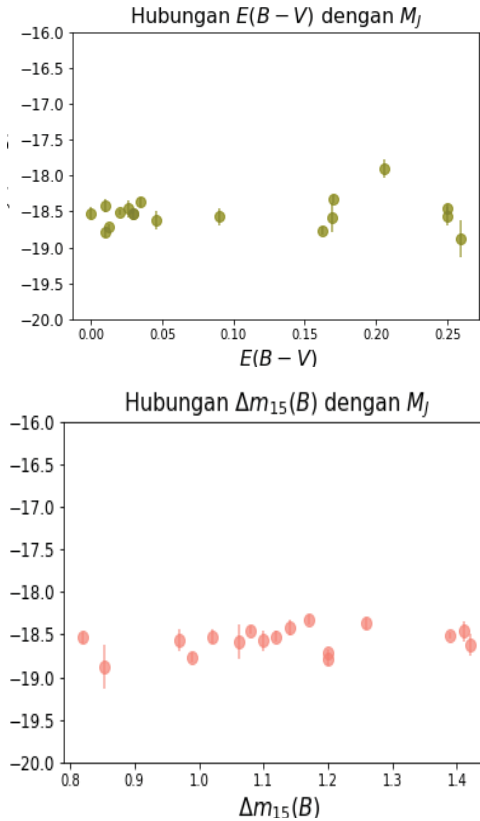
Penelitian ini juga menampilkan grafik antara $\Delta m_{15}(B)$ terhadap magnitudo absolut puncak serta grafik $E(B - V)$ terhadap magnitudo absolut puncaknya (Gambar 4).



Gambar 2. Magnitudo absolut puncak 17 SN Ia pita J



Gambar 3. Sebaran residu magnitudo absolut puncak 17 SN Ia pita J



Gambar 4. Grafik magnitudo absolut puncak terhadap *decline rate* dan ekstingsi *host galaxy*

Gambar 1 menunjukkan bentuk kurva cahaya SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat pita J. Jika pada SN Ia optis kurva cahaya memiliki satu puncak saja, kurva cahaya pada SN Ia inframerah dekat pita J memiliki kurva cahaya yang terdiri dari dua puncak. Puncak kedua adalah hasil pancaran

energi dari peristiwa rekombinasi Fe^{++} menjadi Fe^+ di SN Ia. Energi tersebut dipancarkan pada panjang gelombang inframerah dekat¹⁸. Nilai magnitudo semu puncak yang dipakai dalam penelitian ini adalah nilai magnitudo puncak pertama.

Dari 17 SN Ia yang telah diperoleh magnitudo absolutnya melalui persamaan 1, diperoleh rata-rata magnitudo absolut puncak $M_j = -18,522$ mag dan sebaran magnitudo $\sigma_M = 0,15$ mag. Grafik sebaran magnitudo dapat dilihat pada gambar 3. Nilai sebaran yang didapatkan konsisten dengan pernyataan Elias *et al.* (1985) yang menyatakan sebaran magnitudo absolut SN Ia inframerah dekat $\pm 0,1$ mag.

Nilai sebaran magnitudo dari hasil penelitian sama dengan hasil yang diperoleh Meikle (2000) sebesar $\sigma_M = 0,15$ mag (menggunakan 8 SN Ia pada pita JHK) serta lebih kecil jika dibandingkan hasil yang diperoleh Wood-Vasey *et al.* (2008) dengan $\sigma_M = 0,33$ mag (menggunakan 18 SN Ia pada pita J). Nilai sebaran cenderung sebanding dengan perolehan nilai dari Dhawan *et al.* (2018) dan Galbany *et al.* (2022) sebesar $\sigma_M = 0,16$ mag (masing-masing menggunakan 9 dan 18 SN Ia di pita J). Meskipun nilai sebarannya terhitung kecil, tetapi masih besar jika dibandingkan dengan

¹⁸ Kasen, Daniel, "Secondary Maximum in the Near-Infrared Light Curves of Type Ia Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 649.2 (2006), 939–53 <<https://doi.org/10.1086/506588>>

nilai galat dari masing-masing magnitudo absolut SN Ia dengan $\chi^2 = 87,6$ dan berderajat kebebasan 16. Berdasarkan penelitian Meikle (2000), nilai χ^2 akan minimal jika nilai galat kecerlangannya besar. Usaha untuk meningkatkan galat kecerlangan agar mencapai nilai χ^2 minimal menunjukkan bahwa bentuk kurva cahaya pada panjang gelombang inframerah dekat tidak sepenuhnya seragam. Upaya meningkatkan jumlah galat kecerlangan adalah dengan menambahkan galat instrik ke dalam perhitungan seperti yang dilakukan Dhawan *et al.* (2018).

Galat intrinsik dinyatakan sebagai selisih antara nilai sebaran magnitudo dengan galat magnitudo tiap SN Ia atau dapat dituliskan sebagai berikut¹⁹ :

$$\sigma_{int} = \sqrt{\sigma_{M,STD}^2 - \underline{\sigma_M^2}} \quad (3)$$

dengan σ_{int} galat intrinsik, $\sigma_{M,STD}$ adalah sebaran magnitudo puncak SN Ia, dan σ_M rata-rata galat magnitudonya. Dari persamaan 3, galat intrinsik diperoleh sebesar $\sigma_{int} = 0,11$ mag.

Untuk melihat perbandingan sebaran magnitudo absolut puncak pada SN Ia inframerah dekat dengan SN Ia optis pita B, dihitung secara singkat rata-rata magnitudo absolut puncak dan

¹⁹ Lluís Galbany and others, “An Updated Measurement of the Hubble Constant from Near-Infrared Observations of Type Ia Supernovae,” *ArXiv.Org*, 2022 <<https://arxiv.org/abs/2209.02546>>.

sebaran pada SN Ia optis pita B. Datanya diperoleh langsung dari R22 (tabel 2).

Nilai rata-rata magnitudo absolut puncak SN Ia pita B adalah $M_B = -19,361$ mag dan sebaran magnitudo $\sigma_B = 0,15$ mag. Nilai sebaran magnitudo puncak SN Ia pita B yang telah melalui tahap koreksi bernilai sama dengan sebaran magnitudo puncak SN Ia pita J.

Hasil perbandingan ini menyatakan bahwa SN Ia inframerah dekat tanpa koreksi dapat dijadikan *standard candle* yang baik sebagaimana SN Ia optis yang telah melalui koreksi. Hal ini bersesuaian juga dengan konsep koreksi warna (*color*) dengan tujuan menyeragamkan kecerlangan puncak masing-masing SN Ia. Karena kecerlangan puncak SN Ia pada penelitian ini seragam dalam rentang 0,15 mag, maka koreksi warna tidak diperlukan.

Ketiadaan koreksi bentuk (*shape*) untuk SN Ia inframerah dekat berhasil ditunjukkan dari gambar 4. Grafik pada gambar 4 menunjukkan tidak ada variasi signifikan antara magnitudo absolut dengan *decline rate* pada rentang $0,8 < \Delta m_{15}(B) < 1,6$ (dari kriteria yang dipakai dalam penelitian ini). Dengan kata lain, penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara magnitudo absolut dengan *decline rate*. Atas dasar alasan tersebut, SN Ia yang dipilih dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai *standard candle* yang baik tanpa harus melalui koreksi bentuk (*shape*).

Pada grafik bagian atas (gambar 4), nilai antara magnitudo terhadap ekstingsi sedikit lebih bervariasi meskipun tidak signifikan. Meskipun SN Ia yang digunakan sudah diseleksi berdasarkan nilai $E(B - V)$, tetapi penambahan koreksi ekstingsi *host galaxy* pada studi lanjutan diperkirakan dapat membantu menekan galat sistematis sebagaimana yang disebutkan di bagian pendahuluan.

Supernova Ia (SN Ia) merupakan objek yang digunakan sebagai metode penentuan jarak terutama dalam skala yang luas seperti skala kosmologi. Hal ini karena SN Ia merupakan *standard candle*, yaitu objek yang memiliki luminositas yang seragam dan nilai luminositasnya dapat diketahui dengan baik. Namun dari berbagai hasil studi menemukan bahwa SN Ia tidak benar-benar memiliki luminositas yang seragam melainkan bervariasi dalam rentang yang cukup lebar. Kurva cahaya SN Ia juga memiliki bentuk yang bervariasi. Atas dasar penemuan tersebut, SN Ia bukan merupakan *standard candle* yang sempurna sebagaimana perkiraan awal.

Karena SN Ia sangat penting dalam penentuan jarak skala kosmologi, para astronom hingga saat ini terus berusaha untuk menjadikan SN Ia sebagai *standard candle* yang baik melalui berbagai cara, antara lain melakukan koreksi bentuk dan warna pada kurva cahaya SN Ia, menganalisis kurva cahaya SN Ia di berbagai panjang gelombang serta menekan galat sistematisnya.

Dari berbagai panjang gelombang, SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat ternyata dapat menjadi *standard candle* yang baik bahkan diperkirakan lebih baik dibandingkan SN Ia optis. Alasan SN Ia inframerah dekat menjadi *standard candle* yang baik didukung dari studi yang menunjukkan bahwa tidak ada variasi signifikan antara laju penurunan dengan kecerlangan puncak pada SN Ia inframerah dekat, koreksi bentuk dan warna untuk menyeragamkan bentuk dan kecerlangan puncak kurva SN Ia inframerah dekat lebih kecil dibandingkan SN Ia optis²⁰ serta pengaruh ekstingsi galaksi sangat kecil pada SN Ia inframerah dekat.

Untuk menguji apakah SN Ia dapat dijadikan sebagai *standard candle* yang baik bahkan tanpa melakukan koreksi bentuk dan warna kurva cahaya serta ekstingsi *host galaxy*, penelitian ini mengumpulkan 17 sampel SN Ia pita J yang telah melalui proses seleksi.

Hasil olah data fotometri SN Ia inframerah dekat menunjukkan nilai rata-rata kecerlangan (magnitudo absolut) puncak $M_J = -18,522$ mag dengan sebaran

²⁰ Mandel, Kaisey S., W. Michael Wood-Vasey, Andrew S. Friedman, and Robert P. Kirshner, "TYPE Ia SUPERNOVA LIGHT-CURVE INFERENCE: HIERARCHICAL BAYESIAN ANALYSIS IN THE NEAR-INFRARED," *The Astrophysical Journal*, 704.1 (2009), 629–51 <<https://doi.org/10.1088/0004-637x/704/1/629>>

magnitudonya sebesar $\sigma_M = 0,15$ mag. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai sebaran magnitudo absolut puncak SN Ia pada panjang gelombang optis pita B. Dari data magnitudo absolut puncak yang diperoleh langsung dari R22, nilai sebarannya sebesar $\sigma_B = 0,15$ mag. Nilai sebaran yang sama menunjukkan bahwa SN Ia inframerah dekat tanpa koreksi dapat dijadikan *standard candle* yang baik sebagaimana SN Ia optis yang telah melalui koreksi. Kecerlangan puncak SN Ia yang cenderung sudah seragam (dalam rentang 0,15 mag) menunjukkan tidak perlu dilakukan koreksi warna.

SN Ia yang dipilih dalam penelitian ini harus memenuhi kriteria nilai $0,8 < \Delta m_{15}(B) < 1,6$. Dari hasil analisis yang dilakukan lebih lanjut menunjukkan tidak adanya variasi signifikan antara kecerlangan puncak dengan *decline rate* $\Delta m_{15}(B)$. Hal ini berbeda dengan SN Ia pada panjang gelombang optis yang memiliki hubungan antara *decline rate* dengan kecerlangan puncak²¹. Hubungan tersebut menyatakan bahwa SN Ia yang turun dari puncak dengan laju yang lebih lama adalah SN Ia dengan kecerlangan puncak yang lebih besar begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu, perlu penyeragaman bentuk kurva cahaya untuk SN Ia optis. Namun dari hasil analisis di penelitian ini, tidak ditemukan hubungan antara *decline rate* dengan kecerlangan puncak SN Ia inframerah dekat. Oleh

²¹ M. M. Phillips, "The Absolute Magnitudes of Type IA Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 413 (1993), L105
<<https://doi.org/10.1086/186970>>.

karena itu, bisa disimpulkan kurva cahaya SN Ia inframerah tidak memerlukan koreksi bentuk.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat khususnya pita J dapat menjadi *standard candle* yang baik bahkan tanpa perlu melalui koreksi warna dan bentuk kurva cahaya. Namun, penelitian ini menyarankan untuk melakukan koreksi terhadap ekstingsi *host galaxy* karena melihat adanya sedikit variasi pada grafik magnitudo terhadap $E(B - V)$. Penambahan koreksi ekstingsi *host galaxy* pada studi lanjutan diperkirakan dapat membantu menekan galat sistematis.

Secara umum penelitian ini telah menunjukkan bahwa SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat dapat dijadikan sebagai *standard candle* yang baik tanpa perlu melakukan koreksi warna dan bentuk. Beberapa perbaikan dan peningkatan yang dapat dilakukan terkait studi ini, antara lain : meminimalkan nilai *chi-square* dengan berbagai pendekatan, menambah sampel SN Ia pada panjang gelombang inframerah dekat termasuk di pita H dan K, mengikutsertakan SN Ia pada *redshift* tinggi, dan memperhitungkan koreksi ekstingsi *host galaxy*.

Daftar Pustaka

Avelino, Arturo, Andrew S. Friedman, Kaisey S. Mandel, David O. Jones, Peter J. Challis, and Robert P. Kirshner, "Type Ia Supernovae Are Excellent Standard Candles in the Near-

- Infrared," *The Astrophysical Journal*, 887.1 (2019), 106 <<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab2a16>>
- Burns, Christopher R., Emilie Parent, M. M. Phillips, Maximilian Stritzinger, Kevin Krisciunas, Nicholas B. Suntzeff, and others, "The Carnegie Supernova Project: Absolute Calibration and the Hubble Constant," *The Astrophysical Journal*, 869.1 (2018), 56
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aae51c>>
- Burns, Christopher R., Maximilian Stritzinger, M. M. Phillips, ShiAnne Kattner, S. E. Persson, Barry F. Madore, and others, "THE CARNEGIE SUPERNOVA PROJECT: LIGHT-CURVE FITTING WITH SNooPy," *The Astronomical Journal*, 141.1 (2010), 19
<<https://doi.org/10.1088/0004-6256/141/1/19>>
- Cartier, Régis, Mario Hamuy, Giuliano Pignata, Francisco Förster, Paula Zelaya, Gaston Folatelli, and others, "PERSISTENT C II ABSORPTION IN THE NORMAL TYPE Ia SUPERNOVA 2002fk," *The Astrophysical Journal*, 789.1 (2014), 89
<<https://doi.org/10.1088/0004-637x/789/1/89>>
- Conley, A., M. Sullivan, E. Y. Hsiao, J. Guy, P. Astier, D. Balam, and others, "SiFTO: An Empirical Method for Fitting SN Ia Light Curves," *The Astrophysical Journal*, 681.1 (2008), 482–98
<<https://doi.org/10.1086/588518>>

- Contreras, Carlos, Mario Hamuy, M. M. Phillips, Gastón Folatelli, Nicholas B. Suntzeff, S. E. Persson, and others, "THE CARNEGIE SUPERNOVA PROJECT: FIRST PHOTOMETRY DATA RELEASE OF LOW-REDSHIFT TYPE Ia SUPERNOVAE," *The Astronomical Journal*, 139.2 (2010), 519–39
<<https://doi.org/10.1088/0004-6256/139/2/519>>
- Contreras, Carlos, M. M. Phillips, Christopher R. Burns, Anthony L. Piro, B. J. Shappee, Maximilian D. Stritzinger, and others, "SN 2012fr: Ultraviolet, Optical, and Near-Infrared Light Curves of a Type Ia Supernova Observed within a Day of Explosion," *The Astrophysical Journal*, 859.1 (2018), 24
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aabaf8>>
- Dhawan, Suhail, Saurabh W. Jha, and Bruno Leibundgut, "Measuring the Hubble Constant with Type Ia Supernovae as Near-Infrared Standard Candles," *Astronomy & Astrophysics*, 609 (2018), A72
<<https://doi.org/10.1051/0004-6361/201731501>>
- Elias, J. H., K. Matthews, G. Neugebauer, and S. E. Persson, "Type I Supernovae in the Infrared and Their Use as Distance Indicators," *The Astrophysical Journal*, 296 (1985), 379
<<https://doi.org/10.1086/163456>>
- Folatelli, Gastón, M. M. Phillips, Christopher R. Burns,

- Carlos Contreras, Mario Hamuy, W. L. Freedman, and others, "THE CARNEGIE SUPERNOVA PROJECT: ANALYSIS OF THE FIRST SAMPLE OF LOW-REDSHIFT TYPE-Ia SUPERNOVAE," *The Astronomical Journal*, 139.1 (2009), 120–44 <<https://doi.org/10.1088/0004-6256/139/1/120>>
- Friedman, Andrew S., W. M. Wood-Vasey, G. H. Marion, Peter Challis, Kaisey S. Mandel, Joshua S. Bloom, and others, "CfAIR2: NEAR-INFRARED LIGHT CURVES OF 94 TYPE Ia SUPERNOVAE," *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 220.1 (2015), 9 <<https://doi.org/10.1088/0067-0049/220/1/9>>
- Galbany, Lluís, Thomas de Jaeger, Adam Riess, Tomás E. Müller-Bravo, Suhail Dhawan, Kim Phan, and others, "An Updated Measurement of the Hubble Constant from Near-Infrared Observations of Type Ia Supernovae," *ArXiv.Org*, 2022 <<https://arxiv.org/abs/2209.02546>>
- Guy, J., P. Astier, S. Nobili, N. Regnault, and R. Pain, "SALT: A Spectral Adaptive Light Curve Template for Type Ia Supernovae," *Astronomy & Astrophysics*, 443.3 (2005), 781–91 <<https://doi.org/10.1051/0004-6361:20053025>>
- "Home," *NASA/IPAC Extragalactic Database* <<https://ned.ipac.caltech.edu>> [accessed 26 December 2022]
- Hsiao, E. Y., A. Conley, D. A. Howell, M. Sullivan, C.

- J. Pritchett, R. G. Carlberg, and others, "K-Corrections and Spectral Templates of Type Ia Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 663.2 (2007), 1187–1200
<<https://doi.org/10.1086/518232>>
- Jha, Saurabh, Adam G. Riess, and Robert P. Kirshner, "Improved Distances to Type Ia Supernovae with Multicolor Light-Curve Shapes: MLCS2k2," *The Astrophysical Journal*, 659.1 (2007), 122–48
<<https://doi.org/10.1086/512054>>
- Jones, D. O., K. S. Mandel, R. P. Kirshner, S. Thorp, P. M. Challis, A. Avelino, and others, "Cosmological Results from the RAISIN Survey: Using Type Ia Supernovae in the Near Infrared as a Novel Path to Measure the Dark Energy Equation of State," *The Astrophysical Journal*, 933.2 (2022), 172
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac755b>>
- Kasen, Daniel, "Secondary Maximum in the Near-Infrared Light Curves of Type Ia Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 649.2 (2006), 939–53
<<https://doi.org/10.1086/506588>>
- Krisciunas, Kevin, "The Infrared Hubble Diagram of Type Ia Supernovae," in *Handbook of Supernovae* (Cham: Springer International Publishing, 2017), pp. 2593–2604
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-21846-5_103> [accessed 26 December 2022]
- Krisciunas, Kevin, Mark M. Phillips, and Nicholas B. Suntzeff, "Hubble Diagrams of Type Ia

- Supernovae in the Near-Infrared," *The Astrophysical Journal*, 602.2 (2004), L81–84
<<https://doi.org/10.1086/382731>>
- Krisciunas, Kevin, Nicholas B. Suntzeff, Pablo Candia, José Arenas, Juan Espinoza, David Gonzalez, and others, "Optical and Infrared Photometry of the Nearby Type I[CLC]a[/CLC] Supernova 2001[CLC]EI[/CLC]," *The Astronomical Journal*, 125.1 (2003), 166–80
<<https://doi.org/10.1086/345571>>
- Mandel, Kaisey S., W. Michael Wood-Vasey, Andrew S. Friedman, and Robert P. Kirshner, "TYPE Ia SUPERNOVA LIGHT-CURVE INFERENCE: HIERARCHICAL BAYESIAN ANALYSIS IN THE NEAR-INFRARED," *The Astrophysical Journal*, 704.1 (2009), 629–51
<<https://doi.org/10.1088/0004-637x/704/1/629>>
- Marion, G. H., Peter J. Brown, Jozsef Vinkó, Jeffrey M. Silverman, David J. Sand, Peter Challis, and others, "SN 2012cg: EVIDENCE FOR INTERACTION BETWEEN A NORMAL SN Ia AND A NON-DEGENERATE BINARY COMPANION," *The Astrophysical Journal*, 820.2 (2016), 92 <<https://doi.org/10.3847/0004-637x/820/2/92>>
- Matheson, T., R. R. Joyce, L. E. Allen, A. Saha, D. R. Silva, W. M. Wood-Vasey, and others, "THE INFRARED LIGHT CURVE OF SN 2011fe IN M101 AND THE DISTANCE TO M101," *The Astrophysical Journal*, 754.1 (2012), 19

- <<https://doi.org/10.1088/0004-637x/754/1/19>>
- Meikle, W. P. S., "The Absolute Infrared Magnitudes of Type Ia Supernovae," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 314.4 (2000), 782–92
<<https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.2000.03411.x>>
- Phillips, M. M., "The Absolute Magnitudes of Type IA Supernovae," *The Astrophysical Journal*, 413 (1993), L105 <<https://doi.org/10.1086/186970>>
- Riess, Adam G., Wenlong Yuan, Lucas M. Macri, Dan Scolnic, Dillon Brout, Stefano Casertano, and others, "A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 Km S⁻¹ Mpc⁻¹ Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team," *The Astrophysical Journal Letters*, 934.1 (2022), L7
<<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac5c5b>>
- Schlafly, Edward F., and Douglas P. Finkbeiner, "MEASURING REDDENING WITH SLOAN DIGITAL SKY SURVEY STELLAR SPECTRA AND RECALIBRATING SFD," *The Astrophysical Journal*, 737.2 (2011), 103
<<https://doi.org/10.1088/0004-637x/737/2/103>>
- Scolnic, D. M., D. O. Jones, A. Rest, Y. C. Pan, R. Chornock, R. J. Foley, and others, "The Complete Light-Curve Sample of Spectroscopically Confirmed SNe Ia from Pan-STARRS1 and Cosmological Constraints from the Combined Pantheon Sample," *The*

- Astrophysical Journal*, 859.2 (2018), 101
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aab9bb>>
- Stanishev, V., A. Goobar, S. Benetti, R. Kotak, G. Pignata, H. Navasardyan, and others, "SN 2003du: 480 Days in the Life of a Normal Type Ia Supernova," *Astronomy & Astrophysics*, 469.2 (2007), 645–61
<<https://doi.org/10.1051/0004-6361:20066020>>
- Wang, Lingzhi, Carlos Contreras, Maokai Hu, Mario A. Hamuy, Eric Y. Hsiao, David J. Sand, and others, "Optical and Near-Infrared Observations of the Nearby SN Ia 2017cbv," *The Astrophysical Journal*, 904.1 (2020), 14
<<https://doi.org/10.3847/1538-4357/abba82>>
- Wang, X., A. V. Filippenko, M. Ganeshalingam, W. Li, J. M. Silverman, L. Wang, and others, "IMPROVED DISTANCES TO TYPE Ia SUPERNOVAE WITH TWO SPECTROSCOPIC SUBCLASSES," *The Astrophysical Journal*, 699.2 (2009), L139–43
<<https://doi.org/10.1088/0004-637x/699/2/1139>>
- Wood-Vasey, W. Michael, Andrew S. Friedman, Joshua S. Bloom, Malcolm Hicken, Maryam Modjaz, Robert P. Kirshner, and others, "Type Ia Supernovae Are Good Standard Candles in the Near Infrared: Evidence from PAIRITEL," *The Astrophysical Journal*, 689.1 (2008), 377–90
<<https://doi.org/10.1086/592374>>

Chapter 2

Pengaruh Bentangan Langit pada Kehidupan Masyarakat di Indonesia

Abu Yazid Raisal¹, Rosynanda Nur Fauziah¹, Mega Sukma²

¹Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²Institut Teknologi Bandung

Manusia merupakan makhluk yang istimewa karena memiliki rasa ingin tahu yang tinggi. Melalui pengamatan yang telaten dan penuh kesabaran terhadap fenomena langit, manusia mampu menjinakkan banyak masalah kehidupan terkait dengan penentuan waktu seperti, siang dan malam, musim, dan tahun. Bentangan langit telah menjadi sumber inspirasi dan mempengaruhi banyak aspek perkembangan sepanjang zaman, mulai dari ritual keagamaan, mitologi, eksplorasi hingga seni ²². Ilmu yang mempelajari tentang langit dikenal dengan astronomi. Astronomi merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan tertua yang sudah berkembang sejak ribuan tahun sebelum Masehi. Pengetahuan manusia pada astronomi pada mulanya hanya sebatas pengamatan alami seperti mengamati terbit dan tenggelamnya benda-benda langit, mengamati

²² I Liritzis and A Vlachos, 'Skyscape Impact to Cultural Astronomy', *Scientific Culture*, 8.3 (2022), 131–55 <<https://doi.org/10.5281/zenodo.6640243>>.

keadaan dan perubahan cuaca, dan mengamati fenomena yang terjadi di langit. Hal ini dilakukan untuk keperluan menentukan jadwal perjalanan dan perdagangan, menentukan waktu ritual agama dan sosial, dan sebagainya²³.

Saat ini, banyak penelitian yang menghubungkan interaksi antara astronomi dengan budaya atau dikenal dengan etnoastronomi. Etnoastronomi merupakan bidang penelitian yang terkait erat dengan menggabungkan astronomi, keilmuan tekstual, etnologi, dan interpretasi ikonografi kuno untuk tujuan merekonstruksi cara hidup, teknik astronomi, dan ritual²⁴. Etnoastronomi telah banyak dikaji dalam pengembangan kebudayaan di Eropa dan Timur Tengah. Hal ini dilakukan sebagai upaya manusia untuk melanjutkan kembali pengetahuan astronomi klasik hingga modern²⁵. Kebudayaan yang ada di Indonesia juga tidak lepas dipengaruhi oleh kebiasaan masyarakat mengamati langit. Beberapa di antaranya bisa dikatakan sebagai sains asli. Sains asli merupakan sains yang diperoleh melalui interaksi masyarakat dengan lingkungannya dan berupa pengalaman yang konkrit. Sains asli juga berupa pendidikan tradisi yang diwariskan dari generasi ke

²³ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Esai-Esai Astronomi Islam* (Medan: UMSU Press, 2017).

²⁴ Elizabeth Chesley Baity and others, 'Archaeoastronomy and Ethnoastronomy So Far', *Current Anthropology*, 14.4 (1973), 389–449.

²⁵ Fatmawati, Andi Muhammad Akmal, and Fathur Rahman Basir, 'Khazanah Tradisi Astronomi Dan Astrologi Masyarakat Sulawesi Selatan', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 8.2 (2022), 136–50.

generasi selanjutnya ²⁶. Tulisan ini bertujuan untuk menunjukkan adanya keterkaitan antara bentangan langit dengan kehidupan masyarakat di Indonesia. Keterkaitan tersebut membantu masyarakat dalam meningkatkan pengetahuan, perkembangan dan kemajuan pada setiap aspek kehidupan.

Kami membagi pengaruh bentangan langit pada kehidupan masyarakat di Indonesia ke dalam empat kategori. Kategori tersebut adalah sistem penanggalan atau kalender, pengukuran waktu, pertanian, navigasi, dan tradisi.

1. Sistem penanggalan atau kalender

Sistem penanggalan atau kalender digunakan sebagai penanda siklus aktivitas manusia selama setahun, penanda waktu pelaksanaan ritual tertentu, dan penanda peristiwa penting dalam kehidupan ²⁷. Kebanyakan sistem penanggalan yang ada menggunakan Matahari atau Bulan sebagai acuan.

2. Pengukuran waktu

Pergerakan benda-benda langit yang teratur dan berkelanjutan melahirkan gagasan pada pengukuran waktu. Pada bagian ini kami hanya

²⁶ Putri Sarini and Kompyang Selamet, 'Pengembangan Bahan Ajar Etnosains Bali Bagi Calon Guru IPA', *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 13.1 (2019), 27–39.

²⁷ Adam Firmansyah Ahmad, Azizah Fatmawati, and Siti Tatmainul Qulub, 'Implementasi Taqvim Standar Indonesia Sebagai Pemersatu Kalender Masyarakat Indonesia', *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 4.2 (2022), 157–80.

berfokus pada pengukuran waktu dalam rentang harian.

3. Pertanian

Pergerakan rasi bintang dan waktu pergerakan tersebut memberikan cara bagi orang zaman dahulu untuk mempersiapkan penanaman atau panen mereka ²⁸.

4. Navigasi

Para navigator jaman dahulu menyadari bahwa mereka dapat menggunakan bintang terbit tertentu sebagai penanda arah, sehingga perjalanan mereka menjadi lebih mudah, yang pada gilirannya membuat mereka mencoba pelayaran yang lebih jauh ²⁹.

5. Tradisi

Tradisi merupakan kebiasaan atau perilaku yang diwariskan orang terdahulu dan menjadi identitas suatu masyarakat tertentu ³⁰. Pada bagian ini kami memamparkan beberapa kebiasaan yang dilakukan suatu masyarakat pada saat terjadi fenomena astronomi tertentu.

1. Sistem penanggalan atau kalender

Sistem penanggalan atau kalender merupakan seperangkat satuan-satuan waktu yang digunakan

²⁸ Liritzis and Vlachos.

²⁹ Liritzis and Vlachos.

³⁰ A. H Hidayat, Wimrayardi, and A Putra, D, 'Seni Tradisi Dan Kreativitas Dalam Kebudayaan Minangkabau', *Musikolastika: Jurnal Pertunjukan & Pendidikan Musik*, 1.2 (2019), 65–73
<<http://musikolastika.ppj.unp.ac.id/index.php/musikolastikahttps://doi.org/10.7592/musikolastika.v1i2.26>>.

sebagai penanda waktu dalam jangka waktu yang panjang. Kalender digunakan untuk menandai peristiwa, baik dalam urusan pribadi, negara, maupun agama. Kebanyakan kalender mengacu pada benda langit yaitu Matahari atau Bulan. Kalender Matahari mengacu pada peredaran Bumi mengelilingi Matahari contohnya kalender Julian dan kalender Gregorian (Masehi). Kalender Bulan mengacu pada peredaran Bulan mengelilingi Bumi contohnya kalender Hijriah. Selain itu ada juga kalender yang mengacu pada Matahari dan Bulan atau dikenal dengan kalender Luni-Solar. Pada tulisan ini, kami memaparkan beberapa kalender yang mengacu pada benda langit dan digunakan oleh masyarakat yang ada di Indonesia.

a. Kalender Saka Bali

Kalender Saka Bali merupakan kalender yang digunakan oleh masyarakat beragama Hindu di Bali. Kalender Saka Bali merujuk pada kalender Saka yang ada di India. Sistem kalender ini menggabungkan penanggalan berbasis Bulan (tahun Candra), penanggalan berbasis Matahari (tahun Surya), dan penanggalan Wuku³¹. Kalender Saka Bali memiliki 12 bulan (sasih) dalam setahun. Nama-nama bulan tersebut adalah Kedasa, Desta, Kesada, Kasa, Karo, Katelu, Kapat, Kalima, Kanem, Kepitu, Kewulu, dan Kesanga. Satu bulan terdiri dari 30 hari yang dibagi menjadi dua bagian yaitu paro terang (suklapaksa) dan paro gelap (kresnapaksa). Paro terang dimulai saat

³¹ Ahmad, Fatmawati, and Qulub.

sabit awal pertama (1 suklapaksa) hingga purnama (15 suklapaksa). Paro gelap dimulai saat purnama akhir (1 kresnapaksa) hingga bulan baru (15 kresnapaksa) ³².

b. Kalender Pranata Mangsa

Kalender Pranata Mangsa merupakan kalender yang digunakan oleh masyarakat Jawa. Pranata Mangsa terdiri dari dua kata yaitu Pranata yang artinya aturan dan Mangsa yang artinya waktu atau musim ³³. Kalender Pranata Mangsa merupakan kalender berbasis Matahari. Kalender Pranata Mangsa dimulai pada tanggal 22 Juni atau bertepatan dengan ketika Matahari berada di titik paling utara dari khatulistiwa sehingga para petani mampu mengetahui bayangan terpanjang ³⁴. Kalender Pranata Mangsa memiliki 12 bulan (mangsa) dalam setahun. Nama-nama bulan tersebut adalah Kasa, Karo, Katelu, Kapat, Kalima, Kanem, Kapitu, Kawolu, Kasanga, Kasapuluh, Dhesta, dan Saddha. Selain membagi ke dalam 12 bulan, kalender Pranata Mangsa juga terdapat pembagian musim yaitu Katigo, Labuh, Rendhen, dan Mareng ³⁵. Katigo sebagai musim kering terdiri dari

³² Andi Pangerang, 'Mengenal Kalender Bali', *Edukasi Sains Antariksa*, 2021 <<http://edusains.brin.go.id/artikel/mengenal-kalender-saka-bali/280>> [accessed 20 December 2022].

³³ Ahmad, Fatmawati, and Qulub.

³⁴ Muhammad Himmatur Riza, 'Sundial Horizontal Dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa', *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam*, 2.1 (2018), 119–42 <<https://doi.org/10.30659/jua.v2i1.3016>>.

³⁵ Setyasih Harini, Sumarmi, and Anggit G Wicaksono, 'Manfaat Penggunaan Pranata Mangsa Bagi Petani Desa Mojoreno Kabupaten Wonogiri', *Jurnal Inada: Kajian Perempuan Indonesia Di Daerah Tertinggal, Terdepan, Dan Terluar*, 2.1 (2019), 82–97 <<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/inada/article/view/1039>>.

mangsa Kasa, Karo, Katelu. Labuh sebagai musim peralihan musim kemarau ke hujan terdiri dari mangsa Kapat, Kalima, Kanem. Rendheng sebagai musim dengan curah hujan tinggi terdiri dari mangsa Kapitu, Kawolu, Kasanga, dan Mareng sebagai masa peralihan musim hujan ke kemarau terdiri dari mangsa Kasapuluh, Dhesta, dan Saddha ³⁶.

c. Kalender Jawa Islam

Kalender Jawa Islam merupakan kalender yang ditetapkan oleh Sri Sultan Muhammad atau Sultan Agung Hanyokrokusumo di wilayah kerajaan Mataram pada tahun 1633 Masehi yang bertepatan dengan tahun 1043 Hijriah dan tahun 1555 Saka. Kalender Jawa Islam menggantikan kalender Saka yang sebelumnya digunakan oleh masyarakat. Kalender Jawa Islam merupakan akulturasi antara kalender Saka dan kalender Hijriah karena kalender Jawa Islam mengikuti kalender Hijriah namun bilangan tahun mengikuti kalender Saka. Jadi, saat kalender Jawa Islam ditetapkan menjadi tanggal 1 bulan 1 tahun 1555 Jawa Islam yang bertepatan dengan tanggal 8 Juli 1633 Masehi dan tanggal 1 Muharram 1043 Hijriah ³⁷.

Kalender Jawa Islam memiliki 12 bulan dalam setahun. Nama-nama bulan tersebut adalah Suro, Sapar, Mulud, Bakdamulud, Jumadilawal, Jumadilakhir, Rejeb, Ruwah, Poso, Syawal,

³⁶ Ahmad, Fatmawati, and Qulub.

³⁷ Ahmad, Fatmawati, and Qulub.

Dulkangidah, dan Besar³⁸. Kalender Jawa Islam merupakan kalender berbasis Bulan. Ada beberapa perbedaan antara kalender Jawa Islam dengan kalender Hijriah. Kalender Jawa Islam menetapkan pergantian hari saat pergantian bulan adalah saat Matahari terbenam³⁹. Pada kalender Jawa Islam terdapat siklus 8 tahun dengan 5 tahun basit dan 3 tahun kabisat. Sementara tahun Hijriah memiliki siklus 30 tahun dengan 9 tahun basit dan 11 tahun kabisat. Jumlah hari kalender Jawa Islam adalah 354 hari pada tahun basit dan 355 hari pada tahun kabisat. Kalender Jawa Islam memiliki siklus 120 tahun yang disebut kurup. Setiap 120 tahun, kalender Jawa Islam akan menghilangkan 1 hari agar sesuai dengan kalender Hijriah⁴⁰.

d. Kalender Sunda

Kalender Sunda merupakan sistem penanggalan yang digunakan oleh masyarakat tradisional Sunda dan masih digunakan hingga sekarang. Kalender Sunda terbagi menjadi tiga berdasarkan benda langit yang dijadikan sebagai acuan, yaitu Suryakala, Candrakala, dan Sukrakala. Suryakala atau Saka Sunda mengacu pada peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Candrakala atau Caka Sunda mengacu pada peredaran Bulan mengelilingi

³⁸ Muhammad Sholehuddin and Siti Tatmainul Qulub, 'Analisis Kesesuaian Kalender Jawa Islam Dengan Kalender Hijriyah', *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 4.1 (2022), 40-50
<<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/inada/article/view/1039>>.

³⁹ Ahmad, Fatmawati, and Qulub.

⁴⁰ Sholehuddin and Qulub.

Bumi, dan Sukrakala mengacu pada posisi relatif bintang selama satu tahun.

Kalender Saka Sunda memiliki struktur yang sama dengan kalender Masehi. Kalender Saka Sunda memiliki 12 bulan dalam satu tahun. Nama-nama bulan tersebut adalah Kasa, Kadua, Katiga, Kapat, Kalima, Kanem, Kapitu, Kawalu, Kasanga, Kadasa, Hapit Lemah, dan Hapit Kayu. Satu tahun pada kalender Saka Sunda terdiri dari 365 hari. Setiap empat tahun ada penambahan 1 hari pada bulan Hapit Kayu (kabisat). Setiap 128 tahun, kalender Saka Sunda akan menghilangkan 1 hari sehingga tahun yang harusnya kabisat menjadi tahun basit. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan kalender Saka Sunda dengan jatuhnya musim. Kalender Saka Sunda dimulai saat Matahari berada di titik paling selatan dari khatulistiwa sekitar tanggal 22 Desember.

Kalender Caka Sunda memiliki struktur yang sama dengan kalender Jawa. Kalender Caka Sunda memiliki 12 bulan dalam satu tahun. Nama-nama bulan tersebut adalah Kartika, Margasira, Posya, Maga, Palguna, Setra, Wesaka, Yesta, Asada, Srawana, Badrapada, dan Asuji. Kalender Caka Sunda memiliki siklus 8 tahun dengan 5 tahun basit dan 3 tahun kabisat. Saat tahun kabisat, ada penambahan 1 hari pada bulan Asuji. Jumlah hari kalender Caka Sunda adalah 354 hari pada tahun basit dan 355 hari pada tahun kabisat. Setiap 120 tahun, kalender Caka Sunda akan menghilangkan 1 hari sehingga tahun yang harusnya kabisat menjadi tahun basit. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan agar umur Bulan pada

kalender Caka Sunda sesuai dengan fase-fase Bulan. Siklus 120 tahun ini dikenal dengan Indung Taun ⁴¹.

e. Kalender Bugis-Makassar

Kalender Bugis-Makassar merupakan sistem penanggalan yang digunakan suku Bugis dan suku Makassar di Sulawesi Selatan. Pada umumnya suku Bugis dan suku Makassar sama, namun terdapat perbedaan yang signifikan. Orang suku Bugis biasanya bermukim di daerah pegunungan, sementara orang suku Makassar biasanya bermukim di daerah pesisir ⁴². Kalender Bugis-Makassar sering disebut sebagai “*Bilangeng Pattemu Taung*”. Naskah-naskah kuno juga sering menyebut kalender ini sebagai *Kutika Bilangeng* (penanggalan ritual) atau *Pananrang Ugi* (penanggalan pertanian) ⁴³. Sistem penanggalan Bugis-Makassar mengacu pada peredaran Bulan mengelilingi Bumi. Penentuan awal bulan pada penanggalan Bugis-Makassar dilakukan dengan beberapa cara, antara lain

- 1) Mappalao fuppu esso, yaitu ketika Matahari dan Bulan terbenam bersamaan di ufuk barat.
- 2) Mappabbaja, yaitu mengamati Bulan menjelang pergantian awal bulan saat fajar di ufuk timur

⁴¹ Andi Pangerang, ‘Mengenai Kalender Sunda’, *Edukasi Sains Antariksa*, 2020 <<http://edusainsa.brin.go.id/artikel/mengenai-kalender-sunda/242>> [accessed 20 December 2022].

⁴² Fatmawati, Akmal, and Basir.

⁴³ Sukmawati, Rasywan Syarif, and Shippah Chotban, ‘Analisis Terhadap Hari Baik Dan Hari Buruk Dalam Sistem Penanggalan Kalender Suku Bugis Perspektif Ilmu Falak’, *Hisabuna*, 3.1 (2022), 1–16 <<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/hisabuna/article/view/25030>>.

menggunakan mata yang ditutup dengan kain tipis berwarna hitam.

- 3) Ada gerimis atau kilat di tengah malam menjelang pergantian awal bulan ⁴⁴.

Setelah memasuki bulan baru, masyarakat Bugis-Makassar kemudian menghitung tanggal 1-30 dengan istilah *aoPo aulE* (peredaran bulan, setiap tanggal) atau *ompo'* (aoPo). Kalender Bugis-Makassar tidak mengenal tahun. Istilah *separiyama* digunakan untuk menyatakan waktu yang dirasa sudah cukup lama. Penanggalan suku Bugis-Makassar ditulis dalam *lontara*. Lontara berasal dari kata lontar yang merupakan nama sebuah pohon. Hal ini disebabkan masyarakat biasanya menuliskan sesuatu di atas daun lontar menggunakan lidi (*kallang*) ⁴⁵.

f. Kalender Batak

Kalender Batak dikenal dengan Parhalaan. Parhalaan berasal dari kata "hala" yang memiliki arti kalajengking. Kalender Batak mengacu pada Bulan dan digunakan untuk peramalan. Parhalaan dalam tradisi Batak tidak digunakan sebagai sistem penanda waktu melainkan petunjuk ramalan yang dikaitkan dengan peredaran benda-benda langit. Parhalaan dalam kenyataannya lebih berfungsi religius atau kepercayaan daripada kepentingan sipil. Parhalaan biasanya ditulis pada berbagai media seperti bambu, tulang, kulit

⁴⁴ Syarifuddin Yusmar, 'Penanggalan Bugis-Makassar Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Menurut Syari'Ah Dan Sains', *HUNafa: Jurnal Studia Islamika*, 5.3 (2008), 265 <<https://doi.org/10.24239/jsi.v5i3.175.265-286>>.

⁴⁵ Yusmar.

binatang, kulit kayu, atau batok kelapa. Parhalaan didesain dengan berbagai ukuran dan terdiri dari 12 ruas bambu yang menggambarkan 12 bulan. Masing-masing ruas terdiri dari 30 hari. Nama-nama bulan pada kalender Batak, khususnya dari Toba adalah sipahasada, sipahadua, sipahatolu, sipahaopat, sipahalima, sipahaonom, sipahapitu, sipahaualu, sipahasia, sipahasampulu, sipahasampulusada, dan sipahasampuludua. Ada juga Parhalaan yang terdiri dari 13 ruas. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan periode Bumi mengelilingi Matahari yaitu 365 hari. Hari pertama pada setiap bulan biasanya jatuh pada saat fase bulan mati. Awal tahun ditentukan ketika rasi bintang Scorpio (siala poriyama) berada di horizon timur dan rasi bintang Orion (siala sungsang) tebenam di horizon barat yang bertepatan dengan bulan Mei ⁴⁶.

g. Kalender Rowot Sasak

Kalender Rowot merupakan kalender yang digunakan oleh suku Sasak di pulau Lombok. Kalender Rowot dikembangkan dengan menggabungkan antara kalender Matahari dan kalender Bulan. Kalender Rowot Sasak digunakan dalam penentuan musim (mangse) dan penentuan bulannya. Mangse bisa diartikan sebagai musim atau bulan pada kalender Rowot. Masyarakat suku Sasak memaknai bulan menjadi dua yaitu sebagai mangse (musim) dan sebagai bulan atas (bulan Hijriah). Penentuan musim

⁴⁶ Butar-Butar.

pada kalender Rowot adalah dengan cara melihat kemunculan bintang Rowot atau Pleiades. Penentuan bulan atas dilakukan dengan menghitung peredaran Bulan mengeliling Bumi.

Kalender Rowot digunakan sebagai penanda musim. Musim disini dibagi menjadi dua yaitu kebalit dan ketaun. Kebalit merupakan musim panas yang berlangsung enam bulan. Ketaun merupakan musim hujan yang juga berlangsung selama enam bulan. Dua musim besar tersebut terdiri dari 12 bulan. Nama-nama bulan tersebut adalah Sekeq/Saq, Due, Telu, Empat, Lime, Enem, Pituq, Baluq, Siwaq, Sepulu, Solas, dan Dueolas. Jumlah hari dalam 12 bulan tersebut adalah 360 hari. Kalender Rowot tidak memiliki serial tahun⁴⁷.

2. Pengukuran waktu

Sebagian masyarakat di Indonesia dapat menentukan waktu sehari-hari dengan memanfaatkan benda-benda langit. Penentuan waktu kebanyakan memanfaatkan bayangan yang dihasilkan oleh Matahari atau dikenal dengan jam Matahari. Jam Matahari atau *sundial* merupakan alat yang digunakan untuk menentukan waktu lokal dengan cara melihat bayangan yang dihasilkan oleh gnomon. Gnomon merupakan batang maupun lempengan yang dipasang

⁴⁷ Muhammad Muzayyinul Wathoni, 'Penentuan Awal Bulan Kalender Rowot Sasak Perspektif Fikih Dan Astronomi', *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 3.2 (2022), 109–30 <<https://doi.org/10.20414/afaq.v3i2.4769>>.

pada bidang datar jam matahari ⁴⁸. Bagi masyarakat muslim di Indonesia, jam Matahari digunakan untuk menandakan masuknya waktu salat wajib. Jam Matahari yang digunakan untuk menentukan waktu salat dikenal dengan Jam Bencet. Jam Bencet hanya digunakan untuk menentukan waktu salat Zuhur dan Asar. Hal ini disebabkan kedua waktu salat tersebut dapat ditunjukkan menggunakan bayangan Matahari. Jam Bencet biasanya ada di mesjid kuno dan mesjid bersejarah yang pernah didatangi oleh ahli astronomi atau ilmu falak jaman dulu. Mesjid Tegalsari dan Mesjid Agung yang ada di Surakarta merupakan beberapa mesjid yang memiliki Jam Bencet ⁴⁹. Namun, saat ini Jam Bencet sudah jarang digunakan karena semua waktu salat dapat ditentukan dengan mudah melalui perhitungan matematis yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama setempat.

Selain menggunakan Matahari, beberapa kelompok masyarakat juga dapat menentukan waktu dengan melihat galaksi Bima Sakti. Masyarakat suku Bajo menentukan waktu dengan melihat kabut susu yang ada di galaksi Bima Sakti. Kabut susu bintang-bintang yang membentuk garis miring menurun dari kiri ke kanan menandakan bahwa saat itu masih di bawah pukul 01:00. Saat garis miring menurun dari

⁴⁸ Elly Uzlifatul Jannah and Elva Imeldatur Rohmah, 'Sundial Dalam Sejarah Dan Konsep Aplikasinya', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5.2 (2019), 127–45 <<https://doi.org/10.30596/jam.v5i2.3486>>.

⁴⁹ Izza Nur Fitrotun Nisa', 'Penggunaan, Perhitungan, Dan Akurasi Jam Bencet Dalam Tinjauan Software Accurate Times Dan Aplikasi Muslim Pro', *Al-Ahkam Jurnal Ilmu Syari'ah Dan Hukum*, 6.1 (2021), 89–112 <<https://doi.org/10.22515/alahkam.v6i1.3410>>.

kanan ke kiri menunjukkan bahwa sudah lewat pukul 01:00⁵⁰. Selain orang-orang suku Bajo, orang-orang suku Madura juga menggunakan Bima Sakti sebagai jam, dan menyebutnya sebagai Bintang Ngaisongaian (Sungai)⁵¹.

3. Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena banyak masyarakat yang beprofesi di bidang pertanian. Di banyak tempat di Indonesia, orang menggunakan pengetahuannya tentang pergerakan bintang dan rasi bintang sebagai penanda perubahan musim tahunan. Pergerakan bintang tahunan telah digunakan untuk menyatukan kalender bercocok tanam dan perubahan lingkungan musiman, khususnya perubahan curah hujan. Secara historis, orang Jawa mungkin mengembangkan salah satu korelasi yang paling rumit antara pergerakan bintang dan siklus penanaman padi basah di wilayah tersebut. Akhir dari satu siklus pertanian dan awal siklus baru ditandai dengan pengamatan kenaikan posisi dari Pleiades dan kemudian Orion saat fajar di bulan Juni. Orang Jawa menyebut Pleiades dengan istilah Kartika atau Ketika. Sementara, Orion disebut dengan istilah

⁵⁰ Sri Rejeki, 'Isyarat Bintang Di Langit Wakatobi', *Muda*, 2015 <<https://muda.kompas.id/baca/2015/09/23/1827/>> [accessed 21 December 2022].

⁵¹ Siti Fatima, Wayne Orchiston, and Taiiq Hidayat, 'Ethnoastronomy in Madura, Indonesia: Observations of the Night Sky and Eclipses', in *Exploring the History of Southeast Asian Astronomy: A Review of Current Projects and Future Prospects and Possibilities*, ed. by Wayne Orchiston and Mayank N. Vahia (Springer, 2021).

Waluku yang artinya bajak. Petani Jawa telah mengamati seluruh siklus tahunan perubahan posisi bintang-bintang ini pada malam hari. Kemudian mereka menggunakan pengetahuan mereka tentang keteraturan pergerakan ini untuk menentukan waktu tahap penanaman tertentu dan mendiskusikan keteraturan pertanian dari waktu ke waktu dalam wacana tentang musim tahunan yang berulang⁵².

Selain itu ada juga masyarakat Baduy di Banten. Mereka membuat kalender pertanian tradisional berdasarkan perputaran rasi bintang, Matahari, masa berbunga atau berbuah tanaman tertentu, dan kehadiran serangga tertentu. Rasi bintang yang digunakan sebagai pedoman dalam menyusun kalender pertanian tradisional adalah Bentang Kidang yang mengacu pada rasi bintang Orion dan Bentang Kartika, Kerti, atau Gumarang yang mengacu pada Pleiades. Kedua rasi bintang tersebut biasanya bergerak di langit dari timur ke barat. Bentang Kidang pada umumnya muncul lebih awal dua minggu daripada Bentang Kartika. Keduanya biasanya diamati di horizon pada saat fajar untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk menanam atau memanen. Saat Bentang Kidang terlihat di horizon timur saat fajar, maka itu saatnya menebang vegetasi untuk membuka lahan. Bentang Kidang terlihat di atas zenit saat fajar sekitar bulan Juni menandakan waktunya untuk menanam padi. Ketika Bentang Kidang tidak terlihat

⁵² Gene Ammarell and Anna Lowenhaupt Tsing, 'Cultural Production of Skylore in Indonesia', in *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ed. by Clive L.N. Ruggles (New York: Springer, 2015).

atau terbenam di horizon barat sekitar bulan Desember saat fajar menandakan penanaman padi harus dihentikan ⁵³.

Orang Indonesia lainnya juga telah menandai pergerakan bintang, tetapi menggunakannya dengan kurang intensif seperti masyarakat suku Banjar dan suku Meratus yang ada di Kalimantan. Masyarakat suku Banjar dan Meratus mengamati terbitnya Pleiades dan Orion di malam hari sebagai tanda datangnya hujan. Bagi orang Banjar, inilah saatnya untuk memindahkan bibit padi dari persemaian ke sawah irigasi. Bagi orang Meratus, inilah saatnya menggali dan menanam benih padi di ladang-ladang di lereng bukit. Masyarakat Banjar dan Meratus keduanya menyebut Pleiades dengan nama Karantika. Orang-orang Meratus menyebut Orion sebagai Baur Bilah mengacu pada jebakan bambu yang digunakan untuk menangkap hewan di hutan. Kedua kelompok mengamati rasi bintang ini naik lebih tinggi di langit setiap malam, dan mereka mencatat bahwa waktu penanaman telah berakhir ketika bintang-bintang ini muncul di zenit langit malam. Namun, tidak seperti orang Jawa, kedua kelompok tersebut kurang memperhatikan pergerakan bintang selama sisa tahun pertanian ⁵⁴.

Masyarakat dari pulau Madura juga memanfaatkan benda-benda langit di bidang

⁵³ Johan Iskandar and Budiawati S. Iskandar, 'Ethnoastronomy-the Baduy Agricultural Calendar and Prediction of Environmental Perturbations', *Biodiversitas*, 17.2 (2016), 694–703 <<https://doi.org/10.13057/biodiv/d170244>>.

⁵⁴ Ammarell and Tsing.

pertanian. Bagi petani Madura, benda langit paling populer adalah Bintang Nangghala (bajak) yang merupakan bagian tengah dari rasi bintang yang kita kenal sebagai Orion. Mereka menggunakan rasi bintang ini sebagai indikator musiman ketika mereka melihatnya terbit tepat setelah matahari terbenam ⁵⁵.

4. Navigasi

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dan memiliki ribuan pulau. Sehingga banyak kelompok masyarakat yang tinggal di pesisir melakukan perjalanan ke laut sekadar untuk mencari ikan maupun menjelajah ke tempat baru yang belum pernah dikunjungi. Pelaut Indonesia dikenal handal baik di dalam maupun luar negeri. Para pelaut tersebut menggunakan benda-benda langit sebagai pedoman dalam menentukan arah ketika berlayar. Beberapa kelompok yang akan dijelaskan pada tulisan ini adalah suku Bajo, suku Bugis, suku Mandar, dan suku Madura.

a. Suku Bajo

Suku Bajo adalah suku yang hidup bebas mengembara di lautan luas sehingga dikenal sebagai pengembara laut atau penakluk lautan. Dalam hal penentuan arah suku Bajo memanfaatkan bintang atau dalam bahasa bajo disebut *mamau* ⁵⁶. Suku Bajo tersebar

⁵⁵ Fatima, Orchiston, and Hidayat.

⁵⁶ Adi Jufriansah and others, 'Etnoastronomi, Kearifan Lokal Masyarakat Suku Bajo Wuring Dalam Navigasi Menggunakan Rasi Bintang Di MTs

di beberapa tempat di daerah tengah dan timur Indonesia seperti Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Nusa Tenggara Barat. Dahulu orang-orang suku Bajo hidup di atas perahu dan berpindah dari satu laut ke laut lainnya. Namun saat ini, mereka sudah tidak *nomaden* lagi melainkan mendirikan rumah tetap di atas perairan laut yang dangkal⁵⁷.

Orang bajo tidak hanya berbekal keberanian dalam menjelajahi lautan, namun juga memanfaatkan kepintaran dalam mengartikan isyarat dari benda-benda langit. Mereka mampu menentukan arah pelayaran, memperkirakan waktu, dan menemukan lokasi yang baik untuk menangkap ikan dengan memanfaatkan kemampuan membaca bintang. *Lalayah* atau rasi bintang Crux digunakan orang Bajo sebagai penanda arah selatan. Ada juga rasi bintang yang lain yang hanya muncul pada bulan tertentu. Bintang dijadikan acuan penunjuk arah saat posisinya berada di horizon. Masyarakat suku Bajo juga memanfaatkan fase bulan sebagai penanda kapan ikan kawin, bertelur, dan mencari makan. Ini sangat bermanfaat agar para nelayan tahu kapan waktu yang tepat untuk memancing⁵⁸.

Muhammadiyah Wuring Nangahure', *Jurnal Abdimas Patikala*, 1.4 (2022), 215–20.

⁵⁷ Rizky Ghena Oktafira, 'Kenalan Dengan Suku Pengembara Lautan Dari Timur Nusantara, Yuk!', *Lautsehat.Id*, 2021 <<https://lautsehat.id/humaniora/ghena/kenalan-dengan-suku-pengembara-lautan-dari-timur-nusantara-yuk/>> [accessed 21 December 2022].

⁵⁸ Rejeki.

b. Suku Bugis

Selain orang-orang dari suku Bajo, ada suku lain yang juga terkenal handal di bidang pelayaran. Suku tersebut adalah suku Bugis. Suku Bugis merupakan suku asli dari Sulawesi Selatan. Kehebatan orang-orang suku Bugis dalam bidang pelayaran sudah diakui oleh dunia dengan mencatatkan alat transportasi mereka sebagai warisan budaya dunia UNESCO, yaitu perahu phinisi. Perahu phinisi merupakan perahu layar khas masyarakat Bugis⁵⁹. Kemampuan masyarakat Bugis pada bidang pelayaran dikarenakan mayoritas masyarakat suku Bugis hidup dari perniagaan di laut. Mereka melakukan perdagangan dengan membawa rempah-rempah dari Maluku untuk ditukarkan dengan barang-barang seperti beras, logam, dan sutera di Jawa dan Malaka⁶⁰.

Pengetahuan masyarakat Bugis pada bidang pelayaran sudah menjadi tradisi dari generasi ke generasi. Mereka menuliskan pengetahuan yang berhubungan dengan pelayaran pada naskah kuno masyarakat Bugis yaitu *lontara*. *Lontara Atoreng Toriolo* merupakan naskah yang berisi pengetahuan tentang pelayarang seperti catatan navigasi, meteorologi dan tanda-tanda alam. Masyarakat Bugis mengenal sistem angin yang dimanfaatkan untuk mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan

⁵⁹ Sadri Saputra and Muammar Bakri, 'Implementasi Rasi Bintang Navigasi Bugis Perspektif Ilmu Falak', *Hisabuna*, 1.1 (2020), 118–28.

⁶⁰ Fathur Rahman Basir and Nur Aisyah, 'Geneologi Tradisi Imiah Navigasi Bugis: Studi Historis Perkembangan Navigasi Bugis Dalam Astronomi Islam', *Hisabuna*, 1.1 (2020), 90–101 <<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/hisabuna/article/view/13115>>.

pelayaran dan menentukan arah. Selain angin, masyarakat Bugis juga memanfaatkan benda-benda langit seperti bintang untuk menentukan arah⁶¹.

Bintang dalam bahasa Bugis dikenal dengan istilah *Bintoeng*. *Bintong Balue* atau bintang janda dalam bahasa Bugis digunakan masyarakat Bugis untuk menunjukkan arah selatan. Bintang Balue adalah merupakan bintang alpha dan beta Centauri. Selain *Bintoeng Balue*, masyarakat Bugis juga mengenal *Bintong Bola Keppang* yang digunakan untuk menunjukkan arah selatan. *Bintong Bola Keppang* digunakan apabila *Bintong Balue* tidak terlihat di posisinya. *Bintong Bola Keppang* digambarkan dengan rumah yang memiliki tiang dengan ukuran yang berbeda. *Bintong Bola Keppang* mengacu pada rasi bintang Crux.

Bintong Kappalae dan *Bintong Balu Mandara* biasanya digunakan masyarakat Bugis untuk menentukan arah utara. *Bintong Kappalae* digambarkan dengan bentuk kapal. *Bintong Kappalae* digunakan untuk menentukan arah utara secara umum, sementara *Bintong Balu Mandara* digunakan untuk menentukan arah utara secara spesifik. *Bintong Kappalae* dan *Bintong Balu Mandara* keduanya merupakan rasi bintang Ursa Mayor. Penentuan arah barat biasanya masyarakat suku Bugis menggunakan *Bintong Pajjekoe* dan *Bintong Tanra Tellue*. *Bintong Pajjekoe* digambarkan dengan bentuk bajak, di tengah *Bintong Pajjekoe* ada tiga bintang sejajar yang dikenal dengan *Bintong Tanra*

⁶¹ Basir and Aisyah.

Tellue atau tiga suar. Keberadaan *Bintong Pajjekoe* menjadi sumber utama dalam penentuan semua arah. Jika *Bintong Pajjekoe* terlihat maka masyarakat suku Bugis bisa menentukan berbagai arah. *Bintong Pajjekoe* dan *Bintong Tanra Tellue* merupakan rasi bintang Orion⁶².

c. Suku Mandar

Suku Mandar merupakan suku yang tinggal di Sulawesi Barat. Seperti tetangga mereka suku Bugis, suku Mandar juga memperoleh reputasi internasional sebagai pedagang di seluruh Indonesia. Selain menjual hasil tangkapan laut, mereka berdagang rempah-rempah dan barang dagangan hingga ke pantai utara Australia. Orang-orang suku Mandar menggunakan benda-benda langit untuk menentukan arah seperti bintang, gugus bintang, galaksi, dan planet Venus. Bintang dalam bahasa Mandar dikenal dengan istilah *Bittoeng*.

Bittoeng Sapo Kepang yang artinya rumah miring digunakan untuk menunjukkan arah selatan. *Bittoeng Sapo Kepang* mengacu pada rasi bintang Crux. *Bittoeng Tuwallu* juga digunakan untuk menunjukkan arah selatan. *Bittoeng Tuwallu* artinya bintang janda. *Bittoeng Tuwallu* mengacu pada bintang alpha dan beta Centauri. *Bittoeng Pambosei* yang artinya bintang nelayan digunakan untuk menunjukkan arah utara. *Bittoeng Tallu-tallu* yang artinya kelompok tiga bintang

⁶² Saputra and Bakri.

digunakan untuk menunjukkan arah timur. *Bittoeng Tallu-tallu* mengacu pada sabuk Orion ⁶³.

d. Suku Madura

Masyarakat di pulau Madura juga menggunakan bintang-bintang sebagai penunjuk arah saat melakukan pelayaran. Mereka yang mengetahui dan menggunakan astronomi selama berlayar atau berlayar menambahkan awalan “bintang” ke hampir semua benda langit. Bintang yang paling populer adalah bintang *Pe'-Kope'an* yang digunakan untuk menunjukkan arah selatan. *Pe'-Kope'an* merupakan sejenis ikan Madura yang juga dikenal dengan beberapa nama lain. Bintang *Pe'-Kope'an* mengacu pada rasi bintang Crux. *Bintang Jejer Duwe'* yang mengacu pada bintang alpha dan beta Centauri juga digunakan untuk menunjukkan arah selatan. Arah utara ditunjukkan oleh *Bintang Tera' bhiruh* yang mengacu pada bintang Vega. Selain itu, arah utara juga dapat ditentukan menggunakan *Bintang Sekoh* atau dikenal sebagai segitiga musim panas yang terdiri dari bintang Vega, Altair, dan Deneb. Arah timur dan Barat dapat ditentukan menggunakan *Bintang Tera' koning* atau bintang Arcturus, *Bintang Tera'* atau bintang Sirius, dan *Bintang Ba-lomba* yang mengacu pada bintang Canopus and Capella.

⁶³ Adli A. Rasyid, Tauiq Hidayat, and Wayne Orchiston, 'Star Patterns in Mandar Navigation', in *Exploring the History of Southeast Asian Astronomy: A Review of Current Projects and Future Prospects and Possibilities*, ed. by Wayne Orchiston and Mayank N. Vahia (Springer, 2021).

5. Tradisi

Pada bagian ini kami memamparkan beberapa kebiasaan yang dilakukan masyarakat ketika mengamati fenomena astronomi. Fenomena astronomi yang sering diamati oleh masyarakat di Indonesia adalah gerhana, baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari. Meskipun gerhana Bulan lebih sering diamati daripada gerhana Matahari. Hal ini dikarenakan masyarakat tidak telalu melihat perbedaan saat terjadi gerhana Matahari sebagian. Mereka hanya bisa melihat perubahan ketika gerhana Matahari total dan cincin meskipun dalam waktu yang sebentar. Beberapa kelompok masyarakat di Indonesia memiliki kebiasaan-kebiasaan tertentu yang dilakukan pada saat fenomena gerhana terjadi.

Masyarakat di pulau Madura menganggap Bulan sedang sakit ketika terjadi gerhana Bulan. Hal ini dikarenakan Bulan berubah warna menjadi merah saat gerhana bulan total. Biasanya masyarakat di Madura memainkan kentongan, yaitu sejenis alat musik perkusi untuk membantu Bulan sembuh dari sakitnya. Mereka berharap apapun yang menyebabkan Bulan sakit akan pergi setelah mendengarkan mereka memainkan kentongan. Selain memainkan kentongan, masyarakat juga akan membacakan mantra pada barang-barang berharga mereka agar penyakit yang diderita oleh Bulan tidak tertular ke harta benda mereka. Masyarakat juga akan meletakkan sesajen yang dikenal dengan *bhu'-sobhu'* di mangkuk yang besar dan kemudian meletakkannya di tengah halaman depan mereka. Mereka berharap agar Tuhan

menerima persembahan mereka dan mereka akan selamat dari segala kejadian berbahaya yang disebabkan oleh Bulan yang sakit selama gerhana ⁶⁴.

Pada saat gerhana Matahari, masyarakat Madura akan segera masuk ke dalam rumah dan menutup semua pintu dan jendela. Beberapa orang juga akan menggunakan samper (kain tradisional Madura) untuk menutup lubang di rumah mereka. Mereka juga akan memastikan tidak melihat ke luar dan melihat gerhana, karena tindakan ini bisa membutakan mereka. Kepercayaan orang Madura lainnya adalah saat terjadi gerhana matahari, seorang wanita hamil harus mengambil Beddhung dengan giginya dan meletakkannya di dasar tempat tidurnya. Beddhung adalah alat yang digunakan petani untuk memotong kayu ⁶⁵.

Selain masyarakat Madura, sebagian masyarakat yang tinggal di kabupaten Bone, Sulawesi Selatan juga memiliki kebiasaan-kebiasaan yang dilakukan pada saat gerhana Bulan. Gerhana Bulan dalam bahasa Bugis disebut sebagai *Semmei Ketenge* yang artinya bertemunya antara Bulan dan Matahari. Pemahaman sebagian masyarakat yang tinggal di kabupaten Bone masih mengikuti kepercayaan nenek moyang yang menganggap gerhana Bulan berhubungan dengan hal mistis. Ketika gerhana Bulan terjadi, masyarakat akan mengambil beras tetangga ataupun di rumah imam desa. Beras tersebut diambil tanpa sepengetahuan pemiliknya. Jika pemiliknya

⁶⁴ Fatima, Orchiston, and Hidayat.

⁶⁵ Fatima, Orchiston, and Hidayat.

tidak tahu berasnya diambil maka beras tersebut akan lebih berkah. Beras yang telah diambil kemudian dibuat menjadi bedak. Bedak tersebut kemudian akan dipakaikan ke anak gadis dengan maksud agar cepat mendapatkan pasangan.

Ada juga tradisi dimana masyarakat lari keliling kampung dalam keadaan telanjang pada saat gerhana berlangsung. Masyarakat percaya bahwa jika hal tersebut dilakukan maka jodohnya akan segera datang. Tradisi lain yang dilakukan masyarakat pada saat gerhana Bulan adalah mandi dalam kurungan ayam. Hal ini dipercaya dapat mempermudah ketemu dengan jodoh dan memperlancar rejeki. Masyarakat juga akan memukul kentongan dan ulekan pada saat gerhana Bulan. Hal ini dilakukan untuk memberikan informasi kepada masyarakat bahwa gerhana Bulan sedang terjadi ⁶⁶.

Sebagian masyarakat di Indonesia, khususnya di Jawa, percaya bahwa gerhana Bulan terjadi karena sesosok raksasa besar (buto) berusaha memakan Bulan. Agar raksasa tersebut tidak jadi memakan Bulan, maka masyarakat membuat bunyi-bunyian yang keras seperti memukul kentongan, lesung, genteng, atau benda apapun yang bisa menghasilkan suara yang keras. Sebagian percaya bunyi-bunyian yang keras akan menakuti raksasa, sementara sebagian yang lain percaya bunyi tersebut dapat membuat raksasa terlena

⁶⁶ Husnul Fahriah, Alimuddin, and A. Intan Cahyani, 'Analisis Hukum Islam Terhadap Perspektif Masyarakat Kelurahan Mampotu Kecamatan Amali Kabupaten Bone Terhadap Gerhana Bulan', *Hisabuna*, 3.1 (2022), 131–48.

untuk menari sehingga tidak jadi memakan Bulan ⁶⁷. Selain itu, wanita hamil juga harus bersembunyi di bawah meja dan berdiam diri di kamar hingga gerhana berakhir. Hal ini disebabkan masyarakat percaya bahwa raksasa tersebut juga tertarik dengan janin yang dikandung oleh wanita. Jika wanita hamil keluar saat gerhana berlangsung, ditakutkan bahwa janis tersebut akan meninggal, atau pada saat dilahirkan akan menjadi cacat ⁶⁸.

Kami telah memaparkan beberapa contoh bagaimana bentangan langit memengaruhi kehidupan masyarakat di Indonesia. Contoh-contoh yang disebutkan tidak semuanya dijelaskan secara mendalam tetapi disajikan untuk memastikan kredibilitas kategori yang ditentukan. Beberapa contoh yang dipaparkan merupakan sains asli yang diproduksi oleh masyarakat. Sains asli saat ini terancam punah karena pengaruh perkembangan jaman. Meskipun tidak dipungkiri perkembangan jaman memudahkan manusia di segala aspek kehidupan. Ada anggapan bahwa sains asli dapat menghambat kemajuan suatu bangsa. Agar sains asli tidak punah ditelan jaman, maka perlu adanya rekonstruksi sains asli ⁶⁹. Rekonstruksi sains asli

⁶⁷ Desella Rasida Luisandrih and I Nengah Mariasa, 'Singgah Singkir Ungkapan Kebersamaan Pada Peristiwa Gerhana Bulan Melalui Koreografi Lingkungan', *Solah*, 8.1 (2018), 1–17.

⁶⁸ Nurul Mufidah, Mahyuddin Latuconsina, and Sohrach, 'Peristiwa Gerhana Matahari Dan Bulan Perspektif Budaya Dan Ilmu Falak', *Hisabuna*, 3.1 (2022), 111–30.

⁶⁹ Parmin Parmin and others, 'The Prospective Science Teachers' Skills in Reconstructing Indigenous Knowledge of Local Culture on Breast Milk Using

merupakan proses penerjemahan konsep-konsep yang ada di dalam sains asli menjadi sains ilmiah. Sains asli masih dalam pengetahuan berupa pengalaman konkrit, sedangkan sains ilmiah berupa konsep prinsip, teori, atau hukum yang sudah teruji secara eksperimen dan telah diakui oleh komunitas ilmiah⁷⁰. Hal ini dilakukan agar masyarakat dapat mempertahankan dan menghargai budaya yang ada di Indonesia.

Sebagian contoh yang kami berikan juga dikaitkan dengan hal gaib dan mitos belaka. Contohnya pada kebiasaan masyarakat saat terjadi fenomena gerhana. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan pada masyarakat Indonesia, sebagian besar kebiasaan tersebut sudah tidak dilakukan. Para astronom juga giat melakukan kampanye kepada masyarakat dengan melakukan acara pengamatan gerhana. Hal ini dilakukan agar masyarakat teredukasi bahwa gerhana Bulan dan gerhana Matahari merupakan fenomena alam yang tidak ada hubungannya dengan hal mistis apapun. Bagi umat islam juga dianjurkan untuk melakukan salat gerhana pada saat terjadi gerhana Bulan dan gerhana Matahari.

Pare (Momordica Charantia)', *International Journal of Educational Research Open*, 3 (2022), 1–7 <<https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2022.100193>>.

⁷⁰ Miranita Khusniati, 'Model Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan', 3.1, 67–74.

Dampak bentangan langit pada kehidupan masyarakat atau budaya merupakan topik yang menarik untuk dipelajari saat ini dan di masa mendatang. Beberapa contoh yang kami bekan menunjukkan bahwa bentangan langit mempengaruhi kehidupan masyarakat di Indonesia. Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak suku dan budaya. Contoh yang kami berikan hanya terbatas pada beberapa kebudayaan. Bisa jadi ada kebudayaan lain yang juga dipengaruhi oleh bentangan langit. Pengaruh bentangan langit pada kehidupan masyarakat yang berupa sains asli harus dipertahankan. Rekonstruksi sains asli diperlukan agar sains asli tidak punah ditelan jaman. Hal ini dilakukan agar masyarakat dapat mempertahankan dan menghargai budaya yang ada di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Adam Firmansyah, Azizah Fatmawati, and Siti Tatmainul Qulub, 'Implementasi Taqwim Standar Indonesia Sebagai Pemersatu Kalender Masyarakat Indonesia', *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 4.2 (2022), 157-80
- Ammarell, Gene, and Anna Lowenhaupt Tsing, 'Cultural Production of Skylore in Indonesia', in *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, ed. by Clive L.N. Ruggles (New York: Springer, 2015)
- Baity, Elizabeth Chesley, Anthony F. Aveni, Rainer

Berger, David A. Bretternitz, Geoffrey A. Clark, James W. Dow, and others, 'Archaeoastronomy and Ethnoastronomy So Far', *Current Anthropology*, 14.4 (1973), 389–449

Basir, Fathur Rahman, and Nur Aisyah, 'Geneologi Tradisi Imiah Navigasi Bugis: Studi Historis Perkembangan Navigasi Bugis Dalam Astronomi Islam', *Hisabuna*, 1.1 (2020), 90–101
<<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/hisabuna/article/view/13115>>

Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, *Esai-Esai Astronomi Islam* (Medan: UMSU Press, 2017)

Fahriah, Husnul, Alimuddin, and A. Intan Cahyani, 'Analisis Hukum Islam Terhadap Perspektif Masyarakat Kelurahan Mampotu Kecamatan Amali Kabupaten Bone Terhadap Gerhana Bulan', *Hisabuna*, 3.1 (2022), 131–48

Fatima, Siti, Wayne Orchiston, and Tauiq Hidayat, 'Ethnoastronomy in Madura, Indonesia: Observations of the Night Sky and Eclipses', in *Exploring the History of Southeast Asian Astronomy: A Review of Current Projects and Future Prospects and Possibilities*, ed. by Wayne Orchiston and Mayank N. Vahia (Springer, 2021)

Fatmawati, Andi Muhammad Akmal, and Fathur Rahman Basir, 'Khazanah Tradisi Astronomi Dan Astrologi Masyarakat Sulawesi Selatan', *Al-*

Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan, 8.2 (2022), 136–50

Harini, Setyasih, Sumarmi, and Anggit G Wicaksono, 'Manfaat Penggunaan Pranata Mangsa Bagi Petani Desa Mojoreno Kabupaten Wonogiri', *Jurnal Inada: Kajian Perempuan Indonesia Di Daerah Tertinggal, Terdepan, Dan Terluar*, 2.1 (2019), 82–97 <<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/inada/article/view/1039>>

Hidayat, A. H, Wimrayardi, and A Putra, D, 'Seni Tradisi Dan Kreativitas Dalam Kebudayaan Minangkabau', *Musikolaskita: Jurnal Pertunjukan & Pendidikan Musik*, 1.2 (2019), 65–73 <<http://musikolastika.ppj.unp.ac.id/index.php/musikolastikahttps://doi.org/10.7592/musikolastika.v1i2.26>>

Iskandar, Johan, and Budiawati S. Iskandar, 'Ethnoastronomy-the Baduy Agricultural Calendar and Prediction of Environmental Perturbations', *Biodiversitas*, 17.2 (2016), 694–703 <<https://doi.org/10.13057/biodiv/d170244>>

Jannah, Elly Uzlifatul, and Elva Imeldatur Rohmah, 'Sundial Dalam Sejarah Dan Konsep Aplikasinya', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5.2 (2019), 127–45 <<https://doi.org/10.30596/jam.v5i2.3486>>

Jufriansah, Adi, Azmi Khusnani, Wahyuningsih, and Moh Fitri, 'Etnoastronomi, Kearifan Lokal

Masyarakat Suku Bajo Wuring Dalam Navigasi Menggunakan Rasi Bintang Di MTs Muhammadiyah Wuring Nangahure', *Jurnal Abdimas Patikala*, 1.4 (2022), 215-20

Khusniati, Miranita, 'Model Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan', 3.1, 67-74

Liritzis, I, and A Vlachos, 'Skyscape Impact to Cultural Astronomy', *Scientific Culture*, 8.3 (2022), 131-55
<<https://doi.org/10.5281/zenodo.6640243>>

Luisandrith, Desella Rasida, and I Nengah Mariasa, 'Singgah Singkir Ungkapan Kebersamaan Pada Peristiwa Gerhana Bulan Melalui Koreografi Lingkungan', *Solah*, 8.1 (2018), 1-17

Mufidah, Nurul, Mahyuddin Latuconsina, and Sohrah, 'Peristiwa Gerhana Matahari Dan Bulan Perspektif Budaya Dan Ilmu Falak', *Hisabuna*, 3.1 (2022), 111-30

Nisa', Izza Nur Fitrotun, 'Penggunaan, Perhitungan, Dan Akurasi Jam Bencet Dalam Tinjauan Software Accurate Times Dan Aplikasi Muslim Pro', *Al-Ahkam Jurnal Ilmu Syari'ah Dan Hukum*, 6.1 (2021), 89-112
<<https://doi.org/10.22515/alahkam.v6i1.3410>>

Oktafira, Rizky Ghena, 'Kenalan Dengan Suku Pengembara Lautan Dari Timur Nusantara, Yuk!', *Lautsehat.Id*, 2021
<<https://lautsehat.id/humaniora/ghena/kenala>>

n-dengan-suku-pengembara-lautan-dari-timur-nusantara-yuk/> [accessed 21 December 2022]

Pangerang, Andi, 'Mengenal Kalender Bali', *Edukasi Sains Antariksa*, 2021
<<http://edusainsa.brin.go.id/artikel/mengenal-kalender-saka-bali/280>> [accessed 20 December 2022]

— — —, 'Mengenal Kalender Sunda', *Edukasi Sains Antariksa*, 2020
<<http://edusainsa.brin.go.id/artikel/mengenal-kalender-sunda/242>> [accessed 20 December 2022]

Parmin, Parmin, Erna Noor Savitri, Miranita Khusniati, and R. Ahmad Zaky El Islami, 'The Prospective Science Teachers' Skills in Reconstructing Indigenous Knowledge of Local Culture on Breast Milk Using Pare (*Momordica Charantia*)', *International Journal of Educational Research Open*, 3 (2022), 1-7
<<https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2022.100193>>

Rasyid, Adli A., Tauiq Hidayat, and Wayne Orchiston, 'Star Patterns in Mandar Navigation', in *Exploring the History of Southeast Asian Astronomy: A Review of Current Projects and Future Prospects and Possibilities*, ed. by Wayne Orchiston and Mayank N. Vahia (Springer, 2021)

Rejeki, Sri, 'Isyarat Bintang Di Langit Wakatobi', *Muda*, 2015

<<https://muda.kompas.id/baca/2015/09/23/1827/>> [accessed 21 December 2022]

Riza, Muhammad Himmatur, 'Sundial Horizontal Dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa', *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam*, 2.1 (2018), 119-42
<<https://doi.org/10.30659/jua.v2i1.3016>>

Saputra, Sadri, and Muammar Bakri, 'Implementasi Rasi Bintang Navigasi Bugis Perspektif Ilmu Falak', *Hisabuna*, 1.1 (2020), 118-28

Sarini, Putri, and Kompyang Selamat, 'Pengembangan Bahan Ajar Etnosains Bali Bagi Calon Guru IPA', *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 13.1 (2019), 27-39

Sholehuddin, Muhammad, and Siti Tatmainul Qulub, 'Analisis Kesesuaian Kalender Jawa Islam Dengan Kalender Hijriyah', *Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 4.1 (2022), 40-50
<<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/inada/article/view/1039>>

Sukmawati, Rasywan Syarif, and Shippah Chotban, 'Analisis Terhadap Hari Baik Dan Hari Buruk Dalam Sistem Penanggalan Kalender Suku Bugis Perspektif Ilmu Falak', *Hisabuna*, 3.1 (2022), 1-16
<<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/hisabuna/article/view/25030>>

Wathoni, Muhammad Muzayyinul, 'Penentuan Awal Bulan Kalender Rowot Sasak Perspektif Fikih Dan Astronomi', *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 3.2 (2022), 109-30 <<https://doi.org/10.20414/afaq.v3i2.4769>>

Yusmar, Syarifuddin, 'Penanggalan Bugis-Makassar Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Menurut Syari'Ah Dan Sains', *HUNAFa: Jurnal Studia Islamika*, 5.3 (2008), 265 <<https://doi.org/10.24239/jsi.v5i3.175.265-286>>

Chapter 3

Waktu Sepertiga Malam di Indonesia

Najmuddin Saifullah¹, Monica Wahyu Utami²

¹Universitas Islam Negeri Walisongo, ²Universitas Negeri Yogyakarta

Fenomena terjadinya siang dan malam diakibatkan oleh gerak semu harian matahari. Matahari terbit dari Timur dan terbenam ke arah Barat. Ketika matahari terbit dan bisa dilihat, maka disebut sebagai siang. Sebaliknya, saat matahari terbenam terjadilah fenomena malam dan posisi matahari ketika itu berada di bawah ufuk. Saat matahari di bawah ufuk, ada tiga waktu waktu salat wajib yang harus dilaksanakan 1) Maghrib, ketika matahari terbenam sampai masuk waktu isya. 2) Isya, ketika mega merah di langit hilang sampai masuk waktu subuh. 3) Subuh, ketika terbit fajar sampai matahari terbit ⁷¹. Selain tiga waktu salat tersebut, ada anjuran untuk melaksanakan salat sunnah pada malam hari. Ada hadis yang menyebutkan bahwa malam dibagi menjadi tiga, dan sepertiga malam terakhir adalah waktu malam yang

⁷¹ Abu Yazid Raisal, Mega Sukma, and Marataon Ritonga, 'Simulasi Perhitungan Waktu Salat Menggunakan Spreadsheet', 8.1 (2022), 11–26 (p. 12)
<<http://doi.org/http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad>>.

diberi keistimewaan⁷², sebagaimana hadis riwayat al-Bukhari no. 1145 berikut ini ⁷³:

أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ يَنْزِلُ رَبُّنَا تَبَارَكَ وَتَعَالَى كُلَّ لَيْلَةٍ إِلَى السَّمَاءِ الدُّنْيَا حِينَ يَبْقَى ثُلُثُ اللَّيْلِ الْآخِرِ يَقُولُ مَنْ يَدْعُونِي فَأَسْتَجِيبَ لَهُ مَنْ يَسْأَلُنِي فَأَعْطِيهِ مَنْ يَسْتَغْفِرُنِي فَأَغْفِرَ لَهُ

“Sesungguhnya Rasulullah SAW bersabda: “Tuhan kita Tabaraka wa ta’ala turun setiap malam ke langit dunia ketika sisa sepertiga malam terakhir. Allah berfirman: ‘Siapa yang berdoa kepada-Ku maka Aku kabulkan, siapa yang meminta kepada-Ku maka Aku berikan, siapa yang memohon ampun kepada-Ku maka aku ampuni.’”

Hadis tersebut memberikan informasi bahwa Allah SWT akan menerima doa orang yang berdoa di waktu sepertiga malam terakhir. Sehingga pada waktu ini, dianjurkan untuk melaksanakan salat malam/salat tahajud. Penelitian ini membahas tentang pembagian malam dan waktu sepertiga malam terakhir yang dimaksud dalam hadis di atas. Ada satu penelitian yang membahas tentang sepertiga malam, yaitu skripsi yang ditulis oleh Kholilul Rohman dengan judul “Formulasi Waktu Sepertiga Malam Dalam Keutamaan Waktu Salat Tahajud Menurut Perspektif Fikih Dan Ilmu

⁷² Najmuddin Saifullah, ‘Sepertiga Malam Itu Jam Berapa Menurut Ilmu Falak?’, *Retizen.Republika.Co.Id*, 2022 <<https://retizen.republika.co.id/posts/194314/sepertiga-malam-itu-jam-berapa-menurut-ilmu-falak>> [accessed 3 January 2023].

⁷³ Abu Abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin al-Mughiroh Al-Bukhari, *Sahih Al-Buhkari* (Damaskus: Daar Ibnu Kasir, 2002), p. 53 <<https://waqfeya.net/book.php?bid=3584>>.

Falak". Penelitian tersebut membahas tentang pendapat empat mazhab terkait waktu utama mengerjakan salat tahajud dan pembagian malam ⁷⁴. Perbedaan dengan penelitian ini adalah sampel tempat penelitian, waktu, dan metode penentuan malam yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui terjadinya waktu sepertiga malam di Indonesia.

Penelitian ini adalah penelitian kepustakaan (*library research*) dan termasuk metode kualitatif. Sumber data diperoleh dari referensi terkait tentang konsep pergerakan matahari yang menyebabkan terjadinya peristiwa siang dan malam. Termasuk juga referensi untuk mendapatkan rumus perhitungan gerak matahari. Kemudian, hadis juga dijadikan sumber utama sebagai isyarat pembagian malam menjadi tiga. Sumber data diperoleh menggunakan rumus yang sudah ada dengan mengambil tiga sampel lokasi penelitian. *Pertama*, lokasi di daerah paling Utara di Indonesia yaitu Pulau Miangas, 5°33'25.3" LU 126°35'00.2"BT. *Kedua*, Kota Pontianak sebagai daerah pertengahan, 0°00'48.3" LS 109°20'54.1" BT. *Ketiga*, daerah paling Selatan, yaitu Pulau Rote, 10°44'47.2" LS 123°05'50.7" BT. Perhitungan dilakukan sepanjang tahun pada tiga lokasi tersebut dengan rentang 15 hari.

⁷⁴ Kholilul Rohman, 'Formulasi Waktu Sepertiga Malam Dalam Keutamaan Waktu Salat Tahajud Menurut Perspektif Fikih Dan Ilmu Falak', 2021 <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15947/1/SKRIPSI_16020460_70_KHOLILLUL_ROHMAN.pdf>.

Termasuk pada tanggal ketika matahari berada di Garis Khatulistiwa, Garis Balik Utara, dan Garis Balik Selatan. Setelah data didapat, analisis dilakukan untuk mencari waktu sepertiga malam terpendek sebagai acuan mudah penerapan sepertiga malam di seluruh wilayah Indonesia sepanjang tahun.

Siang dan Malam

Fenomena pergantian siang dan malam terjadi karena rotasi bumi. Rotasi bumi merupakan perputaran bumi dari Barat ke Timur berlawanan dengan arah jarum jam. Perputaran ini disebut rotasi dan memerlukan waktu 23 jam 56 menit 4 detik. Pada umumnya waktu rotasi bumi dibulatkan menjadi 24 jam yang menjadi dasar pembagian 24 zona waktu di bumi. Perputaran bumi secara penuh sebesar 360 derajat dibagi 24 jam menghasilkan perbedaan waktu 1 jam untuk setiap 15 derajat garis bujur. Sedangkan, untuk skala lebih kecil, menghitung perbedaan waktu bisa dengan membagi 15 derajat ke dalam 60 menit, sehingga menghasilkan perbedaan waktu 4 menit untuk setiap 1 derajat garis bujur⁷⁵. Bumi yang berputar pada porosnya menjadikan daerah-daerah di belahan bumi mengalami gelap dan terang. Oleh sebab itu, rotasi bumi mengakibatkan fenomena alam yaitu terjadinya siang dan malam. Daerah yang menghadap matahari (terang) akan mengalami siang hari,

⁷⁵ Ahmad Junaidi, 'Penyatuan Zona Waktu Indonesia Dan Implikasinya Pada Waktu Ibadah', *Justitia Islamica*, 9.2 (2012), 145–70 (p. 146) <<https://doi.org/https://doi.org/10.21154/justicia.v9i2.350>>.

sedangkan daerah yang membelakangi matahari (gelap) akan mengalami malam hari ⁷⁶.

Bumi tidak hanya melakukan rotasi, tetapi juga melakukan revolusi. Revolusi bumi adalah perputaran bumi mengelilingi matahari selama 365,2422 hari⁷⁷ atau 1 tahun. Posisi matahari akan berubah seiring gerakan bumi tersebut. Posisi matahari yang selalu berubah ini disebut dengan deklinasi matahari ⁷⁸. Deklinasi bernilai positif ketika berada di Utara equator dan bernilai negatif saat berada di Selatan ⁷⁹. Bumi berputar tidak membentuk sudut tegak lurus terhadap bidang orbitnya mengelilingi matahari. Akan tetapi mengalami kemiringan sebesar $23,5^\circ$ yang mengakibatkan masuknya cahaya matahari ke permukaan bumi akan berbeda setiap waktunya.

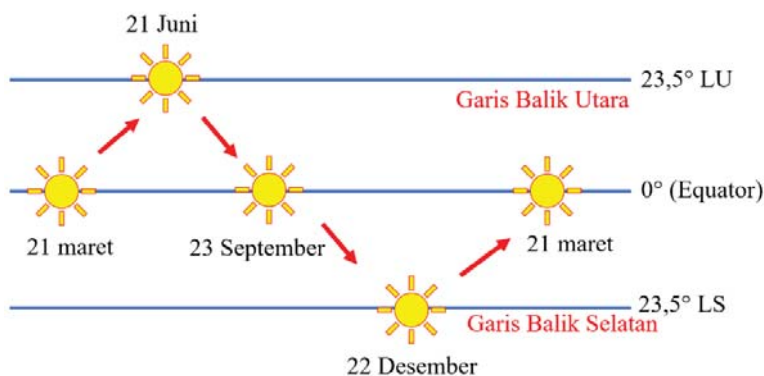
⁷⁶ D Febriani, A Fajri, and F A Rakhmadi, 'Pergantian Siang Dan Malam Dalam Prespektif Al-Qur'an', *Integrasi Interkoneksi Islam*, 2.2019 (2020), 173–75 (p. 173) <<http://sunankalijaga.org/prosiding/index.php/kiiiis/article/view/397>>.

⁷⁷ Najmuddin Saifullah and Mega Sukma, 'Sejarah Penanggalan India', 8.1 (2022), 27–38 (p. 28) <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30596%2Fjam.v8i1.9703>>.

⁷⁸ A Jamil, 'Pengaruh Posisi Matahari Dan Letak Geografis Terhadap Rasydul Qiblah Harian Di Indonesia', *Jurnal Kordinat*, XIX.1 (2020), 194–218 (p. 197) <<http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kordinat/article/view/6332>>.

⁷⁹ Saheli Ray, 'Calculation of Sun Position and Tracking the Path of Sun for a Particular Geographical Location', *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2.9 (2012), 81–84 (p. 81) <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39128480/research_paper_2-libre.pdf?1444670464=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DResearch_paper_2.pdf&Expires=1672895869&Signature=WrsRIEETBGhW0qYtXQtWSStm19ulfAcVN3khzDf8zE8qLKGSMWXbVL~Q98aUez1vd8wrR>.

Perbedaan intensitas cahaya matahari ini selanjutnya akan mempengaruhi perubahan musim di bumi, seperti musim panas, musim dingin, musim gugur dan musim semi. Hal ini menyebabkan matahari tidak selalu berada di equator, ada kalanya berada di Utara dan Selatan equator. Peristiwa ini disebut dengan gerak semu tahunan matahari. Gerakan semu Matahari dari equator bolak-balik antara $23,5^{\circ}$ LU (*Cancer Tropis*) dan $23,5^{\circ}$ LS (*Capricorn Tropis*) setiap tahun ⁸⁰.



Gambar 1. Perjalanan Matahari selama satu tahun

Pada waktu matahari tepat berada di equator (0°) tanggal 21 Maret dan tanggal 23 September, daerah equator mengalami durasi siang dan malam sama

⁸⁰ Abu Yazid Raisal and Arwin Juli Rakhmadi, 'Understanding the Effect of Revolution and Rotation of the Earth on Prayer Times Using Accurate Times', *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam*, 4.1 (2020), 81 (p. 84) <<https://doi.org/dx.doi.org/10.30659/jua.v4i1.10936>>.

panjang yaitu 12 jam. Dari 21 Maret hingga 21 Juni (0° - $23,5^\circ$ LU), kutub Utara semakin condong ke arah Matahari, dan kutub Selatan semakin menjauh dari Matahari. Hal ini menyebabkan belahan bumi Utara mengalami musim semi dan belahan bumi Selatan mengalami musim gugur. Pada tanggal 21 Juni saat matahari berada garis balik Utara (GBU) $23,5^\circ$ LU, belahan bumi Utara akan mengalami durasi siang hari lebih lama daripada malam hari. Hal ini menyebabkan belahan bumi Utara mengalami musim panas. Sedangkan, belahan bumi Selatan akan mengalami durasi malam hari lebih lama daripada siang hari, sehingga belahan bumi Selatan mengalami musim dingin.

Mulai tanggal 23 September hingga 22 Desember (0° - $23,5^\circ$ LS), matahari berjalan ke arah Selatan sehingga belahan bumi Utara memasuki musim gugur dan belahan bumi Selatan memasuki musim semi. Pada tanggal 22 Desember saat matahari berada pada garis balik Selatan (GBS) $23,5^\circ$ LS, belahan bumi Utara akan mengalami durasi siang hari lebih pendek daripada malam hari. Hal ini menyebabkan belahan bumi Utara mengalami musim dingin. Sedangkan, belahan bumi Selatan akan mengalami durasi siang hari lebih lama daripada malam hari, sehingga belahan bumi Selatan mengalami musim panas. Ada tempat yang menerima siang matahari selama 24 jam, artinya di tempat tersebut tidak mengalami fase malam. Saat matahari berada di Garis Balik Utara, daerah yang terletak di atas $66,5^\circ$ LU - 90° LU akan mengalami siang hari hingga 24 jam. Pada

waktu yang sama, daerah yang berada $66,5^\circ \text{ LS} - 90^\circ \text{ LS}$ akan mengalami malam hari hingga 24 jam. Begitu juga sebaliknya, saat matahari berada di Garis Balik Selatan daerah yang terletak di atas $66,5^\circ \text{ LU} - 90^\circ \text{ LU}$ akan mengalami malam hari hingga 24 jam. Pada waktu yang sama, daerah yang berada $66,5^\circ \text{ LS} - 90^\circ \text{ LS}$ akan mengalami siang hari hingga 24 jam.

Durasi siang dan malam dipengaruhi oleh lintang tempat dan lintang matahari/deklinasi. Sehingga untuk mengetahui lama malam pada suatu daerah, perlu diketahui lintang (ϕ) dan deklinasi matahari (δ). Data lintang bisa diperoleh dari *google maps* atau buku yang menyediakan data lintang. Sedangkan deklinasi bisa didapatkan dari buku ephemeris, salah satunya Ephemeris Hisab Rukyat yang diterbitkan oleh Kementerian Agama⁸¹. Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi siang dan malam adalah mengetahui t (sudut waktu) terlebih dahulu menggunakan rumus $\text{Cos } t = -\tan \phi \times \tan \delta$. Kemudian mencari durasi siang (DS) dengan rumus $\text{DS} = (t \times 2) : 15$, dan durasi malam (DM) menggunakan rumus $\text{DM} = 24 - \text{DS}$. Berikut ini contoh perhitungan durasi malam apabila diketahui lintang tempat adalah 30° dan deklinasi matahari ketika tanggal 21 Juni adalah $23,4435283^\circ$.

$$\begin{aligned} \text{Cos } t &= -\tan \phi \times \tan \delta \\ &= -\tan 30^\circ \times \tan 23,4435283 \end{aligned}$$

⁸¹ Najmuddin Saifullah, 'Mengenal Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2023', *Retizen.Republika.Co.Id* <<https://retizen.republika.co.id/posts/192875/mengenal-buku-ephemeris-hisab-rukayat-2023>> [accessed 5 January 2023].

$$\begin{aligned}
&= -0,577350269 \times 0,433640917 \\
&= -0,2503627 \\
t &= 104,4989759 \\
DS &= (t \times 2) : 15 \\
&= (104,4989759 \times 2) : 15 \\
&= 13,93319679 \\
DS &= 13 \text{ Jam } 55 \text{ Menit } 59 \text{ Detik} \\
DM &= 24 - DS \\
&= 24 - 13,93319679 \\
&= 10,06680321 \\
DM &= 10 \text{ Jam } 4 \text{ Menit } 1 \text{ Detik}
\end{aligned}$$

Tabel 1. Durasi Malam di Berdasarkan Lintang

Lintang	21 Maret	21 Juni	22 Desember
60	12 Jam 0 menit	5 Jam 30 Menit	18 Jam 29 Menit
50	12 Jam 0 menit	7 Jam 51 Menit	16 Jam 8 Menit
40	12 Jam 0 menit	9 Jam 9 Menit	14 Jam 50 Menit
30	12 Jam 0 menit	10 Jam 4 Menit	13 Jam 55 Menit
20	12 Jam 0 menit	10 Jam 47 Menit	13 Jam 12 Menit
10	12 Jam 0 menit	11 Jam 24 Menit	12 Jam 35 Menit
0	12 Jam 0 menit	12 Jam 0 Menit	12 Jam 0 Menit
-10	12 Jam 0 menit	12 Jam 35 Menit	11 Jam 24 Menit
-20	12 Jam 0 menit	13 Jam 12 Menit	10 Jam 47 Menit
-30	12 Jam 0 menit	13 Jam 55 Menit	10 Jam 4 Menit
-40	12 Jam 0 menit	14 Jam 50 Menit	9 Jam 9 Menit
-50	12 Jam 0 menit	16 Jam 8 Menit	7 Jam 51 Menit
-60	12 Jam 0 menit	18 Jam 29 Menit	5 Jam 30 Menit

Tabel di atas menunjukkan perbedaan antara durasi malam di daerah dengan lintang yang berbeda. Ketika tanggal 12 Maret saat posisi matahari berada di lintang

0°, durasi malam dan siang sama di semua lintang tempat. Ketika tanggal 21 Juni posisi matahari berada di Garis Balik Utara (GBU) yaitu lintang 23,5°. Sehingga daerah dengan lintang positif mengalami malam lebih pendek karena matahari lebih banyak menyinari daerah pada lintang tersebut. Kemudian pada tanggal 22 Desember posisi matahari berada di Garis Balik Selatan (GBS) yaitu pada lintang -23,5°. Hal ini mengakibatkan daerah dengan lintang negatif mengalami malam lebih pendek karena matahari banyak bersinar.

Durasi siang dan malam di Indonesia tiap tempat bervariasi berdasarkan lintang tempatnya. Secara umum, durasi antara siang dan malam di Indonesia tidak jauh berbeda secara ekstrim karena dilewati oleh garis khatulistiwa. Akan tetapi, batas Utara dan Selatan wilayah Indonesia memiliki nilai lintang yang cukup membuat selisih durasi antara siang dan malam. Selisih antara siang dan malam di Indonesia bisa dihitung dengan mengetahui perhitungan tempat lintang paling Utara yaitu Pulau Miangas, 5°33'25.3" LU, Kota Pontianak sebagai daerah pertengahan, 0°00'48.3" LS, dan, daerah paling Selatan, yaitu Pulau Rote, 10°44'47.2" LS. Berikut hasilnya:

Tabel 2. Durasi Waktu antara Siang dan Malam di Wilayah Paling Utara, Selatan, dan Tengah Indonesia

Tempat	21 Maret		21 Juni		Selisih
	Siang	Malam	Siang	Malam	
Miangas	12 Jam 0 Menit	12 Jam 0 Menit	12 Jam 19 Menit	11 Jam 40 Menit	0 jam 20 Menit
Pontianak	12 Jam 0 Menit	12 Jam 0 Menit	11 Jam 59 Menit	12 Jam 1 Menit	0 Jam 1 Menit
Pulau Rote	12 Jam 0 Menit	12 Jam 0 Menit	11 Jam 22 Menit	12 Jam 37 Menit	0 Jam 38 Menit

Tabel tersebut menunjukkan perbedaan durasi siang dan malam di Indonesia. Sampel diambil di lintang paling Utara dan Selatan karena dua tempat ini mewakili cakupan wilayah lintang di Indonesia. Berdasarkan perhitungan, ketika matahari berada di GBU/GBS, wilayah dengan lintang terbesar yaitu Pulau Rote menunjukkan selisih 0 Jam 38 Menit. Wilayah lain di Indonesia selain lintang tersebut akan memiliki selisih di bawah 38 Menit.

Sepertiga Malam di Indonesia

Secara umum malam terjadi ketika matahari berada di bawah ufuk. Akan tetapi dalam pembahasan

kali ini, definisi malam untuk mengetahui sepertiga malam, tidak hanya mensyaratkan ketika matahari berada di bawah ufuk. Karena ketika matahari di bawah ufuk, ada pembagian waktu untuk pelaksanaan salat yaitu salat maghrib, isya', dan subuh. Sehingga untuk mendapatkan malam yang dimaksud, seluruh malam ketika matahari di bawah ufuk dikurangi dengan waktu subuh dan isya. Tinggi matahari ketika Isya' dan subuh menurut Muhammadiyah adalah -18°⁸². Sedangkan untuk waktu subuh, masih terjadi perbedaan tentang ketinggiannya, ada yang

⁸² Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, 2nd edn (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009), p. 54
<http://tarjih.muhammadiyah.or.id/muhfile/tarjih/download/pedoman_hisab_muhammadiyah.pdf>.

melakukan penelitian dan menghasilkan tinggi -18° ⁸³, -19° - 20° ⁸⁵, dan -20° ⁸⁶.

Setelah dikurangi dengan kerendahan matahari saat subuh dan isya, maka malam yang digunakan untuk salat sunnah malam didapatkan. Hal ini dikarenakan salat sunnah malam dilaksanakan setelah salat isya' dan sebelum salat subuh. Sebagaimana hadis riwayat al-Bukhari no. 1131⁸⁷:

أَنَّ عَبْدَ اللَّهِ بْنَ عَمْرٍو بْنَ الْعَاصِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَخْبَرَهُ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ لَهُ أَحَبُّ الصَّلَاةِ إِلَى اللَّهِ صَلَاةُ دَاوُدَ عَلَيْهِ السَّلَامُ وَأَحَبُّ الصِّيَامِ إِلَى اللَّهِ صِيَامُ دَاوُدَ وَكَانَ يَتِمُّ نِصْفَ اللَّيْلِ وَيَقُومُ ثَلَاثَةَ وَيَتِمُّ سُدُسَهُ وَيَصُومُ يَوْمًا وَيَقْطُرُ يَوْمًا

“Sesungguhnya Abdullah bin Amr bin al-Ash RA mengabarkan bahwasannya Rasulullah SAW bersabda kepadanya: “Salat yang paling dicintai Allah adalah salatnya nabi Daud AS dan puasa yang paling dicintai Allah adalah

⁸³ Nihayatur Rohmah, ‘The Effect of Atmospheric Humidity Level to the Determination of Islamic Fajr/Morning Prayer Time and Twilight Appearance’, *Journal of Physics: Conference Series*, 771.1 (2016), 27–30 (p. 3) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/771/1/012048>>.

⁸⁴ N.F. Ngadiman, N. N. M. Shariff, and Z.S. Hamidi, ‘Quantification of Evening and Morning Twilight Angle in Malaysia: A Suburban-Rural Areas Comparison’, *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29.3 (2020), 14995 – 15001–14995 – 15001 (p. 15000) <<http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/32001>>.

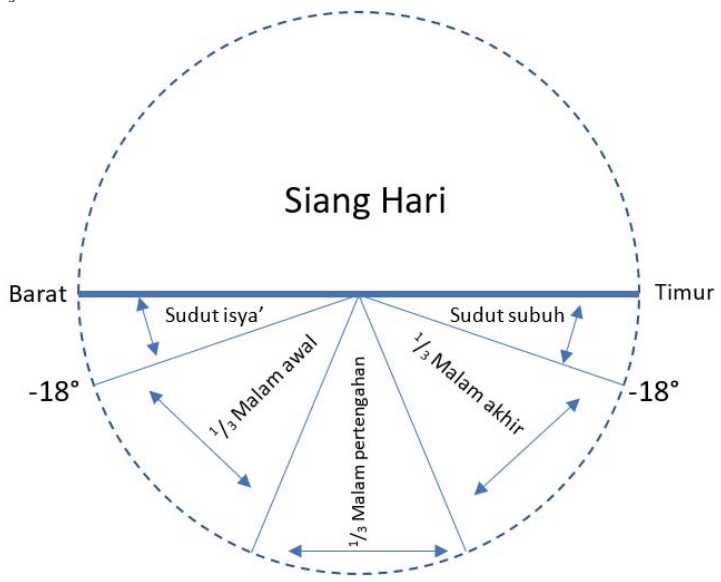
⁸⁵ Rusli Rusli, Niswatu Kariimah, and Mahfudz Mahfudz, ‘Determination Dawn of Shadiq in Masalembu Island by Using Image Processing Sobel Edge Detection Technique’, *International Conference on Law, Technology, Spirituality and Society (ICOLESS)*, 1 (2021), 57–66 (p. 65) <<http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/ICOLESS/article/view/1386>>.

⁸⁶ Moch Basthoni and Hendro Setyanto, ‘Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Areas’, in *AIP Conference Proceedings*, 2022, p. 9 <<https://doi.org/10.1063/5.0073949>>.

⁸⁷ Al-Bukhari, p. 50.

puasa Daud. Ia tidur ketika tengah malam dan bangun di sepertiga malam, kemudian tidur di seperenam malam. Ia berpuasa satu hari dan berbuka satu hari”.

Pelaksanaan salat sunnah malam dilaksanakan setelah isya' sampai masuknya waktu subuh. Kemudian waktu tersebut dibagi menjadi tiga yaitu: 1/3 malam awal, 1/3 malam pertengahan, dan 1/3 malam akhir. Sehingga selama matahari di bawah ufuk, tidak semuanya masuk dalam kategori 1/3 malam yang digunakan untuk saat sunnah malam. Akan tetapi dikurangi terlebih dahulu dengan waktu isya' dan subuh.



Gambar 2. Pembagian 1/3 malam

Untuk menghitung 1/3 malam pada suatu tempat, diketahui terlebih dahulu perhitungan waktu saat matahari berada pada posisi -18° . Data yang dibutuhkan adalah lintang tempat (φ), tinggi matahari (h), deklinasi matahari (δ), bujur tempat (λ), dan equation of time (e). Berikut ini rumus menghitung 1/3 malam beserta contoh perhitungannya. Diketahui lintang tempat $5^\circ 33' 25.3''$ LU, bujur tempat $126^\circ 35' 00.2''$ BT, deklinasi matahari tanggal 21 Juni $23,44405084^\circ$, equation of time $-0,029438106'$, dan tinggi matahari -18° .

$$\begin{aligned}\cos t &= -\tan \varphi \tan \delta + (\sin h : (\cos \varphi \cos \delta)) \\ &= -\tan 5^\circ 33' 25.3'' \tan 23,44405084^\circ + (\sin -18^\circ : \\ &(\cos 5^\circ 33' 25.3'' \cos 23,44405084^\circ))\end{aligned}$$

$$= -0,380603312$$

$$t = 7,491403879$$

$$e.t = 12 - e$$

$$= 12 - (-0,029438106')$$

$$e.t = 12,02943811$$

$$e.t + t = 12,02943811 + 7,491403879$$

$$= 19,52084199$$

$$\text{Selisih waktu bujur (sw } \lambda) = (\lambda - 120) / 15$$

$$= 0,438892593$$

$$\text{Hasil} = (e.t + t) - \text{sw } \lambda$$

$$= 19,52084199 - 0,438892593$$

$$= 19,08194939$$

Jam saat -18° matahari di Barat = 19:04 WITA

Untuk perhitungan waktu ketika matahari -18° di Timur menggunakan rumus yang sama. Perbedaannya terletak pada rumus $e.t - t$. Hasil jam saat -18° di Timur adalah 04:05 WITA. Setelah diketahui jam saat

matahari berada di kerendahan -18° Timur dan Barat, dihitung durasai antara dua jam tersebut. Hasilnya adalah 9,017192241 jam. Kemudian angka ini dibagi 3 sebagai durasi $1/3$ malam pada hari tersebut, hasilnya adalah 3,005730747. Angka ini ditambahkan ke jam saat matahari berada di -18° Barat sebanyak 3 kali sampai waktu -18° Timur. Hasilnya, $1/3$ malam awal adalah jam 19:04 sampai 22:05 WITA, $1/3$ malam pertengahan dimulai pada jam 22:05 sampai 01:05 WITA, dan $1/3$ malam terakhir dimulai pada jam 01:05 sampai 04:05 WITA.

Perhitungan di atas dilakukan pada sebuah tempat dan satu tanggal. Untuk mengetahui waktu $1/3$ malam, khususnya $1/3$ malam terakhir di Indonesia, dilakukan perhitungan untuk 3 tempat. Diambil 3 sampel daerah paling Utara, tengah, dan paling Selatan. Tujuannya adalah untuk mengetahui selisih waktu $1/3$ malam karena lintang adalah faktor penentu lama durasi tersebut. *Pertama*, lokasi di daerah paling Utara di Indonesia yaitu Pulau Miangas, $5^\circ 33' 25.3''$ LU $126^\circ 35' 00.2''$ BT. *Kedua*, Kota Pontianak sebagai daerah pertengahan, $0^\circ 00' 48.3''$ LS $109^\circ 20' 54.1''$ BT. *Ketiga*, daerah paling Selatan, yaitu Pulau Rote, $10^\circ 44' 47.2''$ LS $123^\circ 05' 50.7''$ BT. Waktu perhitungan dilakukan sepanjang tahun dengan interval 15 hari. Dicantumkan juga tanggal saat matahari berada di GBU pada tanggal 21 Juni, saat di khatulistiwa tanggal 21 Maret, dan saat berada di GBS pada tanggal 22 Desember. Tujuannya adalah untuk mengetahui hasil perhitungan saat matahari berada di khatulistiwa, titik

terjauh Utara, dan terjauh Selatan. Berikut ini hasil perhitungannya:

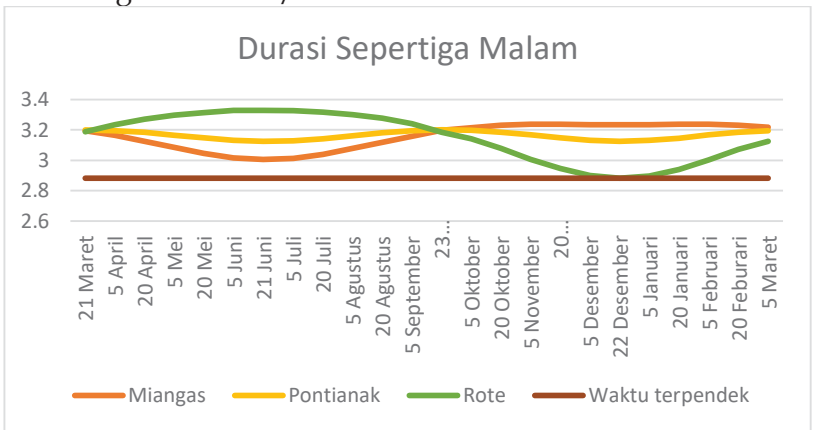
Tabel 3. Durasi Waktu Sepertiga Malam

No	Tanggal	Miangas	Pontianak	Rote
1	21 Maret	3 Jam 11 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 11 Menit
2	5 April	3 Jam 9 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 14 Menit
3	20 April	3 Jam 7 Menit	3 Jam 10 Menit	3 Jam 16 Menit
4	5 Mei	3 Jam 5 Menit	3 Jam 9 Menit	3 Jam 17 Menit
5	20 Mei	3 Jam 2 Menit	3 Jam 8 Menit	3 Jam 18 Menit
6	5 Juni	3 Jam 1 Menit	3 Jam 7 Menit	3 Jam 19 Menit
7	21 Juni	3 Jam 0 Menit	3 Jam 7 Menit	3 Jam 19 Menit
8	5 Juli	3 Jam 0 Menit	3 Jam 7 Menit	3 Jam 19 Menit
9	20 Juli	3 Jam 2 Menit	3 Jam 8 Menit	3 Jam 19 Menit
10	5 Agustus	3 Jam 4 Menit	3 Jam 9 Menit	3 Jam 18 Menit
11	20 Agustus	3 Jam 7 Menit	3 Jam 10 Menit	3 Jam 16 Menit
12	5 September	3 Jam 9 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 14 Menit
13	23 September	3 Jam 11 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 11 Menit

14	5 Oktober	3 Jam 12 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 8 Menit
15	20 Oktober	3 Jam 13 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 4 Menit
16	5 November	3 Jam 14 Menit	3 Jam 10 Menit	3 Jam 0 Menit
17	20 November	3 Jam 14 Menit	3 Jam 8 Menit	2 Jam 56 Menit
18	5 Desember	3 Jam 14 Menit	3 Jam 7 Menit	2 Jam 54 Menit
19	22 Desember	3 Jam 14 Menit	3 Jam 7 Menit	2 Jam 52 Menit
20	5 Januari	3 Jam 14 Menit	3 Jam 7 Menit	2 Jam 53 Menit
21	20 Januari	3 Jam 14 Menit	3 Jam 8 Menit	2 Jam 56 Menit
22	5 Februari	3 Jam 14 Menit	3 Jam 10 Menit	3 Jam 0 Menit
23	20 Feburari	3 Jam 13 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 4 Menit
24	5 Maret	3 Jam 13 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 7 Menit
	Paling Lama	3 Jam 14 Menit	3 Jam 11 Menit	3 Jam 19 Menit
	Paling Pendek	3 Jam 0 Menit	3 Jam 7 Menit	2 Jam 52 Menit

Durasi 1/3 malam terjadi di Pulau Rote dengan lama 3 jam 19 menit pada tanggal 21 Juni. Durasi terpendek juga terjadi di Pulau Rote pada tanggal 22 Desember dengan durasi waktu 2 jam 52 menit. Pulau Rote mengalami durasi paling lama dan paling pendek

dikarenakan memiliki nilai lintang paling besar di banding seluruh wilayah di Indonesia. Sehingga Pulau Rote menjadi tempat yang paling terdampak oleh revolusi bumi yang menyebabkan matahari selalu berpindah ke Utara dan Selatan. Tempat di pertengahan tidak mengalami banyak selisih setiap harinya, terlama adalah 3 jam 11 menit, dan terpendek adalah 3 jam 7 menit. Berikut ini tampilan perbandingan durasi 1/3 malam di Indonesia:



Gambar 3. Grafik Durasi Sepertiga Malam Selama Satu Tahun

Berdasarkan gambar di atas, nampak perbedaan antara daerah dengan lintang positif dan negatif. Keduanya saling berlawanan dan berpotongan ketika matahari berada di khatulistiwa tanggal 21 Maret dan 23 September. Sedangkan daerah yang tengah memiliki garis yang tidak terlalu melengkung karena memiliki sedikit perbedaan. Berdasarkan perhitungan di atas, waktu sepertiga malam di

Indonesia berbeda-beda tergantung waktu dan tempat perhitungan. 1/3 malam pertama terjadi setelah isya, kemudian setelahnya adalah 1/3 malam pertengahan, dan 1/3 malam terakhir terletak sebelum subuh. Untuk wilayah Indonesia, cara mudah mengetahui 1/3 malam terakhir adalah dengan melihat durasi 1/3 malam terpendek di daerah dengan nilai lintang paling besar yaitu dengan durasi 2 jam 52 menit. Sehingga 1/3 malam terakhir bisa dimulai 2 jam 52 menit sebelum subuh pada tanggal berapapun dan di daerah manapun seluruh Indonesia.

Siang dan malam pada suatu permukaan bumi memiliki durasi yang berbeda. Semuanya bergantung pada lintang tempat dan deklinasi matahari. Waktu sepertiga malam adalah hasil pengurangan waktu saat matahari berada di bawah ufuk dengan waktu subuh dan isya dan dibagi tiga. 1/3 malam malam di Indonesia memiliki durasi waktu berbeda-beda bergantung dari lokasi dan waktu perhitungan. Berdasarkan uji perhitungan pada daerah paling Utara, tengah, dan Selatan Indonesia diperoleh nilai yang paling sedikit yaitu 2 jam 52 menit. Durasi ini menjadi patokan mudah untuk menentukan waktu 1/3 malam terakhir. Caranya adalah mengurangi waktu subuh dengan 2 jam 52 menit pada tanggal berapapun dan di tempat manapun di seluruh Indonesia.

Daftar Pustaka

Al-Bukhari, Abu Abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin al-Mughiroh, *Sahih Al-Buhkari*

- (Damaskus: Daar Ibnu Kasir, 2002)
<<https://waqfeya.net/book.php?bid=3584>>
- Basthoni, Moch, and Hendro Setyanto, 'Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Areas', in *AIP Conference Proceedings*, 2022
<<https://doi.org/10.1063/5.0073949>>
- Febriani, D, A Fajri, and F A Rakhmadi, 'Pergantian Siang Dan Malam Dalam Prespektif Al-Qur'an', *Integrasi Interkoneksi Islam*, 2.2019 (2020), 173-75
<<http://sunankalijaga.org/prosiding/index.php/kiiis/article/view/397>>
- Jamil, A, 'Pengaruh Posisi Matahari Dan Letak Geografis Terhadap Rasydul Qiblah Harian Di Indonesia', *Jurnal Kordinat*, XIX.1 (2020), 194-218
<<http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kordinat/article/view/6332>>
- Junaidi, Ahmad, 'Penyatuan Zona Waktu Indonesia Dan Implikasinya Pada Waktu Ibadah', *Justitia Islamica*, 9.2 (2012), 145-70
<<https://doi.org/https://doi.org/10.21154/justicia.v9i2.350>>
- Ngadiman, N.F., N. N. M. Shariff, and Z.S. Hamidi, 'Quantification of Evening and Morning Twilight Angle in Malaysia: A Suburban-Rural Areas Comparison', *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29.3 (2020), 14995 - 15001-14995 - 15001
<<http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/32001>>

Raisal, Abu Yazid, and Arwin Juli Rakhmadi, 'Understanding the Effect of Revolution and Rotation of the Earth on Prayer Times Using Accurate Times', *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam*, 4.1 (2020), 81 <<https://doi.org/dx.doi.org/10.30659/jua.v4i1.10936>>

Raisal, Abu Yazid, Mega Sukma, and Marataon Ritonga, 'Simulasi Perhitungan Waktu Salat Menggunakan Spreadsheet', 8.1 (2022), 11-26 <<https://doi.org/http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad>>

Ray, Saheli, 'Calculation of Sun Position and Tracking the Path of Sun for a Particular Geographical Location', *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2.9 (2012), 81-84 <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39128480/research_paper_2-libre.pdf?1444670464=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DResearch_paper_2.pdf&Expires=1672895869&Signature=WrsRIEE TBGhW0qYtXQtWSStm19ulfAcVN3khzDf8zE8qLK gSMWXbVL~Q98aUez1vd8wrR>

Rohmah, Nihayatur, 'The Effect of Atmospheric Humidity Level to the Determination of Islamic Fajr/Morning Prayer Time and Twilight Appearance', *Journal of Physics: Conference Series*, 771.1 (2016), 27-30 <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/771/1/012048>>

Rohman, Kholilul, 'Formulasi Waktu Sepertiga Malam Dalam Keutamaan Waktu Salat Tahajud Menurut Perspektif Fikih Dan Ilmu Falak', 2021 <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15947/1/SKRIPSI_1602046070_KHOLILLUL_ROHMAN.pdf>

Rusli, Rusli, Niswatul Kariimah, and Mahfudz Mahfudz, 'Determination Dawn of Shadiq in Masalembu Island by Using Image Processing Sobel Edge Detection Technique', *International Conference on Law, Technology, Spirituality and Society (ICOLESS)*, 1 (2021), 57-66 <<http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/ICOLESS/article/view/1386>>

Saifullah, Najmuddin, 'Mengenal Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2023', *Retizen.Republika.Co.Id* <<https://retizen.republika.co.id/posts/192875/mengenal-buku-ephemeris-hisab-rukya-2023>> [accessed 5 January 2023]

— — —, 'Sepertiga Malam Itu Jam Berapa Menurut Ilmu Falak?', *Retizen.Republika.Co.Id*, 2022 <<https://retizen.republika.co.id/posts/194314/sepertiga-malam-itu-jam-berapa-menurut-ilmu-falak>> [accessed 3 January 2023]

Saifullah, Najmuddin, and Mega Sukma, 'Sejarah Penanggalan India', 8.1 (2022), 27-38 <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30596%2Fjam.v8i1.9703>>

Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah,

Pedoman Hisab Muhammadiyah, 2nd edn (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009)
<http://tarjih.muhammadiyah.or.id/muhfile/tarjih/download/pedoman_hisab_muhammadiyah.pdf>

Chapter 4

Kalender Islam Global : antara Tunggal dan Bizonal

Muhammad Hidayat¹, Zailani²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Kalender Islam Global (KIG) adalah kalender yang menjadikan muka bumi sebagai satu kesatuan dimana awal bulan hijriyah diseluruh dunia dimulai secara serentak pada hari yang sama.⁸⁸ Kalender Islam Global berfungsi untuk mewujudkan kesatuan umat dengan kalender yang unifikatif secara global dan meminimalisasi terjadinya perbedaan antar negara dalam pelaksanaan ibadah berdasarkan penentuan awal bulan hijriyah.⁸⁹ Kalender Islam global sebagai kalender hijriah berdasarkan lunasi bulan yang berfungsi tidak saja untuk kehidupan sivil tetapi juga sekaligus untuk tujuan-tujuan keagamaan Islam.⁹⁰ Kalender hijriyah sangat dibutuhkan oleh umat Islam

⁸⁸ A.J.R Butar-Butar, *Kalender Islam Lokal Ke Global, Problem Dan Prospek* (Medan: OIF UMSU, 2016).

⁸⁹ Muhammad Hidayat, "Aplikasi Kriteria Kalender Islam Global Muktamar Turki 2016 Dan Rekomendasi Jakarta 2017," *Al-Marshad : Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 1 (2018): 73.

⁹⁰ Syamsul Anwar, "Unifikasi Kalender Hijriah Global Problem Dan Tantangan," *Al-Marshad : Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016): 147.

karena terkait erat dengan pelaksanaan ibadah.⁹¹ Kalender hijriyah global merupakan satu-satunya solusi untuk mengatasi problematika umat Islam dalam penentuan awal bulan Ramadan, Syawal dan Zulhijjah.⁹² Karena setelah berabad-abad Islam belum memiliki kalender yang mapan digunakan secara internasional⁹³

Tantangan intelektual Islam dalam merumuskan penetapan Kalender Islam Internasional di tengah perkembangan kajian astronomi di bidang kalender telah menjadi persoalan darurat dan dapat dikatakan menjadi kewajiban fardu kifayah bagi intelektual dalam memberikan kepastian, kesamaan waktu dan ketetapan waktu.⁹⁴

Kalender Hijriah adalah kalender yang berdasarkan peredaran bulan, jumlah hari dalam kalender hijriyah yaitu antara 29 atau 30 hari. Upaya mewujudkan kalender Islam global masih berlanjut. Ada tiga pemikiran tentang kalender Islam global

⁹¹ Siti Tatmainul Qulub, "Pendekatan Politik Sebagai Strategi Unifikasi Kalender Hijriyah Seajar Dengan Kalender Masehi," *Jurnal Bimas Islam* 10, no. No.3 (2017): 451–72.

⁹² A L Afaq and Nurul Wasilah Wahidin, "Problematika Penyatuan Kalender Hijriyah" 4, no. 2 (2022): 275–83.

⁹³ A Mufid et al., "The Unity of Hijri Calendar Needs in Indonesia: A Warming Up of Maqasid (Objectives) of Hadith," *PalArch's Journal of ...* 17, no. 6 (2020): 8182–97.

⁹⁴ Muh Rasywan Syarief, "IKHTIAR AKADEMIK MOHAMMAD ILYAS MENUJU UNIFIKASI KALENDER ISLAM INTERNASIONAL Muh Rasywan Syarif," *Elfalaky* 1, no. 1 (2017): 19–29.

dengan tunggal zona (basis) atau dikenal dengan kalender penyatuan, yaitu kalender yang diprakarsai oleh Jamaluddin Abdul Raziq. Kategori berdasarkan dua zona yaitu penanggalan Qosum, penanggalan Audah dan Kalender al-Qudhah, sedangkan Kalender berdasarkan tiga zona adalah kalender Muhammad Ilyas.⁹⁵

Dalam perkembangannya pada Kongres Penyatuan Kalender Hijriah Internasional bertempat di Turki dari tanggal 28 hingga 30 Mei 2016 kriteria Kalender Islam Global dihadapkan dengan dua pilihan: penggunaan kalender Bizonal yang membagi dunia menjadi dua zona yaitu zona barat dan zona timur atau kalender Tunggal (bahwa satu hari satu tanggal untuk seluruh dunia). Setelah proses pemungutan suara antara kalender bizonal atau kalender Tunggal. Kongres akhirnya memilih kalender Tunggal.⁹⁶

Adapun kaidah kalender yang disahkan dalam muktamar internasional Turki ini adalah **“Awal bulan dimulai jika pada saat maghrib di mana pun elongasi bulan (jarak bulan-matahari) lebih dari 8 derajat dan tinggi bulan lebih dari 5 derajat.”** Dengan catatan

⁹⁵ Dr. Maskufa, “Global Hijriyah Calendar As Challenges Fikih Astronomy,” *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 162 (2018): 188–92, <https://doi.org/10.2991/iclj-17.2018.39>.

⁹⁶ Syamsul Anwar, *Follow up of the 2016 Global Hijri Muslim Calendar, Paper Presented on National Halaqah on Hisab Expert and Fikih Muhammadiyah* (MTT Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2016).

awal bulan hijriyah terjadi jika imkan rukyat terjadi di mana pun di dunia, asalkan di Selandia Baru belum terbit fajar.

Memasuki abad ke- 21, gagasan kalender Hijriah global mengalami perkembangan pesat. Versi paling mutakhir dari kalender Hijriah global adalah apa yang disebut Kalender Hijriah Global Tunggal (الألحادي العالمي الهجري التقويم) Hanya saja harus diakui bahwa menyangkut apa dan bagaimana Kalender Hijriah Global Tunggal itu belum banyak difahami dan diapresiasi, bahkan juga di kalangan para ahli, termasuk para astronom. Yang terakhir ini lebih banyak disibukkan dengan pembicaraan tentang tentang hilal, menyangkut bagaimana kriteria yang tepat untuk menentukan penampakkannya.⁹⁷ Penyatuan Kalender Islam yang telah diinisiasi oleh *the International Hijri Calendar Unity Congress* di Turki pada Mei 2016 lalu merupakan momentum penting bagi umat Islam untuk secepatnya mengadopsi gagasan penyatuan Kalender Islam.⁹⁸

Jika berbicara Kalender Islam Global banyak yang mengerti, setuju dan mendukung namun jika ditanya lebih mendalam bagaimana kriteria Kalender

⁹⁷ Syamsul Anwar, “Tinjauan Maqasid Syariah Terhadap Kalender Islam Global,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 5, no. 2 (2019): 205–20, <https://doi.org/10.30596/jam.v5i2.3801>.

⁹⁸ Tono Saksono, “Kalender Islam Global: Perspektif Syariah, Ekonomi, Dan Politik,” *JURIS (Jurnal Ilmiah Syariah)* 15, no. 2 (2017): 143, <https://doi.org/10.31958/juris.v15i2.495>.

Islam Global yang diinginkan dan bagaimana kelebihan dan kekurangan dari Kalender Islam Global Tunggal dan Bizonal masih banyak yang belum mengerti seperti data Tabel 1. dibawah ini. Responden merupakan Mahasiswa Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang terdiri dari tiga kelas Kelas Perbankan Syariah (PS) A1 Pagi, Perbankan Syariah (PS) B1 Pagi, Manajemen Bisnis Syariah (MBS) A2 Siang. Jumlah Total Responden yaitu 62 orang.

Tabel 1. Responden Mahasiswa terkait dengan Kalender Islam Global Tunggal dan Bizonal

Pertanyaan	Program Studi	Keterangan		
		Mengerti	Cukup Mengerti	Tidak Mengerti
Apakah anda sudah mengerti kelebihan dan kekurangan Kalender Islam Global kriteria Tunggal dan Kalender Islam Global kriteria Bizonal ?	PS A1	1	18	8
	PS B1	5	9	15
	MBS A2	1	5	-
	Total	7	32	23
		11,2 %	51,6 %	37%

Tabel 1. Menunjukkan hasil jawaban dari Pertanyaan “Apakah anda sudah mengerti kelebihan dan kekurangan Kalender Islam Global kriteria Tunggal dan Kalender Islam Global kriteria Bizonal ?” pertanyaan ini sengaja diberikan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman mahasiswa, Adapun jawaban pertanyaan tersebut 11,2 % menjawab mengerti, 51,6 % menjawab cukup mengerti dan 37% persen menjawab tidak mengerti. Oleh karena itu penting untuk menguraikan Kalender Islam Global Tunggal dan Bizonal lebih mendalam agar dapat lebih memahami secara komprehensif.

Masalah kalender Hijriah global tidak hanya soal kriteria penampakan hilal, tetapi jauh lebih luas dari itu, yakni bagaimana merumuskan sebuah sistem kalender yang memenuhi ketentuan syariah dan astronomi, terutama bagaimana agar kalender itu tidak menyebabkan tertundanya kawasan tertentu (di bagian barat bumi) memasuki awal bulan baru pada hal hilal sudah terpampang dengan jelas di ufuknya. Begitu pula bagaimana menjaga agar suatu kawasan (di sebelah timur bumi) tidak dipaksa memasuki bulan baru pada hal belum mengalami ijtimak.

Jenis Penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Hasil dari penelitian ini akan dilakukan penjelasan demi penjelasan untuk mengungkap hubungan dan permasalahan yang akan dikaji didalam penelitian ini. Adapun tujuan dalam penelitian kualitatif ini adalah ingin menggambarkan kenyataan yang ada atau yang terjadi dalam hal ini

Kalender Islam Global : antara Tunggal dan Bizonal
 Subjek penelitian adalah Mahasiswa Fakultas Agama
 Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
 yang terdiri dari tiga kelas Kelas Perbankan Syariah
 (PS) A1 Pagi, Perbankan Syariah (PS) B1 Pagi,
 Manajemen Bisnis Syariah (MBS) A2 Siang. Jumlah
 Total Responden yaitu 62 orang.

Tabel 1. Jumlah Responden

Kelas	PS A1 Pagi	PS B1 Pagi	MBS A2 Siang
Jumlah	26	30	6
Mahasiswa	62		

Tabel 1. Menunjukkan sebaran responden setiap kelas,
 Penelitian ini menggunakan teknik purposive
 sampling. Purposive sampling adalah salah satu teknik
 pengambilan sampel yang sering digunakan dalam
 penelitian. Purposive sampling adalah salah satu
 teknik pengambilan sampel secara sengaja. Teknik
 pengumpulan data berupa angket dalam bentuk
 pertanyaan essay yang diberikan kepada responden.

Diskursus yang terjadi terkait kriteria kalender
 yang disahkan dalam muktamar internasional Turki ini
 yaitu “Awal bulan dimulai jika pada saat maghrib di
 mana pun elongasi bulan (jarak bulan-matahari) lebih
 dari 8 derajat dan tinggi bulan lebih dari 5 derajat”.

Jika kita cermati kriteria diatas, maka ada
 sebagian kelompok yang berpendapat bila ketinggian

5 derajat terjadi Amerika Selatan maka tinggi bulan di wilayah Asia Tenggara masih di bawah ufuk. inilah yang menjadi kekurangan dari Kriteria Kalender Islam Global Tunggal. Karena Kriteria Kalender Islam Global Tunggal akan menjadikan wilayah bagian Timur akan memasuki awal bulan baru sedangkan hilal masih dibawah ufuk, Namun ada dua hal yang perlu dicermati dalam menanggapi pendapat ini :

1. Perlu kita ingat bahwa salah satu syarat kalender Islam yang diputuskan dalam temu Pakar II tahun 2008 ialah "Kalender Islam tidak boleh menjadikan sekelompok orang Muslim disuatu tempat dimuka bumi memasuki bulan baru sebelum kelahiran hilalnya (sebelum konjungsi/ijtimak)." Yang perlu dipahami ialah maksud dari sebelum kelahiran hilal adalah sebelum konjungsi bukan kelahiran hilal diatas ufuk, artinya hilal harus dipastikan sudah terjadi konjungsi/ijtimak bukan harus dipastikan hilal sudah diatas ufuk. Inilah poin penting yang harus dicermati Jika mengacu pada syarat kalender Islam yang diputuskan dalam temu Pakar II tahun 2008 dan jika hal tersebut dipahami maka persoalan diatas tidak menjadi masalah.
2. Perlu kita perhatikan juga kriteria Kalender Islam Global Tunggal yang akan menjadikan wilayah bagian Timur akan memasuki awal bulan, sedangkan hilal masih dibawah ufuk sebenarnya bukan menjadi persoalan serius karena selama ini di Indonesia sendiri sering terjadi kenyataan demikian yaitu hilal masih dibawah ufuk dibagian Timur

Indonesia, namun karena wilayah bagian barat Indonesia seperti di Sumatera dan Aceh sudah terjadi Imkan Rukyat maka diberlakukan transfer Imkan Rukyat dari Bagian Barat Indonesia ke Bagian Timur Indonesia sehingga Indonesia seragam memasuki awal bulan baru, hal ini disebut dengan keberlakuan wilayatul hukmi atau kesatuan wilayah hukum yang dalam hal ini Wilayah kesatuan Negara Republik Indonesia. Jika hal serupa dapat diterapkan dan dipahami dalam konteks Kalender Islam Global Tunggal dengan kriteria Turki 2016 maka persoalan diatas tidak akan menjadi masalah.

Diskursus berikutnya adalah tawaran kalender Islam Global Bizonal yang diklaim dapat menyatukan karena akan menjadikan hilal sudah diatas ufuk baik dibagian Timur maupun Barat Dunia, Jika tujuan akhirnya untuk memastikan setiap wilayah baik bagian Timur maupun Barat hilalnya sudah berada diatas ufuk ketika maghrib dalam penentuan awal bulan, maka tawaran diatas sudah tepat, Namun jika tujuannya untuk menjadikan Kalender Islam Global yang memiliki prinsip satu hari satu tanggal diseluruh dunia tentu tawaran kriteria Kalender Islam Bizonal tersebut tidak bisa diaplikasikan baca Hidayat, 2017. Karena kriteria Kalender Islam Global Bizonal akan menjadikan wilayah bagian Barat belum memasuki bulan baru sementara hilal telah terpampang jelas di ufuk mereka sesuai dengan salah satu syarat kalender Islam yang diputuskan dalam temu Pakar II tahun 2008 yang berbunyi “Kalender Islam tidak boleh

menjadikan sekelompok orang Muslim di suatu tempat dimuka bumi belum memasuki bulan baru sementara hilal bulan tersebut telah terpampang secara jelas di ufuk mereka”.

Inilah kelebihan dan kekurangan dari Kriteria Kalender Islam Global Tunggal dan Bizonal, jika ini dipahami maka penyatuan Kalender Islam Global akan semakin menuju titik terang dan sudah seharusnya Kongres Penyatuan Kalender Hijriah Internasional melibatkan pemerintah atau penguasa untuk menjustifikasi implemenatasi pasca muktamar Turki 2016 lewat otoritas politik yang mampu mengharuskan penerapannya.

Materi Kalender Islam Global diajarkan pada mata kuliah Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis Syariah dan Perbankan Syariah dibawah naungan Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun muatan materi Ilmu Falak yang diajarkan disesuaikan dengan Prodi masing-masing, seperti dalam Prodi Manajemen Bisnis Syariah dan Perbankan Syariah materi Ilmu Falak yang diajarkan lebih berfokus pada pembahasan Kalender dan Sistem Waktu dan pada materi akhirnya dijelaskan terkait dengan Kalender Islam Global.

Untuk mengetahui tanggapan mahasiswa Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maka penulis memberikan sejumlah pertanyaan kepada mahasiswa untuk mengetahui tanggapannya terkait Kalender Islam Global : antara

Tunggal dan Bizonal yang sudah dipelajari dalam mata kuliah Ilmu Falak semester VII. Adapun pertanyaan yang diberikan sebagai berikut :

Tabel 2. Responden Mahasiswa terkait dengan Kalender Islam Global Tunggal dan Bizonal

No	Pertanyaan	Program Studi	Keterangan		
			Sudah	Belum	
1.	Apakah materi Kalender Islam Global sudah dipelajari ?	PS A1	26	-	
		PS B1	30	-	
		MBS A2	6	-	
		Total	62	-	
			100 %	-	
			Setuju	Tidak Setuju	Abstain
2.	Apakah anda setuju dengan kalender Islam Global ? sebutkan alasannya !	PS A1	26	-	-
		PS B1	29	-	1
		MBS A2	5	1	
		Total	60	1	1
			96,7 %	1,6%	1,6%
			Tunggal	Bizonal	Abstain
3.		PS A1	24	2	-

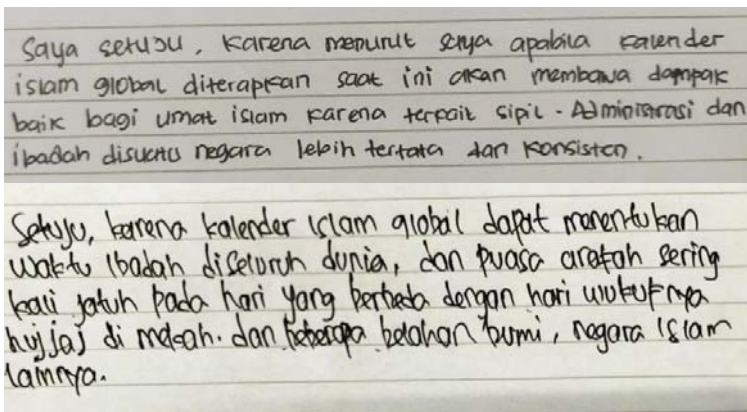
Setelah mempelajari terkait kalender Islam Global, seandainya kamu dapat kesempatan memilih, kamu akan memilih kalender Islam Global Tunggal (prinsip 1 hari satu tgl diseluruh dunia) atau Bizonal (zona barat dn zona timur) sebutkan alasannya ?	PS B1	16	12	2
	MBS A2	5	1	-
	Total	45	15	2
		72,5 %	24%	3,2%

Dari Tabel 1. Menunjukkan bahwa 96,7 % mahasiswa setuju dengan Kalender Islam Global dan 1,6 % tidak setuju dengan Kalender Islam Global kemudian 72,5 % persen memilih Kalender Islam Global Tunggal dan 3,2 % memilih Kalender Islam Global Bizonal.

Jika dicermati lebih lanjut pertanyaan yang diberikan dan jawaban yang diberikan memiliki makna dan penjelasan seperti pertanyaan No. 1 yaitu "Apakah materi Kalender Islam Global sudah dipelajari ?" Pertanyaan ini ingin memberikan informasi bahwa

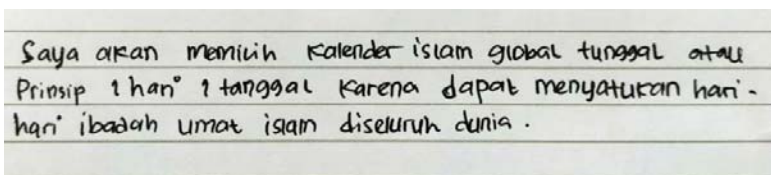
mahasiswa yang diberikan pertanyaan selanjutnya adalah mahasiswa yang sudah mempelajari materi Kalender Islam Global dan bahkan sebelum materi ini diajarkan mahasiswa sudah diajarkan terkait dengan materi kriteria penentuan awal bulan di Indonesia seperti Imkan Rukyat, Hisab, Rukyat dan lain-lain. Sehingga mahasiswa mampu mengikuti materi selanjutnya yaitu materi Kalender Islam Global. Adapun jawaban pertanyaan No. 1. 100 % atau seluruhnya mahasiswa menjawab sudah.

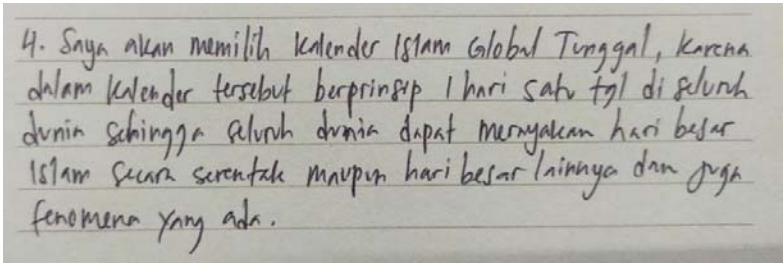
Kemudian untuk pertanyaan No. 2 yaitu “Apakah anda setuju dengan kalender Islam Global ? sebutkan alasannya !” pertanyaan ini untuk mengetahui sejauh mana pendapat mahasiswa terkait dengan Kalender Islam Global, apakah mahasiswa ada yang setuju atau tidak setuju. Adapun jawaban pertanyaan No. 2. 96,7 % menjawab setuju dan 1,6 % menjawab tidak setuju. Salah satu alasan mahasiswa yang menjawab setuju berikut jawabannya “saya setuju, karena menurut saya apabila kalender Islam global diterapkan saat ini akan membawa dampak baik bagi umat Islam karena terkait sipil - administrasi dan ibadah disuatu negara lebih tertata dan konsisten” dan jawaban lain “setuju, karena kalender Islam global dapat menentukan waktu ibadah diseluruh dunia dan puasa arafah sering kali jatuh pada hari yang berbeda dengan hari wukufnya hujaj di Makkah dan beberapa belahan Bumi, negara Islam lainnya.” Berikut ini dokumentasi lembar jawaban mahasiswa



Gambar 1. Lembar jawaban mahasiswa

Selanjutnya pertanyaan No. 3. Yaitu "Setelah mempelajari terkait kalender Islam Global, seandainya kamu dapat kesempatan memilih, kamu akan memilih kalender Islam Global Tunggal (prinsip 1 hari satu tgl diseluruh dunia) atau Bizonal (zona barat dn zona timur) sebutkan alasannya ?" Pertanyaan ini ingin mengetahui pilihan mahasiswa terkait dengan kalender Islam Global Tunggal atau Bizonal. Adapun jawaban pertanyaan No. 3. 72,5% menjawab memilih kalender Islam Global Tunggal dan 24% memilih kalender Islam Global Bizonal. Berikut ini dokumentasi lembar jawaban mahasiswa.

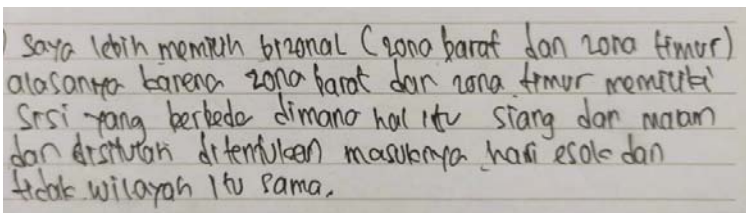




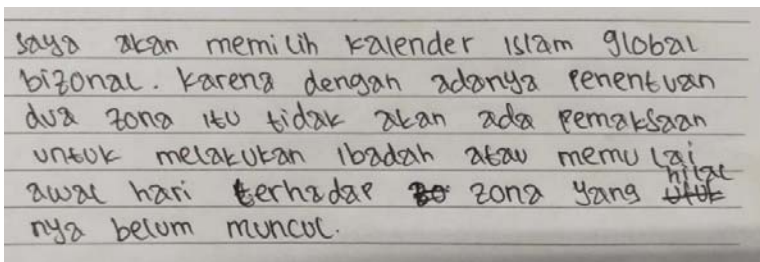
4. Saya akan memilih kalender Islam Global Tunggal, karena dalam kalender tersebut berprinsip 1 hari satu tgl di seluruh dunia sehingga seluruh dunia dapat merayakan hari besar Islam secara serentak maupun hari besar lainnya dan juga fenomena yang ada.

Gambar 2. Lembar Jawaban mahasiswa yang memilih Kalender Islam Global Tunggal

Pada Gambar 2. Terlihat alasan mahasiswa yang memilih Kalender Islam Global Tunggal berikut ini jawabannya “saya akan memilih kalender Islam global tunggal atau prinsip 1 hari 1 tanggal karena dapat menyatukan hari-hari ibadah umat Islam diseluruh dunia”. Dan jawaban lainnya “saya akan memilih kalender Islam global tunggal, karena dalam kalender tersebut berprinsip 1 hari 1 tanggal diseluruh dunia sehingga seluruh dunia dapat merayakan hari besar Islam secara serentak maupun hari besar lainnya dan juga fenomena yang ada. Berikut ini dokumentasi lembar jawaban mahasiswa yang memilih Kalender Islam Global Bizonal



Saya lebih memilih bizonal (zona barat dan zona timur) alasannya karena zona barat dan zona timur memiliki sisi yang berbeda dimana hal itu siang dan malam dan distribusi ditentukan masuknya hari esok dan tidak wilayah itu sama.



Gambar 3. Lembar Jawaban mahasiswa yang memilih Kalender Islam Global Bizonal

Pada Gambar 3. Terlihat alasan mahasiswa yang memilih Kalender Islam Global Bizonal berikut ini jawabannya "saya lebih memilih bizonal (zona barat dan zona timur) alasannya karena zona barat dan zona timur memiliki sisi yang berbeda dimana hal itu siang dan malam dan disitulah ditemukan masuknya hari esok dan tidak wilayah itu sama." Dan jawaban lainnya "saya akan memilih kalender Islam global bizonal. Karena dengan adanya penentuan dua zona itu tidak akan ada pemaksaan untuk melakukan ibadah atau memulai awal hari terhadap zona yang hilalnya belum muncul.

Penyatuan kalender hijriah menempati posisi yang sangat penting karena sistem kalender direfleksikan sebagai simbol peradaban, khususnya bagi peradaban Islam yang sudah masuk era 1,5 milenium dan belum memiliki sistem penanggalan global. Di dalam perkembangannya ada banyak kriteria kalender yang diusulkan dalam pertemuan tingkat dunia untuk menjadi Kalender Hijriyah

Internasional, penelitian ini lebih berfokus pada dua kriteria yaitu Tunggal dan Bizonal hal ini sesuai dengan perkembangan pembahasan kalender Islam Global ketika Mukhtar Turki Tahun 2016. Hasil penelitian ini menunjukkan 72,5 % memilih Kalender Islam Global Tunggal, 24 % memilih Kalender Islam Global Bizonal dan 3,2 % abstain atau tidak memilih.

Daftar Pustaka

Afaq, A L, and Nurul Wasilah Wahidin.

“Problematika Penyatuan Kalender Hijriyah” 4, no. 2 (2022): 275–83.

Anwar, Syamsul. *Follow up of the 2016 Global Hijri Muslim Calendar, Paper Presented on National Halaqah on Hisab Expert and Fikih Muhammadiyah.* MTT Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2016.

Syamsul Anwar. “Tinjauan Maqasid Syariah Terhadap Kalender Islam Global.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 5, no. 2 (2019): 205–20.
<https://doi.org/10.30596/jam.v5i2.3801>.

Anwar, Syamsul. “Unifikasi Kalender Hijriah Global Problem Dan Tantangan.” *Al-Marshad : Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016): 147.

Butar-Butar, A.J.R. *Kalender Islam Lokal Ke Global, Problem Dan Prospek.* Medan: OIF UMSU, 2016.

- Hidayat, Muhammad. "Aplikasi Kriteria Kalender Islam Global Muktamar Turki 2016 Dan Rekomendasi Jakarta 2017." *Al-Marshad : Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 1 (2018): 73.
- John w. Creswell, *Reseach Design*. London: Sage, 2009.
- Maskufa, Dr. "Global Hijriyah Calendar As Challenges Fikih Astronomy." *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 162 (2018): 188–92. <https://doi.org/10.2991/iclj-17.2018.39>.
- Mufid, A, M Gufron, A Zaiyadi, and ... "The Unity of Hijri Calendar Needs in Indonesia: A Warming Up of Maqasid (Objectives) of Hadith." *PalArch's Journal of ...* 17, no. 6 (2020): 8182–97.
- Qulub, Siti Tatmainul. "Pendekatan Politik Sebagai Strategi Unifikasi Kalender Hijriyah Sejajar Dengan Kalender Masehi." *Jurnal Bimas Islam* 10, no. No.3 (2017): 451–72.
- Saksono, Tono. "Kalender Islam Global: Perspektif Syariah, Ekonomi, Dan Politik." *JURIS (Jurnal Ilmiah Syariah)* 15, no. 2 (2017): 143. <https://doi.org/10.31958/juris.v15i2.495>.
- Syarief, Muh Rasywan. "IKHTIAR AKADEMIK MOHAMMAD ILYAS MENUJU UNIFIKASI KALENDER ISLAM INTERNASIONAL Muh Rasywan Syarif." *Elfalaky* 1, no. 1 (2017): 19–29.

Chapter 5

Akurasi Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin Padon Pucangmiliran Tulung Klaten Jawa Tengah dalam Perspektif Astronomi dan Sosiologi

AR Sugeng Riadi¹

¹Studi Islam Program Pasca Sarjana UIN Sunan Kalijaga, Indonesia

1. Pengertian Arah Kiblat

Secara bahasa, kata kiblat berasal dari bahasa Arab *Qiblah* yang artinya menghadap dan dapat juga berarti pusat pandangan. Dalam al-Qur'an kata *al-qiblah* tersebut terulang sebanyak 4 kali yang dapat diartikan sebagai arah dan juga tempat salat. Kata kiblat memiliki definisi yang sama dengan kata *jihah*, *syatrah*, yang berarti arah menghadap, karena kata *kiblat* sering disandarkan pada kata-kata tersebut. Sedangkan secara terminologi, banyak definisi yang dikemukakan dari berbagai sumber mengenai arah kiblat. Diantaranya Departemen Agama Republik Indonesia mendefinisikan kiblat adalah Ka'bah di Mekah yang berada pada titik koordinat 21 derajat 25 menit 21.17 detik busur lintang utara dan 39 derajat 49 menit 34.56 detik menit busur bujur timur⁹⁹. Muhyiddin Khazin menjelaskan bahwa ikiblat adalah arah yang harus dituju ketika salat baik beridiri,

⁹⁹ Kemenag RI. (2012). 2

duduk, maupun berbaring senantiasa berimpit dengan arah itu¹⁰⁰.

Muhyiddin Khazin dalam bukunya Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik mendefinisikan arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Mekah (Ka'bah) dengan tempat kota yang bersangkutan. Sementara itu Slamet Hambali mendefinisikan arah kiblat sebagai arah menuju Ka'bah (Mekah) lewat jalur terdekat yang mana setiap Muslim dalam mengerjakan salat harus menghadap ke arah tersebut pada saat salat, dimanapun dia berada di belahan Bumi ini. Dari beberapa definisi diatas, dapat disimpulkan kiblat merupakan arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar menuju Ka'bah di kota Mekah. Jadi menghadap kiblat adalah menghadap ke Ka'bah di kota Mekah dengan perhitungan jalur terdekat dilihat dari suatu tempat tertentu dipermukaan Bumi. Dengan demikian, pada suatu tempat apabila diperbandingkan antara menghadap Timur atau Barat maupun Selatan atau Utara maka yang dipilih adalah yang jaraknya terdekat dengan Ka'bah.

2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat dan Pendapat Ulama tentang Menghadap Kiblat

Dalil utama menghadap ke arah kiblat saat beribadah bagi umat Islam dijabarkana baik dalam ayat maupun al-hadits. Salah satu ayat al-Qur'an yang menyebutkan perintah arah kiblat adalah surat Al-

¹⁰⁰ Khazin, Muhyiddin. (2005). : 67

Baqarah ayat 144.¹⁰¹ Di antara hadits nabi SAW yang menjelaskan perintah menghadap kiblat adalah HR Bukhari.

“Bercerita Muslim, bercerita Hisyam, bercerita Yahya bin Abi Katsir dari Muhammad bin Abdurrahman dari Jabir berkata: Ketika Rasulullah SAW salat di atas kendaraan (tunggangannya) beliau menghadap ke arah sekehendak tunggangannya, dan ketika beliau hendak melakukan salat fardhu beliau turun kemudian menghadap kiblat.¹⁰²” (HR. Bukhari).

Pembahasan mengenai arah kiblat sudah ada sejak zaman dahulu. Berbagai karya para ulama yang membahas arah kiblat, memasukkan pembahasan tersebut dalam bab syarat sahnya salat. Mereka telah bersepakat bahwa menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sahnya salat. Hal ini sesuai dengan keterangan dalam kitab Fathul Mu‘in sebagai berikut: *“Syarat sahnya salat yang kelima ialah menghadapkan dada pada „ain kiblat yakni Kakkah. Maka dari itu, belum cukup hanya menghadap ke jihat kiblat (Kakkah) saja. Lain halnya dengan pendapat Abu Hanifah Rahimahullah”*.

¹⁰¹ *“Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan.”* (QS. Al Baqarah: 144)

¹⁰² Maktabah Syamilah versi 2.11, Muhammad Bin Ismail Bin Ibrahim Bin Mughirah Al-Bukhari, Shahih Bukhari, Mesir : Mauqi‘u Wazaratul Auqaf, t.t juz 2 hlm. 193

Para ulama membagi pembahasan kewajiban menghadap kiblat dalam dua hal. Pertama, yaitu kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah secara langsung. Kedua, kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung. Kewajiban tersebut menunjukkan apakah menghadap kiblat secara *'ain al-ka'bah* atau cukup hanya *jihat al-ka'bah* saja. Madzhab Syafi'i dan orang-orang yang sepaham dengan mereka berpendapat, untuk orang yang melihat Ka'bah, ia wajib benar-benar menghadap Ka'bah itu (*'ain al-ka'bah*). Tetapi orang yang jauh dari Ka'bah wajib atasnya menyengaja menghadap *'ain al-ka'bah*, walaupun pada hakikatnya ia hanya menghadap ke *jihat al-ka'bah* saja. Madzhab Hanafi dan orang-orang yang sependapat dengan mereka, mengemukakan bahwa orang yang melihat Ka'bah dan memungkinkan menghadap *'ain al-ka'bah* wajib menghadap bangunan Ka'bah itu sungguh-sungguh, akan tetapi bagi orang yang jauh cukuplah menghadap ke *jihat al-ka'bah* saja. Perbedaan pandangan masing-masing ulama madzhab tersebut, melandaskan pendapat mereka pada kandungan isi surat al-Baqarah ayat 144.

3. Pendekatan Sosiologi

Menurut Ritzer, orang tak dapat memastikan kapan teori sosiologi itu lahir¹⁰³. Lebih lanjut dikatakan

¹⁰³ Lihat Ritzer, George. 2014. *Teori Sosiologi Modern, Edisi Ketujuh*. Jakarta: Prenadamedia Group, hal. 3

bahwa manusia sejatinya telah membahas dan membicarakan persoalan yang terkait kemasyarakatan dan sosial itu sejak perkembangan sejarah paling awal. Sosiologi adalah ilmu yang mempelajari hidup bersama dalam masyarakat, dan menyelidiki ikatan-ikatan antara manusia yang menguasai hidupnya itu. Sosiologi mencoba mengerti sifat dan maksud hidup bersama, cara terbentuk dan tumbuh serta berubahnya perserikatan-perserikatan hidup ini serta pula kepercayaannya, keyakinan yang memberi sifat tersendiri kepada cara hidup bersama itu dalam tiap persekutuan hidup manusia. Selo Soemardjan dan Soeleman Soemardi mendefinisikan bahwa Sosiologi merupakan ilmu yang mempelajari struktur sosial dan proses-proses sosial termasuk perubahan sosial. Adapun yang dimaksud struktur sosial adalah keseluruhan jalinan antara unsur-unsur sosial yang pokok yaitu berupa kaidah-kaidah sosial, lembaga-lembaga sosial, kelompok-kelompok, serta lapisan-lapisan sosial. Sedangkan proses sosial adalah pengaruh timbal balik antara pelbagai segi kehidupan bersama.

Sosiologi merupakan ilmu pengetahuan yang berdiri sendiri karena telah memenuhi segenap unsur-unsur ilmu pengetahuan, dengan ciri-ciri utamanya yaitu:

- a. Sosiologi bersifat empiris yang berarti bahwa ilmu pengetahuan tersebut didasarkan pada observasi terhadap kenyataan dan akal sehat serta hasilnya tidak bersifat spekulatif.

- b. Sosiologi bersifat teoritis, yaitu ilmu pengetahuan selalu berusaha untuk menyusun abstraksi dari hasil-hasil observasi. Abstraksi tersebut merupakan kerangka unsur-unsur yang tersusun secara logis serta bertujuan untuk menjelaskan hubungan-hubungan sebab akibat, sehingga menjadi teori.
- c. Sosiologi bersifat kumulatif yang berarti bahwa teoriteori sosiologi dibentuk atas dasar teori-teori yang sudah ada dalam arti memperbaiki, memperluas serta menghalus teori-teori yang sama.
- d. Bersifat non-etis, yakni yang dipersoalkan bukanlah buruk baiknya fakta tertentu, akan tetapi tujuannya adalah untuk menjelaskan fakta tersebut secara analitis.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa Sosiologi adalah suatu ilmu yang menggambarkan tentang keadaan masyarakat yang terdiri dari struktur, lapisan serta berbagai gejala sosial lainnya yang saling berkaitan. Dengan bantuan ilmu Sosiologi ini suatu fenomena sosial dapat dianalisa dengan menggunakan faktor-faktor yang mendorong terjadinya hubungan, mobilitas sosial serta keyakinan-keyakinan yang mendasari terjadinya proses tersebut.

4. Teori Konflik sebagai Pendekatan Sosiologi

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan teori konflik dalam menganalisis perilaku masyarakat yang terdapat dalam persoalan penetapan arah kiblat Masjid Baitul Abidin dusun Padon Pucang Miliran Tulung Klaten. Awal munculnya teori konflik di masyarakat dilontarkan oleh Georg Simmel yang

selanjutnya dikembangkan dan diperluas oleh Lewis A Coser (George Ritzer 2015: 153). Coser mencoba menerangkan konflik sosial di dunia menurut kerangka pandangan struktural-fungsional. Ahli teori konflik berorientasi ke studi struktur dan institusi sosial¹⁰⁴.

Selain tokoh teori konflik di atas, George Ritzer (2014:148) mengatakan, “Dahrendorf adalah tokoh utama yang mengatakan bahwa masyarakat mempunyai dua wajah (konflik dan konsensus)”. “Dahrendorf mengakui bahwa masyarakat takkan ada tanpa konsensus dan konflik yang menjadi persyaratan satu sama lain”. Dalam pandangan Dahrendorf, masyarakat memiliki dua wajah, yakni konflik dan konsensus yang dikenal dengan teori konflik dialektika. Teoritisi konflik harus menguji konflik kepentingan dan penggunaan kekerasan yang mengikat masyarakat sedangkan teoritisi konsensus harus menguji nilai integrasi dalam masyarakat. Bagi Ralf, masyarakat tidak akan ada tanpa konsensus dan konflik. Masyarakat disatukan oleh ketidakbebasan yang dipaksakan. Dengan demikian, posisi tertentu di dalam masyarakat mendelegasikan kekuasaan dan otoritas terhadap posisi yang lain. (George Ritzer, 2015: 148)

Sosiolog Max Weber berpendapat konflik timbul dari stratifikasi masyarakat. Setiap stratifikasi adalah posisi yang pantas diperjuangkan oleh manusia dan

¹⁰⁴ Lihat George Ritzer. 2015. *Teori Sosiologi Modern, Edisi Ketujuh*. Jakarta: Prenadamedia Group. hal. 148

kelompoknya. Weber berpendapat bahwa relasi-relasi yang timbul adalah usaha-usaha untuk memperoleh posisi tinggi dalam masyarakat. (Ritzer, George. 2015: 148).

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan fokus kajian lapangan (*field research*). Data primer dalam penelitian ini, hasil wawancara dan observasi langsung di lokasi. Sedangkan data sekunder didapat dari berbagai tulisan dan dokumen yang terkait dengan Arah Kiblat dan masjid Baitul Abidin Padon Pucangmiliran Tulung Klaten. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan dua jenis pendekatan yaitu pendekatan Astronomis dan pendekatan Sosiologis. Pendekatan Astronomis dipakai untuk mengetahui dan mengkaji akurasi dari metode-metode yang digunakan dalam penetapan arah kiblat masjid. Sedangkan pendekatan Sosiologis dipakai untuk menganalisis konflik yang terjadi pada proses penetapan arah kiblat Baitul Abidin Padon Pucangmiliran Tulung Klaten. Penelitian ini mengambil rumusan masalah, bagaimana penetapan arah kiblat Masjid Baitul Abidin Padon Pucangmiliran Tulung Klaten dalam perspektif Astronomi dan Sosiologi.

a. Penetapan Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin dalam Perspektif Astronomi dapat dilihat dari proses penetapan arah kiblat Masjid menggunakan beberapa metode dengan akurasi yang berbeda yang menghasilkan selisih dari kiblat bangunan Masjid.

Metode Kompas selisih 1 derajat, Google Earth 11,5 derajat dan Roshdul Qiblah 12 derajat.

b. Penetapan Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin dalam Perspektif Sosiologi. Perbedaan penentuan arah kiblat Masjid Baitul Abidin sebagai tempat beribadah umat Islam masyarakat di Padon Pucangmiliran Tulung Klaten, terjadi akibat adanya stratifikasi sosial dalam jamaah. Jamaah kaum tua berusaha untuk mempertahankan hasil pengukuran arah kiblat nya karena posisinya sebagai orang tua di kalangan jamaah dan hasil ukur kiblatnya sudah didasarkan ilmu sejak dahulu dari para leluhur. Jamaah kaum muda juga berusaha untuk memperjuangkan keyakinan dari usulannya agar arah kiblat disesuaikan kaidah ilmu falak kontemporer. Akhirnya kedua kelompok dapat disatukan kembali setelah melakukan kajian ilmu arah kiblat dan mengukur ulang secara bersama setelah dilakukan Kajian dan Pengukuran secara bersama.

Dusun Padon merupakan salah satu dusun di desa Pucang Miliran. Desa Pucang Miliran berada tidak jauh dari pusat kecamatan Tulung dan berbatasan dengan Kabupaten Boyolali. Selain Padon, dusun di desa ini adalah Ngunut, Miliran, Pucang Kulon, Pucang Wetan, Srijaya, Saluhan, Sadewo, dan Ngalas. Mayoritas wilayah desa yaitu wilayah pertanian dengan sistem tadah hujan dan pengairan irigasi dari sungai-sungai yang mengalir di kawasan ini. Hasil utamanya yaitu padi, jagung, ketela dan palawija lainnya. Ada juga industri yang digarap di desa ini yaitu penggilingan pati aren atau tepung dari pohon kolong-kaling.

Tepung ini digunakan sebagai bahan dasar pembuatan mie soon untuk campuran sup dan makanan lainnya¹⁰⁵.

Mayoritas penduduk di desa ini beragama Islam. Setiap dukuh yang ada mempunyai masjid sebagai tempat beribadah, berhimpun untuk kepentingan dukuh, penyebaran informasi bahkan untuk perkara kesehatan ibu dan anak. Kehidupan seni yang ada sangat dipengaruhi Islam seperti kasidahan, terbangun, kuntulan yang dilakukan pada hari-hari perayaan Islam. Perkara ini meriah dan disediakan seperti pada waktu syawalan, mauludan atau tahun baru hijriyah yang dipusatkan di masjid yang tersebar di seluruh dusun, termasuk dusun Padon. Nama masjid di dusun Padon adalah masjid Baitul Abidin yang selalumakmur dengan jamaah khususnya setiap lima waktu salat.

Warga dusun Padon, mayoritas adalah generasi muda, dan mayoritas bekerja sebagai karyawan swasta dan sisanya masih anak-anak yang bersekolah. Generasi tua jumlah memang tidak sebanyak yang muda, namun pengaruh dalam kehidupan bermasyarakat sangat dominan. Pola dominansi kaum tua juga terjadi dalam pengelolaan kegiatan basis kemasjidan. Mayoritas pengurus Takmir Masjid Baitul Abidin adalah generasi tua sementara yang muda hanya mengemban amanah sebagai seksi kegiatan dan organisasi pemuda masjid.

¹⁰⁵ https://wiki.edunitas.com/ind/114-10/Pucang-Miliran-Tulung-Klaten_80574__eduNitas.html

Konflik Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin

Persoalan arah kiblat Masjid Baitul Abidin dusun Padon desa Pucang Miliran kecamatan Tulung kabupaten Klaten, berawal dari adanya uji coba pengukuran arah kiblat yang dilakukan jamaah kaum muda melalui cara melihat bayangan matahari saat terjadi fenomena *Istiwaa A'dhom* yakni posisi Matahari tepat di atas koordinat Mekkah pada 16 Juli 2009¹⁰⁶. Ternyata hasil pengukuran jamaah kaum muda adalah arah kiblat yang lama tidak pas alias melenceng beberapa derajat.

Persoalan semula biasa saja, namun seiring perjalanan waktu kian meruncing. Bahkan sempat terjadi di mana saat salat berjamaah, sang imam mengikuti arah kiblat sesuai bangunan masjid hasil pengukuran jamaah kaum tua, sementara mayoritas jamaahnya sudah mengikuti arah yang sudah dikoreksi jamaah kaum muda.

Persoalan memuncak mendekati masuknya bulan suci Ramadhan 1430 H (2011 M), bahkan jamaah yang sudah terbagi menjadi dua 'kubu' pemahaman bersikeras menuntaskan dengan cara kekerasan. "Mereka bahkan sudah tanda tangan untuk siap ber'perang' - demi menuntaskan persoalan ini", jelas pak Muslich; salah seorang jamaah yang didampingi

¹⁰⁶ Matahari melintas di atas koordinat Ka'bah setahun dua kali yakni setiap 28 Mei dan 16 Juli. Saat Matahari di atas Ka'bah maka semua bayangan benda tegak akan mengarah ke Ka'bah. Hal ini bisa difahami sebab akibat gerakan semu Matahari yang disebut sebagai gerak tahunan Matahari. (Raharto, Moedji: 2011)

Ketua RW setempat. (Wawancara dengan Imam Mujahid, 2009)

Pengukuran Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin Perspektif Astronomi

Melihat konflik di warga dusun Padon, ketua RW meminta pak Muslich selaku penasihat kaum muda untuk mencari solusi. Semula ketua RW dan pak Muslich meminta bantuan kepada kampus UIN Raden Massaid (STAIN Surakarta kala itu) dan bertemu Dr. Imam Mujahid. Namun akhirnya pak Imam Mujahid mengarahkan untuk menghubungi Tim Ukur Kiblat PPMI Assalaam. Setelah bertemu Tim di Asalaam, akhirnya disepakati, untuk dilakukan pengukuran bersama melalui Kajian Arah Kiblat dan diputuskan untuk mengundang semua jamaah Masjid Baitul Abidin Padon. Pengukuran dan Kajian menghadirkan kedua belah pihak dan seluruh jamaah masjid Baitul Abidin pada hari Jum'at, 21 Agustus 2009 (30 Sya'ban 1430 H) pukul 09:00 – 11:00 WIB. Meski mendadak, dan menjelang sehari menuju Ramadhan, jamaah bisa hadir semuanya.

Tepat pukul 09:00 WIB acara Kajian Arah Kiblat dimulai, diawali sambutan ketua RW yang meminta semua warganya untuk saling menahan diri dan mencoba memahami persoalan secara ilmu. Acara seremonial kajian dilanjut dengan pembacaan ayat suci Al-Qur'an¹⁰⁷. Selanjutnya sekitar 1,5 jam Kajian diisi

¹⁰⁷ *“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah suatu kaum mengolok-olokkan kaum yang lain (karena) boleh jadi mereka (yang*

Tim Ukur Kiblat PPMI Assalaam yang berisi penjelasan tentang arah kiblat yang dilanjutkan dengan praktik menentukan arah kiblat menggunakan *Google Earth* dan Kompas Kiblat, akhirnya dua 'kubu' bisa saling menemukan jalan tengah untuk bersatu kembali. Tim Ukur Kiblat PPMI Assalaam hanya menjelaskan caranya, namun yg melakukan pengukuran arah kiblat semua jamaah. Dari mereka, oleh mereka dan untuk mereka.

Sekitar pukul 11:00, acara diakhiri, dan persiapan untuk sholat Jum'at. Do'a Pak RW yg sempat meneteskan air mata saat memberikan sambutan, akhirnya di-*qobul*-kan Allah SWT menjadi kenyataan; akhirnya warga kembali bisa bersatu kembali. Kepastian bersatunya jamaah kaum muda dan jamaah kaum tua terbukti dengan berlangsungnya salat tarawikh berjamaah pada malam harinya, menyambut bulan suci Ramadhan 1430 H.

diolok-olokkan) lebih baik dari mereka (yang mengolok-olokkan) dan jangan pula wanita-wanita (mengolok-olokkan) wanita lain (karena) boleh jadi wanita-wanita (yang diperolok-olokkan) lebih baik dari wanita (yang mengolok-olokkan) dan janganlah kamu mencela dirimu sendiri dan janganlah kamu panggil panggilan dengan gelar-gelar yang buruk. Seburuk-buruk panggilan ialah (panggilan) yang buruk sesudah iman dan barangsiapa yang tidak bertaubat, maka mereka itulah orang-orang yang zalim.” (QS. Al-Hujarat:10)



Foto 1: Sambutan Ketua RW



Foto 2: Pengukuran Arah Kiblat dengan Kompas



Foto 3: Pengukuran Arah Kiblat dengan Google Earth
(Software Google Earth)

Penetapan Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin dalam Perspektif Sosiologi

Masjid Baitul Abidin merupakan masjid jami' yang berada di dusun Padon desa Pucangmiliran kecamatan Tulung kabupaten Klaten, yang merupakan tempat ibadah bagi kaum Muslim, khususnya kampung Padon. Selain sebagai tempat ibadah untuk melaksanakan salat berjamaah, Masjid Baitul Abidin juga sebagai tempat berkumpul dan bersilaturahmi masyarakat dalam berbagai kegiatan karena tempatnya yang strategis berada tidak jauh dari jalan raya; misalnya pengajian rutin Ahad pagi, peringatan hari besar Islam, tempat belajar TPA bagi anak-anak, tempat pertemuan rapat-rapat dan sebagainya.

Penetapan arah kiblat Masjid yang sudah dipakai selama bertahun-tahun, di kemudin muncul usulan untuk diadakan perbahan. Penetapan yang sudah

berlaku adalah hasil kerja jamaah kaum tua, sementara usulan koreksi arah kiblat dimunculkan oleh jamaah dari jamaah kaum muda. Jamaah kaum tua bersikukuh untuk mempertahankan dengan alasan karena sudah berlaku bertahun-bertahun dan sudah diyakini oleh para jamaah kaum tua. Sementara jamaah kaum muda tidak sekedar mengusulkan, namun karena berdasarkan kaidah ilmu falak kontemporer sehingga jamaah kaum muda berusaha meyakinkan dengan segala cara agar usulannya dapat diterapkan di masjid Baitul Abidin.

Perbedaan pendapat terkait arah kiblat masjid ini semula hanya dianggap sebagai perbedaan yang biasa saja dan tidak akan mempengaruhi kesatuan jamaah dalam memakmurkan masjid. Namun, seiring perjalanan waktu, jamaah kaum muda merasa tidak nyaman karena berdasarkan ilmu yang dipahami dan seiring dengan selalu munculnya publikasi koreksi arah kiblat yang dipublikasikan Kementerian Agama melalui media sosial, tentang ajakan untuk mengoreksi kiblat masjid dengan bayangan matahari setiap tgl 28 Mei dan 16 Juli atau metode *Rashdul Kiblah*.

Menurut jamaah kaum muda yang menghendaki perubahan *shaf* arah kiblat Masjid, perubahan *shaf* arah kiblat Masjid mengikuti pendapat Madzhab Syafi'i, bahwa kiblat bagi orang yang melihat Ka'bah adalah wajib menghadap ke bangunan Ka'bah (*'ain al-ka'bah*). Tetapi orang yang jauh dari Ka'bah wajib baginya menyengaja menghadap *'ain al-ka'bah*, walaupun pada hakikatnya ia hanya menghadap ke *jihat al-ka'bah* saja.

Sedangkan jamaah kaum tua yang menghendaki *shaf* arah kiblat Masjid Baitul Abidin seperti yang sudah ada, berpegang teguh menurut pendapat dari Madzhab Hanafi, bahwa orang yang melihat Ka'bah dan memungkinkan menghadap *'ain al-ka'bah* wajib menghadap bangunan Ka'bah dengan kesungguhan, akan tetapi bagi orang yang jauh dari Ka'bah, maka cukuplah menghadap ke *jihat al-ka'bah* saja. Dengan berdasar pada kaidah ini, maka jamaah kaum tua tetap bersikukuh mempertahankan pendapatnya dan tidak setuju bila arah *shaf* kiblat masjid dilakukan perubahan.

Dalam perspektif sosiologi, kondisi yang terjadi pada jamaah masjid Baitul Abidin ini dapat kita pandang dengan teori konflik. Ide awal teori konflik di masyarakat dilontarkan *George Simmel* tetapi diperluas oleh *Lewis A Coser* (*George Ritzer* 2015: 153). *Coser* mencoba menerangkan konflik sosial di dunia menurut kerangka pandangan struktural-fungsional. Ahli teori konflik berorientasi ke studi struktur dan institusi sosial¹⁰⁸.

Selain tokoh teori konflik di atas, *George Ritzer* (2014:148) mengatakan, "*Dahrendorf* adalah tokoh utama yang mengatakan bahwa masyarakat mempunyai dua wajah (konflik dan konsensus)". "*Dahrendorf* mengakui bahwa masyarakat takkan ada tanpa konsensus dan konflik yang menjadi persyaratan satu sama lain". Dalam pandangan *Dahrendorf*, masyarakat memiliki dua wajah, yakni konflik dan

¹⁰⁸ Lihat *George Ritzer*. 2015. *Teori Sosiologi Modern, Edisi Ketujuh*. Jakarta: Prenadamedia Group. hal. 148

konsesus yang dikenal dengan teori konflik dialektika. Teori konflik harus menguji konflik kepentingan dan penggunaan kekerasan yang mengikat masyarakat sedangkan teori konsesus harus menguji nilai integrasi dalam masyarakat. Bagi *Ralf*, masyarakat tidak akan ada tanpa konsesus dan konflik. Masyarakat disatukan oleh ketidakbebasan yang dipaksakan. Dengan demikian, posisi tertentu di dalam masyarakat mendelegasikan kekuasaan dan otoritas terhadap posisi yang lain. (*George Ritzer, 2015: 148*)

Sosiolog *Max Weber* berpendapat konflik timbul dari stratifikasi masyarakat. Setiap stratifikasi adalah posisi yang pantas diperjuangkan oleh manusia dan kelompoknya. *Weber* berpendapat bahwa relasi-relasi yang timbul adalah usaha-usaha untuk memperoleh posisi tinggi dalam masyarakat. (*Ritzer, George. 2015: 148*). Dalam kontek jamaah masjid Baitul Abidin ini, maka perbedaan pendapat dalam penentuan arah kiblat merupakan stratifikasi yang terjadi dalam jamaah masjid. Jamaah tua merasa bahwa posisinya sebagai sesepuh tidak mau dengan begitu saja untuk diambil alih oleh kaum muda. Jamaah tua juga merasa bahwa pendapatnya sudah lebih berdasar keilmuan karena usia mereka yang lebih dalam memahami ilmu arah kiblat bila dibanding generasi muda.

Sebaliknya, jamaah kaum muda juga berkeinginan agar pendapat dan keyakinannya diakui dan dijadikan acuan di masjid sebagai pusat peribadatan seluruh jamaah. Kaum muda meyakini bahwa ilmu kontemporer terkait arah kiblat lebih akurat bila dibanding ilmunya jamaah tua yang sudah

usang dan tidak berdasar kaidah modern. Bahkan jamaah muda yakin akan memenangkan konflik ini karena secara empiris, jumlah jamaah dari kaum muda lebih banyak ketimbang dari kaum tua.

Menurut Coser¹⁰⁹, konflik yang terjadi dalam persoalan arah kiblat ini tidak akan mengakibatkan perpecahan jamaah, namun justru akan dapat memunculkan persatuan dan persaudaran di kalangan jamaah semakin erat¹¹⁰. Hal ini sejalan dengan pendapat *Dahrendorf* yang menyatakan bahwa masyarakat memiliki dua wajah, yakni konflik dan konsesus yang dikenal dengan teori konflik dialektika. Akhirnya setelah melalui jalur Kajian yang mengupas ilmu Arah Kiblat bak secara agama maupun secara santifik dan dilakukan pengukuran secara bersama di tempat yang sama, maka kondisi yang semula konflik, kemudian berkahir dengan kesepakatan dan persatuan kembali. Jamaah kaum muda dan jamaah kaum tua akhirnya dapat melakukan konsesus demi masa depan

¹⁰⁹ <https://www.sosiologi.info/2019/12/teori-konflik-menurut-perspektif-lewis-coser.html>

¹¹⁰ Menurut Lewis A Coser, konflik yang terjadi dalam masyarakat tidak semata-mata menunjukkan fungsi negatif. Tetapi, konflik dapat pula menimbulkan dampak yang positif bagi berlangsungnya tatanan masyarakat. Bagi Coser, konflik merupakan salah satu bentuk interaksi dan tidak perlu diingkari keberadaannya. Coser bermaksud, bahwa konflik tidak harus merusakkan atau bersifat disfungsi bagi sistem yang bersangkutan. Karena konflik bisa juga menimbulkan suatu konsekuensi yang bersifat positif. Coser memberikan gambaran kepada kita, bahwa konflik sebagai perselisihan mengenai nilai-nilai atau tuntutan-tuntutan berkenaan dengan kekuasaan, status, dan sumber-sumber kekayaan yang persediannya tidak mencukupi.

jamaah di masjid Baitul Abidin dusun Padon desa Pucang Miliran Tulung Klaten.

1. Penetapan Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin dalam Perspektif Astronomi

Penetapan arah kiblat Masjid Baitul Abidin dalam perspektif Astronomi dapat dilihat dari proses penetapan arah kiblat Masjid menggunakan beberapa metode dengan akurasi yang berbeda yang menghasilkan selisih dari kiblat bangunan Masjid. Metode Kompas selisih 1 derajat, Google Earth 11,5 derajat dan Roshdul Qiblah 12 derajat.

2. Penetapan Arah Kiblat Masjid Baitul Abidin dalam Perspektif Sosiologi

Perbedaan penentuan arah kiblat Masjid Baitul Abidin sebagai tempat beribadah umat Islam masyarakat di Padon Pucangmiliran Tulung Klaten, terjadi akibat adanya stratifikasi sosial dalam jamaah. Jamaah kaum tua berusaha untuk mempertahankan hasil pengukuran arah kiblat nya karena posisinya sebagai orang tua di kalangan jamaah dan hasil ukur kiblatnya sudah didasarkan ilmu sejak dahulu dari para leluhur. Jamaah kaum muda juga berusaha untuk memperjuangkan keyakinan dari usulannya agar arah kiblat disesuaikan kaidah ilmu falak kontemporer. Akhirnya kedua kelompok dapat disatukan kembali setelah melakukan kajian ilmu arah kiblat dan mengukur ulang secara bersama setelah dilakukan Kajian dan Pengukuran secara bersama.

Daftar Pustaka

Coser, Lewis A., *Teori Konflik Menurut Lewis A Coser.* <https://www.sosiologi.info/2019/12/teori-konflik-menurut-perspektif-lewis-coser.html>

Depag RI., *Islam Untuk Disiplin Ilmu Astronomi* (Jakarta: Dirjend Bimas Islam, 2000)

Izzuddin, Ahmad., *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Al-Hilal, 2012)

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

Munif, Ahmad., *Analisis Kontroversi Dalam penetapan Arah Kiblat Masjid Agung Demak* (Yogyakarta: CV Idea Sejahtera, 2013)

Kemenag RI., *Kajian terhadap metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya* (Jakarta: Dirjend Pendidikan Islam, 2012)

Pals, Daniel L., *Seven Theories of Religion dari Animisme E.B Taylor, Materialisme Karl Marx hingga Antropologi Budaya C. Geertz* (Yogyakarta : Penerbit Qolam, 2001)

Raharto, Moedji dan Surya, Dede Jaenal Arifin., *Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari* (Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia, 2011)

Riadi, AR Sugeng., *Arah Kiblat, Hikmah dan Cara Menentukannya* (Surakarta: LP2IF RHI, 2012)

Ritzer, George., *Teori Sosiologi Modern Edisi Ketujuh* (Jakarta: Prenadamedia Group, 2015)

Chapter 6

Syaikh Muhammad Jamil Djambek (w. 1366 H/1947 M) dan Kontribusinya dalam Ilmu Falak

**Arwin Juli Rakhmadi¹, Firdaus²,
Abdul Rahman Cemda³**

^{1,3}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Kajian ilmu falak di Nusantara telah berlangsung sangat lama, berbagai diskursus tentangnya telah mengemuka dan menjadi pembahasan di tengah masyarakat muslim Nusantara. Secara konten, diskursus dan pembahasan ilmu falak yang berkembang di tengah masyarakat lebih bersifat praktis alias sesuai kebutuhan masyarakat ketika itu. Praktis pula kajian-kajian astronomi (ilmu falak) yang mendalam dengan analisis fisis, matematis, dan astronomis belum muncul. Kajian-kajian yang muncul lebih bersifat astronomi masyarakat (folklor) seperti masalah arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana. Selain itu muncul pula kajian atau praktik astrologi (nujum) yang sejatinya telah ada dan berkembang di dunia Arab (Islam).

Muhammad Jamil Djambek adalah tokoh ulama asal Minangkabau (Sumatera Barat) yang memiliki

karya, kontribusi, dan pemikiran dalam bidang ilmu falak dengan karyanya “*Mukhtashar Mathla’ as-Sa’id fi Hisābāt al-Kawākib*”. Dari judul dan substansi tampak bahwa kitab ini merupakan analisis dan ringkasan dari karya astronomi populer di Nusantara yaitu kitab “*al-Mathla’ as-Sa’id*” karya Husain Zaid Mesir. Seperti diketahui karya ini banyak memengaruhi karya-karya ilmu falak yang berkembang di Nusantara, dalam hal ini Muhammad Jamil Djambek mengambil peran menganalisis karya ini.

Biografi Muhammad Jamil Jambek¹¹¹

Muhammad Jamil Jambek lahir di Bukittinggi pada tanggal 13 Sya’ban 1279 H (bertepatan 02 Pebruari 1860 M), dan meninggal dunia pada tanggal 18 Safar 1366 H (bertepatan 30 Desember 1947 M). Jasadnya dimakamkan di halaman Suraunya (kampung Tengah Sawah Bukittinggi).

Syaikh Muhammad Jamil Jambek adalah keturunan keluarga terhormat (darah biru). Ayahnya bernama Muhammad Saleh Datuk Malaka, seorang kepala Nagari di Minangkabau. Sedangkan ibunya adalah seorang bangsawan dari kraton Jawa. Muhammad Jamil Jambek adalah seorang yang cerdas, semua ilmu yang diajarkan kepadanya dapat diserapnya dengan cepat dan mudah.

¹¹¹ Tim Penulis, *Intelektualisme Pesantren*, Editor: Mastuki HS dan M. Ishom El-Saha, Pengantar: KH. M. Tolhah Hasan (Jakarta: Diva Pustaka, cet. III, 2006), h. 213-214. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. II, 2008), h. 203-204.

Memasuki usia 22 tahun, ayahnya mengirimnya ke Surau Koto, Mambang, Pariaman, untuk belajar agama. Selanjutnya dari Pariaman dia melanjutkan lagi ke Batipuh Baruh, Padang Panjang. Disini dia mulai menemukan bakat keilmuannya khususnya dalam bidang fikih.

Tahun 1313 H/1895 M, dia bersama ayahnya berangkat ke Mekah guna menunaikan ibadah haji dan sekaligus menuntut ilmu. Namun tatkala di Mekah, ayahnya meninggal dunia. Oleh karena menjadi seorang yatim, dia diasuh oleh Syaikh Salim (seorang pemuka agama asal Minangkabau yang lebih dahulu berada di Mekah). Syaikh Muhammad Jamil Jambek menetap di Mekah selama lebih kurang 10 tahun. Dalam masa itu dia belajar kepada banyak guru. Beberapa gurunya dapat disebutkan antara lain: Tuanku Khatib Kumango, Haji Abdullah Ahmad, Syaikh Ahmad Khatib, dan Syaikh Thahir Jalaluddin.¹¹²

Dari Syaikh Thahir Jalaluddin, Muhammad Jamil Jambek mendapat pelajaran ilmu falak. Selain itu, dia juga belajar ilmu falak kepada Syaikh Ahmad al-Fathani dan Syaikh Ahmad Khatib Minangkabau. Adapun karya Syaikh Muhammad Jamil Jambek dalam bidang ilmu falak adalah "*Almanak Jadwal Waktu Shalat*" dan "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id fī Hisābāt al-Kawākib*".

¹¹² Ahmad Fauzi Ilyas, *Warisan Intelektual Ulama Nusantara (Tokoh, Karya, dan Pemikiran)* [Medan: Raudha Publishing, cet. I, 2018], h. 167.

Tahun 1321 H, ia kembali ke tanah air, karir pertamanya merintis dan membangun sebuah surau di tengah sawah di Bukittinggi. Di surau ini ia mengajar ilmu-ilmu agama, khususnya bidang ilmu falak yang menjadikan ia dikenal di Minangkabau dalam bidang ini.¹¹³

Kiprahnya di bidang ilmu falak tampak dari perannya memperkenalkan almanak dan jadwal imsakiyah Ramadan. Untuk ini ia menulis sebuah kitab berjudul "*Almanak Jadwal Waktu Shalat*".

Deskripsi Umum Naskah "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id*"

Naskah ini berjudul "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id fi Hisābāt al-Kawākib*" (Ringkasan Matlak Kebahagiaan Tentang Perhitungan Planet-Planet/Bintang-Bintang) karya Syaikh Muhammad Jamil bin Shalih Minangkabau, atau lebih dikenal dengan Jamil Jambek (w. 1366 H/1947 M). Seperti terlihat dari judulnya, naskah ini adalah ringkasan dari buku berjudul "*al-Mathla' as-Sa'id fi Hisābāt al-Kawākib 'ala Rashd al-Jadīd*" karya Syaikh Husain Zaid Mesir.

Naskah "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id*" ini terdiri dari dua mukadimah. Mukadimah pertama menjelaskan tentang lima pembahasan terkait perhitungan aritmetika. Syaikh Muhammad Jamil Jambek mengatakan,

¹¹³ *Ibid*, h. 168.

هذا مقدمة في الحساب الفلكية اختصرتها من مطلع السعيد في حسابات الكواكب
وضعتها تذكرة لي ولأمثالي من القاصرين مشتملا على خمسة مباحث ...

“Ini adalah mukadimah tentang perhitungan astronomi, aku ringkas dari buku “Mathla’ as-Sa’id fi Hisābāt al-Kawākib”. Aku susun sebagai pengingat untukku dan orang-orang sepertiku yang memiliki kekurangan. Mukadimah ini mencakup lima pembahasan ...”.

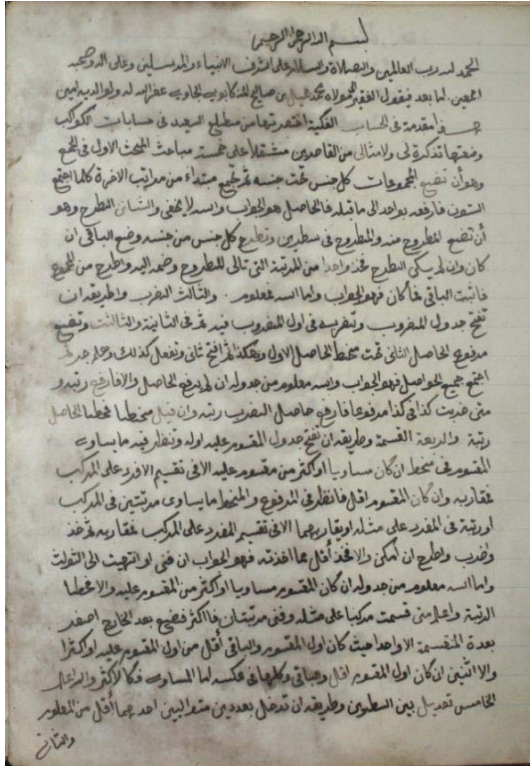
Adapun lima pembahasan dimaksud adalah: (1) tentang penjumlahan (*al-jam’*), (2) tentang pengurangan (*ath-tharh*), (3) tentang perkalian (*adh-dharb*), (4) tentang pembagian (*al-qismah*), dan (5) tentang interpolasi dua baris (*ta’dīl baina as-sathrain*).

Selanjutnya pada mukadimah yang kedua menjelaskan tentang dua pembahasan (fasal) utama naskah. Ia mengatakan,

وبعد فيقول كثير الذنوب وأسير المساوي محمد جميل بن محمد صالح المنكابوي
الجاوي عفا الله عنه وعن والديه هذا رسالة مشتملة فصلين في بعض ما يتعلق
بالنيرين لخصتها من مطلع السعيد في حسابات الكواكب على الرصد الجديد
لشيخ شيخنا العلامة الشيخ حسن زئد عمده الله تعالى بفضل المتزئد وبالله
المستعان.

“Sesudah itu, berkata seorang yang banyak dosa, Muhammad Jamil bin Muhammad Shaleh Minangkabau-Jawi, semoga Allah memaafkannya dan kedua orang tuanya. Ini adalah sebuah catatan yang mencakup dua fasal terkait Bulan-Matahari, aku ringkas dari kitab “al-Mathla’ as-Sa’id fi Hisābāt al-Kawākib ‘ala Rashd al-Jadīd” karya seorang Syaikh, guru kami al-‘allāmah Syaikh Husain Zaid Mesir,

semoga Allah memberinya keutamaan yang terus bertambah, dan segenap pertolongan dari Allah”.



Lembaran awal (mukadimah) naskah “Mukhtashar Mathla’ as-Sa’id fi Hisabāt al-Kawākib” karya Syaikh Muhammad Jamil bin Shalih Minangkabau atau dikenal dengan Jamil Jambek (w. 1366 H/1947 M).

Fasal pertama adalah pembahasan tentang bujur Bulan dan bujur Matahari serta hal-hal yang terkait dengan gerhana Matahari dan gerhana Bulan (fi

ath-thūl an-nayyīrain wamā yata'allaq bihi Min al-Kusūf wa al-Khusūf). Pada bagian ini dijelaskan secara cukup detail tentang perhitungan gerhana serta hal-hal yang terkait dengannya. Adapun pembahasan fasal kedua dalam naskah ini tidak ditemukan. Tampaknya terdapat lembaran naskah yang kurang atau hilang. Indikasi hal itu terlihat pada lembaran kedua dimana terdapat ketidak sesuaian redaksi kalimat peralihan teks (*ta'qībah*) dengan kalimat pada halaman setelahnya. Pada bagian akhir halaman bagian sebelah kanan naskah tertulis peralihan teks “قوس”, namun pada halaman berikutnya tertulis “لعرض ثلاثين”. Dengan demikian patut diduga judul dan pembahasan fasal kedua tersebut berada pada lembaran-lembaran yang kurang atau hilang tersebut.

Sementara itu pada bagian akhir naskah terdapat kolofon yang menjelaskan tentang periode penyelesaian tulisan dan siapa yang menulis naskah itu. Dalam kolofon terdapat keterangan bahwa naskah ini selesai ditulis pada waktu Subuh, hari Kamis, tanggal 25 Zulhijah tahun 1316 H, di kota Mekah, ditulis oleh Muhammad Jamil.

وكان الفراغ من تحرير هذه الرسالة صبح يوم الخامس وعشرين ذي الحجة سنة 1316 هـ بمكة المحمية على يد الفقير محمد جميل عفى الله له والديه ولمشائخه لكافة المبين وصلى الله عليه وسلم والحمد لله رب العالمين أمين نسخة سعيد الفقير بن عبد الله.

“Dan adapun catatan ini selesai ditulis pada waktu Subuh, tanggal 25 Zulhijah tahun 1316 H di kota Mekah mulia, melalui tangan seorang hamba yang fakir Muhammad Jamil.

Semoga Allah memaafkannya dan kedua orang tuanya, guru-gurunya seluruhnya. Selawat dan salam atas Nabi Saw, dan segala puji bagi Allah tuhan sekalian alam, amin. Naskah Sa'id al-faqir Abdullah".

Posisi dan Peran Naskah “Mukhtashar Mathla' as-Sa'id”

Seperti terlihat pada konten dan substansinya, kitab ini berisi data dan uraian teoretis, matematis dan praktis sejumlah persoalan astronomi. Posisi kitab “*al-Mathla' as-Sa'id*” karya Husain Zaid yang diringkas oleh Muhammad Djamil Djambek menjadikan posisi kitab ini memiliki posisi penting. Karya Muhammad Djamil Djambek ini, sebagaimana halnya “*al-Mathla' as-Sa'id*” karya Husain Zaid dalam perkembangannya memiliki pengaruh dalam sejarah dan perkembangan Ilmu falak di Nusantara. Seperti diketahui kitab “*al-Mathla' as-Sa'id*” bersama “*Zij Ulugh Bek*” karya Ulugh Bek pada awalnya menjadi rujukan utama atas karya-karya ilmu falak yang ditulis dan berkembang di Nusantara. Selain Muhammad Djamil Djambek, tercatat Ahmad Khatib Minangkabau (w. 1334 H/1915 M) pernah menulis komentar (syarah) atas kitab “*al-Mathla' as-Sa'id*” dalam karyanya yang berjudul “*al-Qaul al-Mufid Syarh Mathla' as-Sa'id*”.¹¹⁴

Bahkan karya-karya ilmu falak yang beredar di Nusantara pada awal perkembangannya banyak merujuk data (zij) yang ada dalam “*al-Mathla' as-Sa'id*”, antara lain ditulis oleh Ahmad Dahlan Semarang yang

¹¹⁴ Salah satu salinan naskahnya terdapat dan tersimpan di Museum PEDIR Aceh.

mana ia juga pernah belajar di Haramain dan Mesir, yang mana tatkala di Mesir dia berjumpa dengan dua tokoh falak Nusantara yaitu Muhammad Djamil Djambek dan Muhammad Thahir Jalaluddin yang menjadi gurunya yang secara khusus mengajarkan kitab "*al-Mathla' as-Sa'id*". Karya Ahmad Dahlan Semarang ini berupa buku ringkas berjudul "*Bulugh Al-Wathar*" yang berisi pembahasan dan penjelasan tentang rubu mujayyab.¹¹⁵ Dalam konstruksi dan substansinya buku ini merepresentasikan sejumlah pemikiran Syaikh Husein Zaid.

Selain itu, terdapat buku berjudul "*Muntaha Nata'ij al-Aqwal*" karya Muhammad Hasan Asy'ari Bawean (w. 1921M) yang juga merujuk data-data yang ada dalam "*al-Mathla' as-Sa'id*". Muhammad Hasan Asy'ari Bawean sendiri merupakan kolega Ahmad Dahlan Semarang, dan karya keduanya ini merujuk data-data atau zij yang ada dalam "*al-Mathla' as-sa'id*".

Selain itu, terdapat satu buku lagi yang secara signifikan merujuk data "*al-Mathla' as-Sa'id*" yaitu "*Kitab Badi'ah al-Mitsal*" karya Muhammad Ma'shum bin Ali (w. 1351 H/1933 M) yang menggunakan data-data astronomi berupa tabel namun dengan marjak berbeda, dalam hal ini marjak Jombang. Dalam perkembangannya lagi buku ini dirujuk dan diadaptasi oleh Zubair Abdul Karim dalam karyanya "*Ittifaq Dzat al-Bain*" dengan marjak kota Surabaya.¹¹⁶

¹¹⁵ Ahmad Dahlan Semarang, *Bulugh al-Wathr fi 'Amal al-Qamar*, Tahkik: Ali Mushtafa al-Qadiry, t.t.

¹¹⁶ Muhammad Ma'shum bin Ali, *Badi'ah al-Mitsal fi Hisab as-Sinin wa al-Hilal* (Surabaya: Maktabah Sa'd bin Nashir bin Nabhan, t.t.)

Kitab "*al-Manahij al-Hamidiyyah*" karya Abdul Hamid Mursy juga merupakan kitab yang mengadaptasi data tabel atau zij dari "*al-Mathla' as-Sa'id*" dengan marjak negara Mesir, yang dalam perjalanannya karya ini menjadi rujukan kitab "*al-Khulashah al-Wafiyah*" karya Zubair Umar al-Jailani dimana data-data astronomis yang digunakan dalam buku ini sama dengan data-data astronomis yang ada dalam "*al-Mathla' as-Sa'id*" namun dengan marjak kota Makkah. Dalam konten dan substansi pembahasannya buku ini menggunakan kaidah-kaidah ilmu ukur segi tiga bola dan penyelesaiannya menggunakan daftar logaritma, oleh karenanya hasil perhitungan yang diperoleh cukup akurat meskipun masih perlu disempurnakan. Sistem hisab pada "*al-Khulashah al-Wafiyah*" ini sudah dikategorikan sebagai hisab hakiki bit tahkik.¹¹⁷

Karena itu, melihat urgensi dan posisi kitab "*al-Mathla' as-Sa'id*" yang mendapat respons ilmiah-akademik yang luas dari sejumlah tokoh (ulama) falak Nusantara menjadikan posisi kitab "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id fi Hisābāt al-Kawākib*" karya Muhammad Djamil Djambek memiliki posisi penting. Arti penting karya ini adalah pada substansi dan konten pembahasannya yang berhubungan dengan aspek-aspek ibadah umat Islam yaitu puasa dan hari raya, lalu yang terkait dengan proses perkalian,

¹¹⁷ Ahdina Constantinia, *Posisi al-Mathla' as-Sa'id fi Hisabat al-Kawakib 'ala Rashd al-Jadid dalam Pusaran Ilmu Falak Nusantara* (Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam, Vol. 2, No. 2, April 2019).

pembagian, penjumlahan, dan pengurangan, yang mana hal ini berhubungan dengan persoalan pembagian harta warisan (faraid).

Dari uraian di atas tampak bahwa Muhammad Jamil Djambek adalah tokoh ulama yang memiliki keahlian dan kepakaran di bidang ilmu falak yaitu dengan telaahnya atas kitab "*al-Mathla' as-Sa'id*" karya Husain Zaid Mesir. Dalam perkembangannya catatan dan analisis Muhammad Jamil Djambek atas kitab "*al-Mathla' as-Sa'id*" memberi sumbangan penting bagi kajian ilmu falak di Nusantara dan hingga saat ini. Berbagai telaah Muhammad Jamil Djambek dalam karyanya ini menunjukkan kultur akademik yang hidup dimana berbagai persoalan ia kemukakan secara ilmiah. Secara historis karya ini memberi gambaran perkembangan ilmu falak yang dinamis, sementara secara konten menunjukkan tumbuh dan berkembangnya tradisi ilmiah yaitu dalam bentuk analisis, catatan, dan adaptasi atas khazanah ilmu falak.

Daftar Pustaka

Naskah "*Mukhtashar Mathla' as-Sa'id fī Hisābāt al-Kawātib*" karya Muhammad Jamil Djambek (w. 1366 H/1947 M).

Tim Penulis, *Intelektualisme Pesantren*, Editor: Mastuki HS dan M. Ishom El-Saha, Pengantar: KH. M. Tolhah Hasan (Jakarta: Diva Pustaka, cet. III, 2006)

- Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. II, 2008)
- Ahmad Fauzi Ilyas, *Warisan Intelektual Ulama Nusantara (Tokoh, Karya, dan Pemikiran)* [Medan: Raudha Publishing, cet. I, 2018]
- Ahmad Dahlan Semarang, *Bulugh al-Wathr fi 'Amal al-Qamar*, Tahkik: Ali Mushtafa al-Qadiry, t.t.
- Muhammad Ma'shum bin Ali, *Badi'ah al-Mitsal fi Hisab as-Sinin wa al-Hilal* (Surabaya: Maktabah Sa'd bin Nashir bin Nabhan, t.t.)
- Ahdina Constantinia, *Posisi al-Mathla' as-Sa'id fi Hisabat al-Kawakib 'ala Rashd al-Jadid dalam Pusaran Ilmu Falak Nusantara* (Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam, Vol. 2, No. 2, April 2019).

Chapter 7

Algoritma Penentuan Parameter Fisis Bintang Ganda Gerhana Dari Basis Data TESS: Contoh Kasus HD 174638

Singgih Prana Putra^{1,2}

¹Yunnan Observatory, Chinese Academy of Sciences

²University of Chinese Academy of Sciences

Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) atau Satelit Survei Transit Eksoplanet merupakan observatorium luar angkasa yang mana lama berevolusi mengelilingi bumi yakni selama 13,7 hari (Ricker et al., 2014). Selama beroperasi, TESS telah mendeteksi 1250 eksoplanet pada bintang target dengan 13000 eksoplanet yang termasuk dalam bidang pandang pengamatan TESS (Barclay et al., 2018). Tipe-tipe bintang yang awalnya menjadi fokus TESS adalah bintang-bintang kelas G, K dan M dengan magnitudo semu kurang dari 12 (Sara, 2011), namun tidak menutup kemungkinan bintang dengan kelas lain (misal kelas O, B atau A) terdeteksi dan teramati oleh TESS. Gambar 1 merupakan sektor pengamatan TESS di langit yang dibagi lagi dalam berbagai kode warna berdasarkan lamanya durasi kamera TESS mengarah ke bidang tersebut (TESS, 2023).

Metode pengamatan TESS adalah metode pengamatan fotometri dengan metode transit. Metode

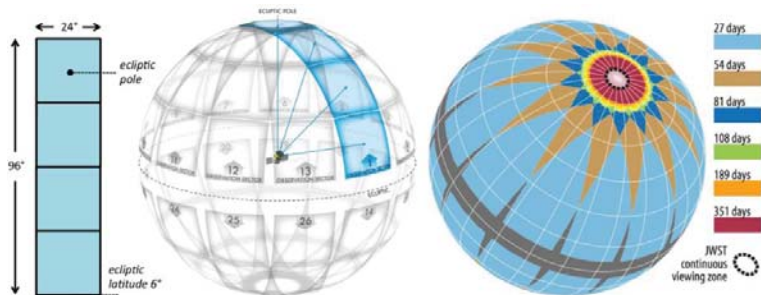
transit merupakan metode yang umum digunakan dalam mendeteksi eksoplanet dan sistem kerjanya sederhana, yakni pengamat mendeteksi adanya variasi pada kurva cahaya bintang yang diamati. Jika sebuah objek (bintang atau eksoplanet) melewati bintang target maka cahaya bintang target akan mengalami pengurangan magnitudo. Metode transit juga umum digunakan dalam mendeteksi komponen bintang ganda dekat yang tidak terlihat oleh mata dan bintang tersebut seolah-olah menggerhanai bintang target (induk). Sebagai contoh, pada 6 Januari 2020, TESS mendeteksi bintang alfa Draconis merupakan bintang ganda gerhana yang mana Alfa Draconis awalnya dikira merupakan bintang tunggal (Reddy, 2020).

Sistem bintang ganda merupakan sistem bintang yang terdiri dari dua atau lebih bintang yang terikat oleh gaya gravitasi di sistemnya, Pengamatan bintang ganda pertama kali dilakukan oleh

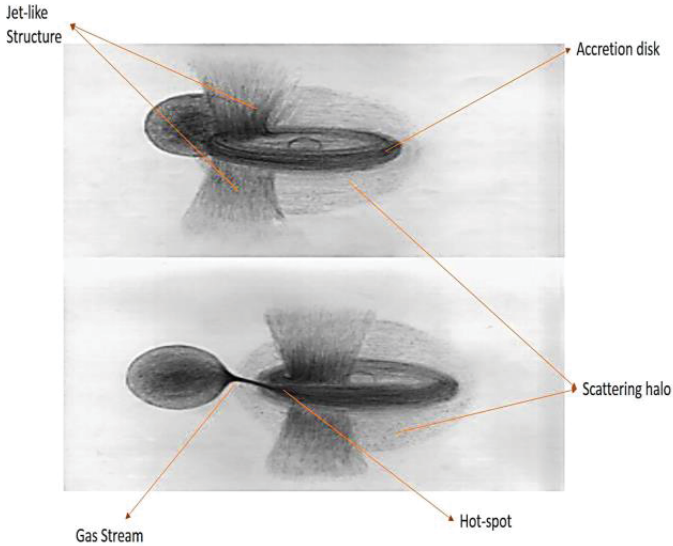
HD 174638 atau β Lyrae (β Lyr). β Lyr adalah bintang yang unik karena selain bintang ini merupakan bintang ganda gerhana, bintang ini juga merupakan bintang beremisi. Emisi β Lyr lebih disebabkan adanya cakram akresi di sekitar bintang sekunder (Zhao et al., 2008). Cakram akresi β Lyr memiliki struktur yang khusus, seperti struktur seperti jet, 'titik panas' dan juga halo di sekitar komponen sekunder. Sketsa sistem β Lyr dapat dilihat di gambar 2. Sistem β Lyr merupakan sistem bintang Algol yakni komponen primer memiliki massa lebih sedikit dan lebih redup dan lebih dingin dibandingkan komponen sekunder

yang memiliki massa lebih besar, terang panas. Hal ini disebabkan komponen primer berada di fase raksasa merah sehingga memiliki radius yang lebih besar dibandingkan komponen sekundernya. Sistem bintang β Lyr diperkirakan sedang melalui 2 kali periode transfer massa dengan saat ini merupakan transfer massa cepat yang diperkirakan akan berlangsung selama 109 ribu tahun (Putra dan Aprilia, 2019).

Paper ini akan melaporkan hasil parameter fisis bintang ganda gerhana β Lyr dari data observasi satelit TESS. Bagian metodologi akan menjabarkan algoritma yang digunakan dalam penentuan parameter fisis. Hasil dan pembahasan akan dijabarkan pada bagian c. Kesimpulan akan diberikan pada bagian terakhir.



Gambar 1. Bidang Pengamatan TESS118



Gambar 2. Sketsa Sistem β Lyr119

Penelitian ini menggunakan berbagai algoritma dalam menentukan parameter fisis sistem bintang ganda gerhana, baik itu parameter sistem, seperti periode, jarak masing-masing komponen terhadap pusat massa, eksentrisitas, dan parameter masing-masing komponen seperti radius komponen bintang. Adapun algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

¹¹⁹Harmanec (2002)

Algoritma Konversi Tanggal Observasi dan Fase orbit

Data yang didapatkan dari basis data TESS yang hanya terdiri dari data magnitudo dan waktu pengamatan dalam satuan TJD (TESS Julian Day). TJD merupakan satuan waktu yang diukur saat TESS melakukan pengamatan pertama kalinya yakni pada tanggal Julian 2.457.000 (*TESS Instrument Handbook*, 2018). Tanggal atau hari Julian merupakan sistem penanggalan kuno yang ditetapkan oleh kaisar Julius pada tahun 46 SM (Richard set al, 2013). Kalender Julian memiliki perbedaan dengan kalender yang digunakan saat ini (kalender gregorian) sehingga perlu dikonversikan agar mudah untuk penentuan periode orbit dan juga fase orbit. Algoritma konversi kalender adalah menggunakan algoritma yang dijelaskan oleh Richards (2013), yakni:

Kita buat kalender Julian dengan simbol **J**. Lalu dengan daftar parameter pada tabel 1, misalnya kita mengonversikan ke kalender Gregorian maka parameter yang digunakan adalah kalender 6 Gregorian pada tabel 1, kita dapat menentukan berbagai parameter lainnya, yakni:

1. $f_1 = J + j$
 - a. $f_2 = f_1 + (((4 * J + B) / 146\ 097) * 3) / 4 + C$
2. $e = r * f_2 + v$
3. $g = \text{mod}(e, p) / r$
4. $h = u * g + w$
5. $D = (\text{mod}(h, s)) / u + 1$; Tanggal pada kalender Gregorian

6. $M = \text{mod}(h/s + m, n) + 1$; Bulan pada kalender Gregorian
7. $Y = e/p - y + (n + m - M)/n$; Tahun pada kalender Gregorian

Tabel 1. Parameter yang digunakan

Calendar ^a	y	j	m	n	r	p	q	v	u	s	t	w	A	B	C
1 Egyptian	3968	47	0	13	1	365	0	0	1	30	0	0			
2 Ethiopian	4720	124	0	13	4	1461	0	3	1	30	0	0			
3 Coptic	4996	124	0	13	4	1461	0	3	1	30	0	0			
4 Republican ^b	6504	111	0	13	4	1461	0	3	1	30	0	0	396	578797	-51
5 Julian	4716	1401	2	12	4	1461	0	3	5	153	2	2			
6 Gregorian	4716	1401	2	12	4	1461	0	3	5	153	2	2	184	274277	-38
7 Civil Islamic	5519	7664	0	12	30	10631	14	15	100	2951	51	10			
8 Bahá'í ^c	6560	1412	19	20	4	1461	0	3	1	19	0	0	184	274273	-50
9 Saka	4794	1348	1	12	4	1461	0	3	1	31	0	0	184	274073	-36

Setelah diketahui tanggal pasti observasi, selanjutnya kita dapat menentukan fase orbit bintang ganda dan juga periode sistem. Fase orbit bintang ganda dimulai dari 0 - 1 dan terjadi secara berulang. Fase orbit 0 secara definisi pada bintang ganda pada umumnya adalah fase saat komponen primer (komponen yang lebih panas dan terang) digerhanai oleh komponen sekunder (komponen yang lebih dingin dan redup), fase 0,5 adalah fase saat komponen sekunder digerhanai oleh komponen primer dan fase 1 adalah fase yang sama dengan fase 0. Fase orbit dapat menentukan lamanya komponen bintang saling mengitari satu dengan lainnya. Periode total sistem bintang ganda dihitung dari fase orbit 0 menuju ke 1.

Algoritma Penentuan Parameter Fisis

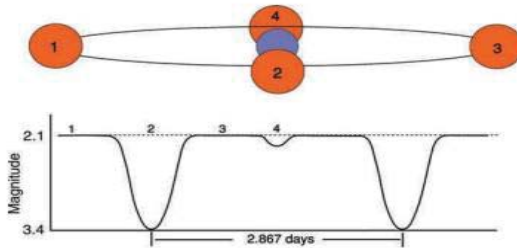
Radius komponen bintang ganda dapat ditentukan dengan melihat periode orbit bintang ganda dan juga kedalaman penurunan magnitudo bintang. Adapun proses penentuan radius bintang dari kurva cahaya telah dilakukan oleh Morrison (2008), yakni sebagai berikut:

1. Asumsikan sebuah sistem bintang ganda gerhana memiliki magnitudo gabungan sebelum gerhana dan magnitudo saat gerhana seperti terlihat pada gambar 3.
2. Lamanya proses gerhana dapat menentukan jarak setengah sumbu panjang dari kedua komponen dengan menggunakan hukum Kepler 3, yakni:

$$\frac{a^3}{p^2} = \text{konstan}$$

3. Keliling orbit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan keliling orbit: $K = \pi x a$ dengan a dalam *au* (*astronomical unit*) dengan $1 \text{ au} = 14.9597.871 \text{ km}$.
4. Setelah mendapatkan lama waktu gerhana, maka radius bintang yang digerhanai dapat ditentukan dengan persamaan:

$R_* = \%T_{\text{gerhana}} x \left(\frac{K}{2}\right)$; $\%T_{\text{gerhana}}$ adalah rasio antara lama gerhana dengan periode total sistem. R_* dalam km, atau bisa dalam R_{\odot} dengan $1R_{\odot} = 695.700 \text{ km}$.



Gambar 3. Skema dan kurva cahaya dari sistem bintang ganda Algol¹²⁰

Penentuan parameter lainnya dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma berikut:

1. Jarak masing-masing komponen (a_p atau a_s) secara definisi merupakan jarak komponen bintang primer atau sekunder terhadap titik pusat massanya. Bila kita amati pada gambar 4, maka jarak bintang primer ke titik pusat massa akan lebih sedikit bila dibandingkan dengan jarak bintang sekunder. Namun, disebabkan sistem Algol memiliki komponen sekunder yang lebih masif (massanya lebih besar dibandingkan komponen sekunder) maka $a_p > a_s$.
2. Nilai a_p atau a_s dapat dihitung menggunakan persamaan Kepler 3, yakni:

$$a_{p/s} = \left(\frac{T_{\text{gerhana primer/sekunder}}}{T_{\text{Bumi}}} \times a_{\text{bumi}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

¹²⁰ Morison, 2008

$T_{\text{gerhana primer}}$ adalah waktu gerhana komponen primer oleh komponen sekunder sedangkan (a_p), $T_{\text{gerhana sekunder}}$ adalah waktu gerhana komponen sekunder oleh komponen primer (a_s), T_{bumi} adalah periode revolusi bumi: 365,25 hari; a_{bumi} adalah jarak setengah sumbu panjang: 1 a.u.

3. Parameter selanjutnya adalah eksentrisitas orbit. Nilai eksentrisitas dapat menentukan bentuk orbit suatu sistem benda langit. Jika nilai $e=0$, artinya orbit sistem tersebut berbentuk lingkaran; $0 < e < 1$, orbit berbentuk elips; $e > 1$, orbit berbentuk hiperbola. Persamaan yang digunakan adalah:

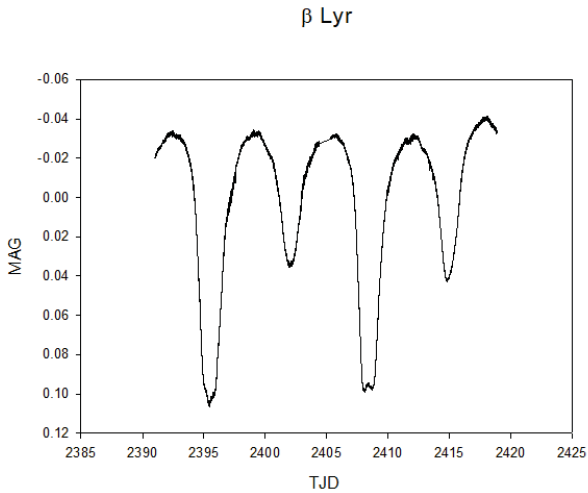
$$e = \frac{a_a - a_p}{a_a + a_p}$$



Gambar 4. Sketsa sistem bintang ganda¹²¹

Hasil yang didapatkan dari basis data TESS adalah kurva cahaya. Kurva cahaya adalah kurva intensitas cahaya yang diplot berdasarkan waktu observasi. Setiap kurva cahaya dari bintang ganda atau bintang yang memiliki sistem keplanetan pasti menunjukkan adanya variasi. Kurva cahaya dari sistem β Lyr ditunjukkan pada gambar 5.

¹²¹ Sutantyo, 2010 hlm116



Gambar 5. Kurva Cahaya Sistem β Lyr

Gambar 5 menunjukkan adanya variasi dengan ditunjukkan penambahan nilai magnitudo. Nilai magnitudo (kecerahan) merupakan besaran dalam astronomi yang jika nilainya bertambah berarti kecerlangan objek tersebut semakin berkurang. Gambar 5 juga menunjukkan β Lyr diambil datanya saat TJD 2385 - 2418 atau pada 27 Juni - 24 Juli 2021 yang dapat dilihat pada tabel 2. Kurva cahaya β Lyr pada gambar 5 juga dapat diubah berdasarkan fase orbit seperti pada gambar 6.

Tabel 2. Tanggal Observasi Pengamatan β Lyr

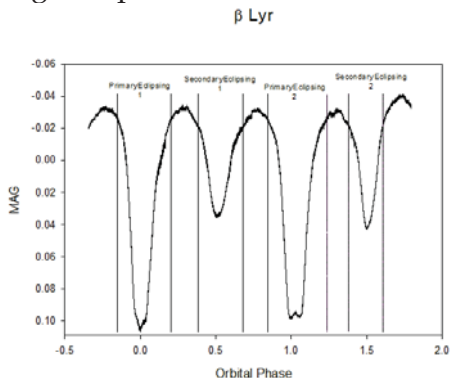
TJD	Kalender Gregorian
2391.00	27/06/2021
1	

2391.99	28/06/2021
.	.
.	.
.	.
2417.59	23/07/2021
2418.85	24/07/2021
7	

Gambar 6 menunjukkan pembagian masing-masing fase gerhana. *Secondary eclipsing* maksudnya komponen sekunder menggerhanai komponen primer (gerhana primer) sedangkan *Primary eclipsing* maksudnya komponen primer menggerhanai komponen sekunder (gerhana sekunder). Secara definisi, proses gerhana bintang ganda ditandai dengan magnitudo bintang berubah secara signifikan dan terjadi dalam waktu yang singkat. Perubahan magnitudo pada masing-masing gerhana ditunjukkan pada tabel 3 sedangkan parameter orbit dari sistem bintang β Lyr dapat dilihat pada tabel 4.

Terlihat pada tabel 3, perubahan magnitudo (Δm) mengalami kenaikan nilai pada gerhana sekunder 1 ke 2 namun adanya penurunan nilai saat gerhana primer 1 ke 2. Hal ini kami perkirakan karena adanya sebuah struktur tambahan yang memancarkan cahaya sehingga pada saat gerhana sekunder struktur tersebut tidak terhalang, sedangkan pada saat gerhana primer, struktur tersebut tertutupi. Struktur tersebut kami perkirakan merupakan 'aliran gas' yang merupakan aliran massa dari komponen primer ke komponen sekunder yang bertemu pada cakram akresi

yang mengitari komponen sekunder. Kami perkirakan kemungkinan besar orientasi cakram akresi dan 'aliran gas' tersebut tidak 90° terhadap orientasi orbit β Lyr karena jika tepat 90° , struktur tersebut tidak akan terlihat baik saat gerhana primer maupun sekunder. Periode pengamatan yang lebih lama dan data yang lebih banyak diperlukan untuk melihat apakah terjadi pola berulang dari perubahan nilai Δm .



Gambar 6. Kurva Cahaya Sistem β Lyr dalam Fase Orbit

Tabel 3. Magnitudo pada masing-masing fase gerhana

Gerhana Primer 1			Gerhana Primer 2			Gerhana Sekunder 1			Gerhana Sekunder 2		
m_{seb}	m_{se}	Δm	m_{sel}	m_{se}	Δm	m_{se}	m_{set1}	Δm	m_{seb}	m_{set2}	Δm
-	0.	-	-	0.	-	-	0.1	-	-	0.0	-
0.0	03	0.05	0.0	04	0.06	0.0	069	0.13	0.0	990	0.1
216	57	733	21	29	455	26	5	365	267	6	257
	3		6	5		7				6	

Tabel 4. Parameter orbit sistem β Lyr

Parameter Orbit	Bintang Primer	Bintang Sekunder
Periode sistem (hari)		12,65
Periode Gerhana (hari)	3,23	4,65
$a_{komponen}$ (a_1)	0,054	0,052
Parameter Orbit	Bintang Primer	Bintang Sekunder
$R_{komponen}$ (R_C)	13,19	9,2
Eksentrisitas		0,02

Pada tabel 4 dapat kita lihat bahwa periode total sistem adalah 12,65 hari dengan periode gerhana masing-masing komponen selama 3,23 dan 4,65 hari, dengan radius: $R_p = 13,19R_\odot$, $R_s = 9,2R_\odot$ dan eksentrisitas $e = 0,02$. Nilai eksentrisitas sistem β Lyr tersebut menunjukkan bahwa sistem β Lyr memiliki orbit yang hampir berbentuk lingkaran. Radius kedua komponen bintang tersebut menunjukkan bahwa komponen primer kemungkinan berada di fase raksasa merah sedangkan komponen sekunder diperkirakan berada pada fase deret utama. Nilai parameter yang didapatkan tidak begitu jauh dari nilai yang telah ditemukan oleh peneliti lain. Ak et al. (2007) menemukan periode sistem sebesar $12,99 \pm 0,000016$ hari. Mennickent dan

Djurašević (2013) menemukan R_p dan R_s masing-masing sebesar $15,2 R_\odot$ dan $6 R_\odot$, ataupun De Greve dan Linnell (1994) juga menemukan nilai Radius masing-masing komponen sebesar $15,33$ dan $8,27 R_\odot$.

Dari penelitian ini, dapat kami simpulkan:

1. Sistem β Lyr memiliki periode orbit total sistem selama $12,65$ hari dengan bentuk orbit hampir berupa lingkaran.
2. Perubahan nilai magnitudo sistem bintang β Lyr mungkin disebabkan adanya struktur tambahan selain cakram akresi dan kedua komponen bintang. Perlu observasi dan data tambahan agar dapat mengetahui dengan pasti.
3. Algoritma penentuan parameter orbit di atas dapat dikatakan kompatibel dikarenakan nilai yang didapatkan mendekati nilai dari referensi.

Daftar Pustaka

Ricker, G. R., Winn, J. N., Vanderspek, R., Latham, D. W., Bakos, G. Á., Bean, J. L., Berta-Thompson, Z. K., Brown, T. M., Buchhave, L., Butler, N. R., Butler, R. P., Chaplin, W. J., Charbonneau, D., Christensen-Dalsgaard, J., Clampin, M., Deming, D., Doty, J., de Lee, N., Dressing, C., ... Villaseñor, J. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). *Space Telescopes and Instrumentation 2014: Optical, Infrared, and Millimeter Wave*, 9143. <https://doi.org/10.1117/12.2063489> (2014).

- Barclay, T., Pepper, J., & Quintana, E. v. A Revised Exoplanet Yield from the Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) . *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 239(1). <https://doi.org/10.3847/1538-4365/aae3e9> . (2018)
- Seager, Sara. "Exoplanet Space Missions". Massachusetts Institute of Technology. Archived from the original on 25 November 2019. (2011)
- "Home - TESS - Transiting Exoplanet Survey Satellite". tess.mit.edu. Diambil pada 9 Januari 2023
- Reddy, Francis (6 January 2020). "TESS Shows Ancient North Star Undergoes Eclipses". NASA. Diambil pada 9 January 2023.
- TESS Instrument Handbook, Version 0.1, Draft 6 December 2018, Diambil pada 25 Desember 2022
- Richards, E. G., Urban, Sean E., dan Seidelmann, P. Kenneth, Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac (3rd ed.) (Mill Valley, California, University Science Books, 2013)
- Morison, I. Introduction to Astronomy and Cosmology (Wiley, West Sussex, Wiley, 2008)
- Zhao, M., Gies, D., Monnier, J. D., Thureau, N., Pedretti, E., Baron, F., Merand, A., ten Brummelaar, T., McAlister, H., Ridgway, S. T., Turner, N., Sturmman, J., Sturmman, L., Farrington, C., & Goldfinger, P. J., First Resolved Images of the Eclipsing and Interacting Binary β Lyrae. *The*

Astrophysical Journal, 684(2).
<https://doi.org/10.1086/592146> (2008)

Harmanec, P., The ever challenging emission-line binary beta Lyrae, *Astronomische Nachrichten*, 323, 2 (2002)

Putra, Singgih Prana dan Aprilia, Evolutionary Study of Binary Star Beta Lyr J. Phys.: Conf. Ser. 1351 012078 (2019)

De Greve, J. P. dan Linnell, A. P., Origin and evolution of semi-detached binaries: Beta Lyrae and SV Centauri, *Astronomy and Astrophysics*, 291, no. 3, 786-794 (1994).

Mennickent, R.E. dan Djurašević, G, On the accretion disc and evolutionary stage of β Lyrae, *Astronomy & Astrophysics*, 432, 799-809 (2013)

Ak H, Chadima P, Harmanec P, Demircan O, Yang S, Koubský P, Škoda P, Šlechta M, Wolf M, Božíč H, Ruždjak D dan Sudar D, New findings supporting the presence of a thick disc and bipolar jets in the β Lyrae system *Astronomy & Astrophysics* 463 (2007)

Sutantyo, W., *Bintang-bintang di Alam Semesta*, (Bandung, Penerbit ITB Bandung, 2010)

Chapter 8

Integrasi dan Sinergi Pembelajaran Ilmu Falak dalam Spirit Inklusivisme di Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Muhammad Qorib¹

¹Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Integrasi berasal dari bahasa Inggris "*integration*" yang berarti kesempurnaan atau keseluruhan. Integrasi ilmu dimaknai sebagai sebuah proses menyempurnakan atau menyatukan ilmu-ilmu yang selama ini dianggap dikotomis sehingga menghasilkan satu pola pemahaman integrative tentang konsep ilmu pengetahuan.¹²² Hal ini sangat penting mengingat tantangan umat Islam pada saat ini dan masa yang akan datang akan semakin berat sehingga membutuhkan kajian-kajian keilmuan yang berbasis multidisipliner.¹²³ Begitu juga dengan pembelajaran Ilmu Falak. Ilmu Falak adalah ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit yang bisa

¹²² Nurlena Rifai, Wahdi Sayuti, and Bahrissalim, "Integrasi Keilmuan Dalam Pengembangan Kurikulum Di UIN Se-Indonesia:," *Tarbiya* 1, no. 1 (2014): 14–34.

¹²³ Firdaus Muhammad, "DISEMINASI INTEGRASI KEILMUAN JURNALISME PROFETIK DALAM PENGEMBANGAN KURIKULUM JURUSAN JURNALISTIK," *Jurnalisa* 04, no. November (2018): 151–65.

ditinjau dari segala disiplin Ilmu. Ilmu falak atau ilmu astronomi adalah pengetahuan alam semesta yang terus dikaji dan dipelajari manusia sepanjang waktu. Hal ini karena fungsi dan kegunaannya berhubungan dengan aktivitas manusia baik terkait dengan ibadah maupun aktivitas sosial.¹²⁴

Di fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2022, sudah memiliki program Studi Ilmu Falak dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang mendukung salah satunya Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pembelajaran yang terkait Ilmu Falak selain diajarkan di Program Studi Ilmu Falak juga lebih dahulu diajarkan di Program Studi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Melihat beberapa analisis para ahli dan kajian terkait dengan perkembangan ilmu falak terkhususnya di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, maka jika dilihat dari beberapa fakultas yang ada di lingkungan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maka bisa dilihat dari keterkaitan materi dan rumpun ilmu yang dikaji mengenai ilmu falak ini maka, cuma Fakultas Agama

¹²⁴ Muhammad Qorib et al, "PERAN DAN KONTRIBUSI OIF UMSU DALAM PENGENALAN ILMU FALAK," *Pendidikan Islam* 11, no. November (2020): 201–12.

Islam saja lah yang cocok dalam mengkaji ilmu falak di Universitas Muhamamdiyah Sumatera Utara.¹²⁵

Pembelajaran Ilmu Falak yang diajarkan di Program Studi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara lebih berfokus pada Sistem Penanggalan dan Kalender yang berkorelasi dengan sistem ekonomi Islam. Spirit inklusifisme juga melekat dalam kajian ilmu falak tersebut. Hal itu dapat dilihat dari bagaimana para mahasiswa diajarkan untuk hidup dalam berbagai perbedaan pandangan dan mengambil sikap di dalamnya. Adapun beberapa materi yang diajarkan yaitu Sistem Waktu Bulan, Sistem Waktu Matahari, Awal Hari, Garis Tanggal, Kalender dan Haul Zakat, Kalender dan Ibadah Haji, Kalender dan Awal Ramadhan-Syawal, Kalender dan Ekonomi Islam, Kalender dan Lembaga Pendidikan, Kalender Islam Global

Dalam konteks ini, peserta didik memahami isu-isu aktual, yang berkaitan antara ekonomi Islam dengan salah satu pembahasan didalam Ilmu Falak yaitu terkait dengan penanggalan. Seperti dalam sub Bab pembahasan Kalender dan Haul Zakat, Seperti diketahui bahwa di era modern, muncul persoalan mengenai standar waktu penunaian zakat, yaitu apakah menggunakan kalender hijriah semata ataukah

¹²⁵ Munawir Pasaribu, "Pembelajaran Ilmu Falak Di Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara," *AL-MARSHAD: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 6, no. 1 (2020): 1–10, <https://doi.org/10.30596/jam.v>.

boleh menggunakan kalender miladiah (masehi). Dalam hal ini dikalangan ulama dan fukaha terjadi perbedaan pendapat. Menurut jumbuh ulama, penentuan haul zakat adalah menggunakan kalender bulan yaitu 354 hari, sebagaimana dipraktikkan oleh Nabi Saw dan sahabat-sahabatnya. Sementara menurut sebagian ulama dalam mazhab Hanafi, penentuan haul zakat boleh dengan menggunakan patokan kalender matahari yaitu 365 hari.¹²⁶ Perbedaan keduanya adalah sekitar 11,5 hari pertahun. Dengan demikian jika sebuah bisnis Muslim menetapkan haulnya (tutup buku untuk laporan keuangan dan pembagian keuntungan) berdasarkan Kalender Gregorian, maka perbedaan yang 11,5 hari tersebut tidak terzakati.¹²⁷

Pada sisi lain, berbagai perbedaan pandangan dari para ulama harus disikapi secara arif. Satu pendapat meskipun diyakini kebenarannya namun tidak dapat dianggap sebagai satu-satunya cara untuk mengukur dan mencari kebenaran. Meskipun harus dipahami, meyakini sebuah pendapat merupakan hal yang lazim sebagai sebuah konsekuensi dari ijtihad, namun disisi lain akan senantiasa didapati pendapat yang berbeda dalam masalah yang sama. Spirit yang dimunculkan ilmu falak adalah bagaimana jiwa

¹²⁶ Arwin J.R, *Buku Ajar Kalender & Sistem Waktu Dalam Islam* (Medan: UMSU Press, 2021).

¹²⁷ Tono Saksono, "Kalender Islam Global: Perspektif Syariah, Ekonomi, Dan Politik," *Jurnal Ilmiah Syari'Ah* 15, no. 2 (2016): 151, <https://doi.org/dx.doi.org/10.31958/juris.v15i2>.

inklusif pada mahasiswa terbangun. Inklusifisme melihat pihak lain juga berpeluang memiliki potensi kebenaran.

Saat ini banyak umat Islam yang belum menyadari bahwa ketiadaan Kalender Hijriah tidak hanya berpengaruh terhadap ritual ibadah umat Islam, namun ketiadaan kalender mempunyai dampak ekonomi dan syari'ah yang luar biasa.¹²⁸ Segala bentuk atau macam -macam transaksi pada lembaga keuangan syari'ah yang terkait dengan kalender hijriyah dan juga berkaitan dengan kepentingan sipil relatif cukup banyak. Baik lembaga keuangan syari'ah yang termasuk Bank Umum Syari'ah maupun Unit Usaha Syari'ah produk yang ditawarkan memiliki prinsip dasar yang sama¹²⁹ antara lain prinsip titipkan atau simpanan, bagi hasil atau *profit and sharing*, jual beli (*sale and purchasing*), sewa (*Operational Lease and Financial Lease*), Jasa (*fee-Based Service*).

Dari uraian diatas maka perlu adanya integrasi keilmuan antara satu disiplin ilmu dengan ilmu lainnya seperti halnya Integrasi Pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah. Integrasi keilmuan tidak hanya melulu membahas pemisahan (dikotomi) antara ilmu-ilmu

¹²⁸ Maesyaroh, "KALENDER HIJRIYAH GLOBAL TURKI UPAYA MEWUJUDKAN KEPASTIAN TRANSAKSI EKONOMI PADA LEMBAGA KEUANGAN SYARI'AH," *Jurnal Al-Hikmah* 3, no. 1 (2017): 71-84.

¹²⁹ Antonio, *Bank Syari'ah Dari Teori Dan Praktek* (Jakarta: Gema Insani Pres, 2001).

agama dan ilmu-ilmu umum, namun jauh dari itu integrasi keilmuan juga penting membahas keterkaitan satu disiplin ilmu dengan lainnya, agar dapat ditelaah secara komprehensif dan memberikan kontribusi nyata bagi pendidikan dan kehidupan. Beberapa universitas masih mengalami kegamangan ketika “membumikan” wacana integrasi kedalam wilayah yang lebih praktis dan operasional.¹³⁰ Kondisi ini tentu saja sangat memprihatinkan dan jika tidak ditindaklanjuti secara serius, maka konsep integrasi keilmuan hanya berhenti pada tataran wacana saja. Oleh karenanya menjadi sangat penting dilakukan kajian Integrasi keilmuan antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu lainnya

Jenis Penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Hasil dari penelitian ini akan dilakukan penjelasan demi penjelasan untuk mengungkap hubungan dan permasalahan yang akan dikaji didalam penelitian ini. Adapun tujuan dalam penelitian kualitatif ini adalah ingin menggambarkan kenyataan yang ada atau yang terjadi dalam hal ini Integrasi pembelajaran Ilmu Falak di Program Studi Perbankan Syariah dan Manajemen Bisnis Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Subjek penelitian adalah Mahasiswa Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang terdiri dari tiga kelas Kelas Perbankan Syariah (PS) A1 Pagi, Perbankan Syariah (PS) B1 Pagi, Manajemen Bisnis Syariah (MBS) A2

¹³⁰ Rifai, Sayuti, and Bahrissalim, “Integrasi Keilmuan Dalam Pengembangan Kurikulum Di UIN Se-Indonesia:”

Siang. Jumlah Total Responden yaitu 68 orang, 57 orang perempuan dan 11 orang laki-laki.

Tabel 1. Jumlah Responden

Kelas	PS A1 Pagi		PS B1 Pagi		MBS A2 Siang	
	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki
Jumlah Mahasiswa	24	4	27	6	6	1
Total	28		33		7	
	68					

Tabel 1. Menunjukkan sebaran responden setiap kelas yang mayoritas perempuan, Penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling. Purposive sampling adalah salah satu teknik pengambilan sampel yang sering digunakan dalam penelitian. Purposive sampling adalah salah satu teknik pengambilan sampel secara sengaja.¹³¹ Teknik pengumpulan data berupa angket dalam bentuk pertanyaan essay yang diberikan kepada responden.

Saat ini Mata Kuliah Ilmu Falak di ajarkan di seluruh program studi dibawah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara antara lain Pendidikan Agama Islam (PAI), Pendidikan Islam Anak Usia Dini (PIAUD), Perbankan Syariah (PS) dan Manajemen Bisnis Syariah (MBS). Kali ini penulis lebih

¹³¹ John w, *Creswell, Reseach Design* (London: Sage, 2009).

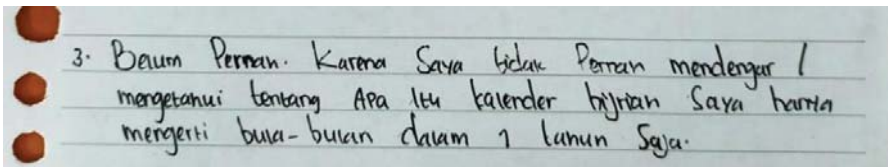
memfokuskan kajian ini di kelas Perbankan Syariah dan Manajemen Bisnis Syariah.

Untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terkait Integrasi Pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, penulis memberikan sejumlah pertanyaan untuk mengetahui respon mahasiswa-mahasiswi terkait dengan pembelajaran Ilmu Falak tersebut. Adapun pertanyaan yang diberikan sebagai berikut :

1. Sebelum mata kuliah Ilmu Falak ini diajarkan, Apakah isu penggunaan kalender hijriyah dalam sistem ekonomi umat Islam sudah pernah anda ketahui sebelumnya ? jika sudah, dari mana anda mengetahuinya !

Salah Satu Jawaban Mahasiswa :

- a. Belum Pernah. Karena saya tidak pernah mendengar atau mengetahui tentang apa itu kalender hijriyah saya hanya mengerti bulan-bulan dalam satu tahun saja.



Gambar 1. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah FAI UMSU

pembahasan :

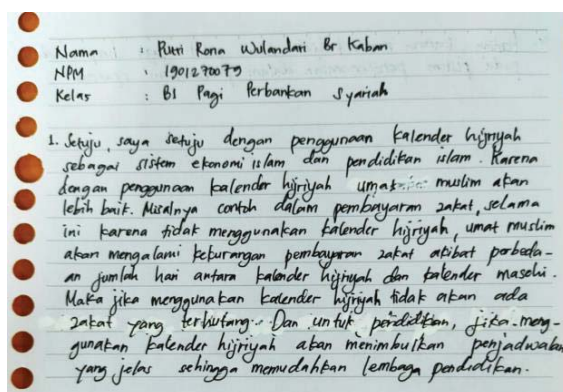
Pertanyaan ini diberikan untuk mengetahui apakah mahasiswa sudah pernah mempelajari atau mengetahui terkait isu penggunaan kalender hijriyah dalam sistem ekonomi umat Islam dalam pembelajaran Ilmu Falak. Dari jawaban mahasiswa 84% menjawab Belum pernah. Hal ini menunjukkan mahasiswa belum pernah mengetahui pembahasan ini sebelumnya. Padahal dalam mempelajari ekonomi Islam pengetahuan dan wawasan terkait segala yang berhubungan dengan problem ekonomi Islam harus diketahui agar dapat ditelaah dan dikaji secara lebih jauh lagi. Hal ini juga menunjukkan bahwa jika mata Kuliah Ilmu Falak ini tidak diajarkan maka tidak ada integrasi keilmuan antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu lainnya dalam hal ini pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Apakah anda setuju dengan penggunaan kalender hijriyah sebagai sistem ekonomi Islam dan lembaga pendidikan Islam. Sebutkan alasannya !

Jawaban Mahasiswa :

Setuju, saya setuju dengan penggunaan kalender hijriyah sebagai sistem ekonomi Islam dan pendidikan Islam. Karena dengan penggunaan kalender hijriyah umat muslim akan lebih baik. Misalnya contoh dalam pembayaran zakat, selama ini karena tidak

menggunakan kalender hijriyah, umat muslim akan mengalami kekurangan pembayaran zakat akibat perbedaan jumlah hari antara kalender hijriyah dan kalender masehi. Maka jika menggunakan kalender hijriyah tidak akan ada zakat yang terhutang Dan untuk pendidikan, jika menggunakan kalender hijriyah akan menimbulkan penjadwalan yang jelas sehingga memudahkan lembaga pendidikan.



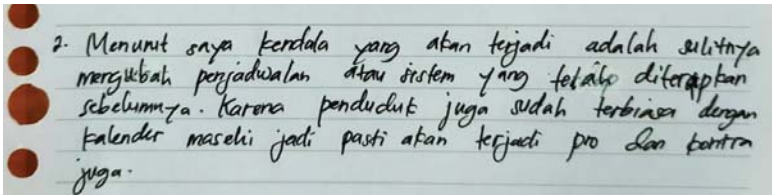
Gambar 2. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah
FAI UMSU

3. Menurut anda apa kendala jika kalender hijriyah dijadikan sistem ekonomi umat Islam !

Jawaban Mahasiswa :

Menurut saya kendala yang akan terjadi adalah sulitnya mengubah penjadwalan atau sistem yang telah diterapkan sebelumnya. Karena penduduk juga

sudah terbiasa dengan kalender masehi jadi pasti akan terjadi pro dan kontra juga.



Gambar 3. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah
FAI UMSU

pembahasan :

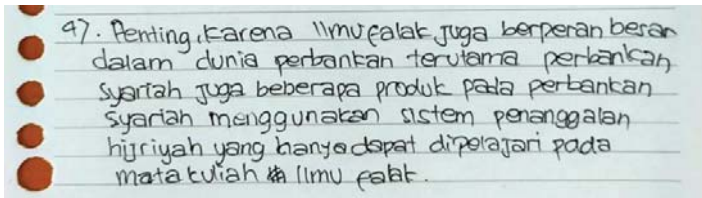
Pertanyaan No 2 dan 3 diberikan untuk mengetahui pengetahuan mahasiswa terkait dengan salah satu pembahasan dalam Ilmu Falak yaitu terkait kalender hijriyah, dari jawaban yang diberikan mayoritas mahasiswa mengerti dan mampu mengkomunikasikannya terkait pembahasan kalender hijriyah yang dipelajari selama ini.

4. Setelah Prodi Ilmu Falak ada di UMSU, apakah matakuliah Ilmu Falak ini tetap penting diajarkan di Prodi Perbankan Syariah ? sebutkan alasannya ?

Jawaban Mahasiswa :

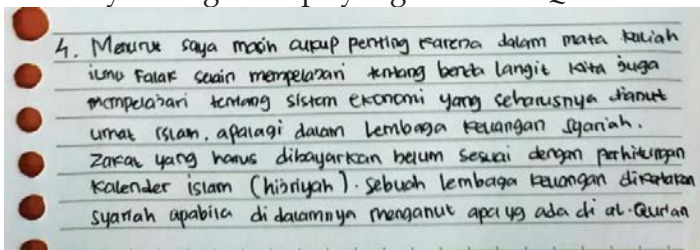
- a. Penting, karena Ilmu Falak juga berperan besar dalam dunia perbankan terutama perbankan syariah juga beberapa produk pada perbankan syariah menggunakan sistem penanggalan

hijriyah yang hanya dapat dipelajari pada mata kuliah Ilmu Falak.



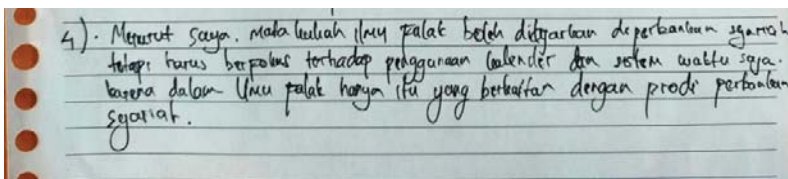
Gambar 4. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah
FAI UMSU

- b. Menurut saya masih cukup penting karena dalam mata kuliah Ilmu Falak selain mempelajari tentang benda langit kita juga mempelajari tentang sistem ekonomi yang seharusnya dianut umat Islam, apalagi dalam lembaga keuangan syariah. Zakat yang harus dibayarkan belum sesuai dengan perhitungan kalender Islam (hijriyah). Sebuah lembaga keuangan dikatakan syariah apabila di dalamnya menganut apa yang ada di Al-Qur'an.



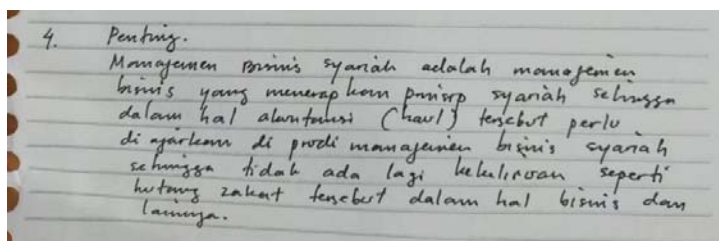
Gambar 5. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah
FAI UMSU

- c. Menurut saya, mata kuliah Ilmu Falak boleh diajarkan diperbankan syariah. Tetapi harus berfokus terhadap penggunaan kalender dan sistem waktu saja, karena dalam Ilmu Falak hanya itu yang berkaitan dengan prodi perbankan Syariah.



Gambar 6. Jawaban Mahasiswa Perbankan Syariah FAI UMSU

- d. Penting. Manajemen Bisnis Syariah adalah manajemen bisnis yang menerapkan prinsip syariah sehingga dalam hal akuntansi (haul) tersebut perlu diajarkan di prodi Manajemen Bisnis Syariah sehingga tidak ada lagi kekeliruan seperti hutang zakat tersebut dalam hal bisnis dan lainnya.



Gambar 7. Jawaban Mahasiswa Manajemen Bisnis Syariah FAI UMSU

pembahasan :

Pertanyaan No. 4 diberikan untuk mengetahui respon Mahasiswa terkait Pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Mayoritas mahasiswa menjawab penting walaupun pertanyaan ini disampaikan di kelas Perbankan Syariah dan Manajemen Bisnis Syariah yang notabene berfokus mempelajari ekonomi, namun mahasiswa menyadari pentingnya Ilmu Falak, inilah yang disebut dengan Integrasi keilmuan antar disiplin Ilmu yang diharapkan dapat dapat ditelaah secara komprehensif dan memberikan kontribusi nyata bagi pendidikan dan kehidupan.

Tabel 1. Persentasi Respon Mahasiswa terkait Pembelajaran Ilmu Falak di Prodi PS dan MBS

Pertanyaan	Program Studi	Keterangan		
		Sudah	Belum	
Sebelum mata kuliah Ilmu Falak ini diajarkan, Apakah isu penggunaan kalender hijriyah dalam sistem ekonomi umat Islam sudah pernah anda ketahui sebelumnya ? jika sudah, dari mana anda mengetahuinya !	PS A1	2	26	
	PS B1	6	27	
	MBS A2	3	4	
	Total		11	57
			16 %	84 %

		Setuju	Tidak Setuju
Apakah anda setuju dengan penggunaan kalender hijriyah sebagai sistem ekonomi Islam dan lembaga pendidikan Islam. Sebutkan alasannya !	PS A1	28	-
	PS B1	33	-
	MBS A2	7	-
	Total	68	-
		100 %	-
		Berhubungan	Tidak Berhubungan
Menurut anda apa kendala jika kalender hijriyah dijadikan sistem ekonomi umat Islam !	PS A1	26	2
	PS B1	31	2
	MBS A2	6	1
	Total	63	5
		92 %	7 %
		Penting	Tidak Penting
Setelah Prodi Ilmu Falak ada di UMSU, apakah matakuliah Ilmu Falak ini tetap penting diajarkan di Prodi Perbankan Syariah ? sebutkan alasannya ?	PS A1	28	-
	PS B1	33	-
	MBS A2	7	-
	Total	68	-
		100 %	-

Tabel. 1 Menunjukkan bahwa Pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Perbankan Syariah dan Manajemen Bisnis Syariah memiliki peranan sangat penting dalam meningkatkan pengetahuan mahasiswa dan memiliki

respon yang positif, sehingga hal ini berkorelasi dengan pentingnya integrasi keilmuan dalam hal ini pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Perbankan Syariah dan Manajemen Bisnis Syariah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara karena dapat ditelaah secara komprehensif dan mendalam.

Ilmu Falak merupakan ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit yang bisa ditinjau dari segala disiplin Ilmu, termasuk dari aspek ekonomi, politik, teknologi, matematika, fikih dan lain-lain. Oleh Karena itu Integrasi Keilmuan sangat dibutuhkan dalam hal ini pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari uraian diatas hasil penelitian menunjukkan respon Mahasiswa Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah terhadap pembelajaran Ilmu Falak sangat positif dan menyampaikan pembelajaran Ilmu Falak di Prodi Manajemen Bisnis dan Perbankan Syariah sangat penting dan tetap harus diajarkan. Dari Total 68 mahasiswa dan dari tiga kelas yang berbeda seluruhnya menyampaikan pembelajaran Ilmu Falak sangat penting karena berkaitan dengan Program Studi Mereka khususnya dalam pembahasan Kalender dan Sistem Waktu.

Daftar Pustaka

Antonio. *Bank Syari'ah Dari Teori Dan Praktek*. Jakarta: Gema Insani Pres, 2001.

Arwin J.R. *Buku Ajar Kalender & Sistem Waktu Dalam Islam*. Medan: UMSU Press, 2021.

John w. *Creswell, Reseach Design*. London: Sage, 2009.

Maesyaroh. "KALENDER HIJRIYAH GLOBAL TURKI UPAYA MEWUJUDKAN KEPASTIAN TRANSAKSI EKONOMI PADA LEMBAGA KEUANGAN SYARI'AH." *Jurnal Al-Hikmah* 3, no. 1 (2017): 71-84.

Muhammad, Firdaus. "DISEMINASI INTEGRASI KEILMUAN JURNALISME PROFETIK DALAM PENGEMBANGAN KURIKULUM JURUSAN JURNALISTIK." *Jurnalisa* 04, no. November (2018): 151-65.

Muhammad Qorib et al. "PERAN DAN KONTRIBUSI OIF UMSU DALAM PENGENALAN ILMU FALAK." *Pendidikan Islam* 11, no. November (2020): 201-12.

Munawir Pasaribu. "Pembelajaran Ilmu Falak Di Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara." *AL-MARSHAD: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 6, no. 1 (2020): 1-10.
<https://doi.org/10.30596/jam.v>

Rifai, Nurlena, Wahdi Sayuti, and Bahrissalim. "Integrasi Keilmuan Dalam Pengembangan Kurikulum Di UIN Se-Indonesia." *Tarbiya* 1, no. 1 (2014): 14-34.

Saksono, Tono. "Kalender Islam Global: Perspektif Syariah, Ekonomi, Dan Politik." *Jurnal Ilmiah Syari'Ah* 15, no. 2 (2016): 151.
<https://doi.org/dx.doi.org/10.31958/juris.v15i2>.

Chapter 9

Waktu Salat Subuh dalam Tinjauan Fikih, Astronomi, dan Alat

Marataon Ritonga¹, Zulfi Amri²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Mengetahui masuknya waktu salat merupakan keharusan dan kewajiban bagi umat Islam diseluruh permukaan Bumi ini, sebab salat menjadi salah satu diantara sarana komunikasi antara hamba dengan Allah Swt dalam sehari semalam.¹³² Umat Islam tidak dapat melaksanakan ibadah salat melainkan harus sesuai dengan waktunya, baik berdasarkan pada firman Allah Swt, pentunjuk hadis Nabi Muhammad, dan penjelasan atau ijtihad dari para ahli fiqih, falak maupun astronomi.¹³³ Adapun landasan utama (*dalil*) dalam mengerjakan salat (*maktubah*) sesuai dengan waktunya, sebagaimana firman Allah Swt dalam al-Quran.

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

¹³² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih* (Depok: Rajawali Pers, 2018), h. 29.

¹³³ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar Ritonga, Habibullah, “Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016): h. 109.

Artinya “*Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman*”. (QS. an-Nisa’/4:103).

Dalam kajian kontemporer, perbedaan dalam menentukan waktu-waktu salat disebabkan posisi dan pergerakan Matahari sehingga menyebabkan adanya perbedaan waktu di Bumi.¹³⁴ Dalam menentukan waktu salat Subuh, posisi Matahari masih berada di bawah ufuk hakiki dengan nilai ketinggian tertentu sehingga memberikan ruang perbedaan dikalangan ilmuwan dan ahli falak maupun astronomi dalam menetapkan posisi Matahari pada saat kemunculan fajar *sadiq*.¹³⁵ Terdapat perbedaan pendapat dalam menentukan awal waktu Subuh disebabkan pemahaman dan penafsiran yang berbeda terhadap ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar *sadiq*.¹³⁶ Adapun dalil utama dalam memulai salat Subuh pada saat kemunculan fajar *sadiq* sebagaimana firman Allah Swt dalam al-Quran.

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۗ

¹³⁴ Alimuddin, “Perspektif Syar’i Dan Sains Awal Waktu Shalat,” *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012): h. 124.

¹³⁵ Arino Bemis Sado, “Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama,” *Mu’amat* VII, no. 1 (2015): h. 75.

¹³⁶ Tamhid Amri, “Waktu Shalat Perspektif Syar’i,” *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014): h. 207.

Artinya “Dan makan dan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar” (QS. al-Baqarah/2: 187).

Adapun fajar yang dimaksudkan pada ayat di atas adalah untuk memulai ibadah puasa dan awal waktu salat Subuh. Sementara itu, fajar dijelaskan dalam sebuah hadis Nabi saw dan hadis ini juga menjadi dasar ataupun landasan utama para ahli falak maupun astronomi dalam memahami fajar kadzib dan fajar sadiq.

وَعَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
الْفَجْرُ فَجْرَانِ: فَجْرٌ يَحْرُمُ الطَّعَامَ وَيَحِلُّ فِيهِ الصَّلَاةُ وَفَجْرٌ تَحْرُمُ فِيهِ الصَّلَاةُ , أَيِ
صَلَاةِ الصُّبْحِ وَيَحِلُّ فِيهِ الطَّعَامُ. (رَوَاهُ ابْنُ خُزَيْمَةَ وَالْحَاكِمُ وَصَحَّحَاهُ)

Artinya “Dari Ibnu Abbas radhiyallahu’anhu, ia berkata Rasulullah SAW bersabda: fajar itu ada dua: yaitu fajar yang mengharamkan makan dan membolehkan salat dan fajar yang tidak boleh padanya salat (Subuh) dan boleh makan (sahur)”. (HR. Ibnu Khuzaimah al Hakim dan keduanya menshahihkannya).

Berdasarkan hadis di atas, para ulama sepakat membagi fajar kepada dua (2), yaitu fajar kadzib dan fajar sadiq.¹³⁷ Pertama, fajar Kadzib adalah cahaya yang terlihat dicakrawala Timur yang menjulang ke

¹³⁷ Nihayatur Rohmah, Syafak & Fajar Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri: Tinjaun Syar’i Dan Astronomi (Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012), h. 45.

atas seperti ekor Serigala atau dalam astronomi disebut sebagai cahaya *zodiak*.¹³⁸ Fajar kadzib terjadi disebabkan oleh hamburan sinar Matahari oleh debu antar planet. Dalam pandangan astronomis, cahaya yang menjulang ke atas adalah akibat pantulan cahaya Matahari oleh partikel-partikel langit yang tersebar diantara planet-planet dalam tata surya.¹³⁹ Kemunculan fajar kadzib sama sekali tidak berhubungan dengan penentuan hukum-hukum syariat Islam.

Kedua, fajar *sadiq* adalah cahaya putih yang menyebar dan membentang di ufuk Timur yang muncul setelah menghilangnya fajar kadzib.¹⁴⁰ Kemunculan fajar *sadiq* sangat erat hubungannya dengan waktu-waktu ibadah, seperti untuk memulai ibadah puasa dan awal waktu salat Subuh. Cahaya fajar *sadiq* yang muncul di ufuk Timur secara berangsur-angsur akan terus bertambah terang hingga terbitnya Matahari. Para ulama sepakat bahwa waktu salat Subuh dimulai ketika terbit fajar *sadiq* atau fajar sebenarnya dan berakhir hingga terbit Matahari.¹⁴¹

¹³⁸ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah* (Jakarta: Uhamka Press & LPP Aika Uhamka, 2017), h. 6.

¹³⁹ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*.

¹⁴⁰ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan* (Yogyakarta: Teras, 2011), h. 71.

¹⁴¹ Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah 3* (Yogyakarta, 2018), h. 54.

Sementara itu, dikalangan astronomi hanya mengakui fajar sadiq sebab cahaya yang telah tampak tidak akan kembali gelap lagi. Cahaya yang telah tampak akan terus berproses menuju titik edar dengan membentuk sudut yang lebih besar. Fajar (*morning twilight*) dalam tinjauan astronomi dibagi kepada tiga: (1) *civil twilight* (pajar sipil) ketika Matahari berada pada ketinggian -6 derajat, (2) *nautical twilight* (fajar nautikal) ketika Matahari berada pada ketinggian -12 derajat, dan (3) *astronomical twilight* (fajar astronomi) ketika Matahari berada pada ketinggian -18 derajat.

Di Indonesia, melalui penetapan Kementerian Agama Republik Indonesia (Kemenag RI) menetapkan standar awal waktu salat Subuh berdasarkan pada paradigma fajar sadiq ketika Matahari berada pada ketinggian -20 derajat dan penetapan tersebut dianggap telah sesuai dengan syariat serta berdasarkan hasil penelitian dilapangan. Namun sampai saat ini, para ahli falak maupun astronomi serta para penggiat falak/astronomi telah banyak melakukan penelitian dilapangan menggunakan instrumen modern dan memberikan data-data yang cukup bervariasi, mulai dari -19 sampai -13 derajat di bawah ufuk. Dengan demikian, penetapan awal waktu Subuh menggunakan alat juga masih penuh dengan perbedaan sebab hasil penelitian dilapangan masih memberikan data-data yang cukup bervariasi.

Bila dilihat kebelakang, permasalahan awal waktu Subuh dimulai ketika Syaikh Mamduh Farhan al-Bukhairi dan tim *Islamic Science Research Network*

Universitas Muhammadiyah Prof. HAMKA (ISRN UHAMKA) melalui tulisan dan hasil penelitian memperlihatkan bahwa waktu salat Subuh terlalu cepat sekitar 24 menit dari jadwal yang dipakai pada saat itu.¹⁴² Jika hasil penelitian di atas dikorelasikan kedalam ketinggian Matahari, maka diperoleh awal waktu Subuh pada saat ketinggian Matahari antara -17 derajat hingga -14 derajat di bawah ufuk. Hasil tersebut sangat jauh bila dibandingkan dengan kriteria waktu Subuh berdasarkan ketetapan Kemenag RI (-20 derajat di bawah ufuk).¹⁴³ Bila penelitian di atas benar adanya, maka hal tersebut menjadi persoalan yang sangat serius dikalangan umat Islam sebab umat Islam melaksanakan salat sebelum masuk pada waktunya.

Penggunaan alat optik dan pengambil gambar digital lainnya dalam mendeteksi kemunculan fajar sadiq juga masih dalam perdebatan, sebab antara hasil alat yang satu dengan hasil alat lainnya mendapatkan hasil yang bervariasi. Sementara itu, alat yang digunakan dalam mendeteksi kemunculan fajar sadiq yang berkembang saat ini di Indonesia seperti *Sky Quality Meter (SQM)*, *All Sky Camera (ASC)*, *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)*, *Portable Twilight Meter (PTM)*, dan lain-lain.

¹⁴² Abdul Mughits, "Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh Di Indonesia," *Jurnal Ilmu Syari'ah Dan Hukum* 48, no. 2 (2014): h. 468.

¹⁴³ Imam Qusthalaani, "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi," *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): h. 2, <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.

Dengan beragamnya instrumen yang digunakan dalam mendeteksi kemunculan fajar *sadiq*, secara tidak langsung juga memberikan hasil yang bervariasi terkait posisi Matahari pada saat kemunculan fajar *sadiq*. Selain itu, penggunaan instrumen modern dalam mendeteksi kemunculan fajar *sadiq* juga masih bersifat liar, artinya belum ada standar yang disepakati dalam penggunaan instrumen tersebut. Ketiadaan standar tersebut juga yang melatari adanya perbedaan dalam menentukan ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar *sadiq*.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan kajian penelitian *library research* (kajian pustaka). Adapun data-data penelitian didapatkan dari berbagai penelitian-penelitian terdahulu seperti jurnal, buku, hasil-hasil penelitian terkini menggunakan instrumen modern, dan lain-lain yang berhubungan dengan topik penelitian.

Fajar (Waktu Subuh) dalam Tinjauan Fikih dan Astronomi

Para ulama sepakat bahwa waktu salat Subuh bermula ketika terbit fajar yang kedua (fajar *sadiq*). Secara bahasa, fajar (*al-fajr*) adalah pencahayaan gelap malam dari sinar pagi.¹⁴⁴ Para ulama sepakat membagi

¹⁴⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara* (Yogyakarta: LKiS, 2017), h. 1.

fajar kepada dua, yaitu fajar kadzib dan fajar sadik. Sebagaimana hadis Nabi saw.

وَعَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْفَجْرُ
فَجْرَانِ: فَجْرٌ يَحْرُمُ الطَّعَامَ وَيَحِلُّ فِيهِ الصَّلَاةُ وَفَجْرٌ تَحْرُمُ فِيهِ الصَّلَاةُ , أَيِ صَلَاةِ
الصُّبْحِ وَيَحِلُّ فِيهِ الطَّعَامُ. (رواه ابن خزيمة والحاكم وصحاحاه)

Artinya “Dan dari Ibnu Abbas radhiyallahu’anhu, ia berkata Rasulullah SAW bersabda: fajar itu ada dua: yaitu fajar yang mengharamkan makan dan membolehkan salat dan fajar yang tidak boleh padanya salat (Subuh) dan boleh makan (sahur)”. (HR. Ibnu Khuzaimah al Hakim dan keduanya menshahihkannya).



Fajar kadzib



Fajar shadiq

Gambar 2. Ilustrasi perbedaan fajar shadiq (kanan) dan fajar kadzib (kiri)

Adapun istilah fajar dalam al-Quran yaitu “*al-khaith al-abyadh*” (benang putih) sebagai fajar sadik dan “*al-khaith al-aswad*” (benang hitam) sebagai fajar kadzib. Kedua istilah tersebut dapat dilihat dalam firman Allah dalam al-Quran.

... وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ
الْفَجْرِ ...

Artinya “Dan Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar”. (Q.S. al-Baqarah 187)

Ayat di atas memberikan penjelasan terkait waktu salat Subuh yang ditandai dengan kemunculan fajar, juga memberi perumpamaan benang putih (*al-khaith al-abyadh*) dan benang hitam (*al-khaith al-aswad*). Dalam ayat tersebut tidak sebutkan secara rinci terkait waktu salat Subuh, namun hanya gambaran umum terkait waktu salat Subuh yaitu adanya cahaya fajar. Dari ayat di atas juga memberikan ruang penafsiran yang berbeda dikalangan para ulama terkait waktu utama dalam melaksanakan salat Subuh.

Para ulama berbeda pendapat terhadap keutamaan waktu salat Subuh apakah ketika langit masih dalam kondisi *ghalas* (gelapnya malam yang telah bercampur dengan hadirnya fajar) atau ketika sudah kondisi *isfar*.¹⁴⁵ *Ghalas* ditafsirkan sebagai suasana yang masih gelap, sehingga para sahabat kala itu masih belum mengenali wajah sahabat yang lain. Sedangkan *isfar* ditafsirkan ketika para sahabat sudah saling mengenali wajah sahabat lainnya.¹⁴⁶ Sejumlah ulama berpandangan bahwa waktu salat Subuh lebih utama dikerjakan pada saat *ghalas* dibandingkan pada saat *isfar*, hal ini merupakan pendapat yang diutarakan

¹⁴⁵ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh* (Medan: UMSU Press, 2021), h. 5.

¹⁴⁶ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*.

oleh imam Malik, Syafi'i, Ishaq dan lainnya. Sebagaimana hadis Nabi SAW.

عَنْ ابْنِ شِهَابٍ قَالَ أَخْبَرَنِي عُرْوَةُ بْنُ الزُّبَيْرِ أَنَّ عَائِشَةَ أَخْبَرَتْهُ قَالَتْ كُنَّ نِسَاءَ الْمُؤْمِنَاتِ يَشْهَدْنَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صَلَاةَ الْفَجْرِ مُتَلَفَعَاتٍ بِمُرُوطِهِنَّ ثُمَّ يَنْقَلِبْنَ إِلَى بُيُوتِهِنَّ حِينَ يَقْضِينَ الصَّلَاةَ لَا يَعْرِفُهُنَّ أَحَدٌ مِنَ الْغُلَسِ

Artinya "Dari Ibnu Syuhab berkata, telah mengabarkan kepadaku 'Urwah bin Az Zubair bahwa 'Aisyah mengabarkan kepadanya, ia mengatakan, Kami, wanita-wanita Mukminat, pernah ikut salat fajar bersama Rasulullah dengan menutup wajahnya dengan kerudung, kemudian kembali ke rumah mereka masing-masing setelah selesai salat tanpa diketahui oleh seorangpun karena waktu ghalas (sisa gelapnya malam)". (HR. Bukhori dan Muslim)

Hadis di atas menjelaskan bahwa orang-orang yang keluar setelah selesai melaksanakan salat Subuh masih belum mengenali satu sama lain, yang berarti fajar yang muncul belum begitu kuat cahaya yang dipancarkan kepada mata manusia. Sementara argumentasi terkait melaksanakan salat Subuh pada waktu *isfar*, sebagaimana hadis Rafi' bin Khadij.

عَنْ رَافِعِ بْنِ خَدِيجٍ قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ أَسْفَرُوا بِالْفَجْرِ فَإِنَّهُ أَكْبَرُ لِلْأَجْرِ

Artinya "Dari Rafi' bin Khadij ia berkata, "Aku mendengar Rasulullah bersabda, Shalatlah Subuh ketika agak siang, karena itu lebih banyak pahalanya". (HR. An-Nasa'i)

Dari hadis di atas juga melahirkan berbagai penafsiran yang berbeda terkait keutamaan waktu dalam melaksanakan salat Subuh. Pendukung *isfar* beranggapan bahwa maksud hadis di atas adalah untuk lebih memastikan terbitnya fajar itu sendiri. Adapun maksud “lebih banyak pahalanya” adalah semata hanya menunjukkan sahnya salat yang dilakukan sebelum *isfar* namun ganjarannya lebih sedikit.

Dalam tinjauan astronomi, fajar *sadiq* disebut juga dengan fajar sejati (asli) yang mana sinar Matahari telah mengenai lapisan *atmosfir* Bumi terutama lapisan yang paling tebal dan paling bawah (*troposfer*). Dengan demikian komponen cahaya yang tersebar ke bawah hingga menerangi lapisan *troposfer* yang lebih rendah.¹⁴⁷ Sementara fajar *kadzib* sama sekali tidak bersentuhan dengan atmosfer Bumi, namun ia dipantulkan oleh partikel debu *zodiak* di luar angkasa. Berlandaskan pada astronomis, fenomena waktu Subuh hampir sama dengan waktu Isya. Awal waktu Isya ditandai dengan mulai terlihatnya bintang-bintang dilangit disebabkan adanya perubahan langit dari terang ke gelap. Sedangkan waktu Subuh ditandai dengan mulai redupnya cahaya bintang-bintang dilangit disebabkan mulai munculnya sinar Matahari

¹⁴⁷ Hamzah Hasan Selfiah Febriani, Andi Muhammad Akmal, “Perspektif Thomas Djamaluddin Terhadap Eksistensi Fajar Sadiq Dalam Penentuan Awal Waktu Subuh,” *Jurnal Hisabuna* 3, no. 1 (2022): h. 158.

di ufuk Timur yang menandakan adanya perubahan dari gelap ke terang.

Para astronom membagi fajar kepada dua macam, yaitu fajar pada waktu pagi dan fajar pada waktu senja.¹⁴⁸ Adapun fajar pada waktu senja lebih dikenal luas dengan sebutan *syafaq*.¹⁴⁹ Secara astronomis, fajar (*morning twilight*) dibedakan menjadi tiga macam berdasarkan pada ketinggian Matahari di bawah horizon:¹⁵⁰

- a. Fajar astronomi (*astronomical twilight*) merupakan fajar yang digunakan sebagai pertanda akhir malam yang ditandai mulai meredupnya cahaya bintang-bintang, disebabkan mulai munculnya hamburan cahaya Matahari oleh *atmosfer* Bumi. Fajar astronomi hanya dapat dilihat pada tempat-tempat tertentu yang terbebas dari gangguan polusi cahaya baik cahaya buatan manusia maupun cahaya Bulan.¹⁵¹ Fajar astronomi terjadi pada saat Matahari berada pada ketinggian -18° di bawah ufuk.
- b. Fajar nautika (*nautical twilight*) kondisi langit lebih redup daripada saat fajar sipil. Kondisi langit

¹⁴⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007), h. 53.

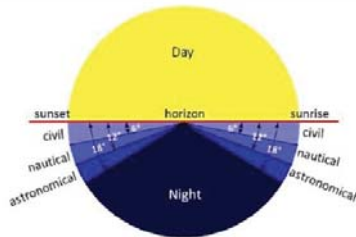
¹⁴⁹ Ismail, "Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak," *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 14, no. 2 (2015): h.88, <https://doi.org/10.22373/jiif.v14i2.330>.

¹⁵⁰ Lutfi Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa," *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): h. 131.

¹⁵¹ Dhani Herdiwijaya, "WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi," *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): h. 56.

Timur sudah mulai bisa diidentifikasi walaupun masih membutuhkan bantuan pencahayaan. Fajar nautika merupakan fajar yang menampilkan kondisi ufuk bagi para pelaut, pada saat Matahari berada pada ketinggian -12° di bawah ufuk.

- c. Fajar sipil (*civil twilight*) tatkala Matahari belum terbit namun langit sudah cukup terang sehingga ufuk (dalam semua arah) dapat diidentifikasi dengan mudah. Benda-benda disekeliling juga dapat dikenali dengan mudah tanpa adanya bantuan pencahayaan. Awal fajar sipil dapat dikenali dimanapun selagi langit dalam keadaan cerah. Fajar sipil terjadi pada saat Matahari berada pada ketinggian -6° di bawah ufuk.



Gambar 3. Pembagian fajar menurut astronomi berdasarkan ketinggian Matahari di bawah ufuk.

Fajar sadik dalam ilmu falak dipahami sebagai *astronomical twilight* (fajar astronomi),¹⁵² cahaya tersebut mulai muncul di ufuk Timur menjelang Matahari terbit pada saat Matahari berada pada posisi

¹⁵² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), h. 68.

sekitar -18° di bawah ufuk atau jarak zenith Matahari 108° .¹⁵³ Sementara pendapat lain beranggapan bahwa fajar sadik muncul pada saat posisi Matahari berada pada -20° di bawah ufuk atau jarak zenit Matahari 110° ,¹⁵⁴ selain itu ada juga yang beranggapan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa fajar sadik itu muncul pada ketinggian -13° di bawah ufuk.¹⁵⁵ Banyak penafsiran dan pendapat terkait posisi Matahari pada saat kemunculan fajar sadiq dalam memulai waktu salat Subuh. Hal tersebut disebabkan posisi Matahari pada saat kemunculan fajar sadiq masih berada di bawah horizon sehingga memberikan kesulitan tersendiri dalam menentukan posisi ketinggian Matahari.

Para ulama ahli hisab dan rukyat telah merumuskan ketinggian Matahari di bawah ufuk, berdasarkan pada hasil ijthad dan pengamatan ulama terdahulu dengan menetapkan ketinggian Matahari berkisar -16° sampai -20° di bawah ufuk. Adapun di Indonesia melalui Kementerian Agama RI, waktu Subuh dimulai pada saat ketinggian Matahari berada pada -20° di bawah ufuk (*true horizon*).¹⁵⁶ Hal tersebut sudah dianggap sesuai dengan syariat dan hasil penelitian yang kuat. Kriteria inilah yang saat ini

¹⁵³ Ahmad Syifaul Anam, *Perangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasinya* (Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015), h. 31.

¹⁵⁴ Alimuddin, "Perspektif Syar'i Dan Sains Awal Waktu Shalat."

¹⁵⁵ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*.

¹⁵⁶ Qomaruz Zaman, "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)," *Mahakim* 2, no. 1 (2018): h. 40.

dipakai di Indonesia melalui Kemenag RI untuk memulai ibadah salat Subuh.

Standar -20° untuk waktu Subuh merupakan gagasan dari salah satu ahli falak Indonesia yaitu Saadoe'ddin Djambek, beliau juga disebut sebagai *mujaddid al-Hisab* (pembaharu pemikiran hisab). Menurutny, waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar yang kedua (fajar sadik) disebelah ufuk Timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Keterlihatan fajar sadik didefinisikan dengan posisi Matahari sebesar -20° di bawah ufuk. Sementara Abdur Rachim mengatakan bahwa waktu Subuh dimulai ketika fajar telah tampak dan pada saat itu ketinggian Matahari berada pada -20° di bawah ufuk.¹⁵⁷

Bila dilihat kebelakang, penggunaan standar -20° untuk waktu Subuh hingga saat ini belum menemukan titik keseragaman baik di Indonesia sendiri maupun di beberapa negara dan organisasi dunia. Berikut beberapa standar ketinggian Matahari yang digunakan dalam melaksanakan salat Subuh dan Isya:

¹⁵⁷ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Teori Dan Praktek* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004), h. 52.

Tabel 1. Penggunaan sudut kedalaman Matahari untuk waktu Subuh dan Isya di beberapa negara di dunia¹⁵⁸

No	Organisasi	Isya	Subuh
1	<i>Islamic Society of North America (ISNA)</i>	-15°	-17.5°
2	<i>Muslim World League</i>	-17°	-18°
3	<i>Umm al-Qura University</i>	- 22.5°	-18.5°
4	<i>Egyptian General Authority of Survey</i>	- 17.5°	-19.5°
5	<i>University of Islamic Science, Karachi</i>	-18°	-18°
6	Malaysia	-18°	-18°
7	Indonesia	-18°	-20°

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa kedalaman Matahari yang dipakai untuk waktu Isya dan Subuh dimulai dari -15° sampai -20° di bawah ufuk, yang mana *limit* -18° dan -17° adalah yang paling dominan. Artinya, hasil pengamatan para ilmuwan dan ulama terdahulu masih ada keselarasan atau kemiripan dengan hasil penelitian terkini yang sudah menggunakan instrument modern yaitu berkisar antara -13 hingga -20 derajat di bawah ufuk.

Pada era sekarang ini, penentuan waktu Subuh (proses pengamatan fajar) telah menggunakan dan memanfaatkan instrument-instrumen optik seperti *Sky Quality Meter (SQM)*, *Kamera Digital Single -Lens Reflex*

¹⁵⁸ Tono Saksono Syamsul Anwar, *Premature Dawn The Global Twilight Pattern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021), h. 7.

(DSLR), *All Sky Camera (ASC)*, *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)*, *PTM (Portable Twilight Meter)*, dan instrument optik lainnya. Dengan keberagaman instrument yang digunakan dalam pengamatan fajar *sadiq*, maka perbedaan dalam menentukan awal waktu salat Subuh juga tidak dapat dihindari. Berikut beberapa penelitian fajar *sadiq* menggunakan instrument modern:

Pertama, penelitian yang dilakukan dilakukan oleh Tono Saksiono yang yang dimuat dalam sebuah buku yang berjudul "*Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syariah*". Penelitian ini menggunakan sensor *Sky Quality Meter (SQM)* dan *All Sky Camera (ASC)*. Rata-rata hasil penelitian menunjukkan bahwa fajar *shadiq* muncul pada saat ketinggian -13.4 derajat di bawah ufuk.

Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Niswatul Kariimah, yang berjudul "*Aplikasi Edge Detection untuk Mengetahui Fajar Shadiq Sebagai Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan GUI Matlab*". Penelitian ini dilakukan dikelurahan Dampit (lokasi persawahan), menggunakan instrument Kamera DSLR Canon EOS 1200D. Hasil penelitian tersebut mendapatkan ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar *sadiq* pada rentang -17 hingga -20 derajat di bawah ufuk.

Ketiga, Penelitian yang dilakukan penulis sendiri, yang berjudul "*Pengamatan Fajar Sadiq Menggunakan All Sky Camera di Kota Medan*". Penelitian ini dilakukan di Pinggiran Kota Medan (Medan

Amplas). Hasil penelitian mendapatkan ketinggian Matahari antara -13 sampai -15 derajat di bawah ufuk.

Keempat, penelitian yang dilakukan tim Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU). Penelitian dilakukan di tiga titik lokasi di Sumatera Utara yaitu Medan (OIF UMSU), Serdang Bedagai (Pantai), dan Barus, Tapanuli Tengah. Dalam penelitian tersebut mendapatkan ketinggian Matahari terendah yaitu 16.48 derajat di bawah ufuk.¹⁵⁹

Kelima, penelitian yang dilakukan Pusat Studi Astronomi Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Penelitian dilakukan di Bantul, Yogyakarta menggunakan instrument SQM. Dalam penelitian tersebut mendapat ketinggian Matahari terendah yaitu -15.75 derajat di bawah ufuk.¹⁶⁰

Dari beberapa hasil penelitian di atas menyimpulkan bahwa penggunaan instrument modern juga masih memberikan ruang perbedaan, hal itu dapat dilihat adanya perbedaan ketinggian Matahari yang didapatkan. Sehingga penggunaan instrument modern dalam pengamatan fajar sadiq juga masih belum menemukan titik temu, artinya masih memiliki perbedaan dalam menentukan awal

¹⁵⁹ Pimpinan Pusat Muhammadiyah, “Keputusan Pimpinan Pusat Muhammadiyah Nomor 734/Kep/I.0/B/2021 Tentang Tanfidz Keputusan Musyawarah Nasional Xxxi Tarjih Muhammadiyah Tentang Kriteria Awal Waktu Subuh,” Tanfidz Munas Tarjih, 2021.

¹⁶⁰ Pimpinan Pusat Muhammadiyah.

kemunculan fajar sadiq sehingga perbedaan dalam memulai salat Subuh juga masih berbeda.

Para ulama sepakat waktu salat Subuh dimulai ketika terbit fajar sadiq dan berakhir hingga terbit Matahari. Untuk dapat melihat kemunculan awal fajar sadiq, dibutuhkan sebuah instrumen yang dapat menangkap cahaya fajar walaupun posisi Matahari masih berada di bawah ufuk. Penggunaan instrument modern dalam mengamati kemunculan fajar sadiq masih menimbulkan perbedaan, sebab hasil yang didapatkan antara instrumen yang satu dengan instrumen lainnya memiliki hasil yang berbeda. Untuk itu dibutuhkan sebuah SOP (*Standar Operasional Prosedur*) dalam mengamati fajar sadiq agar pengamatan yang dilakukan benar-benar sesuai dengan standar yang disepakati.

Daftar Pustaka

- Alimuddin. "Perspektif Syar'i Dan Sains Awal Waktu Shalat." *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012): 120-31.
- Amri, Tamhid. "Waktu Shalat Perspektif Syar'i." *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014).
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007.
- — —. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Esai-Esai Waktu Subuh*. Medan: UMSU Press, 2021.
- — —. *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. Yogyakarta: LKiS,

- 2017.
- — —. *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih*. Depok: Rajawali Pers, 2018.
- Fuadi, Lutfi. "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa." *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 107-20.
- Herdiwijaya, Dhani. "WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi." *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): 51-64.
- Ismail. "Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak." *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 14, no. 2 (2015): 218. <https://doi.org/10.22373/jiif.v14i2.330>.
- Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah. *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah* 3. Yogyakarta, 2018.
- Mughits, Abdul. "Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh Di Indonesia." *Jurnal Ilmu Syari'ah Dan Hukum* 48, no. 2 (2014): 467-87.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Pimpinan Pusat Muhammadiyah. "Keputusan Pimpinan Pusat Muhammadiyah Nomor 734/Kep/I.0/B/2021 Tentang Tanfidz Keputusan Musyawarah Nasional Xxxi Tarjih Muhammadiyah Tentang Kriteria Awal Waktu Subuh." Tanfidz Munas Tarjih, 2021.
- Qomaruz Zaman. "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)." *Mahakim* 2, no. 1 (2018): 27.

- Qusthalaani, Imam. "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi." *Mahkamah: Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 2. <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.
- Ritonga, Habibullah, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar. "Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan." *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016).
- Rohmah, Nihayatur. *Syafak & Fajar Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar'i Dan Astronomi*. Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012.
- Sado, Arino Bemi. "Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama." *Mu'amalat* VII, no. 1 (2015): 69-83.
- Saksono, Tono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*. Jakarta: Uhamka Press & LPP Aika Uhamka, 2017.
- Selfiah Febriani, Andi Muhammad Akmal, Hamzah Hasan. "Perspektif Thomas Djamaluddin Terhadap Eksistensi Fajar Sadiq Dalam Penentuan Awal Waktu Subuh." *Jurnal Hisabuna* 3, no. 1 (2022): 149-67.
- Susiknan Azhari. *Ilmu Falak: Teori Dan Praktek*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004.
- Syamsul Anwar, Tono Saksono. *Premature Dawn The Global Twilight Pattern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021.
- Syifa'ul Anam, Ahmad. *Perangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasinya*. Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015.

Biodata Penulis Book Chapter OIF

Ajraini Nazli, S.Si merupakan alumni S1 Institut Teknologi Bandung jurusan Astronomi. Saat ini bekerja paruh waktu sebagai tutor fisika serta fokus membangun komunitas edukasi rumah belajar dan studpal. Lahir pada tanggal 17 November 1997 di Medan.

Najmuddin Saifullah, S.Pd., M.H alumni Pendidikan Ulama Tarjih Muhammadiyah, alumni S1 jurusan Pendidikan Agama Islam di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. S2 jurusan Ilmu Falak di UIN Walisongo. Sekarang menjalankan pengabdian di Pendidikan Ulama Tarjih Muhammadiyah PP Muhammadiyah Yogyakarta. Lahir di Kampar, Riau pada tanggal 09 April 1996.

Monica Wahyu Utami, S.Pd alumni S1 Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar IPA di SD Muhammadiyah 2 Pakem. Lahir di Sleman, DIY pada tanggal 09 Maret 1998

Muhammad Hidayat, M.Pd. 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 Wakil Kepala Observatorium Ilmu Falak UMSU

Dr. Zailani, M.A, Lahir di Tj. Beringin 08 Oktober 1980. Menyelesaikan S1 Program Studi Pendidikan Agama Islam Fakultas Agama Islam UMSU, S2 Program Studi Pendidikan Islam IAIN SU, S3 Program Studi Pendidikan Islam UIN SU. Saat ini tercatat sebagai Wakil Dekan I FAI UMSU.

AR Sugeng Riadi, S.Pd., M.Ud., lahir 01 Desember 1972 di Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Menyelesaikan S1 jurusan Pendidikan Fisika IKIP Yogyakarta (UNY), S2 Studi Quran IAIN Surakarta (UIN RMS) dan sedang menempuh S3 Prodi Studi Islam di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Saat ini tercatat sebagai pengasuh PPMI Assalaam dan diamanahi sebagai Kepala Pusat Astronomi Assalaam, Sukoharjo - Surakarta Jawa Tengah.

Abu Yazid Raisal. M.Pd, Lahir 16 Juli 1992 di Batang Kuis, Deli Serdang, Sumatera Utara. Menyelesaikan Pendidikan S1 dan S2 program studi Pendidikan Fisika di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Saat ini Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S3 program studi Ilmu Pendidikan Konsentrasi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Yogyakarta.

Rosynanda Nur Fauziah, M.Pd. Lahir 09 Mei 1997 di Subang, Jawa Barat. Telah menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta dan telah menyelesaikan Pendidikan S2 di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Saat ini

penulis sedang menempuh pendidikan S3 Program Studi Ilmu Pendidikan Konsentrasi Teknologi Pendidikan di Universitas Negeri Yogyakarta.

Mega Sukma, M.Si. Lahir 12 Maret 1997 di Bakam, Jalan Raya Pangkal Pinang Muntok KM 37. Menyelesaikan pendidikan S1 di program studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta tahun 2019. Pernah mengajar sebagai guru fisika di SMA. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 di program studi Magister Astronomi Institut Teknologi Bandung dan lulus tahun 2022.

Dr. Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, MA. Lahir 20 Juli 1980 di Buntu Pane, Asahan (Sumatera Utara). Menyelesaikan S1 jurusan Syariah di UISU, S2 & S3 jurusan Filologi Astronomi di Institute of Arab Research and Studies Cairo, Mesir. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap FAI UMSU dan diamanahi sebagai Kepala OIF UMSU.

Dr. Firdaus, M.H.I. lahir 27 Februari 1968 di Malai Tuo Padang Pariaman (Sumatera Barat). Menyelesaikan S1 jurusan Peradilan Agama di UM Sumbar, S2 Konsentrasi Hukum Islam UM Sumbar dan S3 Prodi Hukum Islam di UIN IB Padang. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap FAI UM Sumbar dan diamanahi sebagai Dekan FAI UM Sumbar

H. Abdul Rahman Cemda, SP, M. Si. Lahir 16 Juni 1964 di Batu belah Kampar Riau. Menyelesaikan S1 Budidaya

Pertanian di Universitas Pembangunan Masyarakat Indonesia. S2 Perencanaan Pembangunan Kota dan Perdesaan di Sekolah Pascasarjana USU dan S3 Perencanaan Wilayah di Sekolah Pascasarjana USU (kandidat). Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap Fakultas Pertanian UMSU

Singgih Prana Putra, S.Si., M.Si. tempat/tanggal lahir di Jakarta, 10 Juli 1994. Penulis menyelesaikan studi S1 di Jurusan fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Riau. S2 di Jurusan Astronomi, Institut Teknologi Bandung. Saat ini penulis sedang melanjutkan studi doktoral di *Yunnan Observatories, Chinese Academy of Sciences*.

Dr. Muhammad Qorib, MA; Lahir 03 Juni 1975 di Binjai Sumatera Utara. Menyelesaikan pendidikan sarjana di UMSU tahun 2000. Menyelesaikan S2 di IAIN Sumatera Utara dan S3 di UIN Syarif Hidayatullah. Saat ini menjabat sebagai wakil Ketua PWM Sumut dan Dekan FAI UMSU.

Marataon Ritonga, S.Pd.I., M.H. Lahir 27 Juli 1991 di Simatorkis, Kecamatan Dolok, Kabupaten Padang Lawas Utara (Sumatera Utara). Menyelesaikan S1 jurusan Pendidikan Agama Islam di UMSU dan menyelesaikan S2 Ilmu Falak di UIN Walisongo Semarang. Saat ini tercatat sebagai Sekretaris Observatorium Ilmu Falak UMSU.

Dr. Zulfi Amri, S.Pd., M.Si, Lahir 31 Desember 1978 di Barung-barung salah satu kampung di kabupaten Batubara. Menyelesaikan S1 di UMSU, S-2 di Universitas Indonesia pada program studi matematika dan S-3 di USU pada program ilmu matematika. Pernah menjabat ketua bidang organisasi kemahasiswaan di tingkat pusat, adapun saat ini tercatat sebagai dosen tetap di UMSU.

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. Ke-2, 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.