

**PERUBAHAN POSISI MATAHARI SEBAGAI DASAR
REFORMASI KALENDER SYAMSIAH DAN VARIASI WAKTU
SALAT**

DISERTASI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Doktor (S.3)
dalam Ilmu Falak



Oleh:

Muhammad Himmatur Riza

NIM: 2000029013

**PROGRAM DOKTOR STUDI ISLAM
PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : **Muhammad Himmatur Riza**
NIM : 2000029013
Konsentrasi : Ilmu Falak
Program Studi : S3 Studi Islam

menyatakan bahwa disertasi yang berjudul:

Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 24 Februari 2023
Pembuat Pernyataan,



Muhammad Himmatur Riza
NIM: 2000029013

Kepada
Yth. Direktur Pascasarjana
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap disertasi yang ditulis oleh:

Nama : **Muhammad Himmatur Riza**
NIM : 2000029013
Konsentrasi : Ilmu Falak
Program Studi : S3 Studi Islam
Judul : **Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat**

Kami memandang bahwa disertasi tersebut sudah dapat diajukan kepada Pascasarjana UIN Walisongo untuk diseminarkan dalam Sidang Seminar Hasil Penelitian Disertasi.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Promotor,



Prof. Dr. H. Thomas Djamaluddin, M. Sc
NIP. 196201231987031002

Ko-Promotor,



Dr. H. Ahmad Izuddin, M. Ag
NIP. 197205121999031003



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
PASCASARJANA

Jl. Walisongo 3-5 Semarang 50185, Telp./Fax: 024-7614454, 70774414

FDD-38

PENGESAHAN MAJELIS PENGUJI UJIAN TERBUKA

Yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa disertai saudara:

Nama : Muhammad Himmatur Riza

NIM : 2000029013

Judul : Perubahan Posist Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat

telah diujikan pada 13 April 2023 dan dinyatakan:

LULUS

dalam Ujian Terbuka Disertasi Program Doktor sehingga dapat dilakukan Yudisium Doktor.

NAMA

TANGGAL

TANDATANGAN

Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag
Ketua/Promotor/Penguji

13/4

Prof. Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag.
Sekretaris/Penguji

13-04-2023

Prof. Dr. H. Thomas Djamaluddin, M.Sc.
Promotor/Penguji

13-04-2023

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Kopromotor/Penguji

13-04-2023

Dr. H. Ing Khafid
Penguji

13.04.2023

Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I.
Penguji

13-04-2023

Dr. H. Tolkhatul Khoir, M.Ag.
Penguji

13-04-2023

Dr. Rokhmadi, M.Ag.
Penguji

13-4-2023

PEDOMAN TRANSLITERASI

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam disertasi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/ U/ 1987.

ا	Tak ber lambang	ط	t
ب	B	ظ	z
ت	T	ع	'
ث	s	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Ž	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	s	ي	Y
ض	d		

Bacaan Panjang :

ā= a panjang

ī= i panjang

ū= u panjang

Bacaan Diftong:

au= أو

ai= أي

iy= إي

Catatan:

Kata sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis [al-]

Abstrak

Judul : Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat
Nama : Muhammad Himmatur Riza
NIM : 2000029013

Kalender Syamsiah sangat penting keberadaannya bagi umat manusia, begitupun juga jadwal waktu salat menjadi sangat penting bagi umat Islam, karena adanya sebuah sistem kalender dijadikan acuan pengorganisasian waktu dan jadwal salat dijadikan sebagai panduan masuknya awal waktu salat. Namun masih ada masyarakat yang belum memahami betul mengenai pengaruh adanya perubahan posisi Matahari yang menyebabkan dilakukannya reformasi kalender Syamsiah. Kalender Romawi yang telah direformasi menjadi kalender Julian merupakan akar dari Kalender Syamsiah Gregorian. Reformasi kalender Romawi tersebut terjadi pada tahun 45 SM yang dilakukan oleh Julius Caesar menggunakan panjang satu tahun 365,25. Artinya, setiap 4 tahun ada 1 tahun yang panjangnya 366 hari atau disebut tahun kabisat, yaitu pada tahun yang angkanya habis dibagi 4. Namun sistem kalender Syamsiah Julian dalam 400 tahun terdapat kelebihan $(365,25 - 365,2422) \times 400 = 3,12$ hari. Maka setiap 400 tahun perlu dihilangkan 3 hari. Aturan ini disebut dengan sistem kalender Syamsiah Gregorian. Aturannya setiap tahun kelipatan 100 yang tidak habis dibagi 400 harus jadi tahun *basitah*. Misalnya tahun 1700, 1800 dan 1900. Selain itu perubahan posisi Matahari menyebabkan awal waktu salat berubah setiap harinya. Masih terlihat juga ada masyarakat yang menggunakan jadwal waktu salat abadi. Meskipun menggunakan kata “abadi” sejatinya jadwal waktu salat tidak lah abadi, karena jadwal waktu salat ini tidak akan bisa dimanfaatkan dalam waktu yang panjang.

Disertasi ini menjawab pertanyaan pokok mengenai perubahan posisi Matahari yang dirinci dalam sub pertanyaan berikut: 1) Mengapa terjadi perubahan posisi Matahari yang berdampak pada tahun tropis Matahari dan 2) Bagaimana perubahan posisi Matahari menjadi dasar reformasi kalender Syamsiah dan penentuan waktu salat di berbagai kondisi.

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kepustakaan (*library research*), data yang digunakan adalah wawancara dan dokumentasi. Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian data-data tersebut diolah dan dianalisis bersamaan dengan proses penyajiannya dengan pendekatan historis astronomis. Temuan penelitian ini memberikan suatu pemahaman bahwa, 1) Panjang tahun tropis selalu mengalami perubahan pada setiap tahunnya disebabkan oleh lintasan Bumi berbentuk elips dan mempunyai eksentrisitas yang mengakibatkan ketidak-konstanan kecepatan gerak revolusi Bumi. Selain itu, menjauhnya bulan dari Bumi 3,78 cm per tahun dan gerak nutasi sumbu poros Bumi oleh bulan dan planet yang selalu berubah sekitar 11,6 detik per tahun juga turut menjadi penyebab ketidak-konstanan tersebut. Sedangkan *Vernal Equinox* mengalami gerak presisi sekitar 50,3 detik per tahun. 2) Perubahan posisi Matahari setiap hari dan memendeknya tahun tropis Matahari berimplikasi pada perbedaan jumlah hari antara siklus tahun tropis Matahari dengan rata-rata tahun kalender Syamsiah Gregorian yang semakin besar setiap tahunnya. Tulisan ini memberi usulan untuk melakukan koreksi dan perbaikan terhadap kalender Syamsiah Gregorian dengan panjang rata-rata tahun sipil berjumlah 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik (365,2422 hari) dan menjadikan tahun 2800 sebagai tahun *basīṭah*. Modifikasi aturan penentuan tahun kabisat adalah setiap tahun yang habis dibagi 4 merupakan tahun kabisat. Adapun tahun abad bisa menjadi tahun kabisat apabila habis dibagi 400 kecuali tahun abad kelipatan 2800 itu merupakan tahun *basīṭah* dan menjadikan tahun 17500 serta kelipatannya sebagai tahun kabisat. Akibat adanya perubahan posisi Matahari, waktu salat setiap harinya juga selalu mengalami perubahan dan setiap tahun awal waktu salatnya pun juga tidak sama, misalnya awal waktu salat tahun 2022 tidak sama dengan waktu salat tahun 2023. Perubahan yang terjadi dapat dijadikan sebagai pemahaman bagi masyarakat bahwa kebenaran jadwal waktu salat bukan bersifat statis-pasif melainkan bersifat dinamis-variatif.

Kata kunci: Posisi Matahari, Reformasi Kalender, Jadwal Salat.

Abstract

Title : Changes in the Sun's Position as the Basis for Reforming the Shamsiah Calendar and Variations in Prayer Times

Name : Muhammad Himmatur Riza

Stud ID : 2000029013

The Syamsiah calendar is very important for mankind, as well as the schedule of prayer times is very important for Muslims because the existence of a calendar system is used as a reference for organizing time and the prayer schedule is used as a guide for entering the beginning of prayer times. However, some people do not fully understand the effect of the change in the sun's position which led to the reform of the Shamsiah calendar. The Roman calendar, which has been reformed into the Julian calendar, is the root of the Shamsiah Gregorian calendar. The reformation of the Roman calendar took place in 45 BCE by Julius Caesar using a year length of 365.25. It means that every 4 years there is 1 year that is 366 days long or is called a leap year, that is, in a year whose numbers are divisible by 4. However, the Shamsiah Julian calendar system has advantages in 400 years $(365.25 - 365.2422) \times 400 = 3, 12$ days. Then every 400 years is necessary to remove 3 days. This rule is called the Shamsiah Gregorian calendar system. The rule is that a multiple of 100 which is not divisible by 400 must be a *basit}ah* year every year. For example in 1700, 1800, and 1900. In addition, changes in the sun's position cause the changing of the beginning of prayer time every day. It is still visible that there are people who use the perpetual prayer schedule. Even though using the word "perpetual" actually the prayer schedule is not perpetual, because this prayer schedule cannot be used for a long time.

This dissertation answers the main questions regarding changes in the position of the Sun which are detailed in the following sub-questions. 1) Why does a change in the Sun position affect the tropical year of the Sun and 2) How did the change in the position of the Sun become the basis for reforming the Shamsiah calendar and determining prayer times in various conditions.

This research is included in library research, the data used are interviews and documentation. After the required data is collected, then

the data is processed and analyzed together with the process of presenting it with an astronomical historical approach. The findings of this study provide an understanding that 1) The length of the tropical year always changes every year due to the Earth's trajectory being elliptical and having eccentricity which results in an inconstancy in the speed of the Earth's revolution. In addition, the moon is moving away from the Earth by 3.78 cm per year and the motion of the Earth's axis nutation by the moon and planets which are always changing around 11.6 seconds per year also contributes to this inconstancy. Meanwhile, the Vernal Equinox experiences a precision movement of about 50.3 seconds annually. 2) The change in the position of the Sun every day and the shortening of the tropical year of the Sun have implications for the difference in the number of days between the solar tropical year cycle and the average Shamsiah Gregorian calendar year which is getting bigger every year. This paper proposes to make corrections and improvements to the Syamsiah Gregorian calendar with an average civil year length of 365 days 5 hours 48 minutes 46.08 seconds (365.2422 days) and make the year 2800 a *basit*ah year. The modification of the rule for determining leap years is that every year divisible by 4 is a leap year. A century year can become a leap year if divisible by 400 unless a century year that is a multiple of 2800 is a *basit*ah year and make the year 17500 and its multiples a leap year. As a result of the change in the Sun's position, the daily prayer time also changes and every year the prayer time is not the same, for example, the prayer time in 2022 is not the same as the prayer time in 2023. The changes that occur can serve as an understanding for the public that the true prayer schedule is not static-passive but dynamic-variable.

Keywords: *Sun Position, Calendar Reformation, Prayer Time Schedule.*

الملخص

الموضوع : التغييرات في وضع الشمس أساس لإصلاح التقويم الشمسي والاختلافات في أوقات الصلاة
الاسم : محمد همة الرزا
الرقم الجامعي : ٢٠٠٠٠٢٩٠١٣

يعتبر تقويم الشمسي مهما جدا للناس، كما أن جدول أوقات الصلاة مهم جدا للمسلمين، لأن وجود نظام تقويم يستخدم مرجع لتنظيم الوقت ويستخدم جدول الصلاة لدليل الدخول إلى اول مواقيت الصلاة. هناك أشخاص لا يفهمون تماما تأثير التغيير في موضع الشمس الذي أدى إلى إصلاح تقويم الشمسي. التقويم الروماني الذي تم تعديله إلى التقويم اليولياني هو أصل التقويم الشمسي الغريغوري الذي يستعمله سكان العالم غالبا. إصلاح التقويم الروماني في 45 قبل الميلاد بواسطة يوليوس قيصر باستعمل طول السنة 365.25. هذا يعني أنه في كل 4 سنوات هناك سنة واحدة طولها 366 يوما أو تسمى سنة كبيسة ، أي في السنة التي يمكن قسمة أعدادها على 4. لكن نظام التقويم الشمسي اليولياني في 400 عام به فائض $(365.2422 - 365.25) \times 400 = 3.12$ يوما. فكل 400 سنة تجب ازالة عليها 3 سنوات. تسمى هذه القاعدة بنظام التقويم الشمسي الغريغوري. القاعدة هي أن مضاعف 100 الذي لا يقبل القسمة على 400 يجب أن تكون بسيطة. على سبيل المثال السنوات 1700 و 1800 و 1900. بالمعلق إلى التغييرات في موضع الشمس تؤدي إلى تغيير اول مواقيت الصلاة كل يوم. لا يزال هناك أشخاص الذين يستخدمون جدول مواقيت الصلاة

الدائمة. ولو على استخدامها بكلمة "أبدية" فإن حقيقة جدول مواقيت الصلاة ليست أبدية، لأن جدول هذه مواقيت الصلاة لن يستخدم منذ وقت طويل.

تجيب هذه الأطروحة على الأسئلة الرئيسية المتعلقة بالتغيرات في موقع الشمس التي تفصيلها في الأسئلة الفرعية التالية. (1) لماذا وقع التغيير في موضع الشمس و (2) كيف يتغير موضع الشمس أساسا لإصلاح التقويم الشمسي وتقرير أوقات الصلاة في حالة مختلفة.

هذا البحث من جملة بحث المكتبة البيانات المستخدمة هي المقابلات والتوثيق. بعد جمع البيانات المطلوبة، ثم معالجة البيانات وتحليلها جنبا إلى جنب مع عملية العرض باستخدام نهج تاريخي فلكي. اكتشاف هذه الدراسة افاد على (1) يتغير طول السنة الاستوائية كل عام لأن طريق الأرض ببيضاوي الشكل وله انحراف ينتج عنه عدم استقرار في سرعة ثورة الأرض. سوى ذلك، يتحرك القمر بعيداً عن الأرض بمقدار 3.78 سنتيمتر في كل سنة، وان حركة محور الأرض بواسطة القمر والكواكب الثان تتغيران حوالي 11.6 ثانية في كل سنة تساهمان في هذا التقلب. وفي الوقت نفسه يمر الاعتدال الربيعي بحركة دقيقة تبلغ حوالي 50.3 ثانية في كل سنة. (2) التغيير في موقع الشمس كل يوم وتقصير السنة الاستوائية للشمس لهما اثار على الاختلاف في عدد الأيام بين دورة السنة الاستوائية الشمسية ومتوسط السنة التقويمية الشمسية الميلادية التي تزداد كل يوم. تقترح هذه الكتابة إجراء تصحيحات وتحسينات على التقويم الشمس الغريغوري بمتوسط طول سنة مدنية 365 يوما و 5 ساعات و 48 دقيقة و 46.08 ثانية (365.2422 يوما) وجعل عام 3600 عاما بسيطة. تعديل قاعدة تحديد السنوات الكبيسة هو أن كل سنة قابلة للقسمة على 4 هي سنة كبيسة. يمكن أن تصبح سنة القرن سنة كبيسة إذا كانت قابلة للقسمة على 400، إلا إذا كانت سنة

القرن التي هي مضاعف 3200 سنة كبيسة. عاقبة تغير أوقات الصلاة كل يوم وكل عام يختلف اول وقت الصلاة، على سبيل المثال يختلف اول وقت الصلاة في عام 2022 عن وقت الصلاة في عام 2023. يمكن استخدام التغيرات التي تحدث لفهم المجتمع أن حقيقة جدول مواقيت الصلاة ليست ثابتة - سلبية ولكنها ديناميكية - متغيرة.

الكلمات المفتاحية: وضع الشمس ، تجديد التقويم ، جدول الصلاة.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul: **Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat**, dengan baik tanpa banyak kendala yang berarti. Shalawat dan salam senantiasa penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa Islam dan mengembangkannya hingga sekarang.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya disertasi ini bukanlah hasil jerih payah penulis secara pribadi. Tetapi semua itu merupakan wujud akumulasi dari usaha dan bantuan, pertolongan serta doa dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan disertasi ini. Oleh karena itu, penulis sampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag..
2. Direktur Pascasarjana UIN Walisongo, Prof. Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag..
3. Prof. Dr. H. Fatah Syukur, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Doktor Studi Islam UIN Walisongo Semarang.
4. Prof. Dr. H. Thomas Djamaluddin, M.Sc. selaku promotor, terimakasih atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas.

5. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag, selaku Ko-Promotor, yang disela-sela kesibukannya senantiasa mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis dengan penuh semangat, kesabaran dan ketulusan hati.
6. Kedua orang tua saya Bapak Musyafak dan Ibu Noor Azizah, kedua adik saya Muhammad Sailil Asror dan Sailsa Tusamma Salsabila serta calon istri tercinta Vika Rachmania Hidayah yang telah mendoakan, memotivasi dan mendampingi selama studi S3 hingga selesai penulisan ini.

Akhir kata penulis berharap semoga disertasi ini dapat bermanfaat khususnya bagi diri pribadi penulis dan umumnya bagi kita semua. Amin, *Yā Rabbal 'ālamīn*.

Semarang, 24 Februari 2023
Penulis,



Muhammad Himmatur Riza
NIM. 2000029013

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA DINAS.....	iii
PENGESAHAN MAJELIS PENGUJI UJIAN TERTUTUP	iv
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR GRAFIK	xix
DAFTAR TABEL.....	xx

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	10
D. Kajian Pustaka	11
E. Kerangka Teori	16
F. Metode Penelitian	24
G. Sistematika Pembahasan	31

BAB II

DASAR SISTEM KALENDER DAN WAKTU SALAT

A. Definisi dan Landasan Normatif Kalender.....	34
B. Klasifikasi dan Perkembangan Kalender dalam Peradaban Dunia	39
C. Waktu Salat dalam Perspektif Fikih.....	61
D. Waktu Salat dalam Perspektif Astronomi	74

BAB III

TINJAUAN ASTRONOMIS TERHADAP PERUBAHAN POSISI

MATAHARI

A. Data Fisik Matahari	82
B. Gerak Matahari	94
C. Tahun Tropis Matahari	102

BAB IV

PERUBAHAN POSISI MATAHARI SEBAGAI DASAR REFORMASI KALENDER SYAMSIAH DAN VARIASI JADWAL SALAT

A. Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah	114
1. Historis Astronomis Reformasi Kalender Syamsiah Julian	115
2. Historis Astronomis Reformasi Kalender Syamsiah Gregorian	124
3. Masa Depan Kalender Syamsiah	137

B. Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Waktu Salat	153
--------------------------------------------------------------	-----

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan	183
B. Saran.....	184
C. Penutup.....	185

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Visualisasi Posisi Matahari Awal Waktu Salat Zuhur..	76
Gambar 2.2: Visualisasi Posisi Matahari Awal Waktu Salat Asar....	77
Gambar 3.1: Bagian-bagian Matahari.....	86
Gambar 3.2: Bintik Matahari (<i>Sunspot</i>).....	89
Gambar 3.3: Flare Matahari	91
Gambar 3.4: Prominensa	92
Gambar 3.5: Spikula.....	93
Gambar 3.6: Gerak Semu Tahunan Matahari	101
Gambar 3.7: Gugusan Rasi Bintang	102
Gambar 4.1: <i>Calendarium Gregorianum Perpetuum</i>	133
Gambar 4.2: Kalender Bulan Oktober Tahun 1582 TU	134
Gambar 4.3: Gerak Semu Matahari	156
Gambar 4.4: Jadwal Waktu Sholat Abadi untuk Daerah Kabupaten Tegal.....	177

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1: Grafik Deklinasi Matahari Tahun 2023.....	158
Grafik 4.2: Grafik <i>Equation of Time</i> Tahun 2023.....	158
Grafik 4.3: Grafik Perubahan Deklinasi Matahari Tahun 2021-2024	159
Grafik 4.4: Grafik Perubahan <i>Equation of Time</i> Tahun 2021-2024..	160
Grafik 4.5: Grafik Perubahan Awal Waktu Magrib dan Awal Waktu Subuh Kota Semarang Tahun 2017 - 2028 M.....	166

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Nama-nama bulan dan jumlah hari dalam kalender Hijriah	46
Tabel 2.2: Nama-nama bulan dan jumlah hari dalam kalender Jawa Islam	48
Tabel 3.1: Interval antara <i>Vernal Equinox</i>	105
Tabel 3.2: Variasi Perubahan Rata-rata Panjang Tahun Tropis Matahari per Abad dalam Rentang waktu 5000 Tahun	106
Tabel 3.3: 10 Sampel untuk Mencari Rata-rata Tahun Tropis pada abad 21	113
Tabel 4.1: Jumlah Hari Sebelum dan Sesudah Tahun 45 STU	120
Tabel 4.2: Selisih Tahun Tropis Matahari dengan Tahun Syamsiah Gregorian dari Tahun ke Tahun	140
Tabel 4.3: Perbandingan Kalender Syamsiah Gregorian dengan Kalender Syamsiah Usulan Penulis	150
Tabel 4.4: Perubahan Awal Waktu Salat Magrib dan Waktu Salat Subuh Tahun 2017 - 2028 M.....	175
Tabel 4.5: Perubahan Awal Waktu Salat Kabupaten Tegal Tahun 2023.....	180

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Posisi Matahari sangat erat kaitannya dengan sebuah kalender. Kalender adalah sebuah sistem untuk mengatur waktu. Sistem kalender sangat penting keberadaannya bagi kehidupan manusia. Tidak adanya sistem kalender di suatu komunitas masyarakat, mengakibatkan kekacauan dalam pengaturan waktu yang terjadi pada komunitas tersebut.¹ Hal ini dapat dibayangkan apabila tidak ada sistem kalender dalam suatu urusan sosial masyarakat atau urusan kenegaraan, maka urusan tersebut tidak beraturan dan saling berbenturan. Sebagai contoh, masyarakat desa A akan mengadakan kegiatan pada tanggal 5 November 2022. Masyarakat akan mengalami kesulitan dan kekacauan untuk memperkirakan pelaksanaan kegiatan apabila tidak memiliki sistem kalender.

Sebuah studi menyatakan bahwa dalam pergaulan internasional sampai saat ini mengenal 40 sistem kalender yang berkembang.² Namun secara umum sistem kalender yang berkembang tersebut diklasifikasikan dalam tiga model mazhab perhitungan kalender³

¹ Muh. Nasiruddin, *Kalender Hijriah Uneversal* (Semarang: El Wafa, 2013), 1.

² Alan Longstaff, *Calendars from Around of The World* (National Maritime Museum, 2005), 3.

³ Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 3.

yakni, *Solar Calendar* (Kalender Matahari)⁴, *Lunar Calendar* (Kalender bulan)⁵, dan *Lunisolar Calendar* (Kalender bulan Matahari)⁶. Tiga model kalender tersebut menjadikan pola pergerakan bulan dan Matahari terhadap Bumi sebagai dasar perhitungannya.

Tidak dapat dipungkiri bahwa kenyataannya dalam aktivitas sehari-hari seluruh peradaban manusia di dunia tetap menggunakan sistem kalender, karena memudahkan manusia dalam menandai dan mengidentifikasi peristiwa serta kejadian yang akan dan telah terjadi, baik dalam urusan pekerjaan, pendidikan, ekonomi, maupun sosial kemasyarakatan.⁷

Kalender Romawi yang telah direformasi menjadi kalender Julian merupakan akar dari Kalender Syamsiah Gregorian yang saat ini digunakan oleh mayoritas penduduk dunia. Reformasi kalender Romawi tersebut terjadi pada tahun 45 SM yang dilakukan oleh Julius Caesar menggunakan panjang satu tahun 365,25 hari dengan bantuan

⁴ Kalender Solar merupakan sistem kalender yang mengacu pada perjalanan Bumi ketika berevolusi terhadap Matahari. Waktu rata-rata yang dibutuhkan Bumi dalam berevolusi adalah 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik. Baca Hambali, 4.

⁵ Kalender Lunar merupakan sistem kalender yang mengacu pada perjalanan bulan ketika berevolusi terhadap Bumi atau mengorbit Bumi. Waktu rata-rata dalam satu periode bulan adalah 29 hari 12 jam 44 menit 3 detik (29.5306), sehingga total periode rotasi bulan mengelilingi bumi adalah 354,3640 hari atau 354^h 8^j 48^m 34^d. Baca Hambali, 13.

⁶ Kalender Luni-Solar merupakan sistem kalender yang mengacu pada pergerakan bulan berdasarkan siklus sinodis bulan dan dalam kurun waktu 19 tahun terdapat 7 tahun yang berjumlah 13 bulan, supaya kalender ini kembali sama dengan panjang siklus tropis Matahari. Baca Ahmad Izzuddin, *Sistem Penanggalan* (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 85.

⁷ Izzuddin, ii.

matematikawan dan astronom Alexandria yang bernama Sosigenes.⁸ Sistem kalender ini selanjutnya dikenal dengan sistem kalender Julian.

Perayaan hari paskah pada tahun 1582 telah menarik perhatian, karena oleh orang-orang Masehi yang biasanya selalu memperingatinya pada hari Minggu pertama setelah bulan purnama atau setelah titik balik musim semi utara (21 Maret),⁹ waktu itu mereka memperingatinya sudah beberapa hari berlalu. Hal tersebut membuat hati Ugo Bougompagni (Paus Gregorius XIII)¹⁰ terketuk untuk melakukan koreksi dan perbaikan terhadap kalender Julian yang dipakai pada saat itu supaya bersesuaian dengan posisi Matahari.

Paus Gregorius XIII kemudian menunjuk Chriptophorus Clavius sebagai pemimpin sebuah komite yang bertanggung jawab untuk mengoreksi Almanak berdasarkan naskah *Novae Restituendi Calendarium* dari Luigi Giglio, seorang astronom di Universitas Perugia.¹¹ Hasil revisinya bahwa Paus Gregorius XIII memerintahkan agar setelah hari Kamis, 4 Oktober 1582 adalah hari Jum'at, 15 Oktober 1582. Paus Gregorius XIII juga menetapkan waktu peredaran

⁸ Ahmad Ghozali, *Irsyād Al-Murīd Ilaā Ma‘rifah ‘Ilm Al-Falāk ‘Alā Raṣd Al-Jadīd* (Sampang: LAFAL, 1436), 55.

⁹ Shofiyullah, *Mengenal Kalender Masehi* (Malang: Pondok Pesantren Miftahul Huda, 2006), 12.

¹⁰ Ugo Baugompagni terlahir dari keluarga terhormat pada tahun 1502 di Bologna. Ia memiliki profesi sebagai Hakim dan dosen di Universitas Bologna. Kemudian tahun 1572 ia juga menjadi pemimpin umat Katolik seluruh dunia. Lihat August Ziggelaar, "The Papal Bull of 1582 Promulgating A Reform of the Calendar," in *Gregorian Reform of The Calendar* (Vatikan: Pontifica Academia Scientiarum, 1983), 201.

¹¹ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 11.

Matahari dalam satu tahun berjumlah 365,2425 hari atau 365^h 5^j 49^m 12^d. Ketentuan tersebut oleh Paus Gregorius XIII disahkan melalui dekret yang berjudul *Calendarium Gregorianum* (kalender Gregorian).¹² Sistem kalender Gregorian (syamsiah) inilah yang digunakan hingga sekarang.

Kalender Syamsiah Gregorian ini terlihat sudah mapan daripada kalender internasional lain yang berkembang di Indonesia, karena dalam hal penentuan awal bulannya tidak ada perselisihan seperti kalender Hijriah. Kemapanan yang tampak seperti saat ini tidaklah dicapai dengan mudah, namun membutuhkan proses dan waktu yang panjang. Meskipun kalender Gregorian ini sudah terlihat mapan dan digunakan oleh mayoritas penduduk dunia¹³, namun masih banyak masyarakat yang tidak mengetahui alasan diadakannya reformasi kalender Gregorian pada tahun 1582, di antaranya masyarakat kabupaten Kudus¹⁴, kabupaten Boyolali¹⁵ dan kabupaten Tegal¹⁶. Hal

¹² Izzuddin, *Sistem Penanggalan*, 76.

¹³ Terdapat 8 negara yang hingga tahun 2023 tidak menggunakan kalender syamsiah Gregorian, yakni Nepal, Thailand, Ethiopia, Israel, Pakistan, India, Jepang dan China. Lihat Erin Craig, “Bagi Banyak Kultur, Tahun Ini Bukan 2023 - Menengok Berbagai Kebudayaan Dengan Kalender Berbeda,” BBC News Indonesia, 2023, [https://www.bbc.com/indonesia/articles/c84epp41ke2o#:~:text=Nepal adalah salah satu dari,Gregorian tidak menjadi kalender nasional.; Kelas Pintar, “Bukan Masehi, 7 Negara Gunakan Kalender Berbeda,” Kelas Pintar, 2022, <https://www.kelaspintar.id/blog/inspirasi/bukan-masehi-7-negara-gunakan-kalender-berbeda-16820/>. Diakses pada tanggal 14 Februari 2023 pukul 21.44 WIB.](https://www.bbc.com/indonesia/articles/c84epp41ke2o#:~:text=Nepal%20adalah%20salah%20satu%20dari%20Gregorian%20tidak%20menjadi%20kalender%20nasional.;%20Kelas%20Pintar,%20%22Bukan%20Masehi,%207%20Negara%20Gunakan%20Kalender%20Berbeda,%22%20Kelas%20Pintar,%202022,%20https://www.kelaspintar.id/blog/inspirasi/bukan-masehi-7-negara-gunakan-kalender-berbeda-16820/)

¹⁴ Wawancara dengan Hasan Mustofa pada hari Senin, 5 September 2022.

¹⁵ Wawancara dengan Suwanto pada hari Sabtu, 10 September 2022.

¹⁶ Wawancara dengan Abdul Ghufron pada hari Selasa, 20 September 2022.

ini dikarenakan minimnya pengetahuan mereka mengenai adanya tahun tropis Matahari (tahun musim) yang menyebabkan perubahan posisi Matahari selalu memendek setiap tahunnya.

Masyarakat juga minim pengetahuannya tentang adanya perubahan gerak semu harian Matahari yang berimplikasi pada data-data astronomis seperti *Equation of Time* dan deklinasi Matahari dalam perhitungan awal waktu salat. Adanya pergerakan semu harian Matahari dari utara ke selatan atau dari selatan ke utara tersebut menyebabkan terjadinya perubahan awal waktu salat yang dirasakan oleh masyarakat setiap hari. Awal waktu salat hari ini berbeda dengan hari kemaren, awal waktu salat esok hari tidak akan sama dengan hari ini, begitu seterusnya. Tidak kemudian seolah-olah awal waktu Zuhur selalu pukul 12.00, awal waktu salat Asar selalu pukul 15.30 seperti yang dilakukan oleh masyarakat desa Getasan kabupaten Semarang.¹⁷

Problem yang terjadi di masyarakat juga tidak sedikit yang masih menggunakan jadwal waktu salat abadi. Padahal terdapat siklus 4 tahunan kalender Syamsiah, 3 tahun basitoh dan 1 tahun kabisat, sehingga pada saat tahun kabisat tanggal 1 Maret akan mundur 1 hari. Meskipun menggunakan kata “abadi” sejatinya jadwal waktu salat tidak lah abadi, karena jadwal waktu salat ini tidak akan bisa dimanfaatkan dalam waktu yang panjang.

Beberapa contoh jadwal waktu salat abadi atau sepanjang masa atau selama-lamanya yang beredar di tengah-tengah masyarakat

¹⁷ Wawancara dengan Bapak Arifin melalui chat WhatsApp pada 24 Agustus 2022.

antara lain jadwal waktu salat untuk selama-lamanya yang dihitung oleh Arius Syaikhi Payakumbuh untuk daerah Bandar Lampung, Teluk Betung, Tanjung Karang, Metro, Panjang, Manggala dan untuk daerah-daerah di pulau Kalimantan serta Sumatera Barat. Beberapa masjid yang berada di kabupaten dan kota provinsi Lampung, jadwal waktu salat ini sudah diprogram ke jam digital. Seperti di masjid Al-Wasi'i Kampus Universitas Lampung, masjid Al-Furqon Kota Bandar Lampung dan masjid Agung Istiqlal Bandarjaya Lampung Tengah.¹⁸

Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh Moch. Riza Fahmi menyebutkan bahwa terdapat jadwal waktu salat sepanjang masa yang masih digunakan sampai sekarang oleh pengurus-pengurus masjid dan surau di kota Pontianak dan masyarakat Kalimantan Barat, jadwal ini dibuat oleh H. Abdurrani Mahmud sekitar tahun 1970.¹⁹ Abu Muhammad Isa Mulieng juga menyusun jadwal waktu sembahyang untuk selama-lamanya pada sekitar tahun 1984. Jadwal ini juga masih diberlakukan hingga saat ini sebagai pedoman waktu salat bagi masyarakat Aceh Utara dan sekitarnya.²⁰

Berdasar penelusuran penulis, di Jawa Tengah juga ada masjid dan masyarakat yang masih menggunakan jadwal waktu salat abadi.

¹⁸ Jayusman, "Jadwal Waktu Salat Abadi," *Jurnal Khatulistiwa* 3, no. 1 (2013): 51–70; Ahmad Fauzan Najmi, "Studi Analisis Terhadap Jadwal Waktu Salat Abadi Di Lampung" (UIN Walisongo Semarang, 2019), 48-49.

¹⁹ Moch. Riza Fahmi, "Studi Komparasi Jadwal Salat Sepanjang Masa H . Abdurrani Mahmud Dengan Hisab Kontemporer," *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 565–590.

²⁰ Ismail & Husnaini, "Aktualisasi Jadwal Salat Sepanjang Masa Abu Muhammad Isa Mulieng Aceh," *Islamic Review: Jurnal Riset Dan Kajian Keislaman* 10, no. 1 (2021): 93–110, <https://doi.org/10.35878/islamicreview.v10i1.245>.

Seperti halnya di Masjid Agung Kendal, untuk acuan masuknya awal waktu salat yang masih menggunakan jadwal salat abadi. Jadwal waktu salat tersebut dihisab oleh KH. Ahmad Dahlan al-Falaky pada tahun 1323 H untuk kota Semarang. Selain itu, pada tahun 2016 terdapat Dewan Masjid Indonesia (DMI) kabupaten Batang yang menerbitkan jadwal waktu salat abadi kemudian menyebar luas ke seluruh masjid di wilayah kabupaten Batang. Salah satunya masyarakat desa Pranten kecamatan Bawang kabupaten Batang yang menyandarkan awal waktu salat dengan jadwal waktu salat abadi terbitan DMI kabupaten Batang yang tertempel di dinding tembok masjid. Jadwal waktu salat abadi ini dihitung oleh KH. Slamet Hambali dengan mengambil data *equation of time* dan deklinasi Matahari pada tahun 2026 sebagai acuan perhitungannya dan memiliki masa berlaku selama 20 tahun sampai tahun 2036.²¹

Kemudian terdapat juga jadwal waktu salat abadi dengan titik koordinat kecamatan Slawi kabupaten Tegal yang tertempel di salah satu rumah masyarakat desa Harjosari Lor kecamatan Adiwerna kabupaten Tegal, yakni rumah bapak Abdul Ghufron. Ironisnya jadwal waktu salat ini tidak diketahui siapa yang menghitung, ia mendapat jadwal waktu salat abadi tersebut dari majlis taklim pada tahun 2018. Menurutnya, jadwal waktu salat abadi ini dapat mempermudah mengetahui awal waktu salat setiap hari sepanjang tahun, sehingga ia

²¹ Nur Hafidhin, “Studi Analisis Keakuratan Jadwal Waktu Shalat Abadi Terbitan Dewan Masjid Indonesia (DMI) Kabupaten Batang Untuk Desa Pranten Kecamatan Bawang Kabupaten Batang” (UIN Walisongo Semarang, 2021), 81.

masih memanfaatkan jadwal waktu salat tersebut hingga saat ini.²² Selain itu, di Masjid Agung Kabupaten Tegal juga tertempel jadwal waktu salat abadi yang masih dimanfaatkan untuk mengetahui awal waktu salat setiap harinya.²³

Masyarakat umum menganggap bahwa adanya jadwal salat ini menjadi penting, karena dengan adanya jadwal waktu salat mereka dapat dengan mudah melaksanakan salat dalam kondisi apa pun dan di mana pun berada. Kondisi cuaca mendung bahkan hujan tidak menjadi penghalang untuk melaksanakan salat tepat waktu apabila jadwal waktu salat tersedia di rumah maupun di masjid. Namun yang menjadi problem adalah apabila jadwal waktu salat yang digunakan ternyata tidak sesuai dengan waktu salat yang sebenarnya.²⁴

Studi tentang perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat ini didasarkan pada suatu argumen bahwa masyarakat belum memahami betul mengenai adanya tahun tropis Matahari yang mengakibatkan terjadinya reformasi kalender Syamsiah dan belum memahami betul pengaruh adanya perubahan pergerakan posisi Matahari yang menyebabkan perubahan awal waktu salat setiap harinya.

²² Wawancara via telepon WA dengan bapak Abdul Ghufron pada hari Senin, 8 Agustus 2022 pukul 12.25 WIB.

²³ Wawancara dengan Husni Faqih selaku ahli Falak sekaligus *hasib* jadwal waktu salat abadi Masjid Agung Kabupaten Tegal pada hari Selasa, 20 September 2022.

²⁴ Ismail & Husnaini, “Aktualisasi Jadwal Salat Sepanjang Masa Abu Muhammad Isa Mulieng Aceh,” *Islamic Review: Jurnal Riset Dan Kajian Keislaman* 10, no. 1 (2021): 93–110.

Apabila tahun Syamsiah pada tahun 1582 tidak direformasi, maka sampai dengan tahun 2022 terdapat selisih 13 hari dengan tahun tropis Matahari. Hal ini tentu akan menyebabkan pergeseran awal waktu salat sampai beberapa menit, sehingga reformasi kalender Syamsiah ini dilakukan supaya bersesuaian dengan alam. Mengingat dalam penentuan waktu-waktu ibadah salat tersebut sangat erat kaitannya dengan posisi Matahari yang tidak lepas dari sebuah sistem kalender.

Selain itu data astronomis Matahari yang digunakan dalam perhitungan waktu salat pun harus sesuai. Apabila menghitung awal waktu salat tanggal 1 Maret 2022, maka data astronomis Matahari yang digunakan juga tanggal 1 Maret 2022, sehingga tidak memunculkan selisih detik bahkan sampai menit pada awal waktu salat. Apalagi saat memasuki bulan Ramadan, selisih satu menit pada awal waktu Maghrib sangat berarti bagi para kaum muslim yang ingin mendapatkan kesunnahan dari berbuka puasa.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan menganalisis perubahan posisi Matahari menjadi suatu penelitian ilmiah disertasi dengan judul **“Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah dan Variasi Waktu Salat”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penulis mengerucutkan dua inti pertanyaan yang akan diulas dalam penelitian ini, yakni:

1. Bagaimana perubahan posisi Matahari menjadi dasar reformasi kalender Syamsiah dan penentuan waktu salat di berbagai kondisi?
2. Mengapa terjadi perubahan posisi Matahari yang berdampak pada tahun tropis Matahari?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan atas pembahasan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan dan mendeskripsikan perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan penentuan waktu salat.
2. Menjelaskan dan mendeskripsikan alasan adanya perubahan posisi Matahari.

Adapun beberapa manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih dan kontribusi keilmuan yang bisa memperkaya khazanah keilmuan Islam khususnya di bidang Ilmu Falak.
2. Memberikan pemahaman tentang adanya reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat.
3. Menjadikan karya ilmiah ini sebagai sumber rujukan dan informasi bagi khalayak umum. baik pencinta Ilmu Falak, akademisi, peneliti dan praktisi di kemudian hari.

D. Kajian Pustaka

Penelitian tentang sistem kalender dan waktu salat semakin berkembang di Indonesia bahkan di dunia internasional. Dalam rangka mempertegas pentingnya penelitian ini dan mengetahui celah yang belum dibahas oleh penelitian terdahulu, maka penting untuk menelusuri relevansi penelitian terdahulu dengan penelitian ini. Berdasarkan penelusuran penulis, belum ditemukan satupun karya tulis ilmiah yang secara khusus mengkaji tentang kajian posisi Matahari yang menjadi dasar reformasi kalender Masehi dan variasi jadwal salat. Adapun karya tulis ilmiah dan penelitian yang mempunyai relevansi dengan penelitian kajian posisi Matahari yang menjadi dasar reformasi kalender Masehi dan variasi jadwal salat ini adalah sebagai berikut:

Pertama, Penelitian yang berjudul “*Penanggalan Mesir Kuno*” oleh Ridho Kimura Soderi.²⁵ Penelitian tersebut menyatakan bahwa Mesir merupakan peradaban pertama yang menggunakan sistem kalender dan menjadikan peristiwa alam sebagai acuan kalender. Sistem kalender Mesir kuno menggunakan acuan dari sistem kalender Julian dan Gregorian. Mesir membagi 3 (tiga) musim dalam setiap tahunnya, dalam 1 (satu) musim terdapat 4 (empat) bulan dalam sistem penanggalannya. Mesir juga merupakan negara pertama yang membagi hari dalam 24 jam, 12 jam untuk waktu malam dan 12 jam sisanya untuk waktu siang. Terdapat beberapa perbedaan pendapat

²⁵ Ridho Kimura Soderi, “Penanggalan Mesir Kuno,” *Jurnal Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018): 242–252.

mengenai awal lahirnya kalender Mesir kuno ini, karena tidak ada satu orang pun yang mengetahui secara konkret kapan awal kalender Mesir kuno ini muncul. Artikel ini hanya membahas mengenai kalender Mesir Kuno dan tidak membahas mengenai kalender Masehi.

Kedua, penelitian dalam Jurnal Al-Ahkam yang berjudul “*Implementasi Titik Koordinat Tengah Kabupaten atau Kota dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat*” yang dilakukan oleh Moelki Fahmi Ardliansyah. Penelitian ini membahas mengenai persoalan penentuan jadwal waktu salat ditinjau dari lintang dan bujur geografis suatu kota atau kabupaten. Dalam penelitiannya ditemukan bahwa jadwal waktu salat bisa diterapkan di satu kabupaten atau kota ketika menggunakan titik koordinat tengah kabupaten atau kota. Jadwal waktu salat belum tentu bisa diterapkan di satu kabupaten atau kota ketika tidak menggunakan data titik koordinat tengah, apalagi jika selisihnya lebih dari $0,5^{\circ}$ dan posisinya berada di sebelah timur dan selatan dari titik koordinat tengah, tentu akan menjadi problem tersendiri dalam hisab awal waktu salat.²⁶ Artikel ini sama sekali tidak menyinggung perubahan posisi Matahari, namun hanya memfokuskan pada data titik koordinat yang digunakan sebagai data untuk perhitungan awal waktu salat.

Ketiga, artikel ilmiah oleh Nailur Rahmi yang termuat dalam Jurnal Ilmiah Syari’ah dengan judul “*Penyatuan Zona Waktu dan*

²⁶ Moelki Fahmi Ardliansyah, “Implementasi Koordinat Tengah Kabupaten Atau Kota Dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat,” *Jurnal Al-Ahkam* 27, no. 2 (2017): 213–235.

Pengaruhnya terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat".²⁷ Di dalam artikel tersebut dijelaskan mengenai perubahan awal waktu salat di zona waktu yang berbeda, dengan hanya menambahkan dan mengurangi awal waktu shalat yang telah dihitung. Berbeda dengan penelitian penulis yang memfokuskan pada perubahan posisi Matahari yang menyebabkan pergeseran awal waktu salat.

Keempat, pada jurnal Al-Ahkam dengan judul “*Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*” oleh Slamet Hambali.²⁸ Sejak dahulu kala, Matahari telah menjadi objek benda langit yang sering dikaji. Salah satu pengkajinya adalah Nicolas Copernicus yang memperkenalkan teori bahwa Matahari sebagai pusat tata surya (teori Heliosentris). Matahari memang menjadi objek kajian yang penting dalam sistem kalender Matahari, namun tidak mendetail membahas tentang perubahan posisi Matahari yang dijadikan dasar sebagai reformasi kalender Syamsiah.

Kelima, artikel jurnal yang termuat di Jurnal Ilmiah al-Syir'ah dengan judul “*Penentuan Awal Waktu Salat*” oleh A. Frangky Soleiman.²⁹ Artikel tersebut hanya dijelaskan bahwa dalam kaidah Ilmu Falak, posisi Matahari pada *manzilah* tertentu dapat dijadikan data untuk perhitungan awal waktu salat. Atau juga bisa menggunakan

²⁷ Nailur Rahmi, “Penyatuan Zona Waktu Dan Pengaruhnya Terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat,” *JURIS: Jurnal Ilmiah Syariah* 13, no. 1 (2014): 75–83, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31958/juris.v13i1.1130>.

²⁸ Slamet Hambali, “Astronomi Islam Dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus,” *Jurnal Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Hukum Islam* 23, no. 2 (2013): 225–236.

²⁹ A. Frangky Soleiman, “Penentuan Awal Waktu Salat,” *Jurnal Ilmiah Al-Syir'ah* 9, no. 2 (2011): 1–14.

bayang-bayang Matahari sebagai penanda masuknya waktu-waktu salat yang berpedoman kepada *Civil twilight*, *Nautical twilight*, dan *Astronomical twilight*. Tidak menjelaskan mengenai pergeseran awal waktu salat yang terjadi apabila tidak tepat dalam pengambilan data-data astronomis Matahari.

Keenam, artikel yang ditulis oleh Moedji Raharto yang berjudul “*Tinjauan Reformasi Kalender Surya*” dalam Prosiding Seminar Sehari Astronomi.³⁰ Dalam artikel tersebut, dijelaskan mengenai sejarah kalender Masehi dan usulan-usulan para astronom untuk pembaruan kalender Masehi Gregorian, seperti Jean Baptiste Joseph Delambre, E.R. Hope, Caesar Emiliani, dan Peter A. Peck. Hal ini pun masih dalam sebatas bahasan singkat mengenai usulan dadasan reformasi kalender Masehi Gregorian, tidak membahas mengenai proses reformasi kalender Syamsiah (Julian) ke Gregorian.

Ketujuh, tulisan Thomas Djamaluddin dengan judul “*Peran Penting Almanak Astronomi di Masyarakat*” yang termuat dalam Prosidings Seminar Sehari Astronomi.³¹ Artikel ini menjelaskan bahwa dalam penentuan jadwal salat, data astronomi dipakai sepenuhnya, seperti data *equation of time* dan deklinasi Matahari. Almanak astronomi ini juga dijadikan sebagai acuan dalam penentuan kalender Hijriyah, terutama dalam penentuan awal Ramadan, Syawal,

³⁰ Moedji Raharto, “Tinjauan Reformasi Kalender Surya,” in *Prosiding Seminar Sehari Astronomi* (Bandung: Jurusan Astronomi ITB-Himpunan Astronomi Indonesia, 1995), 241–47.

³¹ Thomas Djamaluddin, “Peran Penting Alamanak Astronomi Di Masyarakat,” in *Makalah Seminar Sehari Astronomi* (Bandung: Jurusan Astronomi ITB-Himpunan Astronomi Indonesia, 1995), 77–85.

dan Zulhijah. Dalam artikel ini tidak dijelaskan secara eksplisit mengenai problematika yang sebenarnya terjadi terkait perubahan posisi Matahari yang sangat berpengaruh terhadap data-data Matahari untuk keperluan data dalam perhitungan awal waktu salat.

Kedelapan, artikel jurnal yang berjudul “*Calender from Around of The World*” karya Alan Longstaff³² menjelaskan tentang macam-macam kalender yang telah berkembang di seluruh dunia. Salah satu dalam pembahasannya adalah Kalender India yang disebut sebagai penanggalan hasil adopsi dari penanggalan Bali. Artikel ini juga mengklasifikasikan kalender menjadi tiga jenis, yaitu, 1) Kalender Surya, 2) Kalender Bulan, dan 3) Kalender Bulan-Surya, namun tidak membahas mengenai perubahan posisi Matahari yang menjadi dasar reformasi kalender Syamsiah.

Kesembilan, penelitian Muhajir dalam jurnal yang berjudul “*Awal Waktu Shalat Telaah Fiqh dan Sains*”. Tulisan ini membahas perspektif fikih dan sains mengenai awal waktu salat di daerah normal dan wilayah yang memiliki lintang tinggi hingga ke kutub Bumi. Temuan yang dapat diketahui dari tulisan tersebut bahwa penentuan awal dan akhir waktu salat merupakan hasil ijtihad dari para ulama fikih dalam menginterpretasikan ayat-ayat al-Qur’an maupun hadis, sehingga memunculkan perbedaan di kalangan para ulama fikih dalam memulai dan mengakhiri waktu salat. Perbedaan ini juga berimplikasi pada data ketinggian Matahari yang dijadikan tanda

³² Longstaff, *Calendars from Around of The World*.

masuk dan berakhirnya waktu salat dalam perspektif sains.³³ Penelitian ini tidak mengupas perubahan posisi Matahari yang menyebabkan pergeseran awal waktu salat.

Kesepuluh, tulisan yang berjudul “*Waktu Salat: Pemaknaan Syar’i ke dalam Kaidah Astronomi*” karya Dahlia Haliah Ma’u. Tulisan ini menjelaskan tentang kaedah astronomi yang berperan dalam menginterpretasikan fenomena harian Matahari sebagai penanda batasan-batasan waktu salat. Secara garis besar terdapat kesimpulan tentang relevansi antara penafsiran astronomi terhadap landasan syar’i dalam menentukan waktu salat. Namun terdapat koreksi terhadap waktu Zuhur supaya menggunakan ikhtiyat 4 menit dan rumus waktu Asar menggunakan $\cotg h_a = \text{tg} (zm+2)$.³⁴ Meskipun penelitian ini menyinggung peristiwa Matahari sebagai penanda waktu salat, namun sama sekali tidak menerangkan pergeseran waktu salat yang terjadi dari akibat perubahan posisi Matahari.

Dari paparan di atas, terlihat bahwa belum ada satu pun pembahasan tentang perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat. Inilah yang penulis jadikan sebagai fokus kajian dalam penelitian ini.

E. Kerangka Teori

Penelitian ini dibangun di atas dua kerangka teoritik, yaitu:

³³ Muhajir, “Awal Waktu Shalat Telaah Fiqh Dan Sains,” *Madinah: Jurnal Studi Islam* 6, no. 1 (2019): 39–50.

³⁴ Dahlia Haliah Ma’u, “Waktu Salat: Pemaknaan Syar’i Ke Dalam Kaidah Astronomi,” *Jurnal Hukum Islam* 14, no. 2 (2015): 269–285.

1. Teori Integrasi Sains dan Agama

Bagian penting pada kehidupan manusia adalah Sains dan Agama. Keragaman sejarah kehidupan umat manusia juga tidak terlepas dari dua entitas yaitu Sains dan agama. Keduanya berperan penting dalam membangun peradaban. Bagi manusia, Sains merupakan ilmu pengetahuan yang dikembangkan hampir sepenuhnya berdasarkan akal dan pengalaman dunia secara empiris serta telah memberikan kemajuan dunia dengan berbagai penemuan gemilang.³⁵ Sedangkan agama bagi manusia adalah sebuah petunjuk dan pedoman bagi pemeluknya yang percaya dan meyakiniinya. Setiap manusia mempunyai kefitrahan yang melekat pada diri sendiri, diantaranya adalah fitrah agama, fitrah suci, fitrah kebenaran, fitrah kasih sayang hingga fitrah berakhlak.³⁶ Eksistensi sains untuk agama memberikan peranan sebagai penguat dan pengukuh agama bagi pemeluknya. Hal ini dikarenakan sains dapat menjelaskan rahasia di alam semesta dan seisinya. Sehingga dengan memahami sains pelaksanaan ibadah dan muamalah akan lebih khidmat dan khusyuk.³⁷

Perkembangan sains selalu mengikuti perkembangan zaman, sedangkan agama adalah ajaran yang tetap tidak berubah.

³⁵ Jendri, "Hubungan Sains Dan Agama Perspektif Pemikiran Ian G Barbour," *Tajdid* 18, no. 1 (2019): 57–78; Nanat Fatah Natsir dan Erni Haryanti Fitri Meliani, "Sumbangan Pemikiran Ian G. Barbour Mengenai Relasi Sains Dan Agama Terhadap Islamisasi Sains," *JHIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 4, no. 7 (2021): 673–688.

³⁶ Maksudin, *Paradigma Agama Dan Sains Nondikotomik* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2013), 1.

³⁷ Maksudin, 2.

Keduanya jika disatukan akan terjadi gesekan yang terus menerus apabila terjadi perubahan dilain zaman. Masalah secara umum adalah tentang memahami hal yang tidak berubah (agama) namun dalam konteks sains yang selalu berubah secara terus menerus mengikuti perkembangan zaman. Pandangan yang kurang tepat ketika memaknai hakikat agama dan sains akan menimbulkan pertentangan seperti halnya di dunia Barat sejak abad lalu. Doktrin agama, memberikan pola kehidupan yang cakupannya lebih luas. Sedangkan sains, tidak bisa mengungkapkan sesuatu yang luas melebihi pengalaman manusia.³⁸ Agama dan sains menurut Kenneth sebagaimana dikutip Nasser memiliki metode sendiri-sendiri.³⁹ Metode ini akan menjadi tajam apabila dibahas oleh ahlinya, yaitu para ilmuwan dan juga para teolog seperti Ian G. Barbour.

Sains dan agama merupakan satu kesatuan yang memiliki kedudukan sama kuat dan saling mempengaruhi satu sama lain. Artinya, selama sains dan agama tidak ada perdebatan-perdebatan, sains dapat dijadikan bukti kebenaran agama. Namun akan menjadi permasalahan apabila agama dan sains terjadi pertentangan dan perdebatan yang bersebrangan.

³⁸ Vita Fitria dan Haekal Adha Al Giffari, "The Language of Science and Religion: An Approach to Understand the Encounter between Science and Religion According to Ian G. Barbour," *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum* 21, no. 1 (2021): 55–68.

³⁹ Dkk Nasser, Asep Aziz, "Sistem Penerimaan Siswa Baru Berbasis Web Dalam Meningkatkan Mutu Siswa Di Era Pandemi," *Biomatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* 7, no. 1 (2021): 100–109.

Teori Sains dan agama ini dikemukakan oleh Ian Graeme Barbour. Ia terlahir dari pasangan seorang ayah ahli geologi asal Skotlandia dan seorang ibu asal Amerika pada tanggal 5 Oktober 1923 di Beijing. Ayah Barbour yang dikenal sebagai ahli geologi, juga dikenal sebagai seorang misionaris yang sering melakukan dakwah di Beijing. Pada tahun 1940 Barbour memulai pendidikannya dengan menjadi mahasiswa engineer di Swarthmore College. Namun karena rasa keingintahuannya terhadap teori-teori dan eksperimen yang ada di dalam ilmu fisika, kemudian ia berpindah fokus keilmuan dari bidang engineer ke bidang fisika. Barbour dinyatakan lulus S-1 dari Swarthmore College saat berusia 20 tahun.⁴⁰

Kemudian Barbour melanjutkan S-2 di Universitas Duke dan meraih gelar Ph.D. dalam bidang fisika dari Universitas Chicago pada tahun 1949. Energi tinggi adalah bidang fisika yang pertama dia ambil. Setelah beberapa tahun dia mengajar fisika, Barbour tertarik untuk mengkaji persoalan-persoalan agama dan filsafat. Dengan demikian menjadikan dia bersekolah lagi dibidang filsafat dan etika di Universitas Yale, hingga pada tahun 1956 berhasil mendapatkan ijazah Teologi.⁴¹

⁴⁰ Ian G. Barbour, *Juru Bicara Tuhan: Antara Sains Dan Agama*. Terj. E R Muhammad (Bandung: Mizan, 2002), 23; Waston, “Hubungan Sains Dan Agama: Refleksi Filosofis Atas Pemikiran Ian G Barbour,” *PROFETIKA: Jurnal Studi Islam* 15, no. 1 (2014): 76–89.

⁴¹ Barbour, *Juru Bicara Tuhan: Antara Sains Dan Agama*. Terj. E R Muhammad, 23-24; Selvia Santi, “Relasi Agama Dan Sains Menurut Seyyed Hossein Nasr Dan Ian G Barbour,” in *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 2018, 171–176.

Pemikiran Ian G. Barbour tentang sains dan agama dapat dilihat dari karya fenomenalnya yakni buku yang berjudul *Religion in an Age of Science*⁴², *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues*⁴³ dan *When Science Meets Religion*⁴⁴. Buku yang diterjemahkan dalam bahasa Indonesia adalah judul yang ketiga oleh E. R. Muhammad dan diterbitkan oleh penerbit Mizan menjadi “*Juru bicara Tuhan: antara sains dan agama*”⁴⁵. Terdapat empat tipologi yang coba Barbour peta-petakan. Keempat tipologi ini memberikan penawaran secara langsung untuk mengintegrasikan anantara agama dan sains, yaitu konflik, independensi, dialog dan integrasi.⁴⁶

Dalam tipologi yang terakhir, Barbour membagi tiga versi untuk mengintegrasikan sains dan agama, yakni: (1) *natural theology*, (2) *theology of nature*, dan (3) *systematic synthesis*. Penulis mengambil versi ketiga dalam penelitian ini, yakni *systematic synthesis*. Versi ketiga tersebut merupakan integrasi yang dapat diaplikasikan untuk memberi arah baru bagi dunia yang lebih sistematis dan koheren.⁴⁷ Sains menyajikan data-data

⁴² Ian G. Barbour, *Religion in an Age of Science* (San Francisco: HarperSanFrancisco, 1990).

⁴³ Ian G. Barbour, *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues* (San Francisco: HarperSanFrancisco, 1997).

⁴⁴ Ian G. Barbour, *When Science Meets Religion* (San Francisco: HarperSanFrancisco, 2000).

⁴⁵ Barbour, *Juru Bicara Tuhan: Antara Sains Dan Agama*. Terj. E R Muhammad.

⁴⁶ Barbour, *When Science Meets Religion*, 5–7.

⁴⁷ Barbour, *Juru Bicara Tuhan: Antara Sains Dan Agama*. Terj. E R Muhammad, 94.

astronomis dan agama berbicara mengenai perayaan paskah dan waktu salat, sehingga keduanya tersebut harus terintegrasi dengan baik. Secara sederhananya, versi ketiga ini merumuskan pandangan baru tentang sains dan agama untuk memberikan kontribusi yang lebih. Melalui mekanisme ini, sains dan agama dapat memberikan paradigma yang bisa dianggap sebagai alternatif.

2. Teori Hisab astronomi

Teori berikut berkaitan dengan teori sistem kalender berdasarkan siklus astronomi dan teori hisab awal waktu salat.

a. Teori Klasifikasi Sistem Kalender⁴⁸

- 1) Kalender yang didasarkan pada pergerakan Bumi mengelilingi Matahari yang dinamakan *Solar System Calendar* (Sistem Kalender Matahari).
- 2) Kalender yang didasarkan pada perjalanan bulan mengelilingi Bumi atau mengikuti fase bulan. Kalender ini disebut *Lunar System Calendar* (sistem Bulan).
- 3) Kalender yang didasarkan pada perjalanan Bulan dan Matahari secara bersamaan yang dikenal dengan *Luni-Solar System Calendar* (sistem Matahari Bulan).

b. Teori Hisab Awal Waktu Salat

⁴⁸ Alexander Philip, *The Calendar: Its History, Structure and Improvement* (London: Cambridge University Press, 1921), 6–7, <https://archive.org/details/calendaritshisto00philuoft/page/n8>.

Rekam proses untuk mengetahui awal waktu salat diupayakan selalu mempertimbangkan dan memperhatikan hal-hal berikut:

- 1) Rumus atau algoritma perhitungan awal waktu salat mengikuti aturan baku standarisasi hisab rukyah yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia;
- 2) Menjadikan titik koordinat sosial religius kota atau kabupaten sebagai data dalam menghitung awal waktu salat;⁴⁹
- 3) Memberlakukan jadwal waktu salat untuk satu kota atau kabupaten. Tidak perlu membuat jadwal waktu salat untuk setiap kecamatan maupun setiap desa;
- 4) Waktu *ihhtiyat* yang disepakati. Dengan menggunakan waktu *ihhtiyat* sebagai langkah pengaman dan kehati-hatian yang bertujuan agar waktu salat dalam satu daerah tidak mendahului awal waktu salat atau melampaui batas akhir waktu salat. Penggunaan *ihhtiyat* tersebut dengan cara mengurangi atau menambah waktu salat. Selain itu bisa menggunakan cara dengan membulatkan angka satuan detik menjadi satu menit. Dalam hal ini, mulai tahun 1979 Kementerian Agama RI berkiblat kepada Saadoedin Djambek dalam penggunaan waktu *ihhtiyat*, yang

⁴⁹ Data titik koordinat tengah kabupaten atau kota ini dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) yang mulai disosialisasikan pada tanggal 1 Oktober 2013.

menganggap waktu *ihhtiyat* 2 menit sudah cukup untuk memberi pengaman.⁵⁰

Saat menyusun jadwal waktu salat harus memperhatikan aspek astronomis posisi Matahari. Pergerakan harian Matahari dari terbit sampai terbenam dan sampai Matahari terbit lagi itu tidak sebenarnya melainkan karena adanya rotasi Bumi, sehingga disebut dengan gerak semu Matahari. Disisi lain, Matahari juga melakukan gerak semu tahunan ke arah timur dalam kurun waktu 365,2425 hari atau $365^h 5^j 49^m 12^d$ dan posisi Matahari juga tidak tepat pada equator langit, yang memiliki selisih kemiringan $23^\circ 27'$, sehingga setiap hari posisi Matahari selalu berubah (deklinasi Matahari) dan menyebabkan awal waktu salat tidak sama dengan hari-hari sebelumnya⁵¹

Selain hal di atas, *equation of time* juga menjadi faktor penyebab awal waktu salat setiap harinya tidak sama. *Equation of time* atau perata waktu ini merupakan selisih waktu antara waktu Matahari rata-rata (pertengahan) dengan waktu hakiki. Waktu hakiki tersebut berdasarkan pada rotasi bumi yang tidak selalu 24 jam, tetapi waktu yang kita pakai menggunakan waktu rata-rata (pertengahan), sehingga perlu adanya penyesuaian waktu. Selisih tersebut dikarenakan garis edar revolusi Bumi terhadap Matahari berbentuk elips. Suatu saat Bumi berada pada

⁵⁰ Depag RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Salat Sepanjang Masa* (Jakarta: Depag RI, 1985), 37–39.

⁵¹ Soleiman, “Penentuan Awal Waktu Salat.”

posisi terdekat dengan Matahari (perihelium) dan pada saat yang lain Bumi berada pada posisi terjauh dengan Matahari (aphelium), sehingga nilai *equation of time* setiap harinya dinamis.⁵²

Aspek astronomis posisi Matahari yang menjadi data untuk menghitung awal waktu salat selanjutnya adalah sudut waktu Matahari. Sudut waktu Matahari merupakan busur sepanjang lingkaran harian Matahari yang dihitung dari titik zenit sampai pada posisi Matahari berada. Nilai atau harga sudut waktu Matahari yakni 0° sampai 180° , bernilai positif apabila setelah kulminasi atas dan bernilai negatif apabila sebelum kulminasi. Ketika Matahari berada di titik kulminasi atas, sudut waktu Matahari bernilai 0° . Sedangkan ketika Matahari berada di titik kulminasi bawah, sudut waktu Matahari bernilai 180° .⁵³

F. Metode Penelitian

1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang dipilih adalah penelitian kepustakaan (*library research*)⁵⁴ dengan menggunakan metode kualitatif yang

⁵² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2007), 69.

⁵³ Khazin, 83.

⁵⁴ Penelitian kepustakaan merupakan penelitian yang banyak menggunakan buku, artikel ilmiah, dokumen, dan catatan sebagai sumber penelitian. Baca Bungaran Antonius Simanjuntak dan Soedjito Sosrodihardjo, *Metode Penelitian Sosial* (Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2009), 8; Nyoman Kutha Ratna, *Metodologi Penelitian: Kajian Budaya Dan Ilmu Sosial Humaniora Pada Umumnya* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010), 244.

fokus mengkaji studi pustaka terkait dengan kalender Masehi, baik dari aspek sejarahnya maupun terkait perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat di berbagai kondisi. Metode analisis pada penelitian ini menggunakan analisis interaktif Miles dan Huberman. Analisis interaktif terdiri dari tiga komponen utama, yaitu reduksi data, penyajian data dan verifikasi atau penarikan kesimpulan. Ketiga komponen tersebut merupakan kegiatan pengumpulan data baik sebelum, selama maupun sesudah pengumpulan data dalam bentuk yang sejajar untuk memberikan gambaran umum.⁵⁵

Dalam penelitian ini akan mencari dan mengidentifikasi dengan menggunakan sudut pandang historis tentang sejarah reformasi sistem kalender Syamsiah. Selanjutnya mengetahui seluruh informasi aspek astronomis tentang perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat di berbagai kondisi.

Selain itu, penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif karena tujuannya adalah untuk menyampaikan secara naratif supaya memahami secara utuh tentang objek pembahasan.⁵⁶ Penelitian deskriptif ini berupaya untuk mendeskripsikan dan menginterpretasikan terkait hubungan atau kondisi yang ada, proses yang sedang berlangsung, pendapat yang sedang

⁵⁵ Basrowi dan Suwandi, *Memahami Penelitian Kualitatif* (Jakarta: Rineka Cipta, 2008), 209–210.

⁵⁶ Ratna, *Metodologi Penelitian: Kajian Budaya Dan Ilmu Sosial Humaniora Pada Umumnya*, 336.

berkembang, efek atau akibat yang terjadi.⁵⁷ Dalam penelitian ini diuraikan sejarah awal perkembangan kalender Masehi, faktor penyebab reformasi kalender Syamsiah (Julian), dan diuraikan mengenai perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah serta variasi waktu salat di berbagai kondisi.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pendekatan *historis-astronomis*, yaitu sejarah dan astronomi sebagai sebuah konsekuensi metodologis dalam mengungkap peristiwa atau kejadian yang telah berlalu.⁵⁸ Sejarah bukan hanya digunakan sebagai data, tetapi juga sebagai pendekatan yang digunakan untuk menjelaskan rumusan, proses dan perkembangan kalender Syamsiah. Sementara pendekatan astronomis digunakan untuk menjelaskan dan menganalisis perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah. Pendekatan astronomis juga menawarkan suatu pendekatan dalam menafsirkan fenomena harian Matahari sebagai penanda batasan-batasan waktu salat dalam bentuk posisi Matahari yang dibangun dalam sistem koordinat horizon.⁵⁹

⁵⁷ Sumanto, *Teori Dan Aplikasi Metode Penelitian* (Yogyakarta: Center of Academic Publishing Service, 2014), 179.

⁵⁸ Muhammad Syukri Albani Nasution Faisar Ananda Arfa, Syarifuddin Syam, *Metode Studi Islam: Jawa Tengah Mencari Islam* (Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2015), 133–134.

⁵⁹ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi, Telaah Hisab-Rukyat Dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya* (Bandung: Kaki Langit, 2005), 137.

2. Sumber Data

Sumber data yang penulis gunakan dalam penelitian perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan Variasi waktu salat ini terdiri dari 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder.⁶⁰ Sumber data primer merupakan data yang relevan dengan pokok bahasan penelitian.⁶¹

Sumber data primer dalam penelitian ini adalah data astronomis Matahari yang berupa deklinasi Matahari dan *equation of time* yang bisa didapatkan dari buku Ephemeris Kemenag RI 2022⁶² dan *software* Winhisab Kementerian Agama RI untuk mencari data deklinasi Matahari dan *equation of time* pada tahun yang lampau dan akan datang. Namun dalam disertasi ini untuk mempermudah membuat grafik perubahan deklinasi Matahari, *equation of time* dan awal waktu salat, penulis menggunakan algoritma Jean Meuss⁶³ dan algoritma perhitungan waktu salat yang kemudian diolah dalam bentuk excel.

Sedangkan sumber data sekunder yang penulis gunakan diperoleh dari berbagai tulisan, artikel, jurnal, dokumen, kitab dan buku yang ada kaitannya dengan objek penelitian. Seperti buku-

⁶⁰ Restu Kartiko Widi, *Asas Metodologi Penelitian* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010).

⁶¹ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2014), 91.

⁶² Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Ephemeris 2022* (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2021).

⁶³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Second Edt (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998).

buku terbitan Kementerian Agama RI yang di dalamnya memuat tentang waktu salat, seperti buku Ilmu Falak Praktik, buku Almanak Hisab Rukyat dan buku Saku Hisab Rukyat. Terkait penelusuran sejarah reformasi kalender Syamsiah penulis merujuk pada buku yang ditulis oleh C. Philipp E. Nothaft dengan judul “*Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*”.⁶⁴

3. Fokus Penelitian

Mengenai fokus penelitian⁶⁵ ini diarahkan pada kajian posisi Matahari, penulis membatasi masalah pada dua hal yaitu: *pertama*, mendeskripsikan alasan terjadinya perubahan posisi Matahari. *Kedua*, mendeskripsikan dan menganalisis perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Masehi dan dasar penentuan waktu salat diberbagai kondisi.

4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah studi dokumentasi.⁶⁶ Pengumpulan data mencakup rumusan perubahan

⁶⁴ C. Philipp E. Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe* (United Kingdom: Oxford University Press, 2018).

⁶⁵ Ahmad Tanzeh, *Metodologi i Penelitian Praktis* (Yogyakarta: Teras, 2011), 54.

⁶⁶ Dokumentasi adalah kegiatan mencari data yang bisa dijadikan sebagai bahan informasi pendukung. Baik berupa catatan, buku, transkrip, majalah, surat kabar, diary, notulen rapat, fotografi maupun video. Lihat M. Djunaidi Ghony & Fauzan Almanshur, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, ed. Ar-Ruzz Media (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2016), 199.

posisi Matahari melalui data astronomis Matahari, metode *hisab* awal waktu salat dan sejarah sistem kalender Masehi, mulai dari tahun sebelum masehi, tahun Julian sampai pada tahun Gregorian.

Validitas atau keabsahan data diperoleh dari data-data sejarah yang sudah disaring melalui sumber terpercaya. Sumber terpercaya berasal dari karya ilmiah atau buku-buku yang menjelaskan mengenai posisi Matahari yang dalam hal ini adalah tahun tropis Matahari dan buku-buku yang menjelaskan secara rinci mengenai metode hisab awal waktu salat. Penggunaan akses internet digunakan untuk mengakses data elektronik baik artikel ilmiah, jurnal, dan lainnya sebagai penunjang data yang ada. Untuk beberapa data yang tidak dapat ditemukan dalam proses wawancara ataupun observasi, buku menjadi sumber utama.

Dari langkah tersebut diperoleh aspek astronomis posisi Matahari dan aspek historis kalender Syamsiah sebagai sistem waktu yang data astronomisnya digunakan untuk perhitungan awal waktu salat. Dari kronologi sejarah dan astronomi yang ada, kemudian dibuat model pijakan reformasi kalender Syamsiah dan variasi waktu salat menggunakan pendekatan sejarah dan analisis perhitungan astronomis.

Selain dokumentasi, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara.⁶⁷ Wawancara dilakukan kepada

⁶⁷ Wawancara adalah suatu kegiatan komunikasi verbal dengan tujuan mendapatkan informasi. Di samping akan mendapatkan gambaran yang menyeluruh, juga akan mendapatkan informasi yang penting. Baca James A. Black & Dean J. Champion, *Metode Dan Masalah Penelitian Sosial* (Bandung: PT. Refika Aditama, 2009), 306.

beberapa masyarakat untuk menggali informasi terkait dengan fokus penelitian ini. Dengan menggunakan teknik wawancara, akan didapatkan sebuah fakta sosial yang terjadi dimasyarakat berkaitan dengan pemahaman tentang reformasi kalender syamsiah dan pemahaman tentang jadwal waktu salat abadi. Studi dokumentasi dan wawancara ini dilakukan untuk memperdalam dan mempertajam objek penelitian, karena nantinya hasil penelitian diharapkan mampu dan bisa dipertanggungjawabkan secara sosial dan akademik.

5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang penulis gunakan dalam rangka untuk menjawab rumusan masalah penelitian ini adalah metode deskriptif analitik,⁶⁸ yakni dengan menjabarkan perubahan posisi Matahari yang nantinya dijadikan dasar sebagai reformasi kalender Syamsiah dan penentuan awal waktu salat diberbagai kondisi. Selanjutnya ditarik kesimpulan mengenai reabilitas dan akurasi.

Metode analisis sejarah merupakan metode analisis yang digunakan dalam penelitian perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan Variasi waktu salat ini. Metode analisis sejarah tersebut berusaha untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fakta sejarah dibalik penetapan kalender Syamsiah sebagai kalender Internasional. Keberadaan kalender

⁶⁸ Noeng Muhadjir, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, IV (Yogyakarta: Rake Sarasin, 2000), 88.

Syamsiah yang digunakan oleh mayoritas penduduk dunia hingga kini merupakan proses kausalitas dari peristiwa sejarah yang tidak dapat terlupakan, sehingga dalam penelitian ini nantinya akan mengungkap tentang apa kalender Syamsiah, bagaimana asal-usul kalender Syamsiah, bagaimana rumusan kalender Syamsiah, kapan dan di mana kalender Syamsiah ini ditetapkan serta diberlakukan. Selain itu, juga mengungkap latar belakang ditetapkannya kalender Syamsiah sebagai sistem waktu yang data astronomisnya digunakan untuk perhitungan awal waktu salat.⁶⁹

Sedangkan dari aspek astronomi teknik analisis datanya menggunakan hisab kontemporer yang diprogram melalui software excel untuk menentukan awal waktu salat yang akurat. Data-data astrotomis Matahari yang digunakan dapat mengambil dari buku Ephemeris Kemenag RI 2022⁷⁰, *software* WinHisab dan algoritma Jean Meeus untuk memperoleh data astronomis Matahari pada tahun yang telah berlalu.

G. Sistematika Pembahasan

Penyusunan sistematika penelitian ini dimaksudkan agar mempermudah penjelasan dan pemahaman terhadap hasil disertasi, yang disusun sebagai berikut:

⁶⁹ Kaelan, *Metode Penelitian Agama Kualitatif Interdisipliner Dengan Ilmu Lain* (Yogyakarta: Paradigma, 2010), 177–78.

⁷⁰ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Ephemeris 2022*.

Bab I yaitu Pendahuluan. Bab ini menjelaskan tentang hal-hal terkait konsep awal yang digunakan sebagai acuan penelitian ini, meliputi latar belakang masalah yang membahas mengenai problematika riset yang terjadi dan kenapa tema ini layak untuk dikaji. Dilanjutkan dengan rumusan masalah yang dirumuskan menjadi dua pertanyaan penelitian. Kemudian juga dibahas mengenai tujuan dan manfaat penelitian sebagai acuan tentang arah dan akibat positif dari penelitian ini. Kajian pustaka, kerangka teori, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan juga dijelaskan dalam bab ini sebagai penguatan teori dan acuan pembahasan bab-bab berikutnya.

Bab II membahas dasar sistem kalender dan waktu salat yang di dalamnya memuat penjelasan mengenai definisi dan landasan normatif kalender, klasifikasi dan perkembangan kalender dalam peradaban dunia, waktu salat dalam perspektif fikih dan waktu salat dalam perspektif astronomi.

Bab III menyajikan jawaban dari rumusan masalah pertama yakni membahas tentang tinjauan astronomis terhadap perubahan posisi Matahari, meliputi data fisik Matahari, gerak Matahari baik gerak hakiki maupun gerak semu Matahari dan tahun tropis matahari.

Bab IV penulis menjelaskan jawaban rumusan masalah kedua tentang analisis historis-astronomis perubahan posisi Matahari sebagai dasar reformasi kalender Syamsiah dan penentuan waktu salat diberbagai kondisi. Tentunya di dalam bab ini menyajikan data sejarah tentang reformasi kalender pra-Gregorian, reformasi kalender Gregorian dan wacana masa depan kalender Syamsiah. Selain itu menjelaskan juga tentang variasi waktu salat yang terjadi.

Bab V yaitu Penutup yang berisi simpulan tentang jawaban singkat dari rumusan masalah penelitian. Akhir dari penelitian ini berisi saran dan masukan untuk penelitian selanjutnya serta penutup.

BAB II

DASAR SISTEM KALENDER DAN WAKTU SALAT

A. Definisi dan Landasan Normatif Kalender

Kalender merupakan sebutan sistem waktu bagi masyarakat umum.¹ Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan kalender sama seperti penanggalan, takwim, *tārīkh* dan almanak.² Secara etimologi, sebagaimana dalam *Encyclopedia Britannica*, *calendarium* merupakan bahasa latin dari kata kalender atau *calendar*, dengan arti buku rekening atau daftar bunga. Kata *calendar* juga merupakan bentuk derivasi dari kata *kalendae* yang bermakna hari hari adanya pesta, pasar dan acara-acara lain. Selain itu memiliki makna hari pertama sebuah bulan dalam kalender Republik Romawi.³ Secara terminologi, kalender didefinisikan sebagai sistem waktu untuk membagi waktu dalam mengatur hari, bulan dan tahun pada urutan yang pasti.

Para ahli Falak maupun ahli Astronomi berbeda dalam memberikan definisi kalender dengan menggunakan bahasa dan terminologinya masing-masing. Seperti E. G. Richard dalam buku “*Mapping Time: the Calendar and its History*” mendefinisikan

¹ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam* (Jakarta: Gramedia, 2013), 1.

² Suharso dan Ana Retnoningsih, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, 8th ed. (Semarang: CV. Widya Karya, 2009), 526.

³ Colin Alistair Ronan, Nicola Abdo Ziadeh, John D. Schmidt, E.J. Bickerman, Chao Lin, J.A.B. van Buitenen, “Calendar Chronology,” *Encyclopaedia Britannica*, 2019, <https://www.britannica.com/science/calendar>. Diakses pada hari Rabu, 6 April 2022 pukul 21.45 WIB.

kalender sebagai skema untuk mengelompokkan satuan hari ke mingguan, mingguan ke bulan dan bulan ke tahun.⁴ Definisi yang lain disebutkan oleh Peter Duffett Smith dalam bukunya “*Practical Astronomy With Your Calculator or Spreadsheet*” bahwa kalender adalah sistem perhitungan waktu yang terbagi atas bulan, minggu dan hari dalam kurun satu tahun.⁵

Berbeda dengan pengertian di atas, Susiknan Azhari menggunakan makna sosiologis dalam mendefinisikan terminologi kalender, yakni “*sistem pengorganisasian satuan-satuan waktu, untuk tujuan penandaan serta perhitungan waktu dalam jangka panjang. Kalender berkaitan erat dengan peradaban manusia, karena berperan penting dalam penentuan waktu berburu, bertani, bermigrasi, dan perayaan-perayaan*”.⁶ Moh. Ilyas memberi definisi kalender sebagai sistem waktu yang merefleksikan daya dan kekuatan suatu peradaban.⁷ Ruswa Darsono mendefinisikan kembali terminologi kalender sebagai “*sistem pengorganisasian satuan-satuan waktu yang dengannya permulaan, panjang dan pemecahan*

⁴ E. G. Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History* (New York: Oxford University Press, 1999), 3.

⁵ Peter Duffett-Smith and Jonathan Zwart Zwart, *Practical Astronomy With Your Calculator or Spreadsheet*, 4th ed. (New York: Cambridge University Press, 2011), 2.

⁶ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2015), 87.

⁷ Mohammad Ilyas, *The Quest for a Unified Islamic Calendar* (Malaysia: International Islamic Calendar Programme, 2000), 15.

*bagian tahun ditetapkan yang bertujuan menghitung waktu melewati jangka yang panjang”.*⁸

Istilah *tāriḫ* digunakan oleh Abdul Karim dan Rifa Jamaluddin untuk menyebut macam-macam kalender, seperti menyebut *Tāriḫ* Arab, *Tāriḫ* Masehi dan *Tāriḫ* Jawa.⁹ Selanjutnya, Moedji Raharto menyebut pokok dari sistem kalender itu terletak pada penetapan awal kalender, aturan sistem kalender, definisi hari dan batas pergantian hari, supaya tidak terjadi kekacauan pada sebuah sistem kalender di masa yang akan datang.¹⁰ Sedangkan Muh. Rasywan Syarif memberi makna terminologi kalender sebagai “*tabel, data dan daftar hari yang memberikan informasi serta pengorganisasian satuan-satuan waktu yang berulang-ulang pada siklusnya secara teratur, tertib dan terukur kepastian informasinya*”.¹¹

Pada beberapa literatur lain menyebut kalender dengan istilah almanak, di antaranya Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang menyebut almanak dalam buku informasi tahunannya. Dalam buku tersebut memuat informasi tanda waktu seperti informasi

⁸ Ruswa Darsono, *Penanggalan Islam: Tinjauan Sistem, Fiqih Dan Hisab Penanggalan* (Yogyakarta: Labda Press, 2010), 28.

⁹ Abdul Karim and M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak: Teori Dan Implementasi* (Yogyakarta: Qudsi Media, 2012), 23.

¹⁰ Moedji Raharto, *Sistem Penanggalan Syamsiah Atau Masehi* (Bandung: : Institut Teknologi Bandung, 2001), 5.

¹¹ Muh. Rasywan Syarif, “Perkembangan Perumusan Kalendar Islam Internasional (Studi Atas Pemikiran Mohammad Ilyas)” (Pascasarjana UIN Sunan Kalijaga, 2017), 33.

jenis-jenis kalender, hari raya nasional dan keagamaan, kalender Islam, kalender Jawa, kalender Masehi, kalender Hindu dan Kalender Cina, informasi waktu terbit dan terbenamnya Matahari, fase-fase bulan, gerhana bulan dan Matahari serta informasi tanda waktu lainnya.¹² Istilah almanak juga digunakan oleh Slamet Hambali. Menurutnya “*alamanak adalah sebuah sistem perhitungan yang bertujuan untuk pengorganisasian waktu dalam periode tertentu. Bulan adalah sebuah unit yang merupakan bagian dari almanak. Hari adalah unit almanak terkecil, lalu sistem waktu yaitu jam, menit dan detik*”.¹³

Beberapa definisi dari para ahli di atas, telah memberi informasi bahwa kalender merupakan sistem untuk mengatur kronologi waktu secara terstruktur dan teratur dengan cara mengelompokkan satuan-satuan waktu ke dalam hari, pekan, bulan dan tahun yang berfungsi mempermudah manusia beraktivitas.

Sebuah kalender menjadi identitas dari pengorganisasian waktu. Dan adanya waktu sendiri disebabkan oleh pergerakan benda-benda langit khususnya bulan dan Matahari. Hal ini relevan dengan firman Allah SWT dalam QS. *Yūnus* ayat 5:

¹² Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, *Almanak 2022* (Jakarta: BMKG, 2021), i.

¹³ Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 3.

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

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesarannya) kepada orang yang mengetahui.” (QS. *Yūnus*: 5)¹⁴

Berdasarkan ayat di atas, hikmah yang dapat diambil adalah dengan adanya Matahari dan bulan yang diciptakan Allah SWT sebagai penentu waktu, manusia bisa merencanakan dan mengatur setiap apa yang akan dilakukan, baik untuk dirinya sendiri, keluarga maupun masyarakat luas yang berkaitan erat dengan kegiatan sebagai hamba Allah dan sebagai anggota masyarakat.

Allah SWT juga berfirman dalam QS. *Al-Anbiyā'* ayat 33:

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۗ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

“Dan Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, Matahari dan bulan. Masing-masing dari keduanya itu beredar di dalam garis edarnya”. (QS. *Al-Anbiyā'*: 33)¹⁵

Adanya malam dan siang yang Allah SWT firmankan di dalam ayat di atas itu disebabkan oleh gerak rotasi Bumi dan revolusi bumi

¹⁴ Kemenag RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*, 4th ed. (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012), 257.

¹⁵ Kemenag RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*, 6th ed. (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012), 249.

terhadap Matahari. Waktu siang berlangsung ketika bagian Bumi mendapat hamparan sinar Matahari. Sebaliknya, waktu malam terjadi ketika bagian Bumi yang lain tidak tersinari oleh Matahari. Adapun cahaya bulan bisa sampai ke Bumi saat malam hari, sebenarnya berasal dari pantulan sinar Matahari yang dibawa bulan mengelilingi Bumi, bukan berasal dari bulan itu sendiri karena bulan merupakan benda mati yang tidak memiliki cahaya.

B. Klasifikasi dan Perkembangan Kalender dalam Peradaban Dunia

Kalender yang digunakan di seluruh dunia sistemnya sangat beragam, mulai dari perhitungan sampai pengorganisasiannya masing-masing kalender mempunyai aturan dan ciri khas tersendiri.¹⁶ Klasifikasi dari berbagai macam kalender yang ada dalam literatur Astronomi dan Ilmu Falak setidaknya terbagi menjadi 4 corak, yakni 1) kalender yang mengacu pada benda langit, 2) kalender yang mendasarkan pada sistem perhitungan, 3) kalender yang mendasarkan pada spektrum implementasi kalender dan 4) kalender yang berdasarkan kebutuhan masyarakat.

Pertama, klasifikasi kalender yang mengacu pada benda langit dibagi menjadi 3 macam kalender, yaitu kalender Bulan (*Lunar Calendar*), kalender Matahari (*Solar Calendar*) dan kalender bulan-

¹⁶ Bashori, *Penanggalan Islam*, 8.

Matahari (*Luni-Solar Calendar*).¹⁷ Namun Alan Longstaff menambahkan kalender Sideral masuk ke dalam klasifikasi ini,¹⁸ sehingga terdapat empat macam kalender yang mendasarkan perhitungannya pada objek benda langit.

Kedua, kalender yang mendasarkan pada sistem perhitungan, yakni kalender aritmatik dan astronomik seperti yang diterangkan Ahmad Izzuddin¹⁹ dan Nachum Dershowitz²⁰ dalam bukunya. Terminologi aritmatik dan astronomis ini membedakan kriteria kalender yang masih menggunakan perhitungan sederhana dan baku

¹⁷ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 3; Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History*, 8.

¹⁸ Alan Longstaff, *Calenders From Around The World* (National Maritime Museum, 2005), 9.

¹⁹ Ahmad Izzuddin dalam bukunya menjelaskan definisi penanggalan aritmatik dan astronomik. “Aritmatik adalah penanggalan yang dihitung secara aritmatika sehingga tidak perlu secara khusus melakukan atau mengacu terhadap pengamatan astronomi. Sedangkan penanggalan astronomik adalah penanggalan yang dihitung berdasarkan pada perhitungan astronomi dan pengamatan yang berkelanjutan sehingga berbasis kalender observasi.” Lihat Ahmad Izzuddin, *Sistem Penanggalan* (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 37 dan 41.

²⁰ Nachum Dershowitz menjelaskan bahwa yang termasuk kalender aritmatik adalah *the Gregorian Calendar, the Julian Calendar, the Coptic and Ethiopic Calendars, the ISO Calendar, the Islamic Calendar, the Hebrew Calendar, the Ecclesiastical Calendars, the Old Hindu Calendars, the Mayan Calendars, the Balinese Pawukon Calendar* dan *Generic Cyclical Calendars*. Sedangkan yang termasuk dalam kategori kalender astronomik adalah *the Persian Calendar, the Baha’i Calendar, the French Revolutionary Calendar, the Chinese Calendar, the Modern Hindu Calendars, the Tibetan Calendar*, dan *Astronomical Lunar Calendars*. Baca Nachum Dershowitz and Edward M. Reingold, *Calendrical Calculations*, 3rd ed. (USA: Cambridge University Press, 2008), 45–331.

dengan kalender yang telah memakai data-data akurat sesuai dengan posisi benda langit yang dijadikan acuan.

Ketiga, kalender yang mendasarkan pada spektrum (luasnya) implementasi kalender di masyarakat, yakni kalender lokal, zonal dan global.²¹ Berkembangnya kriteria dan upaya unifikasi kalender Hijriah yang dewasa ini hangat diperbincangkan menjadi penyebab munculnya terminologi lokal, zonal dan global. Terminologi lokal digunakan untuk sistem kalender yang hanya cocok pada suatu masyarakat di daerah tertentu dan tidak cocok pada masyarakat di daerah lain sesuai dengan tradisi dan kearifan lokalnya. Sementara terminologi zonal digunakan untuk sistem kalender Hijriah berwawasan global dengan kriteria tertentu yang membagi dunia menjadi 2 sampai 4 zona. Selanjutnya terminologi global merupakan harapan adanya Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang dapat digunakan secara bersama-sama oleh seluruh masyarakat Muslim dunia.²²

Keempat, Klasifikasi kalender yang berdasarkan kebutuhan masyarakat. Melihat perkembangan perumusannya Rasywan Syarif membagi klasifikasi kalender ini, yakni kalender suku, kalender

²¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Kalender Islam: Lokal Ke Global, Problem Dan Prospek* (Medan: OIF UMSU, 2016), 67, 75 dan 80.

²² Menurut Arwin yang termasuk kalender lokal adalah Pranata Mangsa, Batak, Saka, Sunda. Sedangkan yang termasuk kalender zonal adalah penanggalan Ilyas, Qasum dkk, kalender Qasum-Audah, dan Kalender Hijriah Universal. Selanjutnya yang termasuk kalender global adalah Kalender Ummul Qura, Kalender Libiya, Husain Diallo, ISESCO, Kamariah Islam Unifikatif, dan Kalender keputusan Turki 2016. Lihat Butar-Butar, 67–80.

primitif, kalender agama, kalender organisasi dan intelektual²³, serta kalender bangsa-bangsa.²⁴ Pendekatan sosiologis digunakan dalam klasifikasi ini bertujuan untuk mengamati arah orientasi perkembangan sebuah sistem kalender di masyarakat.

Meskipun klasifikasi kalender sangat bervariasi, tetapi atas dasar hasil penelusuran dengan argumentasi yang kuat secara astronomis, maka klasifikasi kalender kembali pada tiga bentuk kalender yang menjadikan benda langit sebagai acuan utamanya²⁵, yakni kalender Bulan (*Lunar Calendar*), kalender Matahari (*Solar Calendar*) dan kalender Bulan-Matahari (*Luni-Solar Calendar*).

Perkembangan kalender tidak terlepas dari pengamatan yang dilakukan oleh manusia secara kontinu dan dalam waktu yang panjang terhadap fenomena alam.²⁶ Masyarakat yang telah mengalami kemajuan peradaban, baik dari sisi ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), pendidikan, ekonomi, politik maupun sosial budaya

²³ Kalender organisasi dan intelektual merupakan sebuah sistem kalender yang lahir dari hasil buah pikir pimpinan suatu organisasi atau kelompok dan digunakan sendiri oleh organisasi atau kelompok tersebut. Di Indonesia, tepatnya di kota Cianjur terdapat kalender organisasi dan intelektual, yakni Kalender Istirahmiah. Baca Muhammad Himmatur Riza, *Sistem Penanggalan Istirahmiah: Upaya Mereduksi Hegemoni Penanggalan Masehi* (Jombang: CV. Nakomu, 2021), 63.

²⁴ Syarif, "Perkembangan Perumusan Kalendar Islam Internasional (Studi Atas Pemikiran Mohammad Ilyas)," 60.

²⁵ Alexander Philip, *The Calendar: Its History, Structure and Improvement* (London: Cambridge University Press, 1921), 6, <https://archive.org/details/calendaritshisto00philuoft/page/n8>. Diakses pada Kamis, 7 April 2022 pukul 23.30 WIB.

²⁶ Muh. Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal* (Semarang: el-Wafa, 2013), 34.

pasti memiliki sebuah sistem kalender yang berkembang secara komprehensif untuk kepentingan pengorganisasian waktu.

Semua sistem kalender yang berkembang di dunia terdiri dari satuan tahun, bulan dan hari yang tidak terpisahkan, namun satu kalender sistemnya tidak sama dengan kalender yang lain. Hal ini disebabkan oleh perbedaan perspektif astronomis dalam merumuskan masing-masing sistem kalender.²⁷ Oleh sebab itu, pengklasifikasian perkembangan perumusan kalender didasarkan pada model kalender yang sesuai dengan orientasi kebutuhan penggunaanya.

1. Kalender Bulan (*Lunar Calendar*)

Kalender Bulan atau Kalender Kamariah merupakan kalender yang mendasarkan pada revolusi bulan terhadap Bumi. Pada dasarnya, menggunakan kriteria apapun, tanda pergantian bulan dalam kalender Bulan adalah *ijtima'* atau konjungsi. Sehingga sistem kalender Bulan ini sama sekali tidak terpengaruh oleh keberadaan musim.²⁸

Acuan perhitungan waktu yang digunakan sistem kalender Bulan adalah memanfaatkan fase-fase bulan yang ada, seperti *al-muḥāq* (bulan mati), *al-hilāl* (bulan sabit muda), *al-tarbī' al-awwal* (kwartir pertama), *al-badr* (bulan purnama), *al-tarbī' al-*

²⁷ Nachum Dershowitz and Edward M Reingold, "Calendars", 2011, [Http://www.Cs. Tau.Ac.II/~nachum/Papers/Calendars-New.Pdf](http://www.cs.tau.ac.il/~nachum/Papers/Calendars-New.Pdf)," 2011, 1, <http://www.cs.tau.ac.il/~nachum/papers/Calendars-new.pdf>. Diakses pada Kamis, 7 April 2022 pukul 23.30 WIB.

²⁸ Bashori, *Penanggalan Islam*, 9; Muhammad Fikri Maulana Nasution, *Khazanah Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Indonesia* (Yogyakarta: Calpulis, 2018), 14.

ṣānī (kwartir kedua).²⁹ Dalam fase-fase bulan ini, bentuk dan ukuran cahayanya berubah sesuai dengan posisi bulan akibat revolusinya terhadap Bumi dan Matahari.

Periodesasi revolusi bulan mengitari Bumi tersebut memerlukan waktu rata-rata 27,321661 hari atau 27^h 7^j 43^m 11,51^d. Periode ini disebut dengan *syahr nujūmi* atau waktu sideris. Namun, revolusi bulan yang dijadikan dasar untuk penetapan kalender Bulan adalah *syahr iqtirāni* atau waktu sinodis, bukan waktu sideris. *Syahr iqtirāni* atau waktu sinodis merupakan selang waktu yang dibutuhkan bulan untuk mengitari Bumi dari konjungsi ke konjungsi berikutnya yang panjang rata-ratanya 29,5306 hari atau 29^h 12^j 44^m 3,84^d.³⁰

Panjang rata-rata kalender bulan adalah 12 kali waktu sinodis bulan (12 x 29,5306) atau setara dengan 354,3672 hari atau 354^h 8^j 48^m 46,08^d.³¹ Di antara beberapa penanggalan yang termasuk dalam kategori kalender bulan adalah kalender Hijriah, kalender Jawa Islam dan kalender Mesir Kuno.³² Adapun penjelasannya sebagai berikut:

a. Kalender Hijriah

²⁹ Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal*, 32.

³⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2007), 134.

³¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori Dan Praktik* (Medan: LPPM UISU, 2016), 21.

³² Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 13–17.

Kalender Hijriah dikenalkan sejak masa kekhalifahan Umar bin Khattab tahun 638 M. Pada saat itu Gubernur Irak mengirim surat kepada khalifah Umar bin Khattab untuk membuat *tārīkh* Islam. Kemudian khalifah Umar bin Khattab membentuk tim untuk *me-follow up* usulan gubernur Irak tersebut. Singkatnya, atas kesepakatan bersama penetapan tahun 1 kalender Hijriah dimulai saat tahun hijrahnya Nabi Muahammad SAW bersama umat Muslim dari Makkah ke Madinah.³³

Terdapat perbedaan pendapat kapan waktu hijrahnya Nabi SAW, khususnya di antara ahli Falak dan sejarawan. Menurut penelitian dengan argumentasi yang kuat, Nabi SAW melakukan hijrah pada tanggal 2 Rabiulawal yang bertepatan pada tanggal 14 September 622 M. Sehingga jika dari 2 Rabiulawal ditarik ke belakang sampai bulan Muharam, maka tanggal 1 Muharam 1 H. bertepatan hari Jum'at, 16 Juli 622 M. Ada juga yang berpendapat bahwa 1 Muharam 1 H bertepatan hari Kamis, 15 Juli 622 M. Namun pendapat ini bukan pendapat yang masyhur.³⁴

³³ Ma'rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam* (Jakarta: Gaung Persada Press, 2010), 18.

³⁴ Reingold, *Calendrical Calculations*, 84; Ma'rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam* (Jakarta: Gaung Persada Press, 2010), 18; Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sekterian Menuju Solidaritas Kebangsaan-Keumatan* (Yogyakarta: Absolute Media, 2020), 45.

Atas penelusuran yang ada, kalender Hijriah terbagi menjadi dua, yakni berbasis aritmatika atau *'urfi* dan berdasarkan observasi. Adapun permulaan hari dalam kalender Hiriah para ahli Falak sepakat dimulai ketika Matahari terbenam, yaitu ketika piringan Matahari bagian atas bersinggungan dengan horizon barat.³⁵ Berikut ini adalah nama-nama bulan dan jumlah hari dalam kalender Hijriah.

No.	Nama Bulan	Jumlah Hari
1.	Muharam	30
2.	Safar	29
3.	Rabiulawal	30
4.	Rabiulakhir	29
5.	Jumadilawal	30
6.	Jumadilakhir	29
7.	Rajab	30
8.	Syakban	29
9.	Ramadan	30
10.	Syawal	29
11.	Zulkaidah	30
12.	Zulhijah	29/30

Tabel 2.1 Nama-nama bulan dan jumlah hari dalam kalender Hijriah

Melihat tabel 2.1. di atas, bahwa jumlah hari dalam satu bulan nilainya bervariasi, bulan ganjil berjumlah 30 hari dan bulan genap berjumlah 29 hari kecuali pada bulan ke-12 ketika

³⁵ Reingold, *Calendrical Calculations*, 83.

tahun panjang atau kabisat berjumlah 30 hari. Kalender Hijriah ini mendasarkan perhitungannya pada waktu sinodis bulan yang panjang rata-rata satu tahunnya berjumlah $354^{\text{h}} 8^{\text{j}} 48^{\text{m}} 46,08^{\text{d}}$ (354 11/30 hari).³⁶ Karena rata-rata satu tahun kalender Hijriah ini mengandung angka pecahan, maka kalangan ahli Falak menetapkan siklus (daur) kalender Hijriah adalah 30 tahun. Dalam satu siklus (30 tahun) tersebut, yang 19 tahun termasuk tahun *basitah* dan yang 11 tahun termasuk tahun kabisat. Sehingga untuk tahun basithoh panjang tahunnya berjumlah 354 hari dan tahun kabisat berjumlah 355 hari.

b. Kalender Jawa Islam

Kalender Jawa Islam merupakan suatu sistem kalender hasil asimilasi kalender Saka. Masyarakat Jawa menggunakan kalender Saka dalam setiap aktivitasnya hanya sampai awal abad 17 saja. Kalender Saka ini dihapus oleh Sultan Agung (1613 – 1645 M.) dari Mataram pada tahun 1043 H atau 1555 Saka atau 1633 M. Kemudian Sultan Agung melahirkan kalender Jawa Islam yang identik seperti kalender Hijriah dengan tetap melanjutkan tahun saka, 1555. Sehingga, 1 Muharam 1555 J. adalah 1 Muharam 1043 H yang bersesuaian dengan tanggal 8 Juli 1633.³⁷

³⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika Penentuan Awal Bulan: Diskursus Antara Hisab Dan Rukyat* (Malang: Madani, 2014), 8–9.

³⁷ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 17–18.

No.	Nama Bulan	Jumlah Hari
1.	<i>Sura</i>	30
2.	<i>Sapar</i>	29
3.	<i>Mulud</i>	30
4.	<i>Bakdo Mulud</i>	29
5.	<i>Jumadil Awal</i>	30
6.	<i>Jumadil Akir</i>	29
7.	<i>Rejeb</i>	30
8.	<i>Ruwah</i>	29
9.	<i>Poso</i>	30
10.	<i>Bodo</i>	29
11.	<i>Apit/Selo</i>	30
12.	<i>Besar</i>	29/30

Tabel 2.2 Nama-nama bulan dan jumlah hari dalam kalender
Jawa Islam

Sebenarnya, terdapat perbedaan pendapat mengenai siapa pencetus kalender Jawa Islam. Jauh sebelum masa kerajaan Mataram, tepatnya masa kerajaan Demak oleh Sunan Giri II telah mencetuskan kalender Jawa Islam. Fakta sejarah ini menarik dan dapat ditemui dalam searat Widya Pradhana, bahwa terdapat konflik politik antara Giri Kedaton dengan Mataram yang berakhir dengan kemenangan Mataram. Sebagaimana ungkapan yang sering dilontarkan oleh para sejarawan, “sejarah adalah milik para pemenang”. Ini lah mungkin yang terjadi pada sejarah kalender Jawa Islam. Dari sini dapat diambil simpulan bahwa sejarah penetapan kalender

tidak melulu bernuansa kultural religius, nuansa politik dan konflik pun terkadang juga turut mewarnai dalam penetapan kalender tersebut.³⁸

c. Kalender Mesir Kuno

Sejarah mencatat bahwa masyarakat Mesir kuno memanfaatkan bulan sebagai acuan sebuah sistem kalendernya. Mereka mengatur kalender bulan (*lunar calendar*) ini dengan panduan kalender sideral yang menggunakan pengamatan bintang Sirius. Artinya kalender bulan yang digunakan ini ada kaitannya dengan kalender Matahari, sehingga muncul lah masalah-masalah tertentu karena ketidak-cocokan antara kalender bulan dengan kalender Matahari.

Masyarakat Mesir dalam menangani masalah ini dengan cara membuat tahun sipil yang berjumlah 365 hari dalam satu tahun. Mereka membaginya menjadi tiga musim dan setiap musim terdiri dari empat bulan serta setiap bulan berjumlah 30 hari. Untuk menyempurnakan tahun tersebut, setelah bulan ke-12 ditambah 5 hari. Tahun sipil ini digunakan oleh masyarakat Mesir untuk urusan pemerintahan dan administrasi, sedangkan

³⁸ Ahmad Musonnif, “Genealogi Kalender Islam Jawa Menurut Ronggo Warsito: Sebuah Komentar Atas Sejarah Kalender Dalam Serat Widya Pradhana,” *Kontemplasi* 5, no. 2 (2017): 329–355.

dalam kehidupan sehari-hari dan urusan agama mereka menggunakan kalender bulan³⁹

Akibat adanya perbedaan kedua kalender tersebut, akhirnya masyarakat Mesir menetapkan kalender bulan dengan mendasarkan pada tahun sipil yang menyesuaikan musim, tidak lagi mendasarkan pada penampakan musiman bintang Sirius. Kalender skematis ini dibuat dengan tujuan untuk penentuan hari perayaan dan tugas keagamaan. Supaya kalender ini tetap relevan dengan tahun sipil dimasukkan siklus interkalasi 25 tahun. Kalender bulan yang asli tetap dipertahankan dan digunakan untuk pertanian karena penyesuaiannya dengan musim.⁴⁰ Dengan demikian, ada tiga sistem kalender yang digunakan oleh masyarakat Mesir, yakni kalender sipil, kalender yang mendasarkan pada pengamatan bintang Sirius (*astronomical year*) dan kalender bulan yang berdasarkan siklus *sothis*.⁴¹

2. Kalender Matahari (*Solar Calendar*)

Kalender Matahari atau kalender Surya merupakan sistem kalender yang mendasarkan perhitungannya pada peredaran semu

³⁹ Britannica, "Ancient and Religious Calendar Systems," Encyclopedia Britannica, 4, accessed April 8, 2022, <https://www.britannica.com/science/calendar/Ancient-and-religious-calendar-systems#ref60211>.

⁴⁰ Richard A Parker, *The Calendars of Ancient Egypt* (England: The University of Chicago Press, 1950), 51.

⁴¹ Parker, 30.

Matahari akibat rotasi dan revolusi Bumi. Kalender Matahari ini dikenal oleh bangsa Arab sejak tahun -4240 atau 4241 SM.⁴² Terdapat dua hal yang dijadikan pertimbangan dalam merumuskan sistem kalender Matahari ini, yakni 1) adanya pergantian malam dan siang akibat gerak rotasi Bumi. 2) adanya pergantian musim yang disebabkan oleh gerak revolusi Bumi.⁴³

Panjang rata-rata satu tahun kalender Matahari atau biasa disebut dengan siklus revolusi Bumi terhadap Matahari berjumlah 365,2425 hari atau 365^h 5^j 49^m 12^d. Sebagai contoh kalender Masehi Gregorian yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari ini merupakan termasuk dalam kategori kalender Matahari.⁴⁴ Adapun kelebihan kalender Matahari ini adalah kesesuaiannya dengan musim. Beberapa kalender yang memanfaatkan Matahari sebagai dasar perumusannya sebagai berikut:

a. Kalender Romawi Kuno

Kalender Romawi dibuat oleh pendiri dan raja Roma pertama, Romulus tahun 750 SM. Sebenarnya kalender Romawi ini termasuk dalam kategori kalender Bulan. Sistem

⁴² Eds. Adriana Wisni Ariasti, Fajar Dirgantara, and Hakim Luthfi Malasan, *Perjalanan Mengenal Astronomi* (Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1995), 43.

⁴³ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 3–4.

⁴⁴ Darsono, *Penanggalan Islam : Tinjauan Sistem, Fiqih Dan Hisab Penanggalan*, 32.

kalendernya dimulai dari titik *equinox* musim semi pada bulan Maret dan berakhir di bulan Desember. Panjang satu tahun kalender Romawi ini berjumlah 304 hari yang terbagi menjadi 10 bulan. Panjang hari setiap bulannya pun tidak sama, bulan *Mars*, *Maius*, *Quintilis* dan *October* berumur 31 hari, sementara bulan April, Juni, *Sextilis*, September, November dan Desember berumur 30 hari.⁴⁵

Seiring berjalannya waktu, Numa Pompilius (715 – 672 SM) yang merupakan raja kedua Roma menambahkan dua bulan lagi pada kalender Romawi, yakni bulan Januari dan Februari yang masing-masing berumur 28 hari. Setelah masuknya penambahan dua bulan tersebut, pompilius mengurangi jumlah hari dalam 1 bulan yang semula 30 hari menjadi 29 hari, sehingga panjang tahun kalender Romawi menjadi 354 hari. Namun Pompilius menambahkan 1 hari lagi pada bulan Januari, karena menurutnya bilangan genap selalu membawa kesialan. Sehingga jumlah hari dalam satu tahun berjumlah 355 hari. Hal ini lah yang menjadikan kalender Romawi tidak bisa dikatakan sebagai kalender Bulan lagi.⁴⁶

b. Kalender Julian dan Gregorian

Julian dan Gregorian merupakan sebutan lain dari sistem kalender Masehi. Kalender Julian digunakan oleh masyarakat dunia hampir selama 16 abad pertama, yang mana panjang

⁴⁵ Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History*, 207.

⁴⁶ Richards, 207.

rata-rata satu tahun berjumlah 365,25 hari. Untuk mengatasi nilai pecahan 0,25 per tahun tersebut, dibuatlah siklus empat tahunan. Tahun pertama, kedua dan ketiga berupa tahun pendek atau basithoh yang umurnya 365 hari dan tahun keempat berupa tahun panjang atau kabisat yang umurnya 366 hari.⁴⁷

Setelah hampir 16 abad digunakan, tepatnya tahun 1582 M. eksistensi sistem kalender Julian mulai diragukan ketelitiannya. Karena orang-orang Masehi yang biasanya selalu memperingati hari Paskah pada hari Minggu pertama setelah bulan purnama atau setelah titik balik musim semi utara (21 Maret), waktu itu mereka memperingatinya sudah beberapa hari berlalu. Hal tersebut membuat hari Ugo Baugompagni atau Paus Gregorius XIII (1502 – 1585 M) terketuk untuk melakukan koreksi dan perbaikan terhadap kalender Julian supaya bersesuaian dengan posisi Matahari.

Meskipun kalender Julian merupakan hasil reformasi dari kalender Romawi yang tentunya telah dikoreksi, namun kalender Julian ini ternyata masih terlalu panjang sampai 11 menit 14 detik dari titik Aries.⁴⁸ Jadi dalam kurun waktu 128 tahun selisih tersebut akan menjadi 23 jam 57 menit 52 detik atau hampir 1 hari. Akibat dari kesalahan tersebut, kalender

⁴⁷ Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak Praktis: Hisab Waktu Salat, Arah Kiblat, Dan Kalender Hijriah* (Surabaya: Imtiyaz, 2016), 132–133.

⁴⁸ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 106.

Julian tidak lagi relevan sehingga setiap 400 tahun harus mundur 3 hari.

Apabila selisih 1 hari setiap 128 tahun tersebut dihitung sejak Konsili Nicea tahun 325 M sampai tahun 1582 M, maka selisihnya menjadi $(1582 - 325) / 128 = 9,8$ hari. Selisih 9,8 hari ini dibuktikan dengan terjadinya musim semi tahun 1582 M yang tidak jatuh sekitar tanggal 21 Maret, melainkan jatuh tanggal 11 Maret.⁴⁹ Hal ini lah yang menjadikan adanya lompatan 10 hari pada bulan Oktober 1582 M, setelah hari Kamis, 4 Oktober 1582 M adalah hari Jum'at, 15 Oktober 1582 M. Kemudian sistem kalender ini disebut dengan sistem kalender Gregorian.

Definisi tahun kabisat dalam kalender Gregorian pun mengalami revolusi. Tahun yang habis dibagi 4 dan tidak habis dibagi 100 merupakan tahun kabisat. Sedangkan tahun *basitah* adalah tahun yang habis dibagi 100 namun tidak habis dibagi 400.⁵⁰ Sehingga tahun 2100, 2200 dan 2300 bukan tahun kabisat, sementara tahun 2400, 2800 dan 3200 merupakan tahun kabisat.

⁴⁹ Wiji Aziiz Hari Mukti, *Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2017), 112–113.

⁵⁰ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012), 7.

3. Kalender Bulan-Matahari (*Luni-Solar Calendar*)

Kalender Bulan dan Matahari merupakan sebuah sistem kalender yang berdasarkan pada revolusi bulan terhadap Bumi dan gerak semu tahunan Matahari. Panjang rata-rata satu tahun kalener ini sama dengan kalender Matahari, yakni 365,2425 hari. Sementara pergantian setiap bulannya menyesuaikan periode siklus bulan yang berjumlah 29,5306 hari.⁵¹ Jika diakumulasi menggunakan standar sistem kalender Bulan, maka panjang rata-rata satu tahun berjumlah $12 \times 29,5306 = 354,3672$ hari. Artinya, lebih cepat 11 hari dari yang sebenarnya.⁵²

Karena perumusan tahun dalam sistem kalender Bulan-Matahari ini menyesuaikan sistem kalender Matahari, maka untuk mengintegrasikan jumlah hari dengan gerak semu Matahari tahunan, dibuatlah aturan interkalasi atau tahun sisipan. Setiap 19 tahun terdapat 7 tahun sisipan yang terdiri dari 13 bulan. Tahun sisipan tersebut terjadi pada tahun ke 3, 6, 8, 11, 14, 17 dan 19, sehingga dalam kurun waktu 19 tahun, kalender Bulan-Matahari ini memiliki 235 bulan.⁵³

Berikut ini merupakan beberapa sistem kalender yang termasuk kategori kalender Bulan-Matahari:

a. Kalender Babilonia

⁵¹ Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal*, 34.

⁵² Darsono, *Penanggalan Islam : Tinjauan Sistem, Fiqih Dan Hisab Penanggalan*, 33.

⁵³ Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal*, 35.

Babilonia adalah komunitas Arab yang hijrah ke wilayah anak benua Arab Suriah. Dalam perjalanan komunitas ini menuju Irak dan menetap di sana, yaitu di sebuah wilayah yang bernama “Babil” sehingga berikutnya disebut “Babilonia” yaitu pada tahun 2200 SM. Kota Babil terletak 90 KM dari kota Baghdad. Kata Babil berasal dari kata *bāb* dan *‘aili* yang berarti pintu Tuhan.⁵⁴

Bangsa Babilonia dikenal mempunyai pengetahuan luar biasa dalam mengamati alam yang pada akhirnya memberi sumbangsih signifikan dalam dunia Astronomi. Dari sejumlah observasi alam yang mereka lakukan, Babilonia sudah dapat membuat tabel-tabel astronomis, seperti pemetaan langit, fase-fase bulan, pergantian musim, peramalan terjadinya gerhana, membagi masa satu bulan menjadi 4 pekan dan mampu mengetahui 12 zodiak di cakrawala. Selain itu, bangsa Babilonia mampu menetapkan sebuah lingkaran dan Bumi menjadi 360 derajat, sebagaimana mereka mampu menetapkan 1 hari = 24 jam, 1 jam = 60 menit dan 1 menit = 60 detik.⁵⁵

Babilonia juga mampu mendeteksi masa siang dan malam dengan menggunakan *sā’ah ma’iyah* (alat pengukur waktu malam) dan jam Matahari atau *sā’ah syamsiyyah* (alat

⁵⁴ Fatimah Mahjub, *Al-Mausu’ah Al-Dzahabiyyah Li Al-‘Ulum Al-Islamiyyah*, j. 56 (Kairo: Dar al-Ghad al-‘Araby, n.d.), 357.

⁵⁵ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 21.

untuk mengukur waktu siang).⁵⁶ Pengetahuan ini dihasilkan dari aktivitas mereka secara kontinu mengamati benda-benda langit khususnya bulan. Sesuai dengan hasil pengamatan, mereka menetapkan satu tahun 354 hari yang terbagi dalam 12 bulan yang masing-masing berjumlah 29 atau 30 hari.⁵⁷

Pada perkembangannya, Babilonia banyak terinspirasi dari peradaban sebelumnya dalam hal penanggalan khususnya Sumeria dan Akadi. Namun tidak dipungkiri bahwa Babilonia banyak melakukan perbaikan dalam sistem kalender. Hanya saja, sama seperti Sumeria dan Akadi, Babilonia belum mampu menentukan bilangan bulan yang definitif untuk digunakan sehari-hari, sehingga dalam praktiknya mereka tetap menambah bulan dalam satu tahun.⁵⁸

Dalam mengkompromikan selisih hari antara tahun bulan dan tahun Matahari, Babilonia menggunakan sistem kabisat, di mana dalam tahun Matahari dan tahun Bulan akan terkumpul sebanyak 90 hari dalam setiap 8 tahun, sehingga mereka mengkabisatkan sebanyak 3 bulan dalam masa 8 tahun tersebut. Penampakan 3 bulan ini terkadang diletakkan di bulan ke-6 dan terkadang di bulan ke-12. Dengan adanya

⁵⁶ Ali Hasan Musa, *Al-Tauqit Wa Al-Taqwim*, 2nd ed. (Damaskus: Dar al-Fikr, 1998), 130.

⁵⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Kalender Sejarah Dan Arti Pentingnya Dalam Kehidupan* (Semarang: Cv. Bisnis Mulia Konsultama, 2014), 24.

⁵⁸ Butar-Butar, 25.

pengkabisatan ini, maka penanggalan yang digunakan bersesuaian dengan kemunculan bulan dan masa terjadinya banjir sungai atau musim panen.⁵⁹ Adapun nama-nama bulan yang beredar di masa Babilonia dan peradaban-peradaban lainnya adalah: Nisanu, Ayyaru, Simanu, Doumuz, Abu, Ailul, Tisyritu, Arkh Simanu, Kislimu, Tibutu, Syubatu, dan Adaru.⁶⁰

b. Kalender Yahudi

Kalender Yahudi merupakan lanjutan dari kalender Yunani kuno yang juga mengikuti sistem siklus meton (*metonic cycle*) secara konsisten. Panjang bulan dalam kalender ini bervariasi antara 29 dan 30 hari. Jumlah bulan dalam kalender ini juga bervariasi, terkadang ada tahun yang terdiri dari 12 bulan, terkadang juga terdiri 13 bulan.⁶¹

Penentuan tahun kabisat dalam kalender Yahudi ini berkaitan dengan rutinitas sosial keagamaan mereka, yakni hari Paskah. Perayaan hari Paskah dilaksanakan setiap tanggal 15 bulan Nisan yang ditentukan berdasarkan terlihatnya bulan sabit muda. Terjadinya hari Paskah kebetulan juga selalu bersamaan dengan menguningnya biji gandum pada musim semi. Apabila biji gandum tersebut belum menguning secara sempurna, maka dikatakan musim semi belum tiba. Sehingga

⁵⁹ Musa, *Al-Tauqit Wa Al-Taqwim*, 131.

⁶⁰ Butar-Butar, *Kalender Sejarah Dan Arti Pentingnya Dalam Kehidupan*, 25.

⁶¹ Butar-Butar, 41.

mereka memasukkan satu bulan pada tahun tersebut dan merayakan hari Paskah pada bulan ke-13.⁶²

Terdapat 7 tahun kabisat setiap 19 tahun dalam kalender ini, yaitu terjadi pada tahun ke 3, 6, 8, 11, 14, 17 dan 19. Artinya tahun-tahun ini memiliki jumlah 13 bulan. Untuk mengetahui tahun kabisat atau basitoh dalam kalender ini adalah tahun dibagi 19, apabila sisa 3 / 6 / 8 / 11 / 14 / 17 / 19 maka termasuk tahun kabisat. Apabila tidak, maka tahun tersebut merupakan tahun basitoh.⁶³ Penambahan bulan pada tahun kabisat disisipkan setelah bulan *Adar* (bulan keenam) yang diberi nama dengan sebutan *Adar Shen*. Adapun nama-nama bulannya adalah *Tishri, Heshvan, Kislev, Tebet, Shebat, Adar, Nisan, Iyyar, Sivan, Tammuz, Ab dan Elul*.⁶⁴

c. Kalender Cina

Kalender Cina adalah sebuah sistem kalender yang mengacu pada pergerakan bulan dan Matahari. Terdapat perbedaan pendapat mengenai kapan digunakannya kalender ini, ada yang mengatakan sejak abad ke-14 SM dan sebagian berpendapat bahwa kalender ini diperkenalkan oleh Kaisar Huangdi sejak tahun 2673 SM. Pada dasarnya, kalender Cina terdiri dari 12 bulan dalam satu tahun, namun saat tahun kabisat berjumlah 13 bulan. Panjang tahun basitoh dan tahun

⁶² Butar-Butar, 77.

⁶³ Butar-Butar, 78.

⁶⁴ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 22.

kabisat bervariasi, jika tahun basitoh berjumlah 353, 354 atau 355 hari. Sedangkan tahun kabisat berjumlah 383, 384 atau 385 hari.⁶⁵

Penentuan bulan baru pada kalender ini dimulai saat terjadi *ijtima'* atau konjungsi antara Bumi, bulan dan Mahari. Adapun penetapan tanggalnya ketika Matahari berkelipatan 30 derajat. 0 derajat pada *Vernal Equinox*, 90 derajat pada *summer Soltice*, 180 derajat pada *Autumnal Equinox* dan 270 derajat pada *Winter Soltice*. Tanggal-tanggal ini kemudian disebut sebagai termin pokok yang digunakan untuk menentukan masing-masing bulan:⁶⁶

- 1) Termin Pokok 1 saat *ṭūl al-Syams* 330 derajat.
- 2) Termin Pokok 2 saat *ṭūl al-Syams* 0 derajat.
- 3) Termin Pokok 3 saat *ṭūl al-Syams* 30 derajat, dan
- 4) Termin Pokok 4 saat *ṭūl al-Syams* 300 derajat.

Dalam penentuan tahun kabisat pada kalender Cina ini, perlu menghitung terlebih dahulu banyaknya bulan baru dari bulan ke-11 suatu tahun sampai bulan ke-11 tahun berikutnya. Apabila terdapat 13 bulan baru maka tahun tersebut harus disisipi satu bulan kabisat. Pada tahun kabisat, terdapat 1 bulan yang tidak memiliki termin pokok dan bulan tersebut

⁶⁵ Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal*, 36.

⁶⁶ Darsono, *Penanggalan Islam : Tinjauan Sistem, Fiqih Dan Hisab Penanggalan*, 48.

merupakan bulan kabisat dengan jumlah hari sama seperti bulan sebelumnya.⁶⁷

Sama seperti kalender Bulan-Matahari lainnya, kalender Cina juga memiliki siklus atau daur tahunan selama 60 tahun. Setiap tahunnya disebut nama-nama hewan sebagai siklus zodiak Cina, yakni *shu* (tikus), *niu* (kerbau), *hu* (harimau), *tu* (kelinci), *liong* (naga), *she* (ular), *ma* (kuda), *yang* (kambing), *hou* (monyet), *chi* (ayam), *kou* (anjing) dan *chu* (babi).⁶⁸

C. Waktu Salat dalam Perspektif Fikih

Penentuan waktu salat menurut para fukaha mendasarkan pada ayat Al-Qur'an dan hadis Nabi Saw. sehingga waktu salat dirumuskan atas dasar teks yang ada dalam Al-Qur'an dan hadis Nabi dengan menggunakan metode yang mampu dan mudah diaplikasikan. Sebagaimana ditunjukkan pada teks hadis, para fukaha menentukan jadwal waktu salat dengan melihat secara langsung peristiwa pergerakan Matahari menggunakan bantuan tongkat istiwak. Meskipun Al-Qur'an tidak menjelaskan secara langsung tentang batasan-batasan waktu salat, namun secara implisit Al-Qur'an telah menunjukkan waktu-waktu salat. Penjelasan secara rinci terkait waktu salat dijelaskan melalui hadis-hadis Nabi SAW yang memiliki

⁶⁷ Darsono, 49.

⁶⁸ Longstaff, *Calenders From Around The World*, 22. Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 23.

fungsi sebagai penjelas makna yang terkandung di dalam Al-Qur'an.⁶⁹

Berikut adalah ayat-ayat Al-Qur'an yang terdapat isyarat makna tentang jadwal waktu salat:

1. Al-Qur'an Surat *Tāhā* ayat 130.

فَأَصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَشْكُرُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ
غُرُوبِهَا ۚ وَمِنْ آيَاتِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ

“Maka sabarlah engkau (Muhammad) atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum Matahari terbit, dan sebelum terbenam; dan bertasbihlah (pula) pada waktu tengah malam dan di ujung siang hari, agar engkau merasa tenang.” (Q.S. *Tāhā*/20: 130).⁷⁰

Ayat di atas menjelaskan bahwa yang dimaksud dalam firman Allah *“qabla ṭulū’i al-syamsi wa qabla ghurūbihā”* adalah salat Subuh dan salat Asar. Sedangkan yang dimaksud dari kalimat *“wa min ānāi al-laili”* adalah salat Isya, karena salat Isya dilaksanakan setelah beberapa saat pada malam hari. Adapaun salat Zuhur dan Magrib dijelaskan pada kalimat *“wa aṭrāfa al-nahāri”*. Disebut demikian karena salat Zuhur dilaksanakan di antara akhir sisi siang yang pertama dan awal sisi siang yang

⁶⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), 80–81.

⁷⁰ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid 6* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), 211.

kedua. Sementara salat Magrib dilaksanakan pada sisi yang ketiga, yaitu saat terbenamnya Matahari.⁷¹

2. Al-Qur'an Surat *Al-Isrā'* ayat 78.

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ
الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

“Dirikanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) Subuh. Sunggh, salat subuh itu disaksikan oleh malaikat).” (Q.S. *Al-Isrā'*/17: 78).⁷²

Terdapat beberapa pendapat mengenai penafsiran ayat tersebut. Pada kalimat “*li dulūki al-syamsi*”, perbedaan pendapat terjadi di antara para ahli tafsir terkait waktu tergelincirnya Matahari. Sebagian ulama berpendapat bahwa maksud dari kalimat tersebut adalah waktu terbenamnya Matahari, yakni salat Magrib. Ulama lainnya berpendapat bahwa yang dimaksud adalah ketika condong ke arah tergelincirnya (terbenamnya) Matahari, yakni salat Zuhur, karena Rasulullah diperintah untuk melaksanakan salat Zuhur pada waktu tergelincirnya Matahari. Selain itu terdapat pendapat dari ulama lain bahwa yang dimaksud adalah salat Zuhur dan Asar, karena pelaksanaan kedua salat tersebut ketika Matahari telah tergelincir ke Barat.⁷³

⁷¹ Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Al-Thabari, *Tafsir Al-Thabari*, Jilid 5 (Beirut: Muassasah al-Risalah, 1994), 234.

⁷² Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid 5* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), 524.

⁷³ Al-Thabari, *Tafsir Al-Thabari*, 1994, 56.

Sedangkan kalimat “*ilā ghasaqi all-laili*” para ahli tafsir juga berbeda pendapat. Sebagian berpendapat bahwa salat yang dimaksud adalah salat Magrib. Pendapat lainnya mengatakan bahwa maksudnya adalah salat Asar. Di antara kedua pendapat tersebut yang tepat adalah salat Magrib, karena Rasulullah SAW mendapat perintah untuk menegakkan salat Magrib ketika masuk waktu malam. Makna datangnya kegelapan malam pada kalimat tersebut, tidak akan terjadi kecuali setelah terbenamnya Matahari. Sementara waktu salat Asar bukan dilaksanakan ketika masuk waktu malam melainkan antara tergelincirnya Matahari sampai hendak masuknya malam. Adapun yang dimaksud pada kalimat “*wa qur’āna al-fajr*” adalah salat Subuh.⁷⁴

3. Al-Qur’an Surat *Hūd* ayat 114.

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَرُفْعًا مِنَ اللَّيْلِ ؕ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ ؕ
ذَلِكَ ذِكْرٌ لِلذَّكْرَيْنِ

“Dan laksanakanlah salat pada kedua ujung siang (pagi dan petang) dan pada bagian permulaan malam. Perbuatan-perbuatan baik itu menghapus kesalahan-kesalahan. Itulah peringatan bagi orang-orang yang selalu mengingat (Allah).” (Q.S. *Hūd*/11: 114).⁷⁵

Para ahli tafsir berbeda pendapat dalam menakwilkan maksud kalimat “*wa aqimi al-ṣalāta ṭarafayī al-nahār*” dalam

⁷⁴ Al-Thabari, 57.

⁷⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Qur’an Dan Tafsirnya Jilid 4* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), 483.

ayat di atas. Sebagian ulama berpendapat bahwa maksud dari kalimat tersebut adalah salat Magrib dan salat Subuh, karena salat Magrib dilaksanakan pada waktu petang dan salat Subuh didirikan pada waktu pagi. Sebagian ulama yang lain berpendapat bahwa kedua tepi siang adalah salat Zuhur dan Asar, karena berhubungan dengan kalimat “*wa zulafan min al-laili*”, yaitu Magrib, Isya dan Subuh. Namun pendapat yang tepat menurut al-Thabari adalah salat Magrib. Sedangkan pada kalimat “*wa zulafan min al-laili*”, dimaknai oleh al-Thabari sebagai salat Isya, karena salat Isya merupakan salat terakhir yang dilaksanakan sesudah melewati bagian dari permulaan malam.⁷⁶

Adapun hadis-hadis yang menjelaskan secara detail tentang awal waktu salat adalah sebagai berikut:

1. Hadis riwayat Jabir bin Abdullah.

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ جَاءَ جَبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ إِلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ حِينَ زَالَتِ الشَّمْسُ فَقَالَ قُمْ يَا مُحَمَّدُ فَصَلِّ الظُّهْرَ حِينَ مَالَتِ الشَّمْسُ ثُمَّ مَكَثَ حَتَّى إِذَا كَانَ فِيءِ الرَّجُلِ مِثْلَهُ جَاءَهُ لِلْعَصْرِ فَقَالَ قُمْ يَا مُحَمَّدُ فَصَلِّ العَصْرَ ثُمَّ مَكَثَ حَتَّى إِذَا غَابَتِ الشَّمْسُ جَاءَهُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ المَغْرِبَ فَقامَ فَصَلَّاهَا حِينَ غَابَتِ الشَّمْسُ سَوَاءً ثُمَّ مَكَثَ إِذَا

⁷⁶ Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Al-Thabari, *Tafsir Al-Thabari*, Jilid 4 (Beirut: Muassasah al-Risalah, 1994), 317–318.

دَهَبَ الشَّفَقُ جَاءَهُ فَقَالَ فَمَنْ فَصَلِّ الْعِشَاءَ فَقَامَ فَصَلَّاهَا ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ
 سَطَعَ الْفَجْرُ فِي الصُّبْحِ فَقَالَ فَمَنْ يَا مُحَمَّدُ فَصَلِّ فَقَامَ فَصَلَّى الصُّبْحَ ثُمَّ
 جَاءَهُ مِنَ الْعَدِ حِينَ كَانَ فِيءُ الرَّجُلِ مِثْلَهُ فَقَالَ فَمَنْ يَا مُحَمَّدُ فَصَلِّ فَصَلَّى
 الظُّهْرَ ثُمَّ جَاءَهُ جِبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ حِينَ كَانَ فِيءُ الرَّجُلِ مِثْلَيْهِ فَقَالَ فَمَنْ يَا
 مُحَمَّدُ فَصَلِّ فَصَلَّى الْعَصْرَ ثُمَّ جَاءَهُ لِلْمَغْرِبِ حِينَ غَابَتِ الشَّمْسُ وَقَتًا
 وَاحِدًا لَمْ يَزُلْ عَنْهُ فَقَالَ فَمَنْ فَصَلِّ الْمَغْرِبَ ثُمَّ جَاءَهُ لِلْعِشَاءِ حِينَ
 دَهَبَ ثُلُثُ اللَّيْلِ الْأَوَّلِ فَقَالَ فَمَنْ فَصَلِّ الْعِشَاءَ ثُمَّ جَاءَهُ لِلصُّبْحِ
 حِينَ أَسْفَرَ جَدًّا فَقَالَ فَمَنْ فَصَلِّ الصُّبْحَ فَقَالَ مَا بَيْنَ هَذَيْنِ وَقْتُ
 كُلُّهُ. (رواه النسائي 77)

“Dari Jabir bin Abdullah berkata: Jibril as datang kepada Nabi ketika Matahari telah tergelincir, maka ia mengajak Rasulullah Saw untuk salat Zuhur ketika Matahari agak condong sedikit. Ketika bayangan seseorang telah sama panjangnya, ia datang untuk mengajak Nabi Saw untuk mengerjakan salat Asar. Ketika Matahari telah terbenam, ia datang untuk mengajak Nabi Saw untuk Salat Magrib. Ia menyegerakan salat Magrib ketika Matahari tengah tenggelam. Ketika warna kemerah-merahan telah hilang dari langit, maka ia datang sekali lagi untuk mengajak Nabi Saw untuk mengerjakan salat Isya. Ketika fajar telah menyingsing, ia datang untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Subuh. Pada hari berikutnya ketika bayangan seseorang telah sama, maka ia datang untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Zuhur. Selanjutnya ketika bayangan seseorang telah menjadi dua kali, maka Jibril

⁷⁷ Al-Hafiz Jalal al-Din Al-Suyuthi, *Sunan Al-Nasa'i Bi Syarhi Al-Hafidz Jalalu Al-Din Al-Suyuthi Wa Hasyiyatu Al-Imam Al-Sindi*, Juz 1 (Halab: Maktab al-Mathbu'at al-Islamiyyah, n.d.), 263.

datang untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Asar. Ketika Matahari telah terbenam, maka ia datang untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Magrib. Kemudian ketika malam telah mencapai sepertiganya, maka ia datang untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Isya. Selanjutnya pada keesokannya ketika Matahari mulai terang, ia datang kembali untuk mengajak Rasulullah Saw untuk mengerjakan salat Subuh. Setelah itu ia berkata kepada beliau: Waktu salat fardlu adalah di antara waktu-waktu salat yang aku kerjakan kemarin dan yang aku kerjakan pada hari ini.” (HR. Nasa’i).

Hadis di atas menerangkan bahwa malaikat Jibril memberitahu kepada Nabi Muhammad Saw mengenai waktu-waktu salat yang ditandai dengan fenomena-fenomena alam yang selalu berulang setiap hari. Maksud dari kalimat “*sawāan*” adalah sama dengan Matahari terbenam yang menjadi tanda masuknya waktu salat Magrib. Sedangkan kalimat “*sa’a’ a al-fajru*” adalah bangkit dan munculnya fajar.⁷⁸

2. Hadis riwayat Abdullah bin Amar

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَخْضِرِ العَصْرُ وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ

⁷⁸ Al-Suyuthi, 263.

طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ فَإِذَا طَلَعَتِ الشَّمْسُ فَأَمْسِكَ عَنِ الصَّلَاةِ
فَإِنَّهَا تَطْلُعُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ. (رواه مسلم)

“Dari Abdullah bin Amr r.a., bahwasanya Rasulullah Saw bersabda: waktu Zuhur adalah ketika Matahari tergelincir dan bayangan seseorang sama seperti panjangnya, selama belum datang (waktu) Asar. Waktu Asar adalah selama Matahari belum menguning. Waktu salat Magrib adalah selama syafaq (cahaya merah) belum sirna. Waktu salat Isya adalah sampai pertengahan malam. Dan waktu salat Subuh adalah dari terbitnya fajar selama Matahari belum terbit. Apabila Matahari telah terbit, maka tahanlah dari (pelaksanaan) salat; karena sesungguhnya dia terbit di antara dua tanduk setan.” (HR Muslim).⁷⁹

Atas dasar hadis-hadis tersebut, para fukaha menetapkan waktu salat selalu bersambung dari tibanya waktu Zuhur sampai berakhirnya waktu Subuh yang ditandai dengan terbitnya Matahari. Kewajiban melaksanakan salat dalam kurun waktu yang telah ditentukan merupakan kewajiban *muwassa'an*, artinya sebuah kewajiban yang dilaksanakan dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Adapun maksud dari sabda Rasulullah “*fainnahā taṭlu'ū baina qornai syaiṭānin*” ada beberapa pendapat. Ada yang berpendapat bahwa maksud dari tanduk setan adalah umat dan golongannya. Ada juga yang berpendapat tanduk setan yang ada di kepalanya. Adapun maksud dari lafal tersebut bahwa pada waktu terbit Matahari, setan mendekatkan kepalanya ke Matahari supaya

⁷⁹ Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj al-Qusyairy Al-Naisabury, *Shahih Muslim* (Beirut-Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, n.d.), 427.

orang-orang dari kalangan non-muslim yang sujud kepada Matahari pada waktu terbit seolah-olah sujud kepadanya, dan saat itu dia beserta golongannya mempunyai kekuatan serta kemampuan untuk mengacaukan salat seseorang. Karena alasan tersebut, salat pun dimakruhkan pada waktu terbit, sebagaimana dimakruhkannya salat ditempat-tempat yang dihuni oleh setan.⁸⁰

Abdurrahman al-Jaziri dalam kitab *al-Fiqh 'alā al-Mazāhib al-Arba'ah* menjelaskan bahwa waktu-waktu salat bisa diketahui dengan lima cara. *Pertama*, dengan berdasarkan hasil perhitungan matematis astronomis yang memiliki akurasi tinggi. cara pertama saat ini banyak digunakan di daerah kota maupun desa, dengan cara pertama ini juga dapat mengetahui waktu-waktu *syar'i*. *Kedua*, dengan tergelincirnya Matahari, yaitu munculnya bayangan sesaat setelah kulminasi, dengan tergelincirnya Matahari tersebut dapat diketahui awal waktu salat Zuhur dan waktu salat Asar. *Ketiga*, terbenamnya Matahari, yang dapat digunakan untuk mengetahui awal waktu salat Magrib. *Keempat*, hilangnya *syafaq* merah, dengan itu diketahui awal waktu salat Isya. *Kelima*, Cahaya putih yang terlihat di kaki langit timur, yang dapat digunakan untuk mengetahui awal waktu salat Subuh.⁸¹

Penetapan masuknya waktu salat dalam kacamata fukaha masih mengikuti tradisi rukyat. Artinya dengan melihat tanda alam

⁸⁰ Muhyiddin Yahya bin Syaraf An-Nawawi, *Shahih Muslim Bi Syarhi An-Nawawi*, Jilid 5 (Muassasah Qarthabah, 1994), 157–158.

⁸¹ Abdurrahman Al-Jazairī, *Al-Fiqh 'Alā Al-Mazahib Al-Arba'Ah*, 1st ed. (Beirut-Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003), 166.

sebagaimana yang diinformasikan dalam hadis di atas untuk mengetahui masuknya waktu salat. Waktu salat Zuhur dimulai ketika Matahari tergelincir sampai bayangan suatu benda panjangnya sama dengan panjang bendanya atau sampai masuk waktu Asar. Hal ini terjadi ketika nilai lintang suatu tempat berbeda dengan nilai deklinasi Matahari, sehingga pada saat waktu Zuhur bayangan suatu benda yang tegak lurus sudah memiliki bayangan. Cara mengetahui posisi Matahari sudah tergelincir adalah dengan melihat suatu bayangan benda yang tegak lurus. Jika bayangan dari benda sudah mencapai bayangan terpendek (pada saat deklinasi Matahari tidak sama dengan lintang tempat) atau saat muncul bayangan sebuah benda yang ketika kulminasi tidak ada bayangan (pada saat deklinasi Matahari sama dengan lintang tempat saat), maka saat itu telah masuk waktu Zuhur.⁸²

Penentuan waktu Asar juga dengan cara mengamati bayangan sebuah benda. Jumhur Ulama (Syafi'iyah, Hanabilah, Malikiyah) berpendapat bahwa ketika suatu bayangan benda yang tegak lurus telah mencapai satu kali panjang bendanya, maka dipastikan sudah memasuki waktu Asar, dengan catatan apabila hari tersebut saat Matahari berkulminasi tidak memiliki bayang. Sementara ulama Hanafiyah berpendapat bahwa masuknya waktu salat Asar ketika bayangan suatu benda panjangnya dua kali panjang bendanya.

⁸² Teungku Mustafa Muhammad Isa Pulo, *Fiqih Falakiyah* (Yogyakarta: Deepublish, 2016), 33–36.

Sedangkan para jumbuh ulama berpendapat bahwa ketika Matahari terbenam, maka waktu salat Asar berakhir.⁸³

Penentuan waktu salat Magrib pun juga dengan mengamati secara langsung posisi Matahari, yaitu ketika piringan bagian atas Matahari bersinggungan dengan horizon barat dan waktu Magrib berakhir ketika hilangnya cahaya *syafaq* yang berwarna merah. Sedangkan waktu salat Isya ditentukan ketika cahaya *syafaq* merah menghilang. Cahaya *syafaq* merupakan bias cahaya Matahari pada partikel-partikel dalam atmosfer Bumi yang terlihat di langit barat. Sementara waktu Subuh ditentukan ketika tebitnya cahaya fajar yaitu cahaya berwarna putih yang berhamburan di sepanjang kaki langit bagian timur.⁸⁴

Penjelasan secara detail awal waktu salat perspektif fukaha sebagai berikut:

1. Awal waktu salat Zuhur dimulai ketika tergelincirnya Matahari melewati meridian langit sampai masuknya waktu Asar. Cara untuk mengetahui Matahari telah tergelincir adalah dengan mengamati suatu bayangan benda yang tegak lurus. Imam Nawawi dalam kitab *Rauḍatu al-Ṭālibīn wa ‘Umdat al-Mufīn* menerangkan bahwa terdapat dua macam bayangan saat Matahari

⁸³ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori Dan Praktik* (Medan: LPPM UISU, 2016), 38.

⁸⁴ Butar-Butar, 38–41.

tergelincir, yaitu adanya bayangan saat kulminasi dan bayangan muncul setelah kulminasi (saat kulminasi tidak ada bayangan).⁸⁵

Dua bentuk bayangan tersebut, menandakan adanya pengaruh deklinasi Matahari yang setiap hari nilainya selalu berubah dengan besaran nilai lintang tempat. Ketika besaran nilai lintang tempat sama atau hampir sama dengan besaran nilai deklinasi Matahari, maka saat Matahari berkulminasi tempat tersebut tidak memiliki bayangan, sehingga tanda masuknya waktu salat Zuhur adalah ketika munculnya bayang suatu benda yang tegak lurus sesaat setelah Matahari kulminasi. Sedangkan ketika besaran nilai lintang tempat lebih kecil atau lebih besar dari besaran nilai deklinasi Matahari, maka tanda masuknya waktu salat Zuhur adalah ketika mulai memanjangnya bayangan sebuah benda yang tegak lurus sesaat setelah mencapai bayangan terpendek saat Matahari kulminasi.

2. Awal waktu salat Asar dimulai ketika bayangan benda memiliki panjang yang sama dengan panjang bendanya, dengan catatan dikurangi panjang bayang saat Zuhur (jika ada) dan berakhirnya waktu salat Asar ketika masuknya waktu salat Magrib.⁸⁶
3. Awal waktu salat Magrib dimulai ketika terbenamnya Matahari dan berakhir ketika masuknya waktu salat Isya. Penentuan waktu salat Magrib mendasarkan pada pengamatan terhadap Matahari,

⁸⁵ Imam Nawawi, *Raudlatul Al-Ṭālibīn Wa 'Umdatul Muftīn*, 1st ed. (Beirut: Maktab al-Islami, 1991), 180.

⁸⁶ Nawawi, 180.

yaitu dengan cara mengamati secara langsung bersinggungannya piringan bagian atas Matahari dengan ufuk barat.

Seluruh ulama *mazāhib* sepakat bahwa terbenamnya Matahari merupakan tanda masuknya waktu salat Magrib. Namun perihal berakhirnya waktu salat Magrib ada perbedaan pendapat. Menurut jumhur ulama (Hanafiyah, Hanabilah dan *qaul qadīm* mazhab Syafi'i), waktu salat Magrib berlangsung sampai hilangnya *syafaq*. Mereka menggunakan dalil hadis “Waktu Mangrib adalah selama *syafaq* belum hilang”. Menurut ulama mazhab Hambali, ulama mazhab Syafi'i, Muhammad Hasan al-Syarbini dan Abu Yusuf, makna *syafaq* adalah cahaya merah. Hal senada juga diungkapkan oleh Ibnu Umar yang memaknai kata *syafaq* sebagai cahaya merah. Sedangkan menurut Abu Hanifah, *syafaq* adalah bias cahaya berwarna putih yang selalu terlihat di atas ufuk setelah cahaya merah. Jarak antara dua *syafaq* (merah dan putih) adalah 3 derajat, dan setiap 1 derajatnya setara dengan 4 menit.⁸⁷

4. Awal waktu salat Isya dimulai ketika hilangnya *syafaq* dan berakhir saat masuknya waktu salat Subuh. Menurut ulama *mazāhib*, waktu salat Isya dimulai saat hilangnya *syafaq* (seperti yang telah difatwakan dalam mazhab Hanafi) sampai terbitnya fajar *ṣādiq*, maksudnya beberapa saat sebelum kemunculan fajar *ṣādiq*.⁸⁸

⁸⁷ Wahbah Az-Zuhailī, *Al-Fiqh Al-Islami Wa Adillatuhu*, 1st ed. (Damaskus: Dar al-Fikr, 1985), 510–511.

⁸⁸ Az-Zuhailī, 511.

5. Awal waktu salat Subuh dimulai ketika munculnya cahaya fajar *ṣādiq* dan berakhir ketika Matahari terbit. Waktu salat Subuh juga ditentukan berdasarkan bias cahaya putih yang teramati di sepanjang horizon bagian timur.⁸⁹

Sampai di sini dapat diambil simpulan bahwa dalam perspektif fikih, batasan awal dan akhir waktu salat didasarkan pada peristiwa harian Matahari yang bisa diamati dari Bumi dengan melihat secara langsung (*rukyat*). Peristiwa harian Matahari yang dilihat secara langsung meliputi bayangan Matahari, piringan Matahari dan bias cahaya Matahari. Para fukaha juga memiliki berbagai pendapat dalam menginterpretasikan dalil-dalil dari Al-Qur'an maupun Hadis terhadap batasan awal dan akhir waktu salat, khususnya waktu salat Asar dan salat Isya. Perbedaan pendapat di kalangan para fukaha tersebut merupakan bukti konkret terhadap kekayaan intelektual dan jalannya ijtihad sepanjang masa yang patut disyukuri oleh umat Islam.

D. Waktu Salat dalam perspektif Astronomi

Landasan astronomis yang digunakan dalam penentuan awal waktu salat adalah gerak semu Matahari yang disebabkan oleh rotasi Bumi. Gerak semu Matahari ini meliputi *sunrise* (Matahari terbit), *culmination* (Matahari berada di zenit), *sunset* (Matahari terbenam),

⁸⁹ Az-Zuhailī, 507.

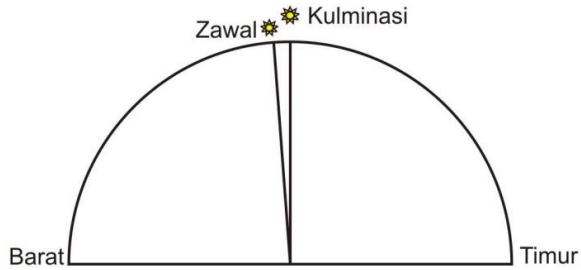
evening twilight (akhir senja) dan *morning twilight* (fajar).⁹⁰ Berikut merupakan penjelasan waktu-waktu salat perspektif Astronomi:

1. Waktu Salat Zuhur

Permulaan waktu salat Zuhur terjadi saat pertengahan hari (*noon*), yakni ketika seluruh piringan Matahari telah melewati garis meridian langit yang tingginya relatif terhadap lintang tempat dan deklinasi Matahari.⁹¹ Waktu yang dibutuhkan Matahari melewati garis meridian setitar 3 menit. Dalam perhitungan awal waktu salat Zuhur, nilai sudut waktu Matahari tidak dibutuhkan karena sudah menjadi barang tentu ketika posisi Matahari berada di meridian langit sudut waktu Matahari bernilai 0° dan saat itu menunjukkan pukul 12 waktu hakiki.

⁹⁰ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi: Telaah Hisab-Rukyat Dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya* (Bandung: Kaki Langit, 2005), 137.

⁹¹ Ketika Matahari melewati meridian, terdapat 3 bentuk bayangan yang terjadi, yakni: 1) Bayangan berada di selatan, 2) Bayangan berada di utara dan 3) Tidak ada bayangan. Perbedaan bentuk bayangan ini disebabkan oleh nilai deklinasi Matahari yang tidak selalu sama dengan nilai deklinasi Matahari. Baca Slamet Hambali, “Aplikasi Astronomi Modern Dalam Kitab As-Shalat Karya Abdul Hakim” (Semarang, 2012), 38; Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah, *Almanak Hisab Rukyat* (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kemenag RI, 2010), 142.



Gambar 2.1 Visualisasi Posisi Matahari Awal Waktu Salat Zuhur

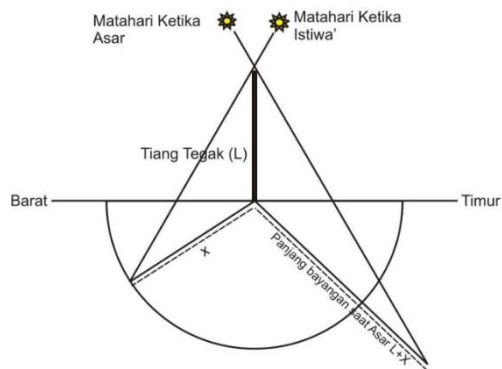
2. Awal Waktu Salat Asar

Seperti yang dijelaskan oleh para fukaha, terdapat dua pendapat mengenai permulaan awal waktu salat Asar. Sebenarnya apabila dikaji secara Astronomis, pendapat para fukaha tersebut tidak ada yang keliru. *Pertama*, waktu salat Asar dimulai saat bayang-bayang suatu benda panjangnya sama dengan panjang bendanya. Hal ini terjadi karena nilai lintang tempat sama atau hampir sama dengan nilai deklinasi Matahari, sehingga ketika Matahari berada di zenit benda yang berdiri tegak lurus tidak memiliki bayang-bayang.

Kedua, waktu salat Asar dimulai saat panjang bayang-bayang suatu benda dua kali panjang bendanya. Hal ini terjadi karena terdapat selisih antara besaran nilai deklinasi Matahari dengan besaran nilai lintang tempat, sehingga ketika Matahari berada di Zenit benda yang berdiri tegak lurus telah memiliki bayang-bayang bahkan bayang-bayangnnya sama dengan panjang bendanya.

Panjang bayangan yang terjadi saat Matahari berada di zenit dapat diketahui dengan rumus $\tan ZM$. Di mana ZM merupakan jarak sudut antara zenit dan Matahari ketika kulminasi di sepanjang meridian langit sebesar nilai mutlak lintang tempat dikurangi deklinasi Matahari. Sehingga posisi Matahari awal waktu salat Asar dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal sampai pada posisi Matahari berada.⁹²

$$\text{Cotan } h \text{ Asar} = \tan ZM + 1$$



Gambar 2.2 Visualisasi Posisi Matahari Awal Waktu Salat Asar

3. Awal Waktu Salat Magrib

Terbenamnya Matahari menjadi tanda datangnya waktu salat Magrib. Dikatakan terbenam ketika piringan Matahari bagian atas telah berhimpit atau menyentuh ufuk *mar'i*. Pada saat

⁹² Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 88-89.

terbenam, jarak titik pusat Matahari hari sepanjang semi diameter (SD) Matahari senilai $0^{\circ} 16' 0''$. Nilai ini diperoleh dari setengah nilai rata-rata diameter Matahari ($0,5 \times 0^{\circ} 32' 0''$).⁹³

Kemudian, fenomena pembiasan cahaya atau refraksi juga turut menjadi bagian terpenting dalam menentukan awal waktu salat Magrib. Posisi Matahari ketika terbenam, sebenarnya piringan Matahari bagian atas sudah berada di bawah ufuk barat. Hal ini karena ada pembiasan cahaya yang memiliki nilai maksimum ketika Matahari berada di ufuk dengan nilai sebesar $0^{\circ} 34' 30''$.⁹⁴

Hal lain yang mempengaruhi perhitungan waktu salat Magrib adalah tinggi tempat. Menurut Slamet Hambali, seseorang yang berada di tempat yang sama dengan ketinggian berbeda akan berbeda juga kapan terlihatnya Matahari ketika terbit dan terbenam. Seseorang yang berada di tempat lebih tinggi akan lebih dahulu melihat Matahari terbit dan lebih lama melihat Matahari terbenam dari pada seseorang yang berada di bawah. Ini lah yang kemudian dikatan sebagai kerendahan ufuk (KU) yang dapat diketahui dengan rumus $0^{\circ} 1,76' \times \sqrt{\text{tinggi tempat}}$. Sehingga rumus ketinggian Matahari terbenam adalah $-(SD + \text{Refraksi} + KU)$.⁹⁵

⁹³ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak* (Yogyakarta: Teras, 2011), 73.

⁹⁴ Musonnif, 73.

⁹⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I: Penentuan Awal Waktu Salat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011), 143.

4. Awal Waktu Salat Isya

Fenomena Astronomis saat masuk awal waktu salat Isya adalah hilangnya cahaya merah. Fenomena ini terjadi karena pembiasan cahaya Matahari akibat adanya partikel-partikel dari luar angkasa, sehingga walaupun Matahari telah terbenam namun bias cahayanya masih tersisa di langit barat. Keadaan seperti ini disebut “*twilight* atau cahaya senja.”⁹⁶

Melihat hasil observasi dari para observer, *Twilight* terbagi menjadi 3 tingkat, yaitu ⁹⁷:

a. *Civil twilight*

Civil twilight merupakan sebutan untuk suatu keadaan ketika posisi Matahari berada di antara 0° sampai -6° di bawah ufuk. Pada saat itu, benda-benda yang berada di luar bentuknya masih terlihat jelas dan bintang-bintang yang terang mulai bisa terlihat.

b. *Nautical twilight*

Nautical twilight merupakan sebutan untuk suatu keadaan ketika posisi Matahari berada di antara -6° sampai -12° di bawah ufuk. Pada saat itu, benda-benda yang berada di luar bentuknya sudah terlihat samar dan bintang-bintang dapat terlihat semua.

⁹⁶ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 2004, 91.

⁹⁷ Jamil, *Ilmu Falak Teori Dan Aplikasi: Hisab Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Bulan (Hisab Kontemporer)*, 32–33.

c. *Astronomical twilight*

Astronomical twilight merupakan sebutan untuk suatu keadaan ketika posisi Matahari berada di antara -12° sampai -18° di bawah ufuk. Pada saat itu, permukaan Bumi sudah gelap gulita sehingga benda-benda yang berada di luar bentuknya sudah tidak terlihat dan semua bintang baik yang cahayanya kuat maupun yang lemah dapat terlihat. Ketika posisi Matahari berada pada -18 derajat di bawah ufuk, bias cahaya merah telah menghilang dan saat inilah masuknya awal waktu salat Isya.

5. Awal Waktu Salat Subuh

Peristiwa Astronomis sebagai tanda masuknya awal waktu salat Subuh adalah munculnya fajar *ṣādiq* atau sering dikenal sebagai awal fajar astronomi (*astronomical twilight*). Waktu tersebut ditandai dengan ketampakan cahaya di kaki langit timur menjelang Matahari terbit. Terdapat perbedaan pendapat mengenai kapan munculnya fajar *ṣādiq* tersebut. Menurut kalender *Rabi'ah Alam Islāmī* (Liga Dunia Islam) fajar *ṣādiq* muncul saat Matahari berada pada -18 derajat di bawah ufuk. Sedangkan kalender Ummur Quro berpatokan kedudukan Matahari pada -19 derajat di bawah ufuk. Sementara Sa'adoeddin Djambek menyebutkan bahwa kemunculan fajar *ṣādiq* saat posisi Matahari pada -20 derajat di bawah ufuk. Pendapat terakhir ini lah

yang digunakan oleh Lemaga Hisab Rukyat Kementerian Agama RI dalam memulai awal waktu salat Subuh.⁹⁸

⁹⁸ Nihayatur Rohmah, *Syafaq & Fajar: Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri (Tinjauan Syar'i Dan Astronomi)* (Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 2.

BAB III

TINJAUAN ASTRONOMIS TERHADAP PERUBAHAN POSISI MATAHARI

A. Data Fisik Matahari

Matahari adalah salah satu bintang di antara milyaran bintang lainnya yang bergerak dalam sebuah sistem Galaksi Bimasakti.¹ Pada sistem tata surya² kita, Matahari merupakan benda langit terbesar berbentuk bola pijar raksasa yang memiliki kandungan utama berupa hidrogen sebagai bahan bakar reaksi nuklirnya. Reaksi nuklir yang terdapat pada inti Matahari bersuhu 20 juta Kelvin³ menjadi sumber energi yang terpancar dengan suhu permukaan sekitar 5.800° K.⁴ Kecepatan cahaya yang dimiliki Matahari adalah 300 ribu km per detik, sehingga dengan jarak Bumi – Matahari yang berkisar 150 juta

¹ Ati Harmoni, *Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)* (Depok: Penerbit Gunadarma, n.d.), 30.

² Tata Surya merupakan kumpulan objek benda langit yang terikat oleh gaya gravitasi sebuah bintang, dalam hal ini Matahari. Banyak para astronom melakukan observasi dan penelitian tentang objek benda langit menggunakan teleskop, karena banyak kejadian yang sangat menakjubkan di tata surya setiap saat.. Lihat Yudhiakto Pramudya M. Burhanuddin Latief, Muchlas, “Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Fisika Indonesia* 18, no. 54 (2015): 82–85.

³ Bambang Hidayat Iratius Radiman, Suryadi Siregar, Suhardja D. Wiramihardja, *Ensiklopedi Singkat Astronomi Dan Ilmu Yang Bertautan* (Bandung: Penerbit ITB, 1980), 60.

⁴ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an Kementerian Agama RI, *Manfaat Benda-Benda Langit Dalam Perspektif Al-Quran Dan Sains* (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an Kementerian Agama RI, 2012), 47-48; Abdul Hamid Tahir, *Unsur-Unsur Astronomi Praktik Untuk Kegunaan Ukur Tanah* (Malaysia: Unit Penerbitan Akademik UTM, 1990), 2.

km, maka cahaya Matahari untuk bisa sampai ke Bumi membutuhkan waktu kurang lebih 8,3 menit.⁵

H. Helmholtz dalam teori kontraksinya menyebutkan bahwa panas Matahari berasal dari penyusutan bola gas. Sedangkan suhu panas yang dimiliki Matahari menurut J.R. Mayer berasal dari batu-batu meteor yang jatuh di permukaan Matahari dengan kecepatan tinggi. Berbeda dengan Dr. Bothe yang mengungkapkan bahwa panas yang dihasilkan oleh Matahari berasal dari reaksi “*hidrogen helium sintesis*” yang merupakan reaksi-reaksi nuklir.⁶ Pendapat terakhir lah yang menurut para ilmuwan dirasa paling tepat.

Hawking menyebutkan bahwa beberapa milyar tahun silam Matahari diproses di luar rotasi gas berbentuk awan yang memuat reruntuhan supernova awal. Sebagian besar gas dalam awan tersebut membentuk sebuah Matahari yang berisi sekitar 2% unsur-unsur berat.⁷ Sebagian kecil unsur-unsur yang lebih berat lainnya berkumpul membentuk planet-planet sebagai benda langit yang mengitari Matahari.

Kepadatan zat yang dimiliki Matahari terbilang rendah, rata-ratanya hanya 1,4 kali berat satu volume air yang sama. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan di pusat Matahari yang sangat

⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 77.

⁶ Ahmad Izzuddin, *Sistem Penanggalan* (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 20.

⁷ Stephen W Hawking, *Teori Segala Sesuatu: Asal-Usul Dan Kepunahan Alam Semesta* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007), 87.

besar melebihi 100 kali kepadatan air. Namun di luar pusatnya, sebagian tersusun dari gas yang lebih tipis dibanding atmosfer Bumi. Sehingga kepadatan umum Matahari rata-ratanya sangat rendah.⁸

Matahari yang secara etimologi disebut *al-Syams* dan termasuk bintang generasi kedua atau ketiga memiliki manfaat sangat besar bagi kelangsungan kehidupan di Bumi karena sumber cahaya alaminya. Pancaran energi cahaya alami Matahari membuat Bumi terasa hangat, air dan udara di Bumi bersirkulasi dengan baik, serta tumbuhan dapat berfotosintesis menghasilkan oksigen. Bahkan batu bara dan minyak Bumi pun kandungan energinya bersumber dari Matahari.⁹

Dibanding dengan bintang-bintang yang lain, Matahari masuk ke dalam kategori bintang sedang, baik massa, suhu maupun diameternya. Diameter atau garis tengahnya 109 kali diameter Bumi, atau setara dengan 1,39 juta km. Kalau dihitung, itu artinya bola Matahari besarnya 1,3 juta kali besar planet Bumi. Massa Matahari 333.000 kali massa Bumi, atau 2×10^{27} ton dan medan Magnet di permukaan Matahari sebesar 1-2 Gauss.¹⁰

⁸ Izzuddin, *Sistem Penanggalan*, 19.

⁹ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, *Cahaya Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Sains* (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, 2016), 125.

¹⁰ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, *Manfaat Benda-Benda Langit Dalam Perspektif Al-Quran Dan Sains*, 48; Iratius Radiman, Suryadi Siregar, Suhardja D. Wiramihardja, *Ensiklopedi Singkat Astronomi Dan Ilmu Yang Bertautan*, 60.

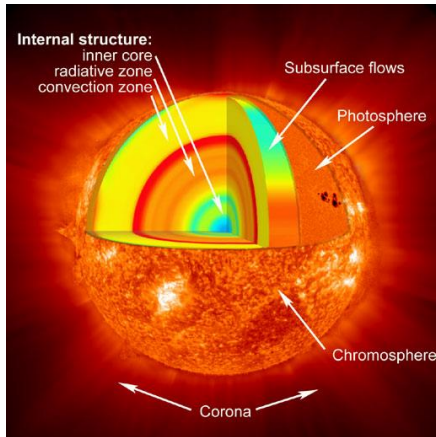
Dengan massa yang sangat besar tersebut, delapan planet ditahan tetap melingkarinya. Delapan planet tersebut adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus. Selain delapan planet tersebut, banyak asteroid, komet, batuan dan debu antar planet juga tetap setia mengitarinya, semua mengorbit mengitari Matahari.

Secara garis besar, bagian Matahari terbagi menjadi 3, yakni angkasa Matahari, permukaan Matahari dan bagian dalam Matahari.

1. Angkasa Matahari

Angkasa Matahari adalah bagian Matahari yang dapat teramati secara langsung dari Bumi. Sumber energi angkasa Matahari berasal dari reaksi termonuklir yang berlangsung di pusat Matahari. Sehingga pancaran radiasi angkasa Matahari dapat sampai ke Bumi. Bagian angkasa Matahari ini terbagi 3 bagian, yakni fotosfer, kromosfer dan korona.¹¹

¹¹ Agustinus Gunawan Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya* (Yogyakarta: PT Kanisius, 2009), 24; Fathul Mufid, “Diskursus Tentang Benda-Benda Angkasa Luar Menurut Para Mufassir Dan Astronom,” *Hermeneutik* 7, no. 1 (2013): 83–100.



Gambar 3.1 Bagian-bagian Matahari

a. Fotosfer

Fotosfer atau yang sering disebut dengan lapisan cahaya merupakan bagian permukaan Matahari yang memancarkan cahaya. Para ahli mengamati bahwa fotosfer mengandung lebih dari 67 unsur kimia. Unsur kimia yang pertama ditemukan oleh para ahli tersebut adalah unsur helium. Ketebalan fotosfer mencapai 500 km dan suhunya diperkirakan 6.000 K. Hal ini wajar apabila lapisan fotosfer memancarkan cahaya yang sangat kuat. Dengan teleskop yang sudah dilengkapi dengan filter (penapis), lapisan fotosfer dapat teramati. Fungsi dari filter tersebut digunakan untuk mereduksi intensitas cahaya Matahari hingga 1/1 juta kali.¹²

¹² Riswanto dan Nyoto Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumihan* (Lampung: Lembaga Penelitian UM Metro Press, 2015); Juri

b. Kromosfer

Kromosfer merupakan bagian Matahari yang berada di atas lapisan fotosfer. Suhu kromosfer pada lapisan bagian bawah dekat dengan fotosfer kurang lebih mencapai 4.000 K dan suhu bagian paling atas dari kromosfer mencapai 20.000 K, artinya suhu kromosfer semakin ke atas semakin tinggi.¹³ Lapisan kromosfer menjadi tanda transisi lapisan fotosfer ke lapisan Matahari bagian luar.¹⁴ Kromosfer bisa diamati ketika terjadi peristiwa gerhana Matahari total atau menggunakan teleskop yang sudah terpasang filter H-alpha.

c. Korona

Korona adalah lapisan terluar dari angkasa Matahari yang terlihat begitu terang. Para ahli memperkirakan tebal lapisan korona mencapai 2.500.000 km dan suhunya mencapai 1.000.000 K. Adapun bentuk korona selalu berubah-ubah yang dapat dilihat menggunakan teleskop atau saat terjadi peristiwa gerhana Matahari total.¹⁵ Selain itu, terdapat faktor penting saat pengamatan korona Matahari, yakni harus memperhatikan

Toomre Mark P. Rast, Ake Nordlund, Robert F. Stein, "Ionization Effects in Three-Dimensional Solar Granulation Simulations," *The Astrophysical Journal* 408 (1993): 53–56.

¹³ Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumian*, 45; K.D. Abhyankar, "A Survey of the Solar Atmospheric Models," *Bulletin of the Astronomical Society of India* 5 (1977): 40–44.

¹⁴ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumian Dan Antariksa* (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2015), 61.

¹⁵ Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumian*, 45.

kondisi kecerahan langit karena dengan keadaan langit yang cerah, korona Matahari dapat teramati dengan jelas.¹⁶

2. Permukaan Matahari

Banyak aktivitas yang sebenarnya terjadi di permukaan Matahari, seperti granulasi dan supergranulasi, *sunspot* (bintik Matahari), flare, prominensa, spikula dan fakula. Berikut ini adalah penjelasan aktivitas-aktivitas yang terjadi di permukaan Matahari.

a. Granulasi dan Supergranulasi

Granulasi adalah gas fotosfer yang bergerak begitu hebat dan berkesinambungan karena suhu panas, bahkan suhunya mencapai 100° k. Akibat gerakannya yang hebat tersebut, muncul butiran cerah selebar 970 km (granulasi) dan 29 ribu km (super granulasi).¹⁷ Saat diamati menggunakan teleskop, granulasi terlihat seperti butiran padi yang menyala.¹⁸

b. Bintik Matahari (*Sunspot*)

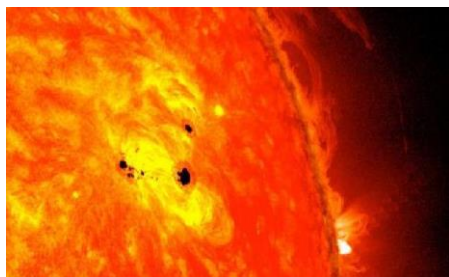
Bintik Matahari atau *sunspot* merupakan daerah gelap pada fotosfer yang sering muncul berpasangan atau kelompok. Tampak gelap karena suhunya mencapai 4.000 k – 5.000 k.

¹⁶ Z.J. Tian M.Y. Zhao, Y. Liu, A. Elmhamdi, A.S. Kordi, X.F. Zhang, T.F. Song, “Conditions for Coronal Observations at the Lijiang Observatory in 2011,” *Solar Phys* 293, no. 1 (2018): 1–13.

¹⁷ Sutono, *Dampak Rumah Kaca* (Semarang: ALPRIN, 2008), 15.

¹⁸ M.Y. Zhao, Y. Liu, A. Elmhamdi, A.S. Kordi, X.F. Zhang, T.F. Song, “Conditions for Coronal Observations at the Lijiang Observatory in 2011.”

Bintik Matahari ini dapat dilihat menggunakan sebuah kaca gelap atau saat Matahari tertutup kabut.¹⁹ Menurut penelusuran penulis orang yang pertama kali melihat bintik Matahari adalah Galileo pada tahun 1610 M. Pengamatan Galileo tersebut memberikan tambahan informasi terkait sifat Matahari, bahwa bintik Matahari bergerak dari Timur ke Barat melintasi permukaan Matahari. Namun, kecepatan pergerakan bintik Matahari satu dengan lainnya berbeda, bintik Matahari yang jauh dari arus khatulistiwa Matahari pergerakannya lebih lambat dari pada bintik Matahari yang berada di dekat arus khatulistiwa Matahari.²⁰ Bintik Matahari mencapai titik puncak setelah 3 sampai 4 tahun, kemudian mulai berkurang selama 7 sampai 8 tahun. Proses ini kemudian berulang kembali dengan rata-rata 10,5 tahun yang disebut siklus bintik Matahari.²¹



Gambar 3.2 Bintik Matahari (*Sunspot*)

¹⁹ Sutono, *Dampak Rumah Kaca*, 14–15.

²⁰ Jeff Hester, *21st Century Astronomy*, 3rd ed. (New York: W. W. Norton & Company, Inc., 2010), 411.

²¹ Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumihan*, 46.

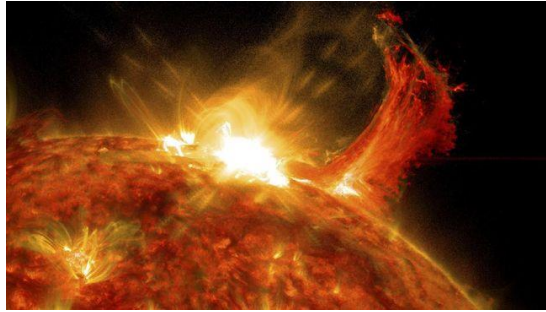
c. Flare

Flare merupakan kilatan cahaya yang terjadi di kromosfer. Sebelum tanggal 1 September 1849, belum ada catatan orang yang mengamati peristiwa flare. Baru pada tanggal tersebut, R. Carrington menjadi orang pertama yang dapat mengamati flare.²² Durasi peristiwa flare tidak selalu sama antara peristiwa flare yang satu dengan flare yang lain, durasinya bisa berlangsung beberapa menit sampai beberapa jam.²³ Selama peristiwa flare berlangsung, dapat memanaskan gas dengan suhu mencapai 20 juta k dan memancarkan partikel-partikel seperti elektron dan proton berenergi tinggi. Namun pancaran partikel-partikel tersebut jumlahnya tidak lebih banyak dari pada elemen yang lebih berat. Untuk mencapai Bumi, berkas partikel-partikel tersebut membutuhkan waktu sekitar 15 menit. Hal ini bisa membahayakan astronot dan bisa meluluhlantakkan satelit subsistem.²⁴

²² Sutono, *Dampak Rumah Kaca*, 16.

²³ Hester, *21st Century Astronomy*, 411.

²⁴ Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, 32; Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumian*, 47.

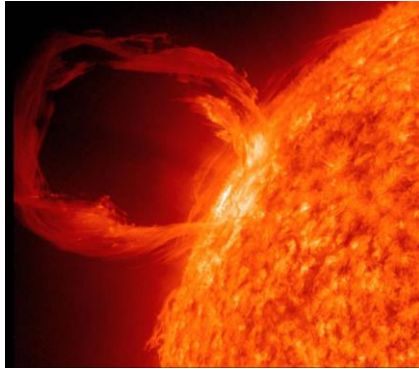


Gambar 3.3 Flare Matahari

d. Prominensa

Prominensa merupakan pancaran gas berupa jilatan-jilatan api membentuk busur yang terlihat menjulur naik ke atas dari kromosfer ke korona dan kembali lagi dari korona ke kromosfer. Peristiwa prominensa ini terjadi karena gas padat yang terionisasi kemudian ditangguhkan oleh medan magnet Matahari. Prominensa bisa diamati saat terjadi gerhana Matahari total atau dengan menggunakan koronagraf.²⁵

²⁵ Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumihan*, 46; Sutono, *Dampak Rumah Kaca*, 16.

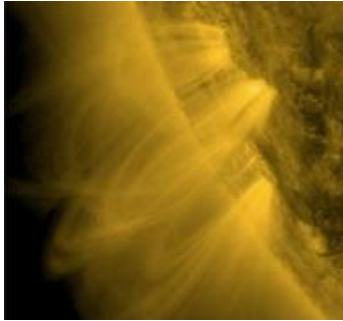


Gambar 3.4 Prominensa

e. Spikula

Spikula adalah semburan gas yang memancar dari kromosfer ke korona namun ukurannya tidak lebih besar dari prominensa. Peristiwa spikula bisa terjadi karena gas kromosfer yang panas bergerak begitu cepat. Kecepatan gerakan semburan spikula berkisar 30 km/detik dan dapat naik di atas kromosfer mencapai 5.000 sampai 20.000 km. Setiap spikula menjadi sumber materi yang ada di korona dan hanya bertahan sampai 10 menit saja di pinggir sel granulasi.²⁶

²⁶ Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, 34; Sutono, *Dampak Rumah Kaca*, 16.



Gambar 3.5 Spikula

f. Fakula

Fakula merupakan daerah cerah pada permukaan Matahari. Sebagian besar astronom berpendapat bahwa fakula merupakan gas yang terbentuk di fotosfer bagian atas dengan massa begitu besar sesaat sebelum munculnya *sunspot*. Fakula atau biasa disebut dengan obor kecil ini pertama kali ditemukan pada tahun 1611 oleh Scheiner.²⁷

3. Bagian dalam Matahari

Seperti angkasa Matahari, bagian dalam Matahari juga dibagi menjadi 3, yakni bagian inti, radiasi dan konveksi. Ketiga bagian ini memiliki proses dan keadaan yang berbeda-beda.²⁸ Adapun penjelasannya sebagai berikut:

²⁷ Sutono, *Dampak Rumah Kaca*, 15.

²⁸ Suseno, *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumihan*, 44.

a. Bagian Inti

Bagian inti Matahari merupakan tempat proses terjadinya reaksi fusi yang energinya dipancarkan ke luar secara radiatif. Reaksi fusi ini terjadi karena adanya gaya gravitasi yang menarik semua materi yang kemudian membentuk sebuah tekanan. Pada bagian inti Matahari suhunya diperkirakan mencapai 16 juta K dan massanya setengah dari keseluruhan massa Matahari, namun volumenya hanya 1/5 dari keseluruhan volume Matahari.²⁹

b. Bagian Radiasi

Bagian radiasi merupakan bagian yang menutupi inti Matahari. Bagian ini memiliki fungsi untuk mendistribusikan energi yang terbentuk di inti Matahari. Energi tersebut disebarkan melalui foton³⁰ ke semua permukaan Matahari. Pada bagian radiasi ini memiliki suhu panas yang sedikit lebih rendah dari pada bagian inti Matahari. Semakin dekat jaraknya dengan bagian inti semakin panas suhu bagian radiasi, yaitu sekitar 2 juta sampai 7 juta kelvin dan bagian radiasi ini mengisi kira-kira 45% radius Matahari.³¹

²⁹ Suseno, 44.

³⁰ Foton adalah radiasi yang dihasilkan dari reaksi antara hidrogen dan helium.

³¹ Site Default, "Bagian-Bagian Matahari Dan Gambarnya," ilmugeografi.com, 2015, <https://ilmugeografi.com/astronomi/bagian-bagian-matahari>. Diakses pada hari Senin, 25 April 2022 pukul 00.12 WIB.

c. Bagian Konveksi

Bagian konveksi Matahari merupakan tempat diangkatnya materi dan radiasi keluar menuju daerah yang lebih dingin di atasnya. Bagian konveksi mengisi 30% radius Matahari, artinya letak bagian ini berkisar 70% dari radius inti Matahari. Energi yang dihantarkan di bagian ini tidak lagi secara radiasi, melainkan secara konveksi karena temperatur udara yang semakin rendah. Foton yang dibawa arus konveksi lebih cepat dibandingkan tranfer radiasi di bagian radiasi. Untuk dapat tersebarnya foton dari inti matahari melewati bagian radiasi dan bagian konveksi menuju permukaan Matahari membutuhkan waktu sekitar 100 ribu sampai 200 ribu tahun.³²

B. Gerak Matahari

Objek-objek langit yang bisa teramati dari Bumi, baik yang terlihat pada malam maupun siang hari semuanya memiliki sifat dinamis, artinya bergerak secara teratur dengan kecepatan dan arah tertentu.³³ Bumi dan planet-planet lain serta objek-objek langit yang berada dalam lingkup gravitasi Matahari, semua bergerak mengitari

³² Site Default.

³³ Moedji Raharto, *Sistem Penanggalan Syamsiah Atau Masehi* (Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2001), 1.

Matahari sesuai garis edarnya masing-masing. Pada waktu yang sama Matahari juga bergerak mengelilingi pusat galaksi Bimasakti bersama dengan bintang-bintang lainnya. Dalam khazanah Ilmu Astronomi terdapat dua macam gerak Matahari, yaitu gerak hakiki dan gerak semu.

1. Gerak Hakiki Matahari

Gerak hakiki adalah gerakan nyata yang dimiliki Matahari.

Terdapat dua macam dalam gerak hakiki, yaitu:

a. Gerak Rotasi Matahari

Gerak rotasi Matahari adalah gerak Matahari berputar pada sumbunya. Menurut literatur yang ada, Galileo merupakan orang pertama yang mengamati gerak rotasi Matahari saat dia melakukan observasi *sunspot*. Gerakan rotasi ini bisa diamati jika pada wajah Matahari bagian pinggir sebelah kanan terdapat *sunspot*, maka sekitar dua pekan kemudian *sunspot* tersebut akan terlihat kembali di wajah Matahari bagian pinggir sebelah kiri. Pergerakannya tersebut sejajar dengan garis lintang Matahari dan ini menunjukkan bahwa Matahari berputar pada sumbunya (berotasi).³⁴

Penelitian yang dilakukan oleh Richard Carrington pada tahun 1859 M memperoleh hasil bahwa periodisasi laju rotasi Matahari berbeda-beda. Semakin tinggi lintangnya semakin

³⁴ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam* (Sleman: Bismillah Publisher, 2012), 212-213; Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 77; Mufid, "Diskursus Tentang Benda-Benda Angkasa Luar Menurut Para Mufassir Dan Astronom."

besar pula periode rotasinya. Di daerah ekuator periode rotasinya hanya 25,8 hari, di daerah lintang 40° periode rotasinya 28 hari dan berperiode 36 hari di lintang 80° . Perbedaan periodisasi tersebut disebabkan karena Matahari merupakan bola gas yang berpijar bukan benda tegar, sehingga daerah-daerah yang letaknya dekat dengan ekuator memiliki kecepatan rotasi yang lebih kecil. Rotasi yang seperti ini disebut dengan rotasi diferensial Matahari.³⁵

b. Gerak Matahari di antara Gugusan-gugusan Bintang

Selain berputar pada sumbunya, Matahari juga bergerak dari suatu tempat ke tempat yang lain mengitari galaksi Bimasakti bersama semua sistem tata suryanya. Tempat yang ditinggalkan disebut dengan *anti-apeks* (terletak di sekitar rasi bintang Sirius) menuju *apeks* atau tempat yang dituju yang terletak di antara bintang Vega dan rasi Herkules. Kecepatan gerak Matahari tersebut serkitar 600 juta km/tahun atau 72.000 km/jam atau 20 km/detik.³⁶

2. Gerak Semu Matahari

Setiap pagi Matahari terbit di ufuk Timur, kemudian bergerak ke atas yang semakin lama semakin tinggi. Saat tengah hari, Matahari mencapai pada titik tertinggi (zenit) yang disebut

³⁵ Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, 30–31.

³⁶ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*, 213.

dengan kulminasi. Setelah berkulminasi, Matahari melanjutkan perjalanannya bergerak ke Barat sampai terbenam di ufuk Barat.³⁷ Pergerakan Matahari yang seperti itu bukan lah gerak Matahari hakiki, melainkan gerak semu Matahari akibat dari gerak rotasi Bumi selama 24 jam.³⁸ Secara garis besar gerak semu Matahari terbagi menjadi 2 macam, yaitu gerak semu harian (*diurnal*) dan gerak semu tahunan (*annual*).

a. Gerak Semu Harian (*Diurnal*)

Gerak semu harian Matahari terjadi akibat adanya rotasi bumi yang berputar pada porosnya selama sehari semalam. Arah gerakannya dari arah timur menuju ke arah barat dengan kemiringan lintasan sesuai dengan besaran lintang geografis pengamat. Lintasan di daerah ekuator Bumi berupa lintasan tegak, sedangkan daerah kutub Bumi berupa lingkaran mendatar. Adapun di belahan Bumi utara terlihat miring ke selatan dan sebaliknya di belahan Bumi selatan terlihat miring ke utara.³⁹

³⁷ A. Jamil, *Ilmu Falak Teori Dan Aplikasi: Hisab Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Bulan (Hisab Kontemporer)* (Jakarta: Amzah, 2020), 6–7.

³⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 127-128; Vivit Fitriyanti, “Penerapan Ilmu Astronomi Dalam Upaya Unifikasi Kalender Hijriyah Di Indonesia,” in *Annual International Conference On Islamic Studies (AICIS XII)*, 2012, 2125–2148.

³⁹ Taufiqurrahman Kurniawan, *Ilmu Falak & Tinjauan Matlak Global* (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 79.

b. Gerak Semu Tahunan (*Annual*)

Gerak semu tahunan (*annual*) adalah gerak Matahari ke arah Timur dalam waktu satu tahun dengan periode rata-rata 365,2425 hari untuk satu kali putaran penuh. Oleh karena itu pergerakan Matahari setiap harinya adalah $360^\circ : 365,2425 \text{ hari} = 0^\circ 59' 8,33''$ atau hampir 1 derajat. Lintasan gerakan semu tahunan Matahari yang sering disebut dengan *Daairah al-Buruj* atau lingkaran ekliptika membentuk sudut sekitar $23^\circ 27'$, artinya tidak berimpit dengan lingkaran equator langit.⁴⁰ Akibat adanya perpotongan antara ekuator dengan ekliptika tersebut, posisi arah terbit dan terbenamnya Matahari setiap hari sepanjang tahun selalu berubah.

Setiap tahunnya titik perpotongan antara ekuator dengan ekliptika terjadi dua kali. *Pertama*, terjadi di titik *Haml* atau Aries (21 Maret) yang sering disebut dengan *Vernal Equinox* (Υ), yaitu saat Matahari bergerak dari langit bagian selatan menuju langit bagian utara. *Kedua*, terjadi di titik *Mizan* atau Libra (23 September) yang sering disebut dengan *Autumnal Equinox* (Ω), yaitu saat Matahari bergerak dari langit bagian utara menuju langit bagian selatan.⁴¹ Pada saat berada di *equinox* Maret maupun *equinox* September, Matahari terbit di arah timur sejati dan terbenam di arah barat sejati.

⁴⁰ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 128.

⁴¹ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 128; Fitriyanti, "Penerapan Ilmu Astronomi Dalam Upaya Unifikasi Kalender Hijriyah Di Indonesia."

Akibat adanya perpotongan tersebut, posisi Matahari juga berada di titik terjauh dengan ekuator yang terjadi dua kali pada tiap tahunnya. *Pertama*, terjadi setiap tanggal 21 Juni (*Winter Solstice*), yakni ketika Matahari terbit dan terbenam sejauh $23^{\circ} 27'$ ke arah utara dihitung dari titik timur dan barat. *Kedua*, terjadi setiap tanggal 22 Desember (*Summer Solstice*), yakni ketika Matahari terbit dan terbenam sejauh $-23^{\circ} 27'$ ke arah selatan dihitung dari titik timur dan barat.⁴²

Pergerakan semu Matahari saat berada di titik perpotongan (*equinox*) dan di titik terjauh (*soltice*) menghasilkan sudut deklinasi⁴³ Matahari yang bersifat dinamis. Perubahan deklinasi Matahari berlangsung sangat cepat, ketika posisi Matahari berada di kedua titik *equinox*. Sebaliknya, perubahan deklinasi Matahari berjalan sangat lambat bahkan seolah-olah berhenti, ketika posisi Matahari berada di kedua titik pemberhentian terakhir Matahari (*soltice/solstitium*).⁴⁴

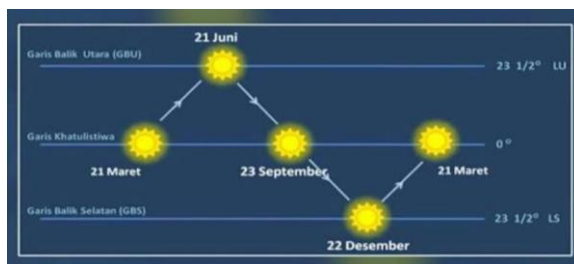
Posisi Matahari ketika berada di sebelah utara ekuator (deklinasi utara), nilainya dinyatakan positif dan diberi tanda

⁴² Kurniawan, *Ilmu Falak & Tinjauan Matlak Global*, 79; Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*, 214; Anton Ramdan, *Islam Dan Astronomi* (Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009), 121.

⁴³ Deklinasi Matahari atau disebut dengan *mail al-Syamsi* adalah jarak sepanjang lingkaran ekliptika yang dihitung dari ekuator sampai posisi Matahari berada. Lihat Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 52.

⁴⁴ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*, 214.

(+). Sedangkan ketika posisi Matahari disebelah selatan (deklinasi selatan), nilainya dinyatakan negatif dan diberi tanda (-). Pada saat Matahari berada di titik perpotongan antara ekuator dengan ekliptika, maka nilainya 0° . Nilai deklinasi Matahari terbesar diperoleh saat Matahari berada pada titik kutub langit, baik kutub utara maupun kutub selatan dengan nilai maksimum sebesar $23^{\circ}27'$ atau $-23^{\circ}27'$.⁴⁵

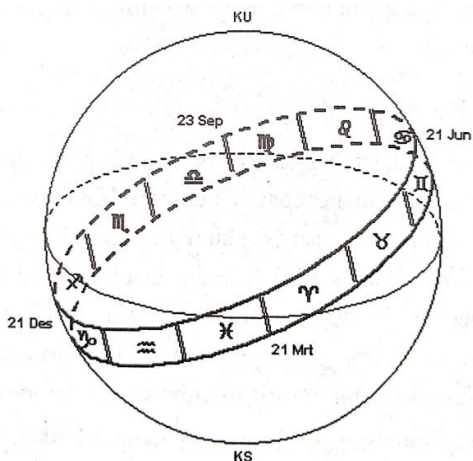


Gambar 3.6 Gerak Semu Tahunan Matahari

Lintasan pergerakan Matahari atau lingkaran ekliptika terbagi menjadi 12 bagian yang setiap bagiannya memiliki besar 30 derajat. Bagian-bagian tersebut dinamakan *buruj* atau zodiak atau rasi bintang atau *constelation*. Rasi bintang atau zodiak yang berjumlah 12 tersebut, yakni Aries (*Haml*), Taurus (*Tsaur*), Gemini (*Jauza'*), Cancer (*Sarathan*), Leo (*Asad*), Virgo (*Sunbulah*), Libra (*Mizan*), Scorpio (*Aqrab*),

⁴⁵ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2015), 53; Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 51.

Sagittarius (*Qous*), Capricornus (*Jadyu*), Aquarius (*Dalwu*), dan Pisces (*Huut*).⁴⁶ Oleh sebab itu, jika diamati dari permukaan Bumi sepanjang tahun Matahari bergerak di antara 12 zodiak tersebut selama satu bulan pada setiap zodiaknya.⁴⁷



Gambar 3.7 Gugusan Rasi Bintang

Menurut Muhyiddin Khazin dalam bukunya, kemiringan ekliptika itu tidak tetap, melainkan berubah. Pada tahun 1.100 tahun SM kemiringan ekliptika tercatat sebesar $23^{\circ} 54'$. Selanjutnya pada tahun 350 SM kemiringannya tercatat sebesar $23^{\circ} 49'$. Pada tahun 1800 M kemiringannya tercatat sebesar $23^{\circ} 27' 55''$. Kemudian pada tahun 1900 M kemiringannya tercatat sebesar $23^{\circ} 27' 09''$ dan pada tahun 2000 M kemiringannya tercatat sebesar $23^{\circ} 26' 16''$.

⁴⁶ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 129.

⁴⁷ Kurniawan, *Ilmu Falak & Tinjauan Matlak Global*, 79; Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*, 215-216.

Berdasarkan perubahan tersebut, kemiringan ekliptika setiap tahun berubah sekitar $-0,468''$.⁴⁸

Atas dasar adanya gerak semu tahunan Matahari ini lah yang membuat awal waktu salat pada setiap harinya tidak sama. Hal ini dikarenakan posisi Matahari yang menghasilkan nilai deklinasi Matahari bersifat dinamis. Perubahan posisi Matahari tersebut juga mengakibatkan data *equation of time* selalu berbeda antara hari ini dengan hari berikutnya yang juga menjadi penyebab adanya perubahan awal waktu salat setiap hari dan setiap tahun.

C. Tahun Tropis Matahari

Secara etimologi kata “tropis” berasal dari bahasa Yunani, yakni “*Tropic*” yang bermakna mencapai batas atau balik atau kembali. Sejak abad 9 SM oleh Hesoid dan Homer yang merupakan ilmuwan Yunani telah melakukan pengamatan satu tahun tropis. Mereka melakukan pengamatan posisi Matahari di bola langit dari satu tropik kembali ke tropik yang sama. Atas dasar pengamatan tersebut kemudian melahirkan definisi bahwa tahun tropis Matahari adalah rentang waktu yang dibutuhkan Matahari melewati *Vernal Equinox* dua kali secara berturut-turut.⁴⁹

⁴⁸ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 130.

⁴⁹ Moedji Raharto, “Tinjauan Reformasi Kalender Surya,” in *Prosiding Seminar Sehari Astronomi* (Bandung: Jurusan Astronomi ITB-Himpunan Astronomi Indonesia, 1995), 245.

Kekurangan para ilmuwan masa lalu dalam melakukan observasi yaitu menganggap sama antara tahun tropis dengan tahun sideris, padahal tahun sideris acuannya menggunakan bintang. Hasil observasi Hipparchus mengenai panjang rata-rata satu tahun tropis Matahari tercatat dalam buku Ptolomy's *Almagest* adalah $365^{\text{h}} 5^{\text{j}} 55^{\text{m}} 12^{\text{d}}$ ($365,25 - 1/300$ hari) atau 365,2467 hari.⁵⁰ Satu tahun tropis Matahari didefinisikan oleh Hipparchus, Ptolomeus, W.M. Smart, *Explanatory Supplement*, Tycho Brahe dan beberapa *textbook* Astronomi adalah rentang waktu kembalinya posisi Matahari pada *Vernal Equinox* ke *Vernal Equinox* berikutnya. Berbeda dengan Danjon, J. Laskar, Copernicus, Kazimierz dan teori VSOP87 yang mendefinisikan satu tropis Matahari sebagai rentang waktu bagi bujur ekliptika Matahari bertambah 360 derajat. Saat itu diketahui bahwa panjang rata-rata satu tahun tropis Matahari adalah $365^{\text{h}} 5^{\text{j}} 48^{\text{m}} 56^{\text{d}}$ atau 365,2423 hari. Artinya dari penentuan Hipparchus lebih cepat 0,0043 hari.⁵¹

Pemahaman dinamika posisi Matahari dan gerak presisi berkembang signifikan nan akurat. Saat itu para ilmuwan mengetahui

⁵⁰ G. J. Toomer, *Ptolemy's ALMAGEST* (London: Gerald Duckworth & Co. Ltd, 1984), 138.

⁵¹ Jean Meeus and Denis Savoie, "The History of the Tropical Year," *The Journal of the British Astronomical Association* 102, no. 1 (1992): 40–42; Jean. Meeus, *More Mathematical Astronomy Morsels* (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 2002), 359; Edoardo Proverbio, "Copernicus and the Determination of the Length of the Tropical Year," in *Gregorian Reform of The Calendar Proceedings of the Vatican Conference to Commemorate Its 400 Th Anniversary 1582 -1982* (Vatikan: Pontifica Academia Scientarium, 1983), 129–134.

bahwa ketidak-konstanan rentang waktu kembalinya posisi Matahari *Vernal Equinox* ke *Vernal Equinox* berikutnya.⁵² Misal rentang waktu *Vernal Equinox* ke *Vernal Equinox* tahun berikutnya yang tertuang dalam tabel berikut:

Tahun	Panjang Tahun Tropis
2021 – 2022	365 ^h 05 ^j 55 ^m 55 ^d
2022 – 2023	365 ^h 05 ^j 51 ^m 03 ^d
2023 – 2024	365 ^h 05 ^j 42 ^m 03 ^d
2024 – 2025	365 ^h 05 ^j 54 ^m 58 ^d
2025 – 2026	365 ^h 05 ^j 44 ^m 25 ^d

Tabel 3.1 Interval antara *Vernal Equinox*⁵³

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa panjang tahun tropis Matahari pada setiap tahunnya berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh lintasan Bumi berbentuk elips dan mempunyai eksentrisitas yang mengakibatkan ketidak-konstanan kecepatan gerak revolusi Bumi. Selain itu, menjauhnya bulan dari Bumi 3,78 cm per tahun dan gerak nutasi sumbu poros Bumi oleh bulan dan planet yang selalu berubah sekitar 11,6 detik per tahun juga turut menjadi penyebab ketidak-konstanan tersebut. Sedangkan *Vernal Equinox* mengalami

⁵² Savoie, “The History of the Tropical Year.”

⁵³ Panjang tahun tropis pada tabel 3.1 diperoleh dari rentang waktu posisi Matahari pada *vernal equinox* ke *vernal equinox* tahun berikutnya. Penulis menggunakan Algoritma Jean Meeus dalam perhitungan *equinox* yang telah diprogram berbasis excel. Lihat Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Second Edt (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998), 177–182.

gerak presisi sekitar 50,3 detik per tahun.⁵⁴ Dengan demikian, definisi tahun tropis Matahari yang saat ini digunakan adalah rentang waktu bagi bujur ekliptika Matahari bertambah sebesar 360 derajat. Bujur ekliptika Matahari itu ditentukan dari *Vernal Equinox* yang terpengaruh oleh presisi.⁵⁵

Jean Meeus dan Denis Savoie melakukan analisa jangka panjang bahwa tahun tropis Matahari mengalami perlambatan sebesar 0,5 detik per abad. Artinya selama 2000 tahun periode revolusi bumi memendek sebesar 0,00012 hari. Adapun untuk tahun 2000-an satu tahun tropis Matahari rata-rata sekitar 365,24219 hari.⁵⁶ Bahkan suatu saat nanti di masa mendatang satu tahun tropis Matahari hanya mencapai 365 atau 360 hari.

Tahun	Perubahan per Abad
-1000	-0,469 detik
0	-0,503 detik
1000	-0,524 detik
2000	-0,532 detik
3000	-0,526 detik
4000	-0,505 detik

Tabel 3.2 Variasi Perubahan Rata-rata Panjang Tahun Tropis Matahari per Abad dalam Rentang waktu 5000 Tahun⁵⁷

⁵⁴ Meeus, *More Mathematical Astronomy Morsels*, 361.

⁵⁵ Raharto, "Tinjauan Reformasi Kalender Surya," 246.

⁵⁶ Savoie, "The History of the Tropical Year."

⁵⁷ Savoie.

Melihat data dari tabel di atas, bisa dipahami bahwa panjang tahun tropis Matahari selalu memendek. Meskipun perubahan nilainya tidak terlalu signifikan, namun tetap dikatakan berbeda. Berdasarkan tabel tersebut, bisa diambil simpulan juga bahwa panjang rata-rata tahun tropis Matahari pada tiap tahunnya semakin lama semakin berkurang memendek dari tahun-tahun sebelumnya. Dan berkurangnya nilai panjang rata-rata tahun tropis Matahari sepanjang zaman bersifat dinamis. Hal ini lah yang dijadikan dasar oleh para astronom untuk mereformasi kalender *Syamsiah*.

Berbeda dengan para astronom sebelumnya, metode dalam menghitung panjang tahun tropis Matahari menurut Delambre adalah menghitung pergerakan Matahari pada bujurnya selama 365,25 hari. Delambre memiliki alasan mengenai penggunaan metode perhitungan ini karena Delambre telah mengkaji metode perhitungan tahun tropis Matahari perspektif Copernicus dan mempertimbangkan gerak presesi ekuinoks yang ditemukan oleh Hipparchus. Atas dasar kajian tersebut, Delambre mendapat pemahaman bahwa nilai pergerakan Matahari tropis (tahun tropis Matahari) bersifat dinamis, sehingga Delambre menyimpulkan panjang rata-rata satu tahun tropis Matahari sebesar $365^{\text{h}} 5^{\text{j}} 48^{\text{m}} 51,6^{\text{d}}$.⁵⁸

Definisi tahun tropis Matahari menurut Delambre dapat ditemukan di dalam buku karyanya yang berjudul “*Abrégé*

⁵⁸ Savoie.

d'astronomie, ou leçons élémentaire d'astronomie théorique et pratique”, yaitu⁵⁹:

“L'année déterminée par les équinoxes s'appelle tropique, parce qu'anciennement on l'avait conclue du retour du soleil à un même tropique. intervalle de temps compris entre deux passages successifs du centre du soleil à l'équinoxe de printemps ; cette année diffère de l'année sidérale à cause du déplacement de l'équinoxe de printemps, dû à la précession des équinoxes et à la nutation ; elle est de 365 jours 5 heures 48 minutes 51,6 secondes, et ainsi plus courte de 24 minutes 8 secondes que l'année sidérale.”

Artinya:

“Tahun yang ditentukan oleh *equinox* disebut tropik, karena sebelumnya disimpulkan dari kembalinya matahari ke titik *equinox* yang sama. selang waktu antara dua laluan yang berurutan dari pusat matahari ke titik balik musim semi; tahun ini berbeda dari tahun sidereal disebabkan oleh gerak presesi *equinox* dan nutasi yang menyebabkan perpindahan *Vernal Equinox*, sehingga, panjang tahun tropis 365 hari 5 jam 48 menit 51,6 detik, dan dengan demikian 24 menit 8 detik lebih pendek dari tahun sidereal.”

Beberapa astronom berbeda dalam mendefinisikan tahun tropis Matahari. Perbedaan tersebut menurut penulis disebabkan oleh dua hal. *Pertama*, *Equinox* bergeser secara perahan sepanjang lingkaran ekliptika. *Kedua*, adanya pergerakan osilasi⁶⁰ akibat gerak nutasi Bumi yang menyebabkan perjalanan Matahari belum memenuhi satu putaran ketika melewati *Vernal Equinox* dua kali berurutan.

⁵⁹ Jean Baptiste Joseph Delambre, *Abrégé d'astronomie, Ou Leçons Élémentaires d'astronomie Théorique et Pratique* (Paris: Mme Ve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, 1833), 297.

⁶⁰ Osilasi adalah variasi periodik terhadap waktu dari suatu hasil pengukuran.

Saat ini terdapat beberapa algoritma umum yang digunakan untuk menghitung panjang tahun tropis Matahari:

1. Algoritma tahun tropis Matahari oleh Kazimierz M. Borkowski⁶¹

$$\tau = 365.242189669781 - 6.161870 \times 10^{-6} T - 6.44 \times 10^{-10} T^2$$

$$T \text{ adalah } = \frac{JD-2451545}{36525}$$

2. Algoritma tahun tropis Matahari oleh J. Laskar⁶²

$$\tau = 365.2421896698 - 0.00000615359 T - 7.29 \times 10^{-10} T^2 + 2.64 \times 10^{-10} T^3$$

$$T \text{ adalah } = \frac{JD-2451545}{36525}$$

3. Algoritma tahun tropis Matahari oleh Simon Newcomb⁶³

$$\tau = 365.24219879 - 6.14 \times 10^{-6} T$$

T adalah abad Julian (365,250 hari) dihitung dari epoch 1900, Januari pukul 00:00 Greenwich Mean Noon.

4. Algoritma tahun tropis Matahari oleh teori VSOP 87⁶⁴

$$\tau = 365.2429623 - 0.000061522 T - 0.0000000609 T^2 + 0.00000026525 T^3$$

T adalah Julian Day (365,250 hari) dihitung dari epoch J 2000.0.

⁶¹ Kazimierz M. Borkowski, "The Tropical Year and Solar Calendar," *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 85, no. 3 (1991): 121–130.

⁶² Izzuddin, *Sistem Penanggalan*, 41–42.

⁶³ E. R. Hope, "Further Adjustment of the Gregorian Calendar Year, Part 1," *The Royal Astronomical Society of Canada* 58, no. 1 (1964): 3–9.

⁶⁴ Savoie, "The History of the Tropical Year."

Sebelum menghitung Nilai T pada algoritma perhitungan tahun tropis Matahari, terlebih dahulu menghitung JD atau *Julian Day*⁶⁵. *Julian Day* digunakan sebagai pengganti kalender Gregorian yang dipengaruhi oleh aturan interkalasi dalam menghitung tahun tropis Matahari dengan algoritma Kazimierz M. Borkowski dan J. Laskar. Adapun algoritma menghitung *Julian Day* adalah sebagai berikut:⁶⁶

$$JD = 1720994,5 + \text{INT} (365,25 \times Y) + \text{INT} (30,6001(M + 1)) + B + D$$

Keterangan:

- D adalah nomor hari atau tanggal
- M adalah nomor bulan
- Y adalah tahun

Ketentuan:

- Jika $M > 2$, maka M dan Y tetap.
- Jika $M = 1$ atau 2 , maka $M + 12$ dan $Y - 1$.
- Jika tahun Gregorian, maka $A = \text{INT} (Y/100)$ dan $B = 2 + \text{INT} (A/4) - A$.
- Jika tahun Julian, maka A tidak perlu dihitung dan $B = 0$.

⁶⁵ Rinto Anugraha mendefinisikan *Julian Day (JD)* sebagai “banyaknya hari yang telah dilalui sejak hari Senin tanggal 1 Januari tahun 4713 SM (sebelum Masehi) pada pertengahan hari pukul 12:00:00 UT (Universal Time) atau GMT.” Lihat Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012), 8.

⁶⁶ Anugraha, 9.

Dengan algoritma di atas, kita dapat menghitung tahun tropis Matahari pada tahun berapapun. Penulis dalam hal ini menggunakan algoritma yang dikemukakan oleh Kazimierz M. Borkowski, karena algoritmanya membarui algoritma tahun tropis Matahari perspektif Newcomb yang tentunya lebih memiliki akurasi tinggi.⁶⁷ Berikut ini merupakan contoh perhitungan tahun tropis Matahari tahun 2022.

1. Menghitung *Julian Day* tanggal 1 Januari 2022.

- $D = 1$
- $M = 1 + 12 = 13$
- $Y = 2022 - 1 = 2021$
- $A = \text{INT}(2021/100) = \text{INT}(20,21) = 20$
- $B = 2 + (20/4) - 20 = 2 + 5 - 20 = -13$
- $JD = 1720994,5 + \text{INT}(365,25 \times 2021) + \text{INT}(30,6001(13 + 1)) + (-13) + 1$
- $JD = 2459580,5$

2. Menghitung T

- $T = \frac{2459580,5 - 2451545}{36525}$
- $T = 0,22$

3. Menghitung tahun tropis Matahari

- $\mathcal{T} = 365.242189669781 - 6.161870 \times 10^{-6} \times 0,22 - 6.44$

⁶⁷ Borkowski, "The Tropical Year and Solar Calendar."

$$\times 10^{-10} \times 0,22^2$$

- $\tau = 365,24218831$ hari

Jadi tahun tropis matahari tahun 2022 adalah 365,2421883 hari

Seperti yang telah kita ketahui, bahwa panjang tahun tropis Matahari setiap tahunnya berubah-ubah semakin memendek. Kita dapat menentukan nilai panjang rata-rata tahun tropis per abad menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Penulis mengambil sampel 10 tahun tropis Matahari secara acak pada abad x untuk menentukan panjang rata-rata tahun tropis Matahari per abad. Misalnya, rata-rata perubahan tahun tropis Matahari pada abad 21.

10 Tahun Acak di Abad 21	Panjang Tahun Tropis
Tahun 2004	365,24218942 hari
Tahun 2012	365,24218893 hari
Tahun 2028	365,24218794 hari
Tahun 2036	365,24218745 hari
Tahun 2044	365,24218696 hari
Tahun 2052	365,24218647 hari

10 Tahun Acak di Abad 21	Panjang Tahun Tropis
Tahun 2068	365,24218548 hari
Tahun 2076	365,24218499 hari
Tahun 2084	365,24218449 hari
Tahun 2098	365,24218363 hari

Tabel 3.3 10 Sampel untuk Mencari Rata-rata Tahun Tropis pada abad 21

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (365,24218942 + 365,24218893 + 365,24218794 + 365,24218745 + 365,24218696 + 365,24218647 + 365,24218548 + 365,24218499 + 365,24218449 + 365,24218363)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{10} (3652,421866)$$

$$\bar{x} = 365,2421866$$

Jadi rata-rata tahun tropis abad 21 adalah 365,2421866 hari.

BAB IV

PERUBAHAN POSISI MATAHARI SEBAGAI DASAR REFORMASI KALENDER SYAMSIAH DAN VARIASI WAKTU SALAT

A. Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Reformasi Kalender Syamsiah

Keberadaan sebuah kalender yang mapan, pasti tidak terlepas dari proses sejarah penetapan kalender di masa lalu. Seperti halnya kalender Syamsiah yang memiliki sejarah panjang dan dinamika dalam penetapan sebuah sistem kalender ini. Sejarah menjadi hal penting untuk diketahui mengingat kalender Syamsiah ini sebagai sebuah sistem penataan waktu bagi umat di seluruh dunia. Tidak terkecuali umat Muslim yang juga memanfaatkan kalender ini dalam berbagai hal.

Fakta sejarah mengatakan bahwa kalender Syamsiah yang digunakan saat ini sebenarnya merupakan hasil reformasi dari kalender Julian. Dan kalender Julian yang digunakan hampir 16 abad pertama juga hasil reformasi dari kalender Romawi. Hal yang paling fundamental adanya reformasi kalender Syamsiah ini disebabkan oleh perubahan posisi Matahari yang setiap tahun jumlah panjang tahun tropis Matahari semakin memendek, sehingga para Astronom terdahulu melakukan reformasi pada kalender Syamsiah ini, supaya kalender Syamsiah bersesuaian dengan alam.

1. Historis Astronomis Reformasi Kalender Syamsiah Julian

Kalender Masehi, yang biasa disebut dengan kalender *Miladiyah* atau kalender Syamsiah merupakan istilah untuk sistem kalender Julian dan sistem kalender Gregorian. Etimologi Masehi berasal dari bahasa Arab *al-Masīh* yang memiliki makna yang mengusap, membelai atau membasuh.¹ Kalender ini dalam bahasa latin disebut *Anno Domini* (AD) atau Tahun Tuhan. Berbeda dalam bahasa Inggris, kalender ini disebut dengan istilah *Common Era* (CE) atau Era Umum. Istilah yang dipakai untuk waktu sebelum tahun 1 adalah *Before Common Era* (BCE = Sebelum Era Umum) atau *Before Christ* (BC = sebelum kelahiran Kristus). Istilah ini lah yang selanjutnya diserap ke dalam bahasa Indonesia menjadi Sebelum Masehi (SM).²

Setelah diadakan penelitian ternyata Isa Al-Masih tidak dilahirkan tepat tahun 1, tetapi 4 atau 5 tahun sebelumnya, sehingga penggunaan istilah SM menjadi kurang tepat. Oleh karena itu istilah yang tepat untuk istilah *Before Common Era* adalah Sebelum Tarikh Umum (STU). Sedangkan istilah Tarikh Umum (TU) digunakan untuk penyebutan waktu setelah tahun 1.³

¹ Siti Tatmainul Qulub, "Pendekatan Politik Sebagai Strategi Unifikasi Kalender Hijriyah Seajar Dengan Kalender Masehi," *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 451–472.

² Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: Tinta Medina, 2011), 2.

³ Penggunaan istilah STU dan TU pertama kali dikenalkan dan dipopulerkan oleh Teuku Jacob, mantan Rektor Universitas Gajah Mada (UGM). Lihat Sudibyo, 2.

Penelusuran sejarah mengatakan bahwa kalender Syamsiah Julian berakar dari kalender Romawi (*Lunar Calendar*) yang awalnya hanya memiliki 10 bulan dengan panjang satu tahun berjumlah 304 hari. Nama-nama 10 bulan ini sangat populer di peradaban Romawi sekitar tahun 700 SM sebelum Julius Caesar berkuasa. Adapun urutan 10 bulan tersebut adalah *Martius* (Maret), *Aprilis* (April), *Maius* (Mei), *Junius* (Juni), *Quintilis* (Juli), *Sextilis* (Agustus), *September* (September), *October* (Oktober), *November* (November) dan *December* (Desember).⁴

Penamaan bulan-bulan tersebut, berkaitan dengan nama-nama dewa bangsa Romawi. Nama dewa *Mars* digunakan sebagai penamaan bulan *Martius*, nama dewa *Maia* digunakan untuk penamaan bulan *Maius* dan nama dewa *Juno* digunakan sebagai penamaan bulan *Junius*. Sementara bulan *Quintilis*, *Sextilis*, *September*, *October*, *November* dan *December* merupakan susunan angka dari urutan susunan bulan. Adapun kata *Aperiri* yang memiliki arti cuaca yang nyaman dalam musim semi digunakan sebagai penamaan bulan *Aprilis*.⁵

Seiring berjalannya waktu, Numa Pompilius (715 – 672 SM) yang merupakan raja kedua Roma menambahkan dua bulan lagi pada kalender Romawi, yakni bulan *Januarius* (Januari) dan

⁴ E. G. Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History* (New York: Oxford University Press, 1999), 207; Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa* (Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011), 29.

⁵ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 30.

Februarius (Februari) sebagai bulan ke-11 dan ke-12.⁶ Nama dewa *Janus* digunakan untuk Penamaan bulan *Januarius*. Dewa *Janus* ini dalam mitologi Romawi kuno mempunyai dua wajah yang bisa memahami masa lampau dan melihat masa depan. Sementara nama upacara *Februa* yang merupakan upacara untuk menyambut kedatangan musim semi dengan melakukan bersih-bersih desa digunakan sebagai penamaan bulan *Februarius*.⁷ Atas dasar arti dari nama bulan *Januarius* tersebut, bulan ini diletakkan pada titik pergantian tahun menggantikan bulan *Martius*.

. Setelah masuknya penambahan dua bulan tersebut, Pompilius mengurangi umur bulan yang semula 30 hari menjadi 29 hari, sehingga panjang tahun kalender Romawi menjadi 354 hari. Namun Pompilius menambahkan satu hari lagi pada bulan Januari, karena menurutnya bilangan genap selalu membawa kesialan. Kecuali bulan *Februarius* yang jumlah harinya genap 28 hari, karena bulan ini dianggap sebagai bulan persembahan untuk dewa. Sehingga akumulasi hari dalam satu tahun berjumlah 355 hari atau $(7 \times 29) + (4 \times 31) + 28 = 355$ hari.⁸

Dalam kalender Romawi tersebut juga telah mengenal bulan kabisat. Satu bulan kabisat berjumlah 27 hari yang disisipkan di antara bulan Februari dan Maret. Bulan kabisat ini dibuat dengan menyisipkan 27 hari setelah hari ke-23 atau ke-24 bulan Februari. Akibatnya akan membentuk tahun kabisat yang

⁶ Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History*, 207.

⁷ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 30.

⁸ Richards, *Mapping Time : The Calendar and Its History*, 207.

memiliki panjang 377 atau 378 hari.⁹ Dengan demikian apabila siklus kalender Romawi terjadi 4 tahun, maka jumlah rata-rata tahun Romawi berjumlah 366,25 hari. Terdiri dari tahun biasa berjumlah 355 hari yang selalu bergantian dengan tahun kabisat dengan jumlah hari bergantian 377 dan 378 hari. Akibatnya menghasilkan deviasi dengan ekuinoks rata-rata satu hari setiap tahunnya.

Penentuan tahun kabisat kalender Romawi dalam praktiknya ditentukan oleh Pontifex¹⁰ yang sering tidak konsisten. Terkadang tahun kabisat jatuh setiap tahun kedua atau ketiga, terkadang juga terjadi dua tahun berturut-turut, bahkan dalam rentang waktu yang lama terkadang tidak ada tahun kabisat. Penyalahgunaan wewenang sebagai Pontifex menjadi alasan utama ketidak-konsistenan dalam menentukan tahun kabisat ini. Ketika seorang Pontifex atau salah satu sekutu politiknya sedang menjabat, ia bisa memperpanjang jumlah hari dalam satu tahun. Sebaliknya ketika lawan politiknya yang berkuasa, maka ia dapat memperpendek jumlah hari dalam satu tahun.¹¹ Masa ini lah yang kemudian dinamakan “era bingung”.

⁹ Bonnie Blackburn & Leofranc Holford-Strevens, *The Oxford Companion to the Year* (New York: Oxford University Press, 1999), 670; C. Philipp E. Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe* (United Kingdom: Oxford University Press, 2018), 17-18.

¹⁰ Pontifex merupakan dewan imam atau pejabat pengadilan atau politisi di Romawi Kuno. Lihat The Editors of Encyclopaedia Britannica, “Pontifex,” Britannica, accessed July 12, 2022, <https://www.britannica.com/topic/pontifex>.

¹¹ Censorini, “De Die Natali Liber ‘XX,’” penelope.uchicago.edu, accessed July 12, 2022,

Untuk menghilangkan kebingungan tersebut, Pada tahun 46 SM Sosigense yang merupakan seorang ahli Astronomi memberi saran kepada Julius Caesar untuk mereformasi kalender Romawi dari sistem bulan ke sistem Matahari. Hal ini dilakukan untuk penyesuaian dengan musim dengan merubah jumlah hari setiap bulan antara 30 atau 31 hari, kecuali bulan Februari berjumlah 28 hari untuk tahun biasa dan 29 hari untuk tahun kabisat seperti yang ada saat ini. Thomas Djamaluddin dalam tulisannya menyebutkan bahwa Reformasi kalender yang dilakukan oleh Julius Caesar menetapkan tiga hal. *Pertama*, *Vernal Equinox* ditetapkan 25 Maret dengan menjadikan tahun 46 SM lebih panjang 85 hari. *Kedua*, awal tahun ditetapkan 1 Januari 45 SM. *Ketiga*, menetapkan jumlah hari dalam satu tahun 365 hari, kecuali setiap tahun ke empat menjadi tahun kabisat dengan penambahan hari pada bulan Februari.¹²

Bulan Romawi	Panjang Hari sebelum 45 SM	Panjang hari setelah 45 SM
<i>Januarius</i>	29 hari	31
<i>Februarius</i>	28 hari (tahun kabisat: 23 atau 24 hari)	28 / 29 hari
<i>Intercalaris</i>	0 (tahun kabisat 27 hari)	-
<i>Martius</i>	31 hari	31 hari
<i>Aprilis</i>	29 hari	30 hari

[http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Censorinus/text*.html#20.7.](http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Censorinus/text*.html#20.7)

¹² Thomas Djamaluddin, “Kalender Masehi: Milenium Dalam Perspektif Matematis Astronomis,” Wordpress, 2010, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/28/milenium-dalam-perspektif-matematis-astronomis/>.

Bulan Romawi	Panjang Hari sebelum 45 SM	Panjang hari setelah 45 SM
<i>Maius</i>	31 hari	31 hari
<i>Junius</i>	29 hari	30 hari
<i>Quintilis</i>	31 hari	31 hari
<i>Sextilis</i>	29 hari	31 hari
<i>September</i>	29 hari	30 hari
<i>October</i>	31 hari	31 hari
<i>November</i>	29 hari	30 hari
<i>December</i>	29 hari	31 hari
Total	355/377-378 hari	365/366 hari

Tabel 4.1 Jumlah Hari Sebelum dan Sesudah Tahun 45 SM

Berdasarkan tabel di atas, sistem kalender Syamsiah (Julian) secara rata-rata panjang satu tahunnya berjumlah 365,25 hari dalam siklus 4 tahunan yang terdiri 3 tahun basitoh dan 1 tahun kabisat. Atau dapat dinyatakan dalam perhitungan $[(3 \times 365) + (1 \times 366)] / 4 = 365,25$ hari atau $365^h 6^j 0^m 0^d$.¹³ Dengan demikian panjang satu tahun basitoh berjumlah 365 hari, sementara tahun kabisat panjang satu tahunnya berjumlah 366 hari.

¹³ Moedji Raharto and Novi Sopwan, "Mengenal Fenomena Langit Melalui Kalender," in *Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2017, 36–50; Simon Newcomb, *Elements of Astronomy* (New York: American Book Company, 1900), 135; Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak Praktis: Hisab Waktu Salat, Arah Kiblat, Dan Kalender Hijriah* (Surabaya: Imtiyaz, 2016), 132-133; Rinto Anugraha, "Kalender Julian, Kalender Gregorian Dan Julian Day," rintoanugraha.staff.ugm.ac.id, 2016, <https://rintoanugraha.staff.ugm.ac.id/kalender-julian-kalender-gregorian-dan-julian-day/>.

Sebenarnya, pada tahun 45 SM saat pengenalan kalender ini, tahun kabisat terjadi setiap tahun ketiga, misal tahun 45 SM, 42 SM dan 39 SM. Setelah Julius Caesar meninggal, kekaisaran Romawi digantikan oleh putra angkatnya Oktavianus Augustus, yang mana Augustus melakukan koreksi pada tahun 8 SM dengan merubah tahun kabisat terjadi setiap 4 tahun sekali. Atas sumbahnya ini, nama Julius Caesar diabadikan menjadi bulan Juli menggantikan bulan *Quintilis* dan nama Oktavianus Augustus diabadikan menjadi bulan Agustus menggantikan bulan *Sextilis*.¹⁴

Berkat koreksi yang dilakukan oleh Oktavianus Augustus tersebut, tahun kabisat pada kalender Syamsiah (Julian) ini adalah tahun yang habis dibagi 4.¹⁵ Sebagai contoh tahun Syamsiah (Julian) yang termasuk tahun kabisat adalah tahun 4, 8, 100, 200, 400 dan seterusnya. Namun untuk penetapan tahun kabisat pada tahun-tahun negatif terdapat perbedaan antara para astronom dengan para sejarawan. Bagi para astronom, sebelum tahun 1 adalah tahun 0, -1, -2 dan seterusnya. Sedangkan menurut para sejarawan, sebelum tahun 1 adalah tahun 1 SM, 2 SM, 3 SM dan seterusnya.¹⁶ Contohnya tahun -44 sama dengan tahun 45 SM. Namun untuk penentuan tahun kabisat sebelum tahun satu

¹⁴ Muh. Nasiruddin, *Kalender Hijriah Uneversal* (Semarang: El Wafa, 2013), 55; Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 18.

¹⁵ Wiji Aziz Hari Mukti, *Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2017), 112.

¹⁶ Djamaluddin, "Kalender Masehi: Milenium Dalam Perspektif Matematis Astronomis."

dirumuskan secara astronomis.¹⁷ Jadi yang termasuk tahun kabisat adalah tahun 16, 12, 8, 4, 0, -4, -8, -12, -16 dan seterusnya.

Penetapan tanggal 25 Maret sebagai *Vernal Equinox* atau awal musim semi pada kalender Syamsiah (Julian) ini berimplikasi pada penetapan titik balik utara terjadi setiap tanggal 25 Desember. Yang kemudian oleh masyarakat Romawi menetapkan tanggal 25 Desember sebagai perayaan hari *Dies Natalis Solis Invicti* (hari kelahiran Matahari yang tak terkalahkan). Tanggal ini selanjutnya dianggap sebagai hari Natal atau tanggal kelahiran Yesus Kristus.¹⁸

Seiring berjalannya waktu, ternyata ada kesalahan dalam sistem kalender Syamsiah (Julian). Kesalahan tersebut berupa terdapat selisih antara kalender Syamsiah (Julian) dengan tahun tropis Matahari. Diketahui melalui rumus astronomis dari Kazimierz M. Borkowski¹⁹ yang telah dikomputasi melalui excel, rata-rata tahun tropis Matahari saat itu adalah 365,2423 hari atau 365^h 5^j 48^m 54,72^d, sehingga ada selisih 11^m 5,28^d atau 0,0077 hari dengan kalender Syamsiah (Julian). Jika diakumulasikan dalam kurun waktu 128 tahun, maka selisih tersebut akan mencapai 0,9856 hari atau mendekati 1 hari.

¹⁷ Anugraha, "Kalender Julian, Kalender Gregorian Dan Julian Day."

¹⁸ Djamaluddin, "Kalender Masehi: Milenium Dalam Perspektif Matematis Astronomis."

¹⁹ Kazimierz M. Borkowski, "The Tropical Year and Solar Calendar," *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 85, no. 3 (1991): 121–30.

Akibat dari selisih tersebut, pada saat Konsili di Nencia tahun 325 TU diadakan perbaikan 3 hari²⁰ pada kalender Syamsiah (Julian) ini dan menetapkan *Vernal Equinox* atau musim semi yang semula terjadi tanggal 25 Maret menjadi tanggal 21 Maret. Hal ini berimplikasi pada perayaan hari Paskah (hari besar umat Kristiani) yang selalu terjadi setiap hari Minggu pertama setelah bulan purnama di musim semi (setelah *Vernal Equinox*). Perubahan ini juga berimplikasi pada penetapan hari kenaikan Isa Almasih.²¹ Meskipun begitu, saat Konsili Nencia tidak merubah jumlah hari dalam sepekan.

Keberanian dan kecerdasan intelektual Julius Caesar dalam mereformasi kalender Romawi dari sistem bulan menjadi sistem Matahari ini dapat dibuktikan secara Astronomi. Keberanian dan kecerdasannya mendapat banyak apresiasi dari kalangan para astronom dengan beberapa keputusan kontroversi yang dikenal era bingung sehingga terjadi koreksi pada kalender Romawi ini.²² Di antara gebrakan intelektual Julius Caesar adalah merubah awal tahun baru menjadi 1 Januari dan mengembalikan kedudukan Matahari sebagai tanda masuknya hari besar umat Kristiani.

²⁰ Angka 3 hari diperoleh berdasarkan perhitungan dari tahun 46 SM sampai 325 M yang lamanya 371 tahun, yaitu $371/128 = 28,898$ atau hampir 3 hari. Lihat Mukti, *Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa*, 112.

²¹ Qulub, "Pendekatan Politik Sebagai Strategi Unifikasi Kalender Hijriyah Sejalan Dengan Kalender Masehi."

²² Muh. Rasywan Syarif, "Konsolidasi Metodologis Kalender Islam Internasional (Meneladani Intelektual Umar Bin Khattab Dan Julius Caesar)," *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 517–538.

Beberapa perbaikan dan perubahan sistem kalender yang dilakukan oleh Julius Caesar ini tidak terlepas dari integrasi sains dan agama. Integrasi Sains dan agama dalam konteks kalender Syamsiah (Julian) dibuktikan dengan terciptanya kriteria standarisasi waktu yang tersistem secara komprehensif terkait ketepatan pengamatan musim dan ketepatan waktu ritual agama umat Kristiani (perayaan hari Paskah). Kesuksesan perumusan kalender mapan pada zamannya yang tetap memperhatikan integrasi antara sains dan agama tersebut merupakan titik balik kehebatan Julius Caesar.

2. Historis Astronomis Reformasi Kalender Syamsiah Gregorian

Kalender Syamsiah Gregorian merupakan salah satu sistem kalender internasional berbasis Matahari yang banyak digunakan oleh mayoritas penduduk dunia. Alasannya karena kalender ini adalah kalender tunggal yang maksudnya tunggal tanggal dan tunggal hari.²³ Tanggal 15 Juli 2022 M itu hanya hari Jum'at, tidak ada yang mengatakan hari Kamis, Sabtu, Ahad atau bahkan hari Senin.

Kalender ini memiliki sejarah panjang yang sebenarnya merupakan hasil perbaikan dari kalender syamsiah Julian. Pasca dilakukannya perbaikan pada kalender Syamsiah Julian pada saat Konsili Nicaea tahun 325 M, ternyata kalender Syamsiah Julian yang tampak sempurna memperlihatkan kemelesetannya juga.

²³ Cucu Munawar Abdurrohim, *Perbedaan Lebaran: Kenapa? Sampai Kapan? Harus Bagaimana?* (Sukabumi, 2015), 20.

Salah satu hal yang menjadi pengungkap bahwa kalender Syamsiah Julian terjadi kemelesetan hari adalah saat perayaan hari Paskah. Yang diyakini oleh umat Kristiani selalu terjadi hari Minggu setelah bulan purnama pertama di musim semi (setelah *Vernal Equinox*), ternyata mereka memperingatinya sudah beberapa hari berlalu.²⁴

Sejak tahun 1318 M, tercatat dalam sejarah bahwa seorang biarawan Dominikan bernama Pierre Vidal (*Petrus Vitalis*) ingin memperbaiki kalender Syamsiah Julian yang dianggap kalender suci gereja supaya tidak cacat. Vidal memperingatkan bahwa kalender Syamsiah Julian tersebut telah cacat oleh tanggal Paskah yang sering tidak tepat dengan ketentuan Alkitab, yang harus dirayakan setelah bulan purnama pertama di musim semi. Pada tahun 1318 M tersebut, hari Minggu setelah peristiwa Astronomis tersebut adalah tanggal 19 Maret, namun tanggal resmi Paskah adalah tanggal 23 April. Sehingga terdapat perbedaan 35 hari yang membuat Gereja suci Kristus menjadi ejekan oleh orang-orang Yahudi.²⁵

Menurut dua risalah Yunani *Barlaam* dan *Expositio* karya Johannes de Termis, tanggal Minggu Paskah menjadi tidak sah jika jatuh sebelum *equinox* musim semi, tetapi juga salah

²⁴ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 36.

²⁵ Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 205.

dirayakan setiap kali bertepatan dengan Paskah Yahudi²⁶ meskipun terjadi setelah *equinox*. Akibatnya, penanggalan yang benar dari Paskah dibatasi oleh empat kriteria:²⁷

- a. Selalu terjadi setelah titik balik musim semi;
- b. Tidak pernah bertepatan dengan Paskah Yahudi;
- c. Selalu terjadi setelah bulan purnama pertama setelah *equinox*;
- d. Selalu jatuh pada hari Minggu pertama setelah bulan purnama tersebut.

Pada musim gugur tahun 1344 M kantor kepausan di Avignon Prancis mengirim surat kepada dua anggota klerus Prancis yang terkenal karena keahlian Astronominya. Dua orang tersebut adalah Jean (Jehan) des Murs dan Firmin de Beauval (*Firminus de Bellavalle*). Dua surat kepausan tahun 1344 M tertandatangani tanggal 25 September 1344 M dimulai dengan menyebutkan keraguan atau kecatatan pada kalender yang menandakan bahwa kalender Julian perlu dikoreksi demi kepentingan Gereja universal. Setelah diberitahu tentang keahlian Jean dan Firmin di bidang Astronomi ini, Paus Clement VI (1342 – 1352 M) memerintahkan mereka untuk datang ke Takhta

²⁶ Paskah Yahudi dimulai dari tanggal 15 bulan Nisan dalam kalender Ibrani dan berlangsung selama 7-8 hari (biasanya bulan April). Lihat Widia Primastika, “Sejarah Paskah Yahudi Dan Bedanya Dengan Paskah Kristen,” *tirto.id*, 2019, <https://tirto.id/sejarah-paskah-yahudi-dan-bedanya-dengan-paskah-kristen-dmJG>.

²⁷ Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 227.

Apostolik (dewan urusan umum gereja atau kesekretariatan negara) dengan cepat dan tanpa penundaan.²⁸

Tepatnya pada tanggal 1 Oktober 1344 TU Clement VI mengirim dua surat yang ditujukan kepada uskup agung Bourges (Roger le Fort) dan uskup Paris (Foulques de Chanac), di mana Ia sekali lagi mengumumkan niatnya untuk memimpin reformasi kalender.²⁹ Namun selama paruh kedua abad keempat belas, masalah reformasi kalender terus terbengkalai dan tidak diawasi oleh kepausan dan pendeta yang memiliki kedudukan tertinggi. Hal ini disebabkan oleh krisis mendesak yang melanda Eropa pada waktu itu yang menghalangi otoritas gerejawi untuk mencoba menangani masalah tersebut.³⁰

Sampai pada abad pertengahan pun, proyek reformasi kalender belum juga membuahkan hasil. Upaya untuk mengembalikan kalender seperti pada masa Konsili Nencia, yang ketentuannya berkaitan dengan perhitungan Paskah harus dipertahankan dengan segala cara.³¹ Hal yang harus diperhatikan bahwa kesederhanaan dan konservatisme yang dicapai oleh reformasi ini hanya bisa terjadi apabila para penguasa dan seluruh bawahannya bersedia sepakat atas kompromi yang dibangun. Namun sejauh sejarah reformasi kalender sampai akhir abad pertengahan hilang dalam kabut sejarah.³²

²⁸ Nothhaft, 207.

²⁹ Nothhaft, 208.

³⁰ Nothhaft, 235.

³¹ Nothhaft, 259.

³² Nothhaft, 281.

Ketika abad lima belas berubah menjadi abad enam belas, dosen Astrologi bernama Paul (1446 – 1534 M) dari Middelburg, Belanda dipanggil oleh Paus Leo X pada Februari 1514 M untuk datang ke Roma dan mengangkatnya menjadi presiden komisi reformasi kalender yang akan bekerja dalam konteks Konsili Lateran Kelima (1512 – 1517 M). Leo X dan para penasihatnya melanjutkan pada Juli 1514 M untuk mengirimkan undangan kepada para rektor universitas dan kepala negara Eropa yang diminta untuk mengirim teolog dan astronom terbaik mereka ke Dewan Lateran, atau paling tidak meminta mereka menyampaikan laporan secara tertulis. Namun secara umum, kaum terpelajar Eropa lambat bereaksi terhadap undangan itu, sehingga sidang dewan harus ditunda dari Desember 1514 M ke Mei 1515 M. Kemudian kuria³³ mengirimkan surat putaran kedua kepada para uskup, penguasa dan universitas yang tertanggal 1 Juni 1515 M.³⁴

Satu tahun kemudian, Juni 1516 M, komisi yang dipimpin oleh Paul dari Middelburg akhirnya terselenggara untuk membahas masalah reformasi kalender secara lebih mendalam. Dalam komisi tersebut, hampir semua yang menyerahkan keahliannya kepada dewan setuju bahwa aturan untuk perhitungan Paskah sangat membutuhkan perbaikan dan itu adalah hak

³³ Seluruh perangkat departemen kepausan yang membantu pimpinan tertinggi gereja menunaikan tugasnya sehari-hari. Lihat “Kurial,” kbbi.kemdikbud.go.id, accessed July 14, 2022, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kuria>.

³⁴ Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 286–287.

prerogatif paus untuk mengambil langkah-langkah yang diperlukan. Paul mengakui bahwa doktrin para Bapa Gereja mewajibkan untuk merayakan Paskah selalu jatuh hari Minggu setelah bulan purnama yang terjadi setelah tanggal *vernal equinox*.³⁵

Selanjutnya kuria mengirimkan surat putaran kedua pada 8 dan 10 Juli 1516 M kepada keuskupan, universitas dan kepala negara Eropa untuk menugaskan dan menanggapi hasil komisi putaran kedua dengan tenggat waktu sampai 30 November 1516 M. Dengan maksud untuk membawa masalah reformasi kalender tersebut pada kesimpulan akhir. Intinya, untuk menanggapi dua tawaran kemungkinan skenario kalender. Para *pontifex* Romawi bisa meniru langkah strategis yang diambil oleh pendahulunya Julius Caesar dan menghapus penanggalan 11 hari, baik dengan melewatkan 21 – 31 Oktober pada tahun tertentu atau dengan menghentikan interkalasi selama 44 tahun.³⁶

Terdapat satu tanggapan yang terlambat tetapi sangat rinci yang ditandatangani pada 3 Desember 1516 M oleh astronom Polandia, Marcin Biem dari Olkusz (1470 – 1540 M) yang menulis ke Roma atas perintah Universitas Krakow. Biem memberikan usulan untuk memindahkan titik balik musim semi dari posisinya saat itu pada 10 / 11 Maret ke 24 / 25 Maret. Membuat Minggu Paskah paling awal bertepatan tanggal asumsi inkarnasi dan penyaliban Kristus (25 Maret). Alasannya, Biem

³⁵ Nothaft, 287.

³⁶ Nothaft, 287–288.

merasa disarankan agar tetap puas dengan *equinox* yang telah diterima secara umum untuk tujuan perhitungan kalender.³⁷

Banyaknya tanggapan-tanggapan dan perbedaan pendapat yang diterima membuat rencana untuk melakukan reformasi kalender menjadi sia-sia. Pada akhirnya Paul dari Middelburg mengirim sepucuk surat kepada Paus Leo X pada akhir tahun 1516 M untuk mengakhiri konsili Lateran Kelima. Kemudian Leo menutup konsili tersebut pada 16 Maret 1517 M tanpa mencapai keputusan apapun tentang reformasi kalender.³⁸ Menurut penulis, salah satu alasan mengapa diberhentikannya reformasi tersebut adalah ketidakpastian yang terus berlanjut sehubungan dengan sifat dan tingkat presesi dan panjang tahun tropis belum cukup terukur.

Nicolas Copernicus yang hidup pada akhir abad pertengahan sampai awal abad enam belas (1473 – 1543 M) juga pernah dipanggil secara pribadi untuk datang ke Roma membantu dalam reformasi kalender yang direncanakan. Copernicus menemukan model baru yang cerdas untuk gerak Bumi mengelilingi Matahari yang melibatkan osilasi dari sumbu rotasi Bumi. Sebenarnya, Copernicus telah melakukan pengamatan Matahari sejak tahun 1515 M dengan menemukan nilai rata-rata panjang tahun tropis sebesar $365^{\text{h}} 5^{\text{j}} 49^{\text{m}} 16,4^{\text{d}}$.³⁹

³⁷ Nothaft, 289.

³⁸ Nothaft, 290.

³⁹ Nothaft, 291.

Pada periode selanjutnya, Astronom dari Verona, Italia, Pietro Pitati memberi usulan kepada Paulus Paus III (1534 – 1549 M) dan penggantinya Paulus Paus IV (1476 – 1559 M) untuk mereformasi kalender yang ada. Pitati menguraikan usulannya untuk merubah semua bulan yang berumur 31 hari menjadi 30 hari selama dua tahun berturut-turut. Artinya menghilangkan 14 hari dari kalender yang membuat siklus *equinox* musim semi kembali ke tanggal 24/25 Maret seperti pada reformasi yang dilakukan oleh Julius Caesar. Selain itu, untuk menjaga *equinox* di tempat asalnya, Pitati memberikan saran inovatif dengan cara menghilangkan 3 tahun kabisat dalam empat ratus tahun, yaitu tahun-tahun yang habis dibagi 100. Menurut rencana ini, tahun 1600, 1700 dan 1800 akan direduksi menjadi tahun biasa dengan panjang 365 hari. Sedangkan tahun 1900 akan menjadi tahun kabisat dengan panjang 366 hari. Sehingga panjang rata-rata tahun Matahari adalah 365, 2425 hari.⁴⁰

Terlepas dari upaya terbaik Pitati, langkah yang benar-benar menentukan menuju pengenalan aturan baru tahun kabisat baru diambil satu dekade kemudian selama masa kepausan Paus Gregorius XIII (1572 – 1582 M)⁴¹. Paus Gregorius memutuskan untuk mengadakan komisi khusus di bawah pimpinan

⁴⁰ Nothaft, 291–292.

⁴¹ Paus Gregorius XIII memiliki nama kelahiran Ugo Buoncopagno lahir pada hari Selasa Legi, 7 Januari 1502 M / 17 Jumadilakhir 907 H / Jumadilakhir 1419 tahun Jawa dan meninggal pada hari Rabu Kliwon, 10 April 1585 M / 9 Rabiulakhir 993 H / Bakdo Mulud 1505 tahun Jawa. Lihat Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 34–35.

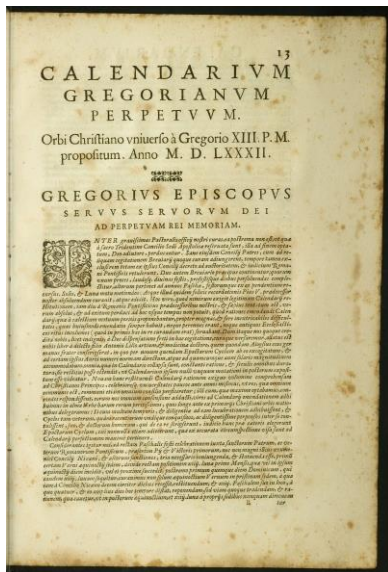
Christophorus Clavius yang tugasnya adalah menyusun rencana untuk memperbaiki kalender gerejawi. Dari beberapa orang yang bertugas di komisi selama tahun 1517-an, salah satu anggota yang lebih aktif adalah Antonio Lilio (1510 – 1576 M) dari Napoli, Italia yang menyampaikan proposal reformasi kalender kepada paus yang awalnya disusun oleh saudaranya Luigi, ahli Astronomi dari Universitas Perugia.⁴²

Pada tahun 1577 M, skema reformasi Luigi Lilio telah mendapatkan persetujuan umum dari anggota komisi lainnya, yang kemudian melanjutkan untuk menyiapkan naskah cetak berjudul *Copendium Novae Rationis Restituendi Kalendarium*, dan mengirimkannya ke pangeran serta universitas di seluruh Eropa. Laporan akhir komisi disahkan oleh Paus Gregorius XIII tertanggal 14 September 1580 M yang bertepatan hari Sabtu Kliwon, 23 Rajab 988 H melalui keputusan yang berjudul *Calendarium Gregorianum Perpetuum* dengan memilih langkah-langkah yang diuraikan dalam *Compendium*.⁴³ Ide reformasi kalender yang disahkan Paus tersebut mendapat dukungan dari kaisar, raja-raja terkemuka dan hampir semua universitas di Eropa. Tetapi juga ada golongan yang tidak setuju dengan ide reformasi kalender tersebut, yakni golongan cendikiawan Prancis.

⁴² Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 292; Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 11.

⁴³ Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 293; Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 11.

Mereka memiliki anggapan bahwa saat itu penguasa di Roma tidak lagi memiliki otoritas dalam menentukan perubahan kalender.⁴⁴



Gambar 4.1 *Calendarium Gregorianum Perpetuum*⁴⁵

Koreksi Paus Gregorius XIII terhadap kalender gerejawi secara resmi diumumkan pada hari Rabu Wage, 24 Februari 1582 M / 20 Muharam 990 H / 19 Suro 1502 tahun Jawa dengan penandatanganan *bull*a kepausan (dokumen atau piagam) *Inter*

⁴⁴ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 37.

⁴⁵ Encyclopedia Virginia, “Papal Bull Concerning Gregorian Calendar,” [encyclopediavirginia.org](https://encyclopediavirginia.org/3878-8b5d98378a7a137/), accessed July 15, 2022, <https://encyclopediavirginia.org/3878-8b5d98378a7a137/>.

Gravissimas. Isi dari dokumen tersebut adalah tentang aturan baru sistem kalender untuk perhitungan paskah agar benar-benar menjiwai keadaan sesungguhnya. Selain itu, dokumen tersebut memberitahu semua orang bahwa setelah hari Kamis Legi, 4 Oktober 1582 M bukan Jumat Pahing, 5 Oktober 1582 M melainkan hari Jumat Pahing, 15 Oktober 1582 M. Artinya terdapat penghapusan 10 hari dari kalender.⁴⁶



Gambar 4.2 Kalender Bulan Oktober Tahun 1582 M⁴⁷

⁴⁶ Nothaft, *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*, 293; Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 35, 37, 38; Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah, *Almanak Hisab Rukyat* (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kemenag RI, 2010), 105; Newcomb, *Elements of Astronomy*, 136.

⁴⁷ Borobudur News, "Sejarah Hilangnya Perhitungan Sepuluh Hari Di Kalender," borobudurnews, accessed July 15, 2022, <https://borobudurnews.com/hilangnya-sepuluh-hari-di-dunia-ini-sejarahnyal/>.

Kejadian tersebut merupakan peristiwa bersejarah dalam sistem kalender. Alasan astronomis penghapusan 10 hari tersebut bahwa terdapat selisih antara panjang rata-rata tahun tropis Matahari dengan rata-rata satu tahun sistem kalender Syamsiah Julian. Panjang satu tahun kalender Syamsiah Julain memiliki rata-rata 365,25 hari atau $365^h 6^j$, sedangkan rata-rata tahun tropis Matahari pada abad pertengahan adalah 365,2422 hari atau $365^h 5^j 48^m 46,08^d$. Artinya terdapat selisih 0,0078 hari atau $0^j 11^m 13,92^d$. Namun, dalam kurun waktu 128 tahun selisih tersebut akan berubah menjadi $23^j 57^m 41,76^d$ atau hampir 1 hari dan dalam kurun waktu ribuan tahun akan menghasilkan selisih sampai beberapa hari. Apabila dihitung mulai saat Konsili di Nencia tahun 325 M (penetapan *vernal equinox* tanggal 21 Maret) sampai tahun 1582 M, terdapat selisih sebanyak 10 hari ($(1582 - 325) \times 0,0078 \text{ hari} = 9,8046 \text{ hari atau } 9^h 19^j 18^m 37,44^d$). Hal ini dibuktikan dengan *vernal equinox* pada tahun 1582 M yang jatuh pada tanggal 10 Maret 1582 M pukul 23:55:47 UT bukan sekitar tanggal 21 Maret seperti penetapan Konsili Nencia. Oleh karena itu, pada saat kalender Syamsiah Gregorian ditetapkan ada penghapusan 10 hari.

Jumlah hari dalam kalender Syamsiah Gregorian sama dengan kalender Syamsiah Julian, yang mana untuk tahun biasa berjumlah 365 hari dan tahun kabisat berjumlah 366 hari. Namun jumlah rata-rata dalam kalender Syamsiah Gregorian ditetapkan $365^h 5^j 49^m 12^d$ atau 365,2425 hari. Selain itu dalam penentuan

tahun-tahun kabisat, sistem kalender Syamsiah Gregorian memiliki aturan tersendiri:⁴⁸

- a. Termasuk tahun kabisat apabila suatu tahun habis dibagi 4 namun tidak habis dibagi 100, seperti tahun 2024, 2048 dan 2060.
- b. Termasuk tahun *basitah* apabila suatu tahun abad habis dibagi 100 namun tidak habis dibagi 400, seperti tahun 2100, 2200 dan 2300.
- c. Termasuk tahun kabisat apabila suatu tahun abad habis dibagi 100 dan 400, seperti tahun 2000, 2400 dan 2800.

Setelah kalender syamsiah Gregorian ini ditetapkan, ternyata tidak semua negara mau menerima dan menerapkannya. Hal ini disebabkan oleh kepercayaan dan keyakinan mereka dari otoritas dewan gereja yang masih menggunakan kalender syamsiah Julian. Peristiwa tersebut berlangsung cukup lama, kira-kira sampai 3 abad yang pada akhirnya semua negara mau memakai kalender Gregorian ini. Misalnya gereja Anglikan di Inggris yang baru memakai sistem kalender syamsiah Gregorian ini pada tahun 1752 M dengan menghapus 11 hari pada bulan september 1752 M, tepatnya setelah tanggal 2 September disusul tanggal 14 September 1752 M. Selain itu negara Swedia juga baru menerapkan kalender syamsiah Gregorian pada tahun 1753 M,

⁴⁸ Forest Ray Moulton, *An Introduction to Astronomy* (New York: The Macmillan Company, 1916), 185; Ahmad Izzuddin, *Sistem Penanggalan* (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 76.

negara Jepang baru menerimanya tahun 1873 M, negara Cina menerapkannya tahun 1912 M dan negara Turki baru menerapkannya tahun 1927 M.⁴⁹

Melihat sejarah kalender syamsiah yang demikian panjang, ternyata proses pembentukan kalender syamsiah untuk mencapai kemapanan yang bersifat global melewati perjalanan hingga 19 abad. Upaya untuk menjadikan kalender syamsiah Gregorian sebagai kalender yang mapan dimulai dari lingkup kecil dengan kekuatan dan otoritas penguasa yang tetap memperhatikan integrasi sains dan agama. Sains dalam hal ini adalah penetapan rata-rata tahun tropis Matahari yang diambil dari rumus matematis-astronomis melalui pengamatan secara kontinu pada saat itu. Penetapan rata-rata tahun tropis Matahari diambil yang terbaik dengan memiliki eror paling minimal dan mendekati kebenaran. Sedangkan agama yang dimaksud adalah perayaan hari Paskah bagi umat Kristiani yang selalu terjadi hari Minggu setelah bulan purnama pertama di musim semi.

3. Masa Depan Kalender Syamsiah

Kalender Syamsiah merupakan sebuah sistem kalender yang perhitungannya menggunakan acuan Matahari. Geraknya yang berulang secara teratur menjadi alasan mengapa Matahari dijadikan sebagai acuan dalam sistem kalender Syamsiah. Pergerakan secara gradual terjadi saat Matahari terbit di horizon

⁴⁹ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*, 42–44.

timur dan terbenam di horizon, kemudian berulang secara teratur dari garis balik utara ke garis balik selatan lalu kembali lagi ke garis balik utara. Perubahan secara gradual dan berulang secara teratur juga terjadi pada waktu terbit dan terbenamnya Matahari, baik lebih cepat maupun lebih lambat dari hari-hari sebelumnya. Penyebab keteraturan fenomena terbit dan terbenamnya Matahari ini salah satunya adalah rotasi Bumi yang selang satu kali putarannya memiliki rata-rata 23 jam 56 menit dengan kecepatan rata-rata 108.000 km per jam.⁵⁰

Fenomena Matahari terbit dan terbenam selain disebabkan oleh rotasi Bumi juga disebabkan oleh gerak revolusi Bumi, yakni perputaran Bumi mengelilingi Matahari dari arah barat ke timur dengan kecepatan rata-rata 30 km per detik. Waktu yang dibutuhkan Bumi mengelilingi Matahari satu kali putaran penuh (360 derajat) adalah sekitar 365^h 5^j 49^m 12^d atau 365,2425 hari yang selanjutnya disebut dengan Gerak Tahunan Bumi. Jangka waktu revolusi Bumi inilah selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan sistem kalender Syamsiah. Satu tahun *Basitah* atau *Common Year* berumur 365 hari dan untuk tahun Kabisat atau *Leap Year* berumur 366 hari.⁵¹

Salah satu dari beberapa kelebihan kalender Syamsiah adalah kesesuaiannya dengan musim karena sistem kalender ini menjadikan perubahan musim dari musim semi, musim panas,

⁵⁰ Muh. Nashiruddin, *Kalender Hijriah Universal* (Semarang: el-Wafa, 2013), 29.

⁵¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 131.

musim gugur, musim dingin ke musim semi lagi dan selalu berubah dalam setiap tahunnya. Kalender Syamsiah Gregorian yang digunakan oleh mayoritas penduduk dunia ini terlihat sudah mapan dari pada kalender internasional lain yang berkembang di Indonesia, karena dalam hal penentuan awal bulannya tidak ada perselisihan seperti kalender Hijriah. Kemapanan yang tampak seperti saat ini tidaklah dicapai dengan mudah, namun membutuhkan proses dan waktu yang panjang.

Kemapanan pada kalender Syamsiah Gregorian yang terlihat saat ini sebetulnya bukanlah kemapanan yang absolut. Kalender Syamsiah Gregorian tidak dapat dimanfaatkan untuk jangka waktu yang lama di masa mendatang karena tidak akan selaras dengan alam. Konteks lama dalam hal ini adalah 10.000 tahun, karena dalam kurun waktu tersebut, kalender Syamsiah Gregorian terdapat selisih mencapai 3 hari dengan tahun tropis Matahari.

Penyebab ketidak-selarasan dengan alam tersebut adalah adanya perbedaan jumlah hari antara siklus satu tahun tropis Matahari dengan rata-rata tahun kalender Syamsiah Gregorian. Panjang rata-rata satu tahun tropis Matahari menurut algoritma Kazimierz M. Borkowski abad 1 sampai 25 adalah 365,2422 hari. Sedangkan abad 26 sampai 40 rata-rata tahun tropis berjumlah 365,2421 hari. Namun dalam tulisan ini mengambil rata-rata tahun tropis keseluruhan abad yakni 365,2422 hari dan panjang rata-rata satu tahun Syamsiah Gregorian yakni 365,2425 hari. Artinya, selisih antara tahun tropis Matahari dengan kalender

Syamsiah Gregorian setiap tahunnya berkisar 0,0003 hari atau 25,92 detik.

Selisih tersebut akan berdampak pada fenomena astronomis *Vernal Equinox* yang selalu terjadi 25,92 detik lebih awal dari tahun-tahun sebelumnya. Selisih 25,92 detik tersebut akan bertambah menjadi 3 hari dalam kurun waktu 10.000 tahun dan akan bertambah menjadi 30 hari dalam kurun waktu 100.000 tahun. Oleh karena itu sangat mungkin untuk melakukan koreksi kembali pada kalender Syamsiah Gregorian ini. Adapun besaran perubahan tersebut terlihat lebih detail pada tabel di bawah ini.

Tahun ke	Sesilih		Tahun ke	Selisih
1	0 ^j 0 ^m 25,92 ^d		1500	10 ^j 48 ^m 0 ^d
2	0 ^j 0 ^m 51,84 ^d		2000	14 ^j 24 ^m 0 ^d
3	0 ^j 1 ^m 17,76 ^d		2500	18 ^j 0 ^m 0 ^d
4	0 ^j 1 ^m 43,68 ^d		3000	21 ^j 36 ^m 0 ^d
5	0 ^j 2 ^m 9,6 ^d		3500	25 ^j 12 ^m 0 ^d
6	0 ^j 2 ^m 35,52 ^d		4000	28 ^j 48 ^m 0 ^d
7	0 ^j 3 ^m 1,44 ^d		4500	32 ^j 24 ^m 0 ^d
8	0 ^j 3 ^m 27,36 ^d		5000	36 ^j 0 ^m 0 ^d
9	0 ^j 3 ^m 53,28 ^d		5500	39 ^j 36 ^m 0 ^d
10	0 ^j 4 ^m 19,2 ^d		6000	43 ^j 12 ^m 0 ^d
25	0 ^j 10 ^m 48 ^d		6500	46 ^j 48 ^m 0 ^d
50	0 ^j 21 ^m 36 ^d		7000	50 ^j 24 ^m 0 ^d
100	0 ^j 43 ^m 12 ^d		7500	54 ^j 0 ^m 0 ^d
200	1 ^j 26 ^m 24 ^d		8000	57 ^j 36 ^m 0 ^d
300	2 ^j 9 ^m 36 ^d		8500	61 ^j 12 ^m 0 ^d
400	2 ^j 52 ^m 48 ^d		9000	64 ^j 48 ^m 0 ^d
500	3 ^j 36 ^m 0 ^d		9500	68 ^j 24 ^m 0 ^d
1000	7 ^j 12 ^m 0 ^d		10000	72 ^j 0 ^m 0 ^d

Tabel 4.2 Selisih Tahun Tropis Matahari dengan Tahun Syamsiah Gregorian dari Tahun ke Tahun

Nilai tersebut memang terlihat sangat kecil, namun apabila tidak segera diperbarui dan cenderung diabaikan, maka tentunya akan mempengaruhi penggunaan kalender bagi kepentingan kehidupan manusia. Selisih atau perbedaan tahun tropis Matahari dengan kalender Syamsiah Gregorian tersebut nantinya akan mempengaruhi perayaan Paskah bagi umat Kristiani dan juga akan berimplikasi pada data-data astronomis seperti *Equation of Time* dan deklinasi Matahari dalam perhitungan awal waktu salat, arah kiblat, awal bulan dan gerhana bulan maupun Matahari. Sehingga dengan adanya koreksi dan perbaikan terhadap sistem penanggalan Syamsiah Gregorian, sains dan agama benar-benar dapat terintegrasi dengan baik dalam hal yang berkaitan dengan pengorganisasian waktu.

Seperti penjelasan pada bab III bahwa dalam penentuan tahun tropis Matahari, penulis menggunakan algoritma dari Kazimierz M. Borkowski. Alasannya karena algoritma yang dikemukakan oleh Kazimierz merupakan bentuk dari koreksi-koreksi terhadap algoritma penentuan tahun tropis para pendahulunya yang sudah menjadi barang tentu memiliki akurasi lebih tinggi. Dengan algoritma perhitungan tahun tropis tersebut, dapat diketahui bersama bahwa setiap tahun, tahun tropis Matahari selalu berkurang. Rata-rata tahun tropis Matahari saat reformasi Gregorian tahun 1582 M adalah 365,2422 hari dan abad ke-21 rata-rata tahun tropis Matahari 365,2421866 hari, bahkan

dalam kurun waktu yang lama nantinya tahun tropis bisa hanya 365 hari saja.

Melihat fenomena astronomis seperti itu, kita sebagai manusia tidak mampu menolak kehendak Allah SWT yang telah menciptakan alam semesta sedemikian adanya. Kita hanya bisa mengikuti dan menyelaraskan fenomena alam dengan keterbatasan intelektual yang dimiliki. Penulis menganggap kalender Syamsiah Gregorian perlu dikoreksi kembali, supaya benar-benar akurat sehingga dapat lebih bermanfaat dan tepat dalam pengorganisasian waktu.

Koreksi yang penulis lakukan terhadap sistem kalender Syamsiah Gregorian cukup sederhana dengan tidak merubah banyak ketentuan-ketentuan yang ada dalam sistem kalender Syamsiah Gregorian, hanya mengembalikan interkalasi Gregorian dan sedikit memodifikasi untuk penyempurnaan. Penulis mengumpamakan panjang rata-rata tahun sipil⁵² adalah 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik. Rata-rata tersebut setara dengan 365 hari 2422, dan 0 hari 2422 akan menjadi 2,422 hari dalam kurun waktu 10 tahun, akan menjadi 12,11 hari dalam kurun waktu 50 tahun, dalam 350 tahun akan menjadi 84,77 hari, dalam 700 tahun akan menjadi 169,5 hari dan akhirnya dalam kurun waktu 2800 tahun akan menjadi 678 hari.

⁵² Tahun sipil adalah tahun yang digunakan suatu negara untuk tujuan sipil, formil atau administrasi. kalender sipil yang paling luas dan standar internasional de facto adalah kalender Gregorian, baca: "Civil Calendar," Wikipedia, accessed September 3, 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Civil_calendar.

Angka rata-rata tahun tropis Matahari sampai abad ke-25 jika dikurangi 365 hari ($365^h 5^j 48^m 46,08^d - 365^h = 5^j 48^m 46,08^d$), kemudian menjadikan hasil pengurangannya sebagai pecahan berturut-turut dengan asumsi satu tahun memiliki panjang 365 hari. Maka pecahan-pecahan tersebut adalah $0,2422 = \frac{1}{4}, \frac{7}{29}, \frac{8}{33}, \frac{31}{128}, \frac{39}{161}, \frac{70}{289},$ dan $\frac{109}{450}$. Pecahan-pecahan tersebut merupakan bentuk refleksi dari aturan tahun kabisat dan *basīṭah* atau aturan penambahan hari interkalasi. Adapun penjelasan lebih detail dari pecahan-pecahan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pecahan $\frac{1}{4}$, artinya dalam kurun 4 tahun terdapat 1 hari interkalasi. Aturan ini seperti konsep sistem kalender Syamsiah Julian, sehingga menurut penulis aturan ini tidak tepat untuk diimplementasikan karena terlalu jauh dengan rata-rata tahun tropis Matahari.
- b. Pecahan $\frac{7}{29}$, artinya aturan ini memiliki siklus 29 tahunan dan dalam satu siklus tersebut terdapat 7 hari interkalasi. Menurut penulis aturan ini juga tidak tepat untuk diberlakukan dan akan terjadi kerumitan dalam merealisasikannya, karena dalam 24 tahun pertama terdapat 6 hari interkalasi dan 1 hari interkalasi yang terakhir terletak di tahun ke-29. Selain itu dikhawatirkan akan memunculkan persolan baru karena rata-rata satu tahun hanya berjumlah 365 hari 47 menit 35 detik atau 365,03304398148 hari. Panjang rata-rata satu tahun ini terlalu cepat dibandingkan dengan tahun tropis Matahari.

- c. Pecahan $\frac{8}{33}$, artinya dalam kurun 33 tahun terdapat 8 hari. Aturan ini menurut penulis tidak konsisten dalam penetapan hari interkalasi. 7 hari interkalasi terdapat pada setiap 4 tahun sekali sampai pada tahun ke-28, namun 1 hari interkalasi yang terakhir terdapat pada tahun ke-33 (setelah 5 tahun dari tahun ke-28.)
- d. Pecahan $\frac{31}{128}$, artinya dalam kurun 128 tahun terdapat 31 hari interkalasi. Pecahan tersebut jika diurai kembali lebih detail maka akan membuat aturan yang semakin rumit dan sulit, yakni $\frac{31}{128} = \frac{3.8+7}{3.33+29}$. Menurut penulis nilai tersebut akan semakin memperumit aturan interkalasi, karena akan ada 4 periode. Tiga periode pertama menggunakan pecahan $\frac{8}{33}$ dan satu periode yang terakhir menggunakan pecahan $\frac{7}{29}$, sehingga aturan ini juga tidak tepat untuk diimplementasikan.
- e. Pecahan $\frac{39}{161}$, artinya $\frac{39}{161} = \frac{31+8}{128+33} = \frac{4.8+7}{4.33+29}$ atau terdapat 39 hari interkalasi dalam kurun 161 tahun. Menurut penulis aturan ini juga tidak tepat untuk diberlakukan dan hanya akan semakin memperumit aturan interkalasi, karena apabila diberlakukan terdapat 5 periode. Empat periode pertama menggunakan pecahan $\frac{8}{33}$ dan satu periode terakhir menggunakan $\frac{7}{29}$.
- f. Pecahan $\frac{109}{450} = \frac{678}{2800}$, artinya dalam kurun 450 tahun terdapat 109 hari interkalasi atau apabila diluaskan lagi sampai 2800

tahun maka memberikan 678 hari interkalasi. Nilai tersebut tentu tidak sama dengan aturan interkalasi dalam sistem kalender Syamsiah Gregorian, yang mana dalam 2800 tahun interkalasinya berjumlah 679 hari.

Berdasarkan penjabaran dari pecahan-pecahan di atas, penulis memberi usulan pecahan $\frac{109}{450} = \frac{678}{2800}$ sebagai pengganti dari aturan sistem kalender Syamsiah Gregorian. Adapun nilai pecahan yang lain hanya memperumit aturan interkalasi dan bukanl aturan yang penulis sarankan. Sehingga bisa diambil simpulan bahwa rata-rata panjang satu tahun sipil yang penulis usulkan adalah 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik atau 365,2422 hari. Aturan ini menjadikan 365 hari sebagai tahun *basītah* dan sisanya 5 jam 48 menit 46,08 detik atau 0,2422 hari sebagai tahun kabisat. Bentuk rinciannya sebagai berikut:

- a. Sisa tersebut menjadi 2,18 hari jika diakumulasikan dalam kurun 10 tahun ($10 \times 0,2422 = 2,422$).
- b. Sisa tersebut menjadi 10,9 hari jika diakumulasikan dalam kurun 50 tahun ($50 \times 0,2422 = 12,11$).
- c. Sisa tersebut menjadi 109 hari jika diakumulasikan dalam kurun 350 tahun ($350 \times 0,2422 = 84,77$).
- d. Sisa tersebut menjadi 218 hari jika diakumulasikan dalam kurun 700 tahun ($700 \times 0,2422 = 169,5$). Dan
- e. Sisa tersebut menjadi 775 hari jika diakumulasikan dalam kurun 2800 tahun ($2800 \times 0,2422 = 678$).

Dengan demikian banyaknya selisih hari interkalasi (tahun kabisat) antara aturan yang penulis usulkan dengan aturan sistem kalender Syamsiah Gregorian dalam kurun 2800 tahun adalah 1 hari. Hal ini dikarenakan jumlah hari interkalasi dalam 2800 tahun kalender Syamsiah Gregorian adalah 679 hari ($2800 \times 0,2425 = 679$ hari). Sedangkan aturan dari gagasan penulis adalah 678 hari ($2800 \times 0,2422 = 678$ hari). Selanjutnya rumus persamaan rata-rata jumlah hari gagasan penulis adalah $365,2422 = 365 + \frac{678}{2800} + \frac{1}{17500} = 365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} - \frac{1}{2800} + \frac{1}{17500}$ hari. Sedangkan rumus persamaan rata-rata jumlah hari kalender Syamsiah Gregorian adalah $365 + \frac{679}{2800} = 365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400}$ hari.

Pecahan-pecahan $\frac{8}{33}$, $\frac{31}{128}$, $\frac{39}{161}$, dan $\frac{70}{289}$ sebenarnya juga dapat digunakan sebagai aturan hari interkalasi atau tahun kabisat dan memiliki tingkat akurasi yang cukup valid jika hanya untuk kebutuhan sebuah teori dalam ilmu pengetahuan. Namun menurut penulis, pecahan yang terakhir, yakni pecahan $\frac{109}{450}$ merupakan pecahan yang tidak rumit dan paling mudah serta memiliki akurasi yang tepat untuk diimplementasikan sebagai aturan perbaikan dari sistem kalender Syamsiah Gregorian, dengan hanya membutuhkan beberapa modifikasi dari koreksi Gregorian. Adapaun pecahan $\frac{109}{450}$ persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{109}{450} = \frac{700-22}{2800} = \frac{700-22-1}{2800} = \frac{1}{4} - \frac{3}{400} - \frac{1}{2800} + \frac{1}{17500}$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa pecahan pertama dan kedua merupakan aturan interkalasi sistem kalender Syamsiah Gregorian. Pecahan ketiga menunjukkan bahwa konsep 2800 dan kelipatannya adalah nilai yang paling dekat dengan jumlah rata-rata tahun tropis Matahari, yaitu $5^j 48^m 46,08^d$. Akan tetapi pecahan tersebut perlu adanya koreksi kembali dikemudian hari, yakni pada tahun 1750 dengan menambahkan 1 hari pada bulan Februari supaya setara dengan $0,2422$ hari atau $5^j 48^m 46,08^d$. Oleh karena itu penulis memberikan alternatif lain untuk sementara waktu dengan menulis $\frac{1}{2800+x}$. Apabila $x = 400$, maka rumus interkalasinya menjadi sebagai berikut:

$$\frac{1}{4} - \frac{3}{400} - \frac{1}{3200} = \frac{800-24-1}{3200} = \frac{775}{3200} = 0,2421875 = 5^j 48^m 45^d.$$

Artinya, alternatif rumus interkalasi di atas, menunjukkan bahwa persamaan tersebut mempunyai nilai yang hampir sama dengan rata-rata tahun sipil gagasan penulis.

Alasan astronomis penulis memberi usulan panjang rata-rata tahun sipil berjumlah 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik (365,2422 hari) adalah supaya dekat dengan nilai rata-rata tahun tropis sehingga akan memperkecil kesalahan. Tidak seperti tahun sipil hasil penetapan Paus Gregorius XIII yang memiliki panjang 365,2425 hari, yang mana nilai tahun sipil tersebut lebih banyak dari pada rata-rata tahun tropis pada 1582 M, yakni 365,2422 hari. Tentu, atas dasar alasan tersebut dengan melihat rata-rata tahun

tropis dari abad ke-1 sampai abad ke-25 jumlahnya sama, yakni 365,2422. Jika melihat rata-rata tahun tropis dari abad ke-26 sampai abad ke-40 yang berjumlah 365,2421 hari hanya terdapat selisih 0,0001 hari dengan rata-rata tahun sipil usulan penulis.

Menurut algoritma koreksi perbaikan kalender Syamsiah Gregorian di atas, perbedaan antara gagasan penulis dengan kalender Syamsiah Gregorian terletak pada jumlah hari interkalasi dalam kurun waktu 2800 tahun. Adapaun gagasan penulis, dalam kurun waktu 2800 tahun memiliki jumlah hari interkalasi 678 hari. Sementara jumlah hari interkalasi kalender Syamsiah Gregorian dalam kurun waktu 2800 tahun adalah 679 hari. Artinya, terdapat selisih 1 hari antara kedua konsep kalender Syamsiah dalam kurun waktu 2800 tahun.

Usulan pembaruan kalender Syamsiah Gregorian ini tidak merubah banyak ketentuan yang ada pada sistem kalender Syamsiah Gregorian. Usulan ini hanya merubah sedikit struktur penentuan tahun kabisat pada kalender Gregorian. Penulis tidak merubah jumlah hari dalam satu pekan atau jumlah hari dan bulan dalam satu tahun. Jumlah hari dalam satu pekan tetap tujuh hari, dalam satu tahun tetap berjumlah 12 bulan dan bulan Februari tetap dijadikan bulan untuk penambahan hari interkalasi. Jumlah hari pada bulan Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober dan Desember tetap 30 hari. Sedangkan jumlah hari pada bulan April, Juni, September dan November tetap 30 hari.

Gagasan koreksi perbaikan kalender Syamsiah ini menjadikan tahun 2800 M sebagai tahun kabisat yang diubah

menjadi tahun *basitah*. Alasan lainnya menjadikan tahun 2800 M sebagai tahun *basitah* adalah bahwa kalender Syamsiah Gregorian pada tahun 3333 M terdapat selisih satu hari dengan tahun tropis saat penetapan kalender Syamsiah Gregorian. Perubahan nilai tersebut dapat diperoleh dari $365,2425 \text{ hari} - 365,2422 \text{ hari} = 0,0003 \text{ hari} \times 3333 \text{ tahun} = 0,9999 \text{ hari}$ atau 0 hari 59 menit 59,64 detik. Apabila tahun 3333 M dilakukan pengurangan satu hari menurut penulis akan memperumit aturan sistem kalender, sehingga akan lebih efektif pengurangan satu hari dilakukan pada tahun 2800 M.

Modifikasi aturan penentuan tahun kabisat yang penulis usulkan adalah setiap tahun yang habis dibagi 4 merupakan tahun kabisat. Adapun tahun abad bisa menjadi tahun kabisat apabila habis dibagi 400 kecuali tahun abad kelipatan 2800 itu merupakan tahun *basitah*, seperti tahun 2800, 5600, 8400 dan 11200. Jadi, penerapan gagasan koreksi pembaruan kalender Syamsiah pertama kali dilaksanakan dengan menghapus tanggal 29 Februari 2800 M hari Selasa kalender Syamsiah Gregorian. Selain itu supaya setara dengan nilai 365,2422 setiap keliapatan tahun 17500 M umur bulan Februari ditambah 1 hari, sehingga umur bulan Februari 17500 M berumur 29 hari. Dengan begitu, kalender Syamsiah akan tetap benar-benar sesuai dengan alam dan *equinox* tetap terjadi pada tanggal 21 Maret sesuai dengan penetapan *equinox* saat Konsili di Nencia tahun 325 M serta juga tidak merubah perayaan hari Paskah oleh umat Kristiani, sehingga antara sains dan agama benar-benar terintegrasi dengan baik.

Berikut ini digambarkan aritmatik antara gagasan kalender Syamsiah Gregorian dengan kalender Syamsiah usulan penulis:

Tahun	Gregorian	Usulan	Keterangan
2800	K	B	Beda
3200	K	K	Sama
3600	K	K	Sama
4000	K	K	Sama
4400	K	K	Sama
4800	K	K	Sama
5200	K	K	Sama
5600	K	B	Beda
6000	K	K	Sama
6400	K	K	Sama
6800	K	K	Sama
7200	K	K	Sama
7600	K	K	Sama
8000	K	K	Sama
8400	K	B	Beda
8800	K	K	Sama
9200	K	K	Sama
9600	K	K	Sama
10000	K	K	Sama
11200	K	B	Beda
14000	K	B	Beda
16800	K	B	Beda
17500	B	K	Beda

Tabel 4.3 Perbandingan Kalender Syamsiah Gregorian dengan Kalender Syamsiah Usulan Penulis

Melihat tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam jangka waktu 16800 tahun, kalender Syamsiah gagasan penulis

menghilangkan 6 tahun kabisat, yakni terjadi pada tahun 2800 M, 5600 M, 8400 M, 11200 M, 14000 M, 16800 M dan menjadikan tahun 17500 M sebagai tahun *basītah*. Dengan demikian kalender Syamsiah gagasan penulis nantinya akan memperkecil kesalahan yang terdapat pada sistem kalender Syamsiah Gregorian.

Gagasan mengenai pembaruan sistem kalender harus memenuhi tiga syarat agar dapat diadopsi dan diaplikasikan dalam kehidupan sosial masyarakat:⁵³

- a. Gagasan pembaruan kalender mendapat dukungan dari suatu otoritas sebagai sebuah kebijakan.
- b. Memiliki manfaat besar yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.
- c. Masyarakat memiliki keinginan yang kuat untuk menerima kebijakan dari suatu otoritas tersebut.

Selain tiga syarat di atas, terdapat beberapa syarat lainnya yang harus dipertimbangkan terkait fungsi, tujuan serta teknik dalam mengelola pada saat masa transisi dari sistem kalender lama ke sistem kalender yang baru. Beberapa syaratnya adalah sebagai berikut:⁵⁴

⁵³ Hoskin dan Pedersen Coyne, *Gregorian Reform of The Calendar* (Roma: Observatorium Vatikan, 1982), 120–121.

⁵⁴ Wikia Fandom: The Prospect for Gregorian Calendar Reform. Lihat “The Prospect for Gregorian Calendar Reform,” Calendar Wiki, accessed September 10, 2022, http://calendars.wikia.com/wiki/The_Prospects_for_Gregorian_Calendar_Reform.

- a. Sistem kalender pembaru harus mapan, mempunyai tingkat akurasi yang tinggi terhadap pergerakan benda-benda langit dan memiliki tingkat eror dalam jangka waktu yang lama.
- b. Unsur-unsur yang terdapat pada sistem kalender pembaru harus merupakan sesuatu yang dapat dikenali dengan mudah bagi persepsi mayoritas orang terhadap sistem kalender. Misalnya, jumlah hari dalam satu pekan, satu bulan dan satu tahun, jumlah bulan dalam satu tahun, nama-nama hari dan bulan serta tahun-tahun yang paralel.
- c. Adanya hal baru pada sistem kalender pembaru yang dapat memotivasi mayoritas orang untuk mengaplikasikannya. Hal ini sangat penting, mengingat sedikitnya orang yang memperhatikan dinamika sistem kalender.
- d. Terdapat kemudahan bagi *programer* untuk memodifikasi program komputasi terkait sistem digital kalender pembaru. Hal ini bisa dilakukan dengan publikasi dan distribusi formula algoritma sistem kalender pembaru yang akomodatif untuk berbagai *platform* dan bebas biaya. Publikasi yang utama mungkin kepada raksasa sistem operasi seperti Windows, Macintosh, dan Linux.

Syarat-syarat tersebut, penulis melihat bahwa gagasan sistem kalender Syamsiah yang penulis usulkan sudah sesuai dengan syarat-syarat pembaruan kalender. Memperbarui sistem artinya mengembangkan, menyempurnakan atau mengganti sebuah sistem kalender yang dianggap sudah tidak relevan dan

tidak akurat dengan apa yang menjadi dasar diberlakukannya sistem kalender tersebut (dalam hal ini adalah terdapatnya selisih anatar rata-rata tahun sipil dengan tahun tropis Matahari), karena sistem kalender diciptakan untuk memenuhi kebutuhan sosial masyarakat. Apabila sistem kalender yang dipakai oleh masyarakat sudah tidak relevan dengan alam, maka akan memperumit tatanan sosial masyarakat yang berhubungan dengan sistem pengorganisasian waktu.

B. Perubahan Posisi Matahari sebagai Dasar Variasi Waktu Salat

Jadwal waktu salat disusun sebagai panduan untuk mempermudah umat Muslim dalam melaksanakan salat. Selain posisi geografis tempat, salat lima waktu memerlukan pengetahuan posisi Matahari, karena jadwal waktu salat lima waktu itu merentang dalam satu hari dan menaut dengan fenomena astronomi khususnya pergerakan semu Matahari. Sehingga data astronomis yang diperlukan dalam perhitungan awal waktu salat ini sangat tergantung kepada jadwal pergerakan Matahari.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, penentuan awal waktu salat juga semakin akurat dengan berbagai perhitungan yang cermat, mulai dari perhitungan dengan metode *ḥisāb taqrībī* sampai *ḥisāb* kontemporer. Penggunaan *ḥisāb taqrībī* dalam perhitungan awal waktu salat menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time* rata-rata yang setiap tahun tidak berubah, sehingga data Matahari tersebut bersifat statis-pasif. Sedangkan penggunaan *ḥisāb* kontemporer dalam perhitungan awal waktu salat sudah

menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time real time* yang bersifat dinamis-variatif, karena mengerjakan salat bukan pada waktunya dapat mempengaruhi keabsahan ibadah salat seorang Muslim. Hal ini menunjukkan adanya makna spiritual dalam tulisan ini yang menyatakan kekhusyukan seorang Muslim dalam melaksanakan ibadah salat.

Matahari tidak diam di tempat melainkan bergerak layaknya benda langit lain di angkasa. Dalam bukunya, Slamet Hambali mengelompokkan gerak Matahari menjadi dua gerakan yaitu gerak hakiki Matahari dan gerak semu Matahari. *Pertama*, Gerak hakiki Matahari adalah gerakan Matahari yang sebenarnya dan gerakan ini dapat ditinjau apabila pengamat berada di tempat yang tidak dipengaruhi oleh gerakan apapun. Gerak hakiki Matahari ada dua macam, yaitu: a) Gerak Rotasi atau Daur Matahari, adalah rotasi matahari pada porosnya selama sekitar 27 hari. b) Gerak di antara gugusan Bintang, Matahari bergerak bersama seluruh sistem Tata Surya sebagai sebuah unit mengelilingi pusat Galaksi Bima Sakti. Matahari dan tata surya bergerak menuju Bintang Vega di rasi harpa menjauhi Bintang Sirius di rasi Canis Major. Daerah yang ditinggalkan disebut anti-apeks.⁵⁵ Penelitian menunjukkan bahwa matahari bersama sistem tata surya bergerak dengan kecepatan 20 km/detik atau dengan demikian setiap tahun matahari bergerak sekitar $365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 20 \text{ km} = + 600 \text{ juta km}$. satu kali putaran

⁵⁵ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam* (Sleman: Bismillah Publisher, 2012), 213.

penuh tata surya mengelilingi galaksi berlangsung selama 230 juta tahun atau satu tahun kosmis.⁵⁶

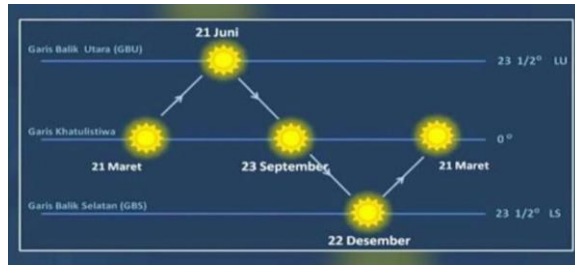
Kedua, Gerak Semu Matahari adalah gerakan yang seolah-olah apabila dilihat dari Bumi, Matahari terlihat seperti bergerak dari timur ke barat dan utara ke selatan. Gerak semu Matahari dibagi menjadi dua: a) Gerak harian (*Diurnal motion*), adalah ketampakan semu gerak angkasa dalam hal ini Matahari, mengelilingi Bumi yang disebabkan gerak rotasi Bumi⁵⁷. b) Gerakan tahunan (*Annual motion*), Matahari bergerak melingkar 360° ke arah timur melintasi lingkaran ekliptika dalam satu tahun. Apabila kita mengamati terbit Matahari akan terlihat matahari bergeser ke timur terhadap latar bintang. Pergeseran matahari sebesar satu derajat per hari. Maka kita dapat menghitung $360^\circ / 365,2425 \text{ hari} = 0^\circ 59'$ per hari (hampir 1°).⁵⁸ Adanya gerak semu Matahari tersebut, posisi Matahari juga tidak tepat pada ekuator langit, yang memiliki selisih kemiringan 23° 27', sehingga setiap hari posisi Matahari selalu berubah dan menyebabkan awal waktu salat tidak sama dengan hari-hari sebelumnya.⁵⁹

⁵⁶ Robbert Ball, *A Primer of Astronomi* (Cambridge: Cambridge University Press, 1911), 56.

⁵⁷ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*.

⁵⁸ Ball, *A Primer of Astronomi*.

⁵⁹ A. Frangky Soleiman, "Penentuan Awal Waktu Salat," *Jurnal Ilmiah Al-Syir'ah* 9, no. 2 (2011): 1–14.



Gambar 4.3 Gerak Semu Matahari

Adanya gerak semu Matahari tersebut, menghasilkan sebuah data Matahari yang digunakan dalam perhitungan awal waktu salat. Data tersebut adalah Deklinasi Matahari dan *equation of time*. Deklinasi Matahari merupakan jarak dari suatu benda langit ke ekuator langit diukur melalui lingkaran waktu (lingkaran deklinasi) dan dihitung dengan derajat, menit dan detik.⁶⁰ Sedangkan *equation of time* atau perata waktu ini merupakan selisih waktu antara waktu hakiki dengan waktu Matahari rata-rata (pertengahan). Waktu hakiki tersebut berdasarkan pada rotasi bumi yang tidak selalu 24 jam, tetapi waktu yang kita pakai menggunakan waktu rata-rata (pertengahan), sehingga perlu adanya penyesuaian waktu. Selisih tersebut disebabkan oleh garis edar Bumi mengelilingi Matahari yang berbentuk elips. Suatu saat Bumi berada pada posisi terdekat dengan Matahari (*perihelium*) dan pada saat yang lain Bumi jauh dengan Matahari (*aphelium*), sehingga nilai *equation of time* setiap harinya dinamis.⁶¹

11. ⁶⁰ Sayuthi Ali, *Ilmu Falak I* (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 1997),

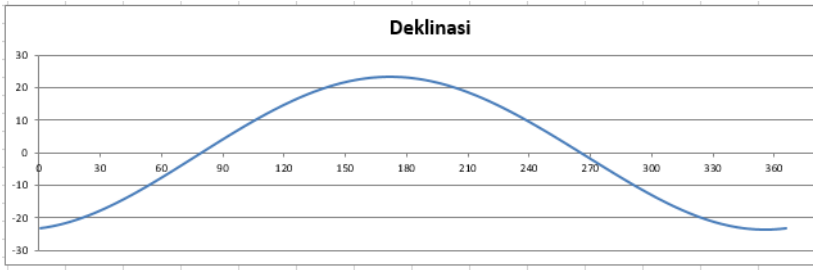
⁶¹ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 69.

Data deklinasi Matahari dan *equation of time* dapat diambil dari tabel astronomi yang berisi nilai periodik pergerakan Matahari, di antaranya menggunakan *Rubu' al-mujayab*, tabel astronomi Ulugh Beigh, Ephemeris Hisab Rukyat Kementerian Agama RI, kitab-kitab klasik, *The Astronomical Almanac*, *The Nautical Almanac*, *Astronomical Tables Of The Sun, Moon and Planets* karya Jean Meeus, *Tables Of Motion of The Earth* karya New Comb dan *software* Winhisab Kementerian Agama RI.⁶² Selain itu juga dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan kontemporer yang tertuang dalam buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus.⁶³ Namun dalam hal ini penulis menggunakan algoritma Deklinasi Matahari dan *equation of time* Jean Meuss dan algoritma perhitungan waktu salat yang kemudian diolah dalam bentuk excel.

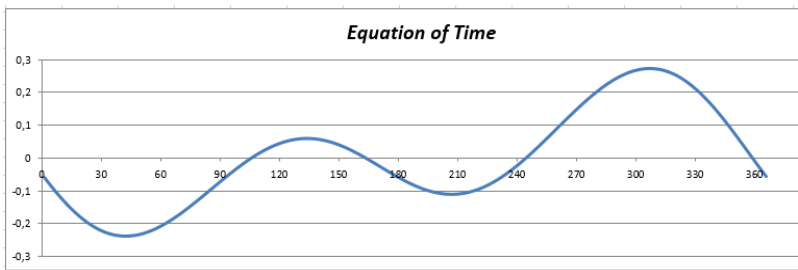
Berikut ini contoh nilai deklinasi Matahari dan *equation of time* mulai 1 Januari – 31 Desember 2023 dengan menggunakan algoritma Jean Meuss:

⁶² Moch. Riza Fahmi, “Studi Komparasi Jadwal Salat Sepanjang Masa H . Abdurrani Mahmud Dengan Hisab Kontemporer,” *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 565–590.

⁶³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Second Edt (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998).



Grafik 4.1 Grafik Deklinasi Matahari Tahun 2023

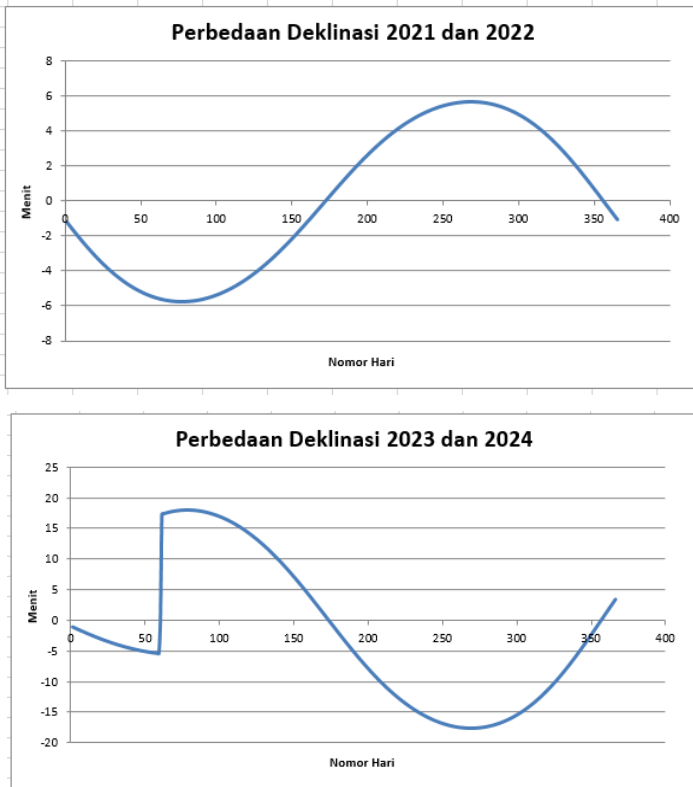


Grafik 4.2 Grafik *Equation of Time* Tahun 2023

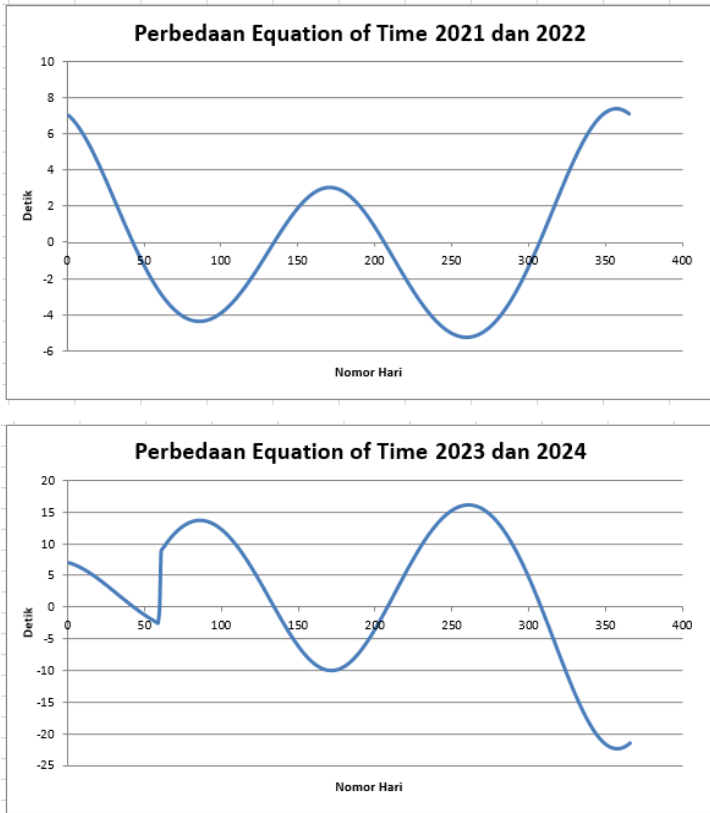
Keterangan grafik di atas bahwa pada grafik 1 dan 2 terdapat angka yang membentang secara horizontal antara 0 sampai 360 itu merupakan jumlah hari dalam satu tahun dengan interval 30 hari. Sedangkan pada grafik 1, angka yang berada di sebelah kiri secara vertikal antara -30 sampai 30 itu merupakan rentang nilai deklinasi Matahari setiap tahun. Sementara pada grafik 2, angka yang berada di sebelah kiri secara vertikal antara -0,3 sampai 0,3 itu merupakan rentang nilai *equation of time* setiap tahun. Dengan kedua grafik di atas, terlihat bahwa nilai deklinasi Matahari dan *equation of time*

mengalami perubahan setiap hari. Akibat dari perubahan tersebut, awal waktu salat setiap harinya juga berubah.

Selain itu, nilai deklinasi Matahari dan *equation of time* setiap tahunnya juga mengalami perubahan, perubahan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 4.3 Grafik Perubahan Deklinasi Matahari Tahun 2021-2024



Grafik 4.4 Grafik Perubahan *Equation of Time* Tahun 2021-2024

Melihat grafik 4.3 dan 4.4 di atas terlihat bahwa setiap tahunnya nilai deklinasi Matahari dan *Equation of Time* terdapat selisih atau perubahan. Deklinasi Matahari mengalami perubahan mencapai 18 menit dan *Equation of Time* mengalami perubahan mencapai 23 detik pada tahun 2023-2024 dikarenakan tahun 2023 merupakan tahun *basitah* dan tahun 2024 merupakan tahun kabisat.

Hal ini berimplikasi pada jadwal waktu salat setiap tahunnya juga mengalami perubahan dari tahun-tahun sebelum maupun berikutnya.

Persoalan yang terjadi adalah masih banyak beredar jadwal waktu salat abadi atau sepanjang masa atau selama-lamanya di tengah-tengah masyarakat. Jadwal ini biasanya tertempel di masjid-masjid, baik masjid yang berada di kampung maupun masjid yang berada di tengah perkotaan. Beberapa contoh sudah dijelaskan dalam latar pendahuluan di atas, seperti jadwal waktu salat untuk selama-lamanya hasil perhitungan Arius Syaikhi Payakumbuh yang sudah diprogram ke jam digital yang tertempel di masjid Al-Wasi'i Kampus Universitas Lampung, masjid Al-Furqon Kota Bandar Lampung dan masjid Agung Istiqlal Bandarjaya Lampung Tengah.⁶⁴

Selain itu, jadwal waktu salat sepanjang masa yang dibuat oleh H. Abdurrani Mahmud sekitar tahun 1970. Jadwal ini masih digunakan sampai sekarang oleh pengurus-pengurus masjid dan surau di kota Pontianak dan masyarakat Kalimantan Barat.⁶⁵ Ada lagi jadwal waktu sembahyang untuk selama-lamanya yang juga masih diberlakukan hingga saat ini sebagai pedoman waktu salat bagi masyarakat Aceh Utara dan sekitarnya. Jadwal ini disusun oleh Abu Muhammad Isa Mulieng pada sekitar tahun 1984.⁶⁶

⁶⁴ Jayusman, "Jadwal Waktu Salat Abadi," *Jurnal Khatulistiwa* 3, no. 1 (2013): 51–70; Ahmad Fauzan Najmi, "Studi Analisis Terhadap Jadwal Waktu Salat Abadi Di Lampung" (UIN Walisongo Semarang, 2019), 48-49.

⁶⁵ Moch. Riza Fahmi, "Studi Komparasi Jadwal Salat Sepanjang Masa H . Abdurrani Mahmud Dengan Hisab Kontemporer," *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 565–590.

⁶⁶ Ismail & Husnaini, "Aktualisasi Jadwal Salat Sepanjang Masa Abu Muhammad Isa Mulieng Aceh," *Islamic Review: Jurnal Riset Dan Kajian*

Ada lagi jadwal waktu salat abadi yang tertempel di dinding Masjid Agung Kendal sebagai acuan masuknya awal waktu salat. Selain itu, jadwal waktu salat abadi yang diterbitkan oleh Dewan Masjid Indonesia (DMI) kabupaten Batang pada tahun 2016 yang telah menyebar luas ke seluruh masjid di wilayah kabupaten Batang, salah satunya masyarakat desa Pranten kecamatan Bawang kabupaten Batang⁶⁷ dan jadwal waktu salat abadi yang tertempel di salah satu rumah masyarakat desa Harjosari Lor kecamatan Adiwerna kabupaten Tegal, yakni rumah bapak Abdul Ghufron.⁶⁸ Selain itu, di Masjid Agung Kabupaten Tegal juga tertempel jadwal waktu salat abadi yang masih dimanfaatkan untuk mengetahui awal waktu salat setiap harinya.⁶⁹

Jadwal waktu salat abadi atau sepanjang masa atau selamanya yang disusun, semuanya menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time* rata-rata. Padahal kita tahu bahwa posisi Matahari pergerakannya dinamis dan menghasilkan data yang variatif. Artinya, data Matahari tanggal 16 Maret 2022 tidak sama dengan data Matahari tanggal 16 Maret 2023. Apalagi kalau masuk

Keislaman 10, no. 1 (2021): 93–110, <https://doi.org/10.35878/islamicreview.v10i1.245>.

⁶⁷ Nur Hafidhin, “Studi Analisis Keakuratan Jadwal Waktu Shalat Abadi Terbitan Dewan Masjid Indonesia (DMI) Kabupaten Batang Untuk Desa Pranten Kecamatan Bawang Kabupaten Batang” (UIN Walisongo Semarang, 2021), 81.

⁶⁸ Wawancara via telepon WA dengan bapak Abdul Ghufron pada hari Senin, 8 Agustus 2022 pukul 12.25 WIB.

⁶⁹ Wawancara dengan Husni Faqih selaku ahli Falak sekaligus *hasib* jadwal waktu salat abadi Masjid Agung Kabupaten Tegal pada hari Selasa, 20 September 2022.

tahun kabisat, secara otomatis data Matahari setelah bulan Februari akan mundur 1 hari, yang semestinya tanggal 16 Maret 2024 menjadi tanggal 17 Maret 2024. Bahkan jadwal waktu salat ini oleh mereka digunakan sampai puluhan tahun mendatang. Meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan, namun tetap dikatakan berbeda dan dapat mempengaruhi keabsahan ibadah salatnya.

Sebagai ilustrasi, di bawah ini dicantumkan grafik perubahan awal waktu salat Magrib dan waktu salat Subuh untuk kota Semarang pada beberapa tahun dengan siklus 4 tahunan ke belakang dan siklus 4 tahunan ke depan dari tahun 2023 M, yakni tahun 2017 M sampai 2028 M. Data koordinat kota Semarang yang penulis gunakan yakni data koordinat sosial religius Masjid Agung Jawa Tengah, dengan lintang tempat $-06^{\circ} 59' 0,71''$ lintang selatan (LS), bujur tempat $110^{\circ} 26' 43,02''$ bujur timur (BT) dan tinggi tempat 5 meter di atas permukaan laut (MDPL). Adapun untuk *ih̥tiyā̇t* penulis menggunakan pendapat Slamet Hambali:⁷⁰

1. Zuhur, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 3 menit.
2. Asar, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 2 menit.
3. Magrib, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 2 menit.

⁷⁰ Slamet Hambali, "Imsakiyah Ramadan 1442 H / 2021 M," in *Lokakarya Imsakiyah Ramadan 1442 H. / 2021 M. Diselenggarakan Oleh UIN Walisongo Semarang, Senin Kliwon, 1 Sya'ban 1442 H., / 15 Maret 2021 M* (Semarang, 2021), 2–3.

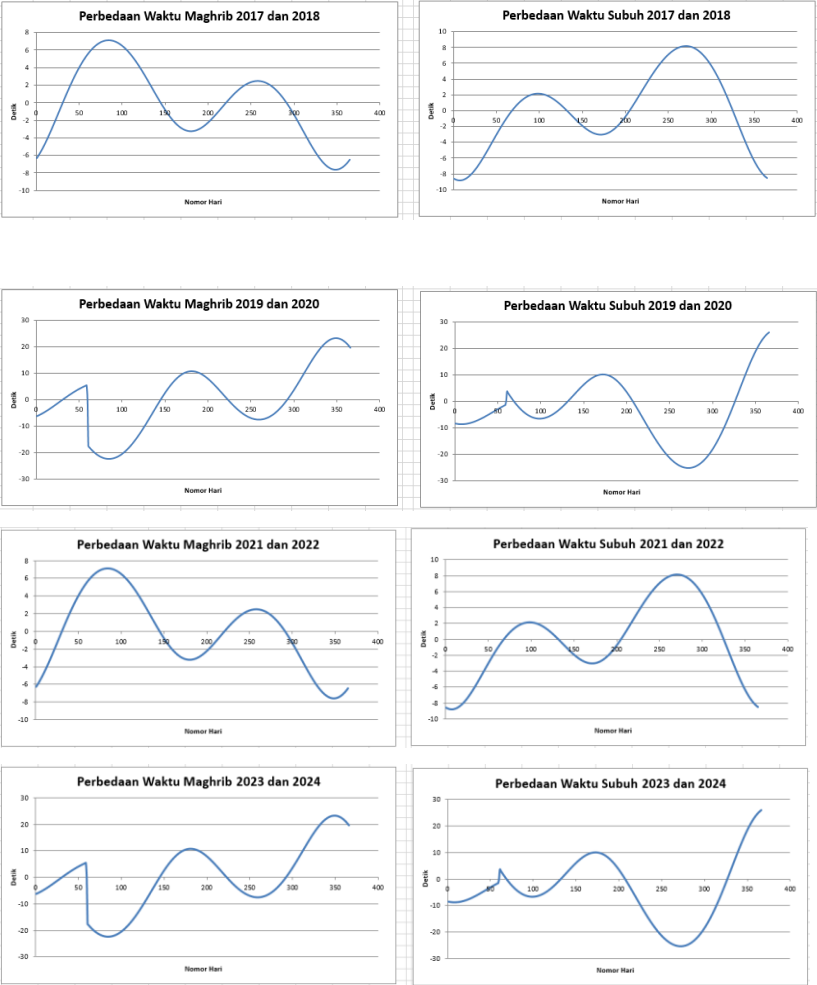
4. Isya, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 2 menit.
5. Subuh, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 2 menit.
6. Imsak, Subuh sudah menggunakan ikhtiyat dikurangi 10 menit.
7. Terbit, untuk detik berapapun dibuang, kemudian dikurangi 2 menit.
8. Duha, untuk detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kemudian ditambah 2 menit.

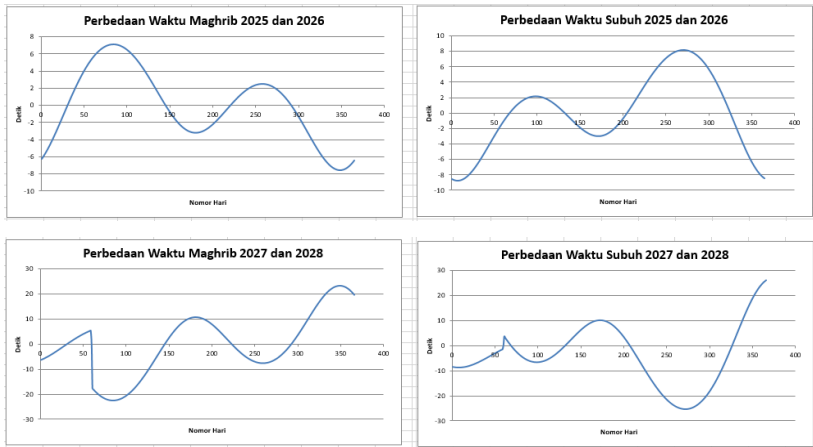
Penggunaan nilai *ih̥tiyḁ̄t* dan pembulatan selain sebagai langkah kehati-hatian juga sebagai langkah untuk mempermudah masyarakat awam dalam menentukan waktu salat. Hal ini sesuai dengan salah satu kaidah fikih yang berbunyi *al-Masyaqqah Tajlib al-Taisīr* (kesulitan itu membawa kemudahan).⁷¹ Bagi masyarakat awam menentukan waktu salat sampai pada satuan detik akan terasa sulit, sehingga berdasar pada kaidah fikih tersebut awal waktu salat ditampilkan dalam satuan jam dan menit saja.

Selanjutnya data deklinasi Matahari dan *equation of time* penulis dapatkan dari algoritma Jean Meuss yang tertuang dalam buku *Astronomical Algorithms* yang kemudian diolah dengan algoritma awal waktu salat dalam bentuk excel. Penulis memberikan sampel awal waktu Magrib dan waktu Subuh karena berkaitan erat dengan dimulai dan berakhirnya puasa, sehingga dengan

⁷¹ Ahmad bin Muhammad al-Zarqa, *Syarh Al-Qawaa'idi Al-Fiqhiyyah*, 2nd ed. (Damaskus: Daar al-Qalam, 1989), 157.

diketahui bahwa perubahan awal waktu salat Magrib dan salat Subuh ini, masyarakat lebih berhati-hati dalam menggunakan jadwal waktu salat. Adapun grafik perubahan awal waktu salat Magrib sebagai berikut:





Grafik 4.5 Grafik Perubahan Awal Waktu Maghrib dan Awal Waktu Subuh Kota Semarang Tahun 2017 - 2028 M

Keterangan grafik di atas menunjukkan bahwa terdapat angka yang membentang secara horizontal antara 0 sampai 400 itu merupakan jumlah hari dalam satu tahun dengan interval 50 hari. Sedangkan angka yang berada di sebelah kiri secara vertikal antara -10 sampai 10 detik dan -30 sampai 30 detik itu merupakan selisih perbedaan waktu salat Maghrib dan Subuh setiap tahun. Berdasarkan grafik di atas, awal waktu salat Maghrib dan Subuh tidak selalu sama pada tiap tahunnya. Nilai perubahan tersebut terlihat lebih detail pada tabel di bawah ini.

JANUARI								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:38	4:05:50	17:59:32	4:05:32	17:59:26	4:05:23	17:59:19	4:05:15
6	18:01:36	4:08:37	18:01:31	4:08:28	18:01:25	4:08:19	18:01:20	4:08:11
11	18:03:16	4:11:35	18:03:11	4:11:26	18:03:07	4:11:18	18:03:02	4:11:09
16	18:04:35	4:14:30	18:04:32	4:14:22	18:04:28	4:14:13	18:04:25	4:14:05
21	18:05:32	4:17:17	18:05:29	4:17:09	18:05:27	4:17:01	18:05:24	4:16:53
26	18:06:05	4:19:53	18:06:03	4:19:45	18:06:02	4:19:38	18:06:01	4:19:31
FEBRUARI								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	18:06:12	4:22:40	18:06:12	4:22:34	18:06:13	4:22:27	18:06:13	4:22:21
6	18:05:53	4:24:40	18:05:54	4:24:35	18:05:55	4:24:29	18:05:56	4:24:24
11	18:05:10	4:26:22	18:05:13	4:26:17	18:05:15	4:26:13	18:05:17	4:26:08
16	18:04:07	4:27:44	18:04:10	4:27:40	18:04:13	4:27:37	18:04:17	4:27:33
21	18:02:44	4:28:47	18:02:48	4:28:44	18:02:52	4:28:41	18:02:57	4:28:38
26	18:01:04	4:29:30	18:01:09	4:29:29	18:01:14	4:29:29	18:01:19	4:29:25
MARET								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:56	4:29:48	18:00:02	4:29:47	18:00:07	4:29:45	17:59:50	4:29:49
6	17:57:54	4:30:04	17:58:00	4:30:03	17:58:06	4:30:03	17:57:47	4:30:04
11	17:55:41	4:30:05	17:55:48	4:30:05	17:55:54	4:30:05	17:55:33	4:30:04
16	17:53:20	4:29:52	17:53:27	4:29:53	17:53:34	4:29:53	17:53:12	4:29:51
21	17:50:55	4:29:28	17:51:02	4:29:29	17:51:09	4:29:31	17:50:46	4:29:26
26	17:48:27	4:28:55	17:48:34	4:28:57	17:48:41	4:28:59	17:48:19	4:28:53
APRIL								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:45:30	4:28:08	17:45:37	4:28:10	17:45:44	4:28:12	17:45:22	4:28:06
6	17:43:07	4:27:25	17:43:14	4:27:27	17:43:21	4:27:29	17:42:59	4:27:23
11	17:40:50	4:26:41	17:40:56	4:26:43	17:41:03	4:26:45	17:40:43	4:26:38
16	17:38:42	4:25:58	17:38:48	4:26:00	17:38:54	4:26:02	17:38:35	4:25:56
21	17:36:45	4:25:19	17:36:50	4:25:21	17:36:55	4:25:23	17:36:39	4:25:17
26	17:35:00	4:24:46	17:35:05	4:24:47	17:35:10	4:24:49	17:34:55	4:24:44

MEI								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:33:31	4:24:20	17:33:35	4:24:21	17:33:39	4:24:22	17:33:26	4:24:19
6	17:32:17	4:24:03	17:32:20	4:24:04	17:32:24	4:24:05	17:32:14	4:24:03
11	17:31:21	4:23:57	17:31:23	4:23:57	17:31:26	4:23:58	17:31:18	4:23:57
16	17:30:42	4:24:02	17:30:44	4:24:02	17:30:45	4:24:01	17:30:41	4:24:03
21	17:30:21	4:24:19	17:30:22	4:24:18	17:30:23	4:24:17	17:30:21	4:24:20
26	17:30:18	4:24:46	17:30:18	4:24:45	17:30:18	4:24:44	17:30:18	4:24:49
JUNI								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:30:36	4:25:34	17:30:35	4:25:32	17:30:34	4:25:30	17:30:37	4:25:37
6	17:31:07	4:26:24	17:31:05	4:26:21	17:31:04	4:26:19	17:31:09	4:26:27
11	17:31:51	4:27:21	17:31:49	4:27:18	17:31:47	4:27:15	17:31:54	4:27:25
16	17:32:46	4:28:23	17:32:43	4:28:20	17:32:40	4:28:17	17:32:49	4:28:27
21	17:33:48	4:29:28	17:33:45	4:29:25	17:33:42	4:29:22	17:33:52	4:29:32
26	17:34:55	4:30:33	17:34:52	4:30:30	17:34:49	4:30:27	17:35:00	4:30:37
JULI								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:36:05	4:31:34	17:36:01	4:31:32	17:35:58	4:31:29	17:36:09	4:31:38
6	17:37:13	4:32:29	17:37:10	4:32:27	17:37:06	4:32:25	17:37:17	4:32:33
11	17:38:17	4:33:15	17:38:14	4:33:13	17:38:11	4:33:12	17:38:21	4:33:18
16	17:39:15	4:33:49	17:39:13	4:33:48	17:39:10	4:33:47	17:39:19	4:33:51
21	17:40:05	4:34:09	17:40:03	4:34:09	17:40:01	4:34:08	17:40:08	4:34:10
26	17:40:45	4:34:14	17:40:43	4:34:14	17:40:42	4:34:14	17:40:47	4:34:14
AGUSTUS								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:41:18	4:33:56	17:41:17	4:33:57	17:41:16	4:33:58	17:41:19	4:33:55
6	17:41:33	4:33:21	17:41:32	4:33:23	17:41:32	4:33:25	17:41:33	4:33:19
11	17:41:35	4:32:28	17:41:36	4:32:31	17:41:36	4:32:34	17:41:36	4:32:25
16	17:41:27	4:31:16	17:41:27	4:31:20	17:41:28	4:31:24	17:41:26	4:31:12
21	17:41:07	4:29:47	17:41:09	4:29:52	17:41:10	4:29:57	17:41:06	4:29:42
26	17:40:38	4:28:02	17:40:40	4:28:07	17:40:42	4:28:13	17:40:37	4:27:56

SEPTEMBER								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:39:53	4:25:35	17:39:55	4:25:41	17:39:57	4:25:48	17:39:51	4:25:28
6	17:39:08	4:23:18	17:39:11	4:23:25	17:39:13	4:23:32	17:39:06	4:23:11
11	17:38:20	4:20:51	17:38:22	4:20:58	17:38:25	4:21:06	17:38:17	4:20:43
16	17:37:29	4:18:15	17:37:32	4:18:22	17:37:34	4:18:30	17:37:27	4:18:06
21	17:36:39	4:15:32	17:36:42	4:15:40	17:36:44	4:15:48	17:36:37	4:15:23
26	17:35:52	4:12:45	17:35:54	4:12:53	17:35:56	4:13:02	17:35:49	4:12:36
OKTOBER								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:35:09	4:09:58	17:35:11	4:10:06	17:35:13	4:10:14	17:35:07	4:09:49
6	17:34:34	4:07:12	17:34:36	4:07:20	17:34:37	4:07:28	17:34:33	4:07:03
11	17:34:09	4:04:31	17:34:10	4:04:39	17:34:11	4:04:47	17:34:08	4:04:23
16	17:33:55	4:01:58	17:33:55	4:02:05	17:33:56	4:02:12	17:33:54	4:01:50
21	17:33:55	3:59:36	17:33:54	3:59:42	17:33:54	3:59:49	17:33:55	3:59:28
26	17:34:10	3:57:27	17:34:08	3:57:33	17:34:07	3:57:39	17:34:11	3:57:20
NOVEMBER								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:34:50	3:55:15	17:34:48	3:55:19	17:34:46	3:55:24	17:34:52	3:55:09
6	17:35:43	3:53:46	17:35:40	3:53:50	17:35:37	3:53:54	17:35:46	3:53:42
11	17:36:54	3:52:40	17:36:50	3:52:43	17:36:46	3:52:46	17:36:58	3:52:37
16	17:38:23	3:51:59	17:38:18	3:52:00	17:38:13	3:52:02	17:38:28	3:51:57
21	17:40:08	3:51:44	17:40:03	3:51:44	17:39:57	3:51:44	17:40:14	3:51:44
26	17:42:09	3:51:56	17:42:03	3:51:55	17:41:57	3:51:54	17:42:16	3:51:58
DESEMBER								
Tgl	2017		2018		2019		2020	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:44:24	3:52:37	17:44:17	3:52:34	17:44:10	3:52:31	17:44:31	3:52:39
6	17:46:48	3:53:44	17:46:41	3:53:40	17:46:33	3:53:36	17:46:56	3:53:48
11	17:49:19	3:55:18	17:49:11	3:55:13	17:49:04	3:55:07	17:49:27	3:55:23
16	17:51:52	3:57:15	17:51:45	3:57:09	17:51:37	3:57:03	17:52:00	3:57:22
21	17:54:24	3:59:34	17:54:17	3:59:27	17:54:09	3:59:19	17:54:32	3:59:42
26	17:56:50	4:02:09	17:56:43	4:02:01	17:56:36	4:01:53	17:56:58	4:02:18

JANUARI								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:38	4:05:41	17:59:32	4:05:32	17:59:26	4:05:24	17:59:19	4:05:15
6	18:01:36	4:08:38	18:01:31	4:08:29	18:01:25	4:08:20	18:01:20	4:08:11
11	18:03:16	4:11:36	18:03:11	4:11:27	18:03:07	4:11:18	18:03:02	4:11:09
16	18:04:35	4:14:30	18:04:31	4:14:22	18:04:28	4:14:13	18:04:24	4:14:05
21	18:05:31	4:17:18	18:05:29	4:17:10	18:05:27	4:17:02	18:05:24	4:16:53
26	18:06:04	4:19:53	18:06:03	4:19:46	18:06:02	4:19:38	18:06:00	4:19:31
FEBRUARI								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	18:06:12	4:22:40	18:06:12	4:22:34	18:06:12	4:22:27	18:06:12	4:22:21
6	18:05:52	4:24:40	18:05:53	4:24:35	18:05:55	4:24:29	18:05:56	4:24:24
11	18:05:09	4:26:22	18:05:12	4:26:17	18:05:14	4:26:13	18:05:17	4:26:08
16	18:04:06	4:27:44	18:04:09	4:27:40	18:04:13	4:27:37	18:04:16	4:27:33
21	18:02:43	4:28:47	18:02:47	4:28:44	18:02:51	4:28:41	18:02:56	4:28:38
26	18:01:03	4:29:30	18:01:08	4:29:28	18:01:13	4:29:27	18:01:18	4:29:25
MARET								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:55	4:29:48	18:00:01	4:29:47	18:00:06	4:29:45	17:59:49	4:29:49
6	17:57:53	4:30:04	17:57:59	4:30:03	17:58:05	4:30:03	17:57:46	4:30:04
11	17:55:40	4:30:04	17:55:47	4:30:04	17:55:54	4:30:05	17:55:32	4:30:04
16	17:53:19	4:29:52	17:53:26	4:29:52	17:53:34	4:29:53	17:53:11	4:29:50
21	17:50:54	4:29:28	17:51:01	4:29:29	17:51:08	4:29:30	17:50:45	4:29:26
26	17:48:26	4:28:55	17:48:33	4:28:57	17:48:40	4:28:59	17:48:17	4:28:53
APRIL								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:45:29	4:28:08	17:45:36	4:28:10	17:45:43	4:28:12	17:45:21	4:28:06
6	17:43:06	4:27:25	17:43:13	4:27:27	17:43:20	4:27:29	17:42:58	4:27:22
11	17:40:49	4:26:41	17:40:56	4:26:43	17:41:02	4:26:45	17:40:42	4:26:38
16	17:38:41	4:25:58	17:38:47	4:26:00	17:38:53	4:26:02	17:38:34	4:25:56
21	17:36:44	4:25:19	17:36:49	4:25:21	17:36:55	4:25:23	17:36:38	4:25:17
26	17:35:00	4:24:46	17:35:05	4:24:47	17:35:09	4:24:49	17:34:55	4:24:44

MEI								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:33:30	4:24:20	17:33:34	4:24:21	17:33:38	4:24:22	17:33:26	4:24:19
6	17:32:17	4:24:04	17:32:20	4:24:04	17:32:23	4:24:05	17:32:14	4:24:03
11	17:31:21	4:23:58	17:31:23	4:23:58	17:31:26	4:23:58	17:31:18	4:23:58
16	17:30:42	4:24:03	17:30:44	4:24:02	17:30:45	4:24:02	17:30:41	4:24:04
21	17:30:21	4:24:19	17:30:22	4:24:18	17:30:23	4:24:17	17:30:21	4:24:21
26	17:30:18	4:24:47	17:30:18	4:24:46	17:30:18	4:24:44	17:30:19	4:24:49
JUNI								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:30:36	4:25:35	17:30:35	4:25:33	17:30:34	4:25:31	17:30:38	4:25:38
6	17:31:08	4:26:25	17:31:06	4:26:22	17:31:04	4:26:20	17:31:10	4:26:28
11	17:31:52	4:27:22	17:31:50	4:27:19	17:31:47	4:27:16	17:31:55	4:27:26
16	17:32:47	4:28:24	17:32:44	4:28:21	17:32:41	4:28:18	17:32:50	4:28:28
21	17:33:49	4:29:29	17:33:46	4:29:26	17:33:43	4:29:23	17:33:53	4:29:33
26	17:34:56	4:30:34	17:34:53	4:30:31	17:34:50	4:30:28	17:35:01	4:30:38
JULI								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:36:06	4:31:35	17:36:02	4:31:33	17:35:59	4:31:30	17:36:10	4:31:39
6	17:37:14	4:32:30	17:37:11	4:32:28	17:37:08	4:32:26	17:37:18	4:32:33
11	17:38:18	4:33:16	17:38:15	4:33:14	17:38:12	4:33:12	17:38:22	4:33:19
16	17:39:16	4:33:50	17:39:14	4:33:49	17:39:11	4:33:48	17:39:19	4:33:52
21	17:40:06	4:34:10	17:40:04	4:34:10	17:40:02	4:34:09	17:40:09	4:34:11
26	17:40:46	4:34:14	17:40:44	4:34:14	17:40:42	4:34:15	17:40:48	4:34:14
AGUSTUS								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:41:19	4:33:56	17:41:18	4:33:57	17:41:17	4:33:59	17:41:20	4:33:55
6	17:41:33	4:33:21	17:41:33	4:33:23	17:41:33	4:33:26	17:41:34	4:33:19
11	17:41:36	4:32:28	17:41:36	4:32:31	17:41:36	4:32:34	17:41:36	4:32:25
16	17:41:27	4:31:16	17:41:28	4:31:20	17:41:29	4:31:24	17:41:27	4:31:12
21	17:41:08	4:29:47	17:41:09	4:29:52	17:41:10	4:29:57	17:41:06	4:29:42
26	17:40:38	4:28:01	17:40:40	4:28:07	17:40:42	4:28:12	17:40:37	4:27:55

SEPTEMBER								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:39:53	4:25:35	17:39:55	4:25:41	17:39:57	4:25:47	17:39:51	4:25:28
6	17:39:08	4:23:18	17:39:11	4:23:25	17:39:13	4:23:32	17:39:06	4:23:10
11	17:38:20	4:20:50	17:38:22	4:20:58	17:38:25	4:21:05	17:38:17	4:20:42
16	17:37:29	4:18:14	17:37:32	4:18:21	17:37:34	4:18:29	17:37:27	4:18:05
21	17:36:39	4:15:31	17:36:42	4:15:39	17:36:44	4:15:47	17:36:37	4:15:22
26	17:35:52	4:12:44	17:35:54	4:12:53	17:35:56	4:13:01	17:35:49	4:12:35
OKTOBER								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:35:09	4:09:57	17:35:11	4:10:05	17:35:13	4:10:13	17:35:07	4:09:48
6	17:34:34	4:07:11	17:34:36	4:07:19	17:34:37	4:07:27	17:34:32	4:07:02
11	17:34:08	4:04:30	17:34:09	4:04:38	17:34:10	4:04:46	17:34:07	4:04:22
16	17:33:55	4:01:57	17:33:55	4:02:04	17:33:55	4:02:12	17:33:54	4:01:49
21	17:33:54	3:59:35	17:33:54	3:59:41	17:33:54	3:59:48	17:33:55	3:59:27
26	17:34:10	3:57:26	17:34:08	3:57:32	17:34:07	3:57:38	17:34:11	3:57:19
NOVEMBER								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:34:50	3:55:14	17:34:48	3:55:19	17:34:46	3:55:24	17:34:52	3:55:08
6	17:35:43	3:53:46	17:35:40	3:53:49	17:35:37	3:53:53	17:35:46	3:53:41
11	17:36:54	3:52:40	17:36:50	3:52:42	17:36:46	3:52:45	17:36:58	3:52:37
16	17:38:23	3:51:59	17:38:18	3:52:00	17:38:13	3:52:01	17:38:28	3:51:57
21	17:40:09	3:51:44	17:40:03	3:51:44	17:39:57	3:51:44	17:40:15	3:51:43
26	17:42:10	3:51:56	17:42:03	3:51:55	17:41:57	3:51:54	17:42:16	3:51:57
DESEMBER								
Tgl	2021		2022		2023		2024	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:44:24	3:52:37	17:44:17	3:52:34	17:44:10	3:52:31	17:44:31	3:52:39
6	17:46:48	3:53:44	17:46:41	3:53:40	17:46:34	3:53:36	17:46:56	3:53:48
11	17:49:19	3:55:18	17:49:12	3:55:13	17:49:04	3:55:08	17:49:27	3:55:24
16	17:51:53	3:57:16	17:51:45	3:57:09	17:51:38	3:57:03	17:52:01	3:57:22
21	17:54:25	3:59:34	17:54:17	3:59:27	17:54:10	3:59:20	17:54:32	3:59:42
26	17:56:51	4:02:10	17:56:44	4:02:02	17:56:37	4:01:54	17:56:58	4:02:18

JANUARI								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:39	4:05:41	17:59:32	4:05:33	17:59:26	4:05:24	17:59:20	4:05:16
6	18:01:36	4:08:38	18:01:31	4:08:29	18:01:25	4:08:20	18:01:20	4:08:12
11	18:03:16	4:11:36	18:03:11	4:11:27	18:03:07	4:11:19	18:03:02	4:11:10
16	18:04:35	4:14:31	18:04:31	4:14:22	18:04:28	4:14:14	18:04:24	4:14:05
21	18:05:31	4:17:18	18:05:29	4:17:10	18:05:26	4:17:02	18:05:24	4:16:54
26	18:06:04	4:19:53	18:06:02	4:19:46	18:06:01	4:19:39	18:06:00	4:19:31
FEBRUARI								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	18:06:11	4:22:40	18:06:11	4:22:34	18:06:11	4:22:28	18:06:12	4:22:21
6	18:05:51	4:24:41	18:05:53	4:24:35	18:05:54	4:24:30	18:05:55	4:24:24
11	18:05:09	4:26:22	18:05:11	4:26:17	18:05:13	4:26:13	18:05:16	4:26:08
16	18:04:05	4:27:44	18:04:08	4:27:40	18:04:12	4:27:37	18:04:15	4:27:33
21	18:02:42	4:28:47	18:02:46	4:28:44	18:02:50	4:28:41	18:02:55	4:28:38
26	18:01:02	4:29:30	18:01:07	4:29:28	18:01:12	4:29:26	18:01:17	4:29:25
MARET								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:59:54	4:29:48	18:00:00	4:29:46	18:00:05	4:29:45	17:59:48	4:29:49
6	17:57:52	4:30:03	17:57:58	4:30:03	17:58:04	4:30:02	17:57:45	4:30:04
11	17:55:39	4:30:04	17:55:45	4:30:04	17:55:52	4:30:04	17:55:31	4:30:03
16	17:53:18	4:29:51	17:53:25	4:29:52	17:53:32	4:29:53	17:53:10	4:29:50
21	17:50:52	4:29:27	17:51:00	4:29:29	17:51:07	4:29:30	17:50:44	4:29:26
26	17:48:25	4:28:55	17:48:32	4:28:57	17:48:39	4:28:58	17:48:16	4:28:53
APRIL								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:45:28	4:28:08	17:45:35	4:28:10	17:45:42	4:28:12	17:45:20	4:28:05
6	17:43:05	4:27:24	17:43:12	4:27:27	17:43:19	4:27:29	17:42:57	4:27:22
11	17:40:48	4:26:40	17:40:55	4:26:43	17:41:01	4:26:45	17:40:41	4:26:38
16	17:38:40	4:25:58	17:38:46	4:26:00	17:38:52	4:26:02	17:38:34	4:25:56
21	17:36:43	4:25:19	17:36:49	4:25:21	17:36:54	4:25:22	17:36:37	4:25:17
26	17:34:59	4:24:46	17:35:04	4:24:47	17:35:09	4:24:49	17:34:54	4:24:44

MEI								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:33:30	4:24:20	17:33:34	4:24:21	17:33:38	4:24:22	17:33:26	4:24:19
6	17:32:17	4:24:04	17:32:20	4:24:05	17:32:23	4:24:05	17:32:13	4:24:03
11	17:31:21	4:23:58	17:31:23	4:23:58	17:31:26	4:23:58	17:31:18	4:23:58
16	17:30:42	4:24:03	17:30:44	4:24:03	17:30:45	4:24:02	17:30:41	4:24:04
21	17:30:22	4:24:20	17:30:23	4:24:19	17:30:23	4:24:18	17:30:22	4:24:21
26	17:30:19	4:24:48	17:30:19	4:24:46	17:30:19	4:24:45	17:30:19	4:24:49
JUNI								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:30:37	4:25:35	17:30:36	4:25:33	17:30:35	4:25:31	17:30:39	4:25:38
6	17:31:08	4:26:25	17:31:07	4:26:23	17:31:05	4:26:20	17:31:11	4:26:29
11	17:31:53	4:27:23	17:31:50	4:27:20	17:31:48	4:27:17	17:31:56	4:27:26
16	17:32:48	4:28:25	17:32:45	4:28:22	17:32:42	4:28:19	17:32:51	4:28:29
21	17:33:50	4:29:30	17:33:47	4:29:27	17:33:44	4:29:24	17:33:54	4:29:34
26	17:34:57	4:30:35	17:34:54	4:30:32	17:34:51	4:30:29	17:35:02	4:30:39
JULI								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:36:07	4:31:36	17:36:03	4:31:33	17:36:00	4:31:31	17:36:11	4:31:40
6	17:37:15	4:32:31	17:37:12	4:32:29	17:37:09	4:32:26	17:37:19	4:32:34
11	17:38:19	4:33:17	17:38:16	4:33:15	17:38:13	4:33:13	17:38:23	4:33:19
16	17:39:17	4:33:51	17:39:14	4:33:50	17:39:12	4:33:48	17:39:20	4:33:53
21	17:40:07	4:34:11	17:40:05	4:34:10	17:40:03	4:34:10	17:40:09	4:34:12
26	17:40:46	4:34:15	17:40:45	4:34:15	17:40:43	4:34:15	17:40:49	4:34:15
AGUSTUS								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:41:19	4:33:56	17:41:18	4:33:58	17:41:17	4:33:59	17:41:21	4:33:55
6	17:41:34	4:33:21	17:41:33	4:33:24	17:41:33	4:33:26	17:41:35	4:33:19
11	17:41:36	4:32:28	17:41:37	4:32:31	17:41:37	4:32:34	17:41:36	4:32:25
16	17:41:27	4:31:16	17:41:28	4:31:20	17:41:29	4:31:24	17:41:27	4:31:12
21	17:41:08	4:29:47	17:41:09	4:29:51	17:41:10	4:29:56	17:41:07	4:29:42
26	17:40:39	4:28:01	17:40:40	4:28:06	17:40:42	4:28:12	17:40:37	4:27:55

SEPTEMBER								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:39:53	4:25:34	17:39:55	4:25:40	17:39:57	4:25:47	17:39:51	4:25:27
6	17:39:08	4:23:17	17:39:11	4:23:24	17:39:13	4:23:31	17:39:06	4:23:10
11	17:38:20	4:20:49	17:38:22	4:20:57	17:38:25	4:21:04	17:38:17	4:20:41
16	17:37:29	4:18:13	17:37:32	4:18:21	17:37:34	4:18:28	17:37:27	4:18:04
21	17:36:39	4:15:30	17:36:41	4:15:38	17:36:44	4:15:46	17:36:36	4:15:21
26	17:35:51	4:12:43	17:35:54	4:12:52	17:35:56	4:13:00	17:35:49	4:12:34
OKTOBER								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:35:09	4:09:56	17:35:11	4:10:04	17:35:13	4:10:12	17:35:07	4:09:47
6	17:34:34	4:07:10	17:34:35	4:07:18	17:34:37	4:07:26	17:34:32	4:07:01
11	17:34:08	4:04:29	17:34:09	4:04:37	17:34:10	4:04:45	17:34:07	4:04:21
16	17:33:55	4:01:56	17:33:55	4:02:03	17:33:55	4:02:11	17:33:54	4:01:48
21	17:33:54	3:59:34	17:33:54	3:59:40	17:33:54	3:59:47	17:33:55	3:59:26
26	17:34:10	3:57:25	17:34:08	3:57:31	17:34:07	3:57:37	17:34:11	3:57:19
NOVEMBER								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:34:50	3:55:13	17:34:48	3:55:18	17:34:46	3:55:23	17:34:52	3:55:08
6	17:35:43	3:53:45	17:35:40	3:53:49	17:35:37	3:53:52	17:35:46	3:53:41
11	17:36:54	3:52:39	17:36:50	3:52:42	17:36:46	3:52:44	17:36:58	3:52:36
16	17:38:23	3:51:58	17:38:18	3:51:59	17:38:14	3:52:01	17:38:28	3:51:56
21	17:40:09	3:51:43	17:40:03	3:51:43	17:39:58	3:51:43	17:40:15	3:51:43
26	17:42:10	3:51:56	17:42:04	3:51:55	17:41:58	3:51:53	17:42:17	3:51:57
DESEMBER								
Tgl	2025		2026		2027		2028	
	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh	Magrib	Subuh
1	17:44:24	3:52:36	17:44:17	3:52:34	17:44:11	3:52:31	17:44:32	3:52:39
6	17:46:49	3:53:44	17:46:41	3:53:40	17:46:34	3:53:36	17:46:56	3:53:48
11	17:49:20	3:55:18	17:49:12	3:55:13	17:49:04	3:55:08	17:49:28	3:55:24
16	17:51:53	3:57:16	17:51:46	3:57:10	17:51:38	3:57:03	17:52:01	3:57:23
21	17:54:25	3:59:35	17:54:18	3:59:27	17:54:10	3:59:20	17:54:33	3:59:42
26	17:56:51	4:02:10	17:56:44	4:02:02	17:56:37	4:01:54	17:56:58	4:02:19

Tabel 4.4 Perubahan Awal Waktu Salat Magrib dan Waktu Salat Subuh
dari Tahun 2017 - 2028 M

Melihat tabel 4.4 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa awal waktu salat Magrib dan Subuh relatif mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Awal waktu salat Magrib dan Subuh mengalami perubahan 1 – 10 detik terjadi pada tahun-tahun *basitah*. Perubahan awal waktu salat Magrib mencapai 23 detik terjadi setiap bulan April pada tahun kabisat. Begitupun awal waktu salat Subuh terjadi perubahan mencapai 25 detik terjadi setiap bulan September pada tahun kabisat. Efek perubahan awal waktu salat pertahun mungkin tidak berpengaruh secara signifikan, karena hanya selisih 0 sampai 25 detik. Perubahan terlihat cukup signifikan sampai beberapa menit terjadi setelah puluhan hingga ratusan tahun.

Berikut ini contoh perbandingan jadwal waktu sholat abadi yang sampai tahun 2023 ini masih digunakan oleh masyarakat Kabupaten Tegal yang dihitung pada tahun 2011 dengan jadwal waktu salat tahun 2023 menggunakan markaz perhitungan sesuai dengan jadwal waktu sholat abadi tersebut, yakni lintang tempat $-06^{\circ} 54'$ lintang selatan (LS), bujur tempat $108^{\circ} 09'$ bujur timur (BT) dan tinggi tempat 200 meter di atas permukaan laut (MDPL).

Januari 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:04	4:14	5:31	6:01	11:54	15:20	18:11	19:24
6	4:07	4:17	5:34	6:04	11:57	15:22	18:12	19:25
11	4:10	4:20	5:36	6:06	11:59	15:23	18:14	19:27
16	4:13	4:23	5:38	6:08	12:00	15:24	18:16	19:28
21	4:15	4:25	5:41	6:10	12:02	15:24	18:17	19:28
26	4:18	4:28	5:43	6:12	12:03	15:24	18:17	19:28
Februari 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:21	4:31	5:45	6:14	12:04	15:23	18:17	19:27
6	4:23	4:33	5:46	6:15	12:05	15:21	18:17	19:27
11	4:25	4:35	5:47	6:16	12:05	15:19	18:16	19:25
16	4:26	4:36	5:48	6:16	12:05	15:16	18:15	19:24
21	4:27	4:37	5:48	6:17	12:05	15:13	18:14	19:22
26	4:28	4:38	5:48	6:17	12:04	15:08	18:12	19:20
Maret 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:28	4:38	5:49	6:17	12:03	15:05	18:11	19:18
6	4:28	4:38	5:48	6:17	12:02	15:05	18:09	19:16
11	4:28	4:38	5:48	6:16	12:01	15:07	18:07	19:14
16	4:28	4:38	5:48	6:16	12:00	15:08	18:05	19:11
21	4:28	4:38	5:47	6:15	11:58	15:09	18:02	19:09
26	4:27	4:37	5:47	6:15	11:57	15:10	18:00	19:06
April 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:26	4:36	5:46	6:14	11:55	15:10	17:57	19:03
6	4:26	4:36	5:46	6:14	11:53	15:10	17:54	19:01
11	4:25	4:35	5:45	6:13	11:52	15:10	17:52	18:59
16	4:24	4:34	5:45	6:13	11:51	15:10	17:50	18:57
21	4:24	4:34	5:44	6:13	11:50	15:09	17:48	18:56
26	4:23	4:33	5:44	6:13	11:49	15:09	17:46	18:54
Mei 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:23	4:33	5:44	6:13	11:48	15:09	17:45	18:53
6	4:22	4:32	5:45	6:14	11:48	15:08	17:44	18:53

11	4:22	4:32	5:45	6:14	11:47	15:08	17:43	18:52
16	4:22	4:32	5:46	6:15	11:47	15:08	17:42	18:52
21	4:22	4:32	5:46	6:16	11:48	15:08	17:42	18:52
26	4:23	4:33	5:47	6:17	11:48	15:09	17:42	18:52

Juni 2023

Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:24	4:34	5:48	6:19	11:49	15:09	17:42	18:53
6	4:24	4:34	5:50	6:20	11:50	15:10	17:42	18:54
11	4:25	4:35	5:51	6:21	11:50	15:11	17:43	18:55
16	4:26	4:36	5:52	6:22	11:52	15:12	17:44	18:56
21	4:27	4:37	5:53	6:23	11:53	15:13	17:45	18:57
26	4:28	4:38	5:54	6:25	11:54	15:14	17:46	18:58

Juli 2023

Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:30	4:40	5:55	6:25	11:55	15:15	17:47	18:59
6	4:30	4:40	5:56	6:26	11:56	15:16	17:48	19:00
11	4:31	4:41	5:56	6:26	11:56	15:17	17:50	19:01
16	4:32	4:42	5:56	6:26	11:57	15:18	17:51	19:02
21	4:32	4:42	5:56	6:26	11:57	15:18	17:51	19:02
26	4:32	4:42	5:56	6:26	11:57	15:18	17:52	19:02

Agustus 2023

Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:32	4:42	5:55	6:24	11:57	15:18	17:53	19:02
6	4:32	4:42	5:54	6:23	11:57	15:18	17:53	19:02
11	4:31	4:41	5:53	6:22	11:56	15:17	17:53	19:01
16	4:30	4:40	5:51	6:20	11:55	15:15	17:53	19:01
21	4:28	4:38	5:49	6:18	11:54	15:14	17:52	19:00
26	4:26	4:36	5:47	6:16	11:53	15:12	17:52	18:59

September 2023

Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:24	4:34	5:44	6:13	11:51	15:09	17:51	18:58
6	4:22	4:32	5:42	6:10	11:49	15:06	17:50	18:57
11	4:19	4:29	5:39	6:07	11:48	15:03	17:50	18:56
16	4:17	4:27	5:36	6:04	11:46	14:59	17:49	18:55
21	4:14	4:24	5:34	6:02	11:44	14:56	17:48	18:54
26	4:11	4:21	5:31	5:59	11:42	14:52	17:47	18:53

Oktober 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	4:09	4:19	5:28	5:56	11:41	14:47	17:46	18:53
6	4:06	4:16	5:26	5:54	11:39	14:43	17:46	18:53
11	4:03	4:13	5:23	5:52	11:38	14:38	17:45	18:52
16	4:01	4:11	5:21	5:50	11:37	14:41	17:45	18:52
21	3:58	4:08	5:19	5:48	11:36	14:44	17:45	18:53
26	3:56	4:06	5:18	5:46	11:35	14:46	17:45	18:54
November 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	3:54	4:04	5:16	5:45	11:35	14:49	17:46	18:55
6	3:52	4:02	5:15	5:44	11:35	14:51	17:47	18:56
11	3:51	4:01	5:15	5:44	11:35	14:54	17:48	18:58
16	3:50	4:00	5:15	5:44	11:36	14:56	17:49	19:00
21	3:50	4:00	5:15	5:45	11:37	14:59	17:51	19:02
26	3:50	4:00	5:16	5:46	11:38	15:02	17:53	19:05
Desember 2023								
Tgl	Imsak	Subuh	Terbit	Duha	Zuhur	Asar	Magrib	Isya
1	3:51	4:01	5:17	5:47	11:40	15:04	17:55	19:08
6	3:52	4:02	5:19	5:49	11:42	15:07	17:58	19:11
11	3:53	4:03	5:21	5:51	11:44	15:10	18:00	19:13
16	3:55	4:05	5:23	5:53	11:46	15:12	18:03	19:16
21	3:58	4:08	5:25	5:55	11:49	15:15	18:05	19:19
26	4:00	4:10	5:28	5:58	11:51	15:17	18:08	19:21

Tabel 4.5 Perubahan Awal Waktu Salat Kabupaten Tegal Tahun

2023

Melihat gambar 4.4 dan tabel 4.5 di atas terlihat sangat jelas perubahan awal waktu salat antara jadwal waktu sholat abadi yang dihitung tahun 2011 dengan jadwal waktu salat tahun 2023 yang memiliki selisih perubahan berkisar 4 – 5 menit. Perubahan ini disebabkan oleh gerak semu Matahari akibat rotasi dan revolusi Bumi. Karena awal waktu salat acuan utamanya adalah posisi

Matahari, sehingga ketika posisi Matahari berubah, data Matahari yang meliputi deklinasi Matahari dan *equation of time* juga berubah yang berimplikasi pada perubahan awal waktu salat. Meskipun pada tabel 4.4 penulis mengambil sampel awal waktu salat Magrib dan Subuh, bukan berarti awal waktu salat yang lain (Zuhur, Asar dan Isya) tidak mengalami perubahan. Sejatinnya waktu-waktu salat tersebut juga mengalami perubahan seperti yang terjadi pada awal waktu Magrib dan Subuh seperti yang terlihat pada gambar 4.4 dan tabel 4.5.

Perubahan yang terlihat dalam beberapa grafik dan tabel tersebut dapat dijadikan sebagai pemahaman bagi masyarakat yang masih memiliki anggapan bahwa setiap hari waktu salat selalu sama dan sebagai pemahaman bagi masyarakat yang masih menggunakan jadwal waktu salat abadi. Kendati menggunakan kata abadi sebenarnya tidak lah abadi, karena jadwal waktu salat tersebut kebenarannya bukan bersifat statis-pasif melainkan bersifat dinamis-variatif. Artinya, awal waktu salat setiap hari dan setiap tahun tidak selalu sama dengan hari dan tahun-tahun berikutnya serta perubahannya pun bervariasi.

Integrasi sains dan agama dalam konteks awal waktu salat adalah ketepatan dalam pengambilan data astronomis Matahari yang meliputi deklinasi Matahari dan *equation of time* secara *real time*. Jadwal waktu salat juga akan lebih efektif dan akurat apabila dibuat setiap tahun, dengan menggunakan menggunakan titik koordinat geografis masing-masing daerah. Karena apabila hanya dihitung menggunakan acuan koreksi daerah dengan cara menambahkan atau

mengurangkan waktu shalatnya dalam satuan menit, maka jadwal waktu salat tersebut akan tidak akurat. Apabila hal-hal tersebut terpenuhi, maka sains dan agama akan terintegrasi dengan baik yang dibuktikan dengan akurasi tinggi hasil perhitungan awal waktu salat.

Selain itu Jadwal waktu salat selayaknya dikeluarkan oleh pihak yang berwenang, dalam hal ini lembaga resmi atau individu yang ahli dalam Ilmu Falak.⁷² Hal lain yang harus diperhatikan adalah penulisan tanggal sebaiknya ditulis secara utuh, tidak kemudian hanya ditulis dengan interval waktu 3-5 hari. Aspek keakurasian harus lebih diutamakan daripada hanya mengutamakan aspek efisiensi ukuran kertas. Beberapa hal tersebut menunjukkan adanya makna spiritual yang menyatakan kekhusyukan seorang Muslim dalam melaksanakan ibadah salat.

⁷² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, "KAJIAN ILMU FALAK DI INDONESIA: Kontribusi Syaikh Hasan Maksum Dalam Bidang Ilmu Falak," *Journal of Contemporary Islam and Muslim Societies* 1, no. 1 (2017): 113–134.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis dari beberapa bab sebelumnya, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai jawaban dari beberapa pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Panjang tahun tropis selalu mengalami perubahan pada setiap tahunnya disebabkan oleh lintasan Bumi berbentuk elips dan mempunyai eksentrisitas yang mengakibatkan ketidak-konstanan kecepatan gerak revolusi Bumi. Selain itu, menjauhnya bulan dari Bumi 3,78 cm per tahun dan gerak nutasi sumbu poros Bumi oleh bulan dan planet yang selalu berubah sekitar 11,6 detik per tahun juga turut menjadi penyebab ketidak-konstanan tersebut. Sedangkan *Vernal Equinox* mengalami gerak presisi sekitar 50,3 detik per tahun.
2. Perubahan posisi Matahari setiap hari dan memendeknya tahun tropis Matahari setiap tahun berimplikasi pada perbedaan jumlah hari antara siklus tahun tropis Matahari dengan rata-rata tahun kalender Syamsiah Gregorian. Panjang rata-rata satu tahun tropis Matahari sampai abad ke-25 menurut algoritma Kazimierz M. Borkowski adalah 365,2422 hari dan panjang rata-rata satu tahun Syamsiah Gregorian yakni 365,2425 hari. Artinya, selisih antara tahun tropis Matahari dengan kalender Masehi Gregorian setiap tahunnya berkisar 0,0003 hari atau 25,92 detik. Atas dasar itu penulis memiliki gagasan untuk melakukan koreksi dan perbaikan

terhadap kalender Syamsiah Grgorian dengan memberi usulan panjang rata-rata tahun sipil berjumlah 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik (365,2422 hari) dan menjadikan tahun 3200 sebagai tahun *basitah*. Modifikasi aturan penentuan tahun kabisat yang penulis usulkan adalah setiap tahun yang habis dibagi 4 merupakan tahun kabisat. Adapun tahun abad bisa menjadi tahun kabisat apabila habis dibagi 400 kecuali tahun abad kelipatan 3200 itu merupakan tahun *basitah* dan menjadikan tahun 17500 serta kelipatannya sebagai tahun kabisat.

Adanya perubahan posisi Matahari juga berimplikasi pada perubahan awal waktu salat setiap hari dan setiap tahun. Perubahan yang terjadi tersebut dapat dijadikan sebagai pemahaman bagi masyarakat yang masih memiliki anggapan bahwa setiap hari waktu salat selalu sama dan sebagai pemahaman bagi masyarakat yang masih menggunakan jadwal waktu salat abadi. Kendati menggunakan kata abadi sebenarnya tidak lah abadi, karena jadwal waktu salat tersebut kebenarannya bukan bersifat statis-pasif melainkan bersifat dinamis-variatif. Artinya, awal waktu salat setiap hari dan setiap tahun tidak selalu sama dengan hari dan tahun-tahun berikutnya serta perubahannya pun bervariasi.

B. Saran

1. Perlu merubah tahun 2800 TU sebagai tahun *basitah* mengingat tahun pada 3333 TU terdapat selisih satu hari dengan tahun tropis saat penetapan kalender Syamsiah Gregorian. Hal ini sangat

baik untuk direalisasikan supaya tidak terjadi kerancuan dalam input data-data astronomis yang mengacu pada sistem kalender.

2. Perlunya meninjau aspek sosial budaya yang berkaitan dengan sistem kalender, tidak hanya dari sudut pandang astronomis saja agar sistem kalender Syamsiah benar-benar dapat menggantikan kalender Syamsiah Gregorian dan diberlakukan secara internasional.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai perlambatan rotasi bumi yang akurat supaya dapat dicapai kesepakatan sebuah teori.
4. perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai ibadah-ibadah yang menggunakan data deklinasi matahari dan *equation of time* pada tahun 2800 keatas. Mengingat kalender Syamsiah Gregorian pada saat itu sudah tidak sesuai lagi dengan peristiwa astronomis.

C. Penutup

Demikian disertasi ini disusun guna memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Doktorat dan untuk memperoleh gelar Doktor pada bidang Ilmu Falak. Semua isi hasil penelitian ini mutlak menjadi tanggung jawab penulis. Sebagai karya ilmiah hasil penelitian, tentu disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis sangat berharap kritik, saran dan masukan dari berbagai pihak.

Dengan penuh kesadaran, penulis masih menyisakan banyak pertanyaan-pertanyaan riset yang belum terungkap dan masih butuh penelitian lanjutan demi memperkaya khazanah pemikiran Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Buku

- Abdurrohm, Cucu Munawar. *Perbedaan Lebaran: Kenapa? Sampai Kapan? Harus Bagaimana?* Sukabumi, 2015.
- Admiranto, Agustinus Gunawan. *Menjelajahi Tata Surya*. Yogyakarta: PT Kanisius, 2009.
- Adriana Wisni Ariasti, Fajar Dirgantara, and Hakim Luthfi Malasan, Eds. *Perjalanan Mengenal Astronomi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1995.
- Al-Jazairī, Abdurrahman. *Al-Fiqh 'Alā Al-Mazahib Al-Arba'Ah*. 1st ed. Beirut-Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003.
- Al-Naisabury, Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj al-Qusyairy. *Shahih Muslim*. Beirut-Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, n.d.
- Al-Suyuthi, Al-Hafiz Jalal al-Din. *Sunan Al-Nasa'i Bi Syarhi Al-Hafidz Jalalu Al-Din Al-Suyuthi Wa Hasyiyatu Al-Imam Al-Sindi*. Juz 1. Halab: Maktab al-Mathbu'at al-Islamiyyah, n.d.
- Al-Thabari, Abu Ja'far Muhammad bin Jarir. *Tafsir Al-Thabari*. Jilid 5. Beirut: Muassasah al-Risalah, 1994.
- . *Tafsir Al-Thabari*. Jilid 4. Beirut: Muassasah al-Risalah, 1994.
- Al-Zarqa, Ahmad bin Muhammad, *Syarh Al-Qawaa'idi Al-Fiqhiyyah*, 2nd ed. (Damaskus: Daar al-Qalam, 1989)
- Ali, Sayuthi. *Ilmu Falak I*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 1997.
- Almanshur, M. Djunaidi Ghony & Fauzan. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Edited by Ar-Ruzz Media. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2016.
- An-Nawawi, Muhyiddin Yahya bin Syaraf. *Shahih Muslim Bi Syarhi An-Nawawi*. Jilid 5. Muassasah Qarthabah, 1994.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012.

- Az-Zuhailī, Wahbah. *Al-Fiqh Al-Islami Wa Adillatuhu*. 1st ed. Damaskus: Dar al-Fikr, 1985.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2015.
- . *Penyatuan Kalender Islam: Dari Solidaritas Individual-Sekterian Menuju Solidaritas Kebangsaan-Keumatan*. Yogyakarta: Absolute Media, 2020.
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2014.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. *Almanak 2022*. Jakarta: BMKG, 2021.
- Ball, Robbert. *A Primer of Astronomi*. Cambridge: Cambridge University Press, 1911.
- Barbour, Ian G. *Juru Bicara Tuhan: Antara Sains Dan Agama*. Terj. E R Muhammad. Bandung: Mizan, 2002.
- . *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues*. San Francisco: HarperSanFrancisco, 1997.
- . *Religion in an Age of Sciece*. San Francisco: HarperSanFrancisco, 1990.
- . *When Science Meets Religion*. San Francisco: HarperSanFrancisco, 2000.
- Bashori, Muh. Hadi. *Penanggalan Islam*. Jakarta: Gramedia, 2013.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Kalender Islam: Lokal Ke Global, Problem Dan Prospek*. Medan: OIF UMSU, 2016.
- . *Kalender Sejarah Dan Arti Pentingnya Dalam Kehidupan*. Semarang: Cv. Bisnis Mulia Konsultama, 2014.
- . *Pengantar Ilmu Falak Teori Dan Praktik*. Medan: LPPM UISU, 2016.
- . *Problematika Penentuan Awal Bulan: Diskursus Antara Hisab Dan Rukyat*. Malang: Madani, 2014.

- Champion, James A. Black & Dean J. *Metode Dan Masalah Penelitian Sosial*. Bandung: PT. Refika Aditama, 2009.
- Coyne, Hoskin dan Pedersen. *Gregorian Reform of The Calendar*. Roma: Observatorium Vatikan, 1982.
- Darsono, Ruswa. *Penanggalan Islam : Tinjauan Sistem, Fiqih Dan Hisab Penanggalan*. Yogyakarta: Labda Press, 2010.
- Delambre, Jean Baptiste Joseph. *Abrégé d'astronomie, Ou Leçons Élémentaires d'astronomie Théorique et Pratique*. Paris: Mme Ve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, 1833.
- Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI. *Ephemeris 2022*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2021.
- Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kemenag RI, 2010.
- Djamaluddin, Thomas. *Menggagas Fiqih Astronomi, Telaah Hisab-Rukyat Dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*. Bandung: Kaki Langit, 2005.
- . “Peran Penting Alamanak Astronomi Di Masyarakat.” In *Makalah Seminar Sehari Astronomi*. Bandung: Jurusan Astronomi ITB-Himpunan Astronomi Indonesia, 1995.
- Faisar Ananda Arfa, Syarifuddin Syam, Muhammad Syukri Albani Nasution. *Metode Studi Islam: Jawa Tengah Mencari Islam*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2015.
- Ghozali, Ahmad. *Irsyād Al-Murīd Ilaā Ma ‘rifah ‘Ilm Al-Falāk ‘Alā Raṣd Al-Jadīd*. Sampang: LAFAL, 1436.
- Hambali, Slamet. *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah Dan Jawa*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.
- . *Ilmu Falak I: Penentuan Awal Waktu Salat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011.

- . *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam*. Sleman: Bismillah Publisher, 2012.
- Harmoni, Ati. *Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)*. Depok: Penerbit Gunadarma, n.d.
- Hawking, Stephen W. *Teori Segala Sesuatu: Asal-Usul Dan Kepunahan Alam Semesta*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007.
- Hester, Jeff. *21st Century Astronomy*. 3rd ed. New York: W. W. Norton & Company, Inc., 2010.
- Holford-Strevens, Bonnie Blackburn & Leofranc. *The Oxford Companion to the Year*. New York: Oxford University Press, 1999.
- Ilyas, Mohammad. *The Quest for a Unified Islamic Calendar*. Malaysia: International Islamic Calendar Programme, 2000.
- Iman, Ma'rifat. *Kalender Pemersatu Dunia Islam*. Jakarta: Gaung Persada Press, 2010.
- Iratius Radiman, Suryadi Siregar, Suhardja D. Wiramihardja, Bambang Hidayat. *Ensiklopedi Singkat Astronomi Dan Ilmu Yang Bertautan*. Bandung: Penerbit ITB, 1980.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- . *Sistem Penanggalan*. Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015.
- Jamil, A. *Ilmu Falak Teori Dan Aplikasi: Hisab Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Bulan (Hisab Kontemporer)*. Jakarta: Amzah, 2020.
- Kaelan. *Metode Penelitian Agama Kualitatif Interdisipliner Dengan Ilmu Lain*. Yogyakarta: Paradigma, 2010.
- Kemenag RI. *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*. 4th ed. Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012.
- . *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*. 6th ed. Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012.
- Kementerian Agama RI. *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid 4*. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.

- . *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid 5*. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.
- . *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid 6*. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2007.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Kurniawan, Taufiqurrahman. *Ilmu Falak & Tinjauan Matlak Global*. Yogyakarta: MPKSDI, 2010.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI. *Cahaya Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Sains*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, 2016.
- . *Manfaat Benda-Benda Langit Dalam Perspektif Al-Quran Dan Sains*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Kementerian Agama RI, 2012.
- Longstaff, Alan. *Calendars from Around of The World*. National Maritime Museum, 2005.
- Mahjub, Fatimah. *Al-Mausu'ah Al-Dzahabiyyah Li Al-'Ulum Al-Islamiyyah, j. 56*. Kairo: Dar al-Ghad al-'Araby, n.d.
- Maksudin. *Paradigma Agama Dan Sains Nondikotomik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2013.
- Meeus, Jean. *More Mathematical Astronomy Morsels*. Virginia: Willmann-Bell, Inc., 2002.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms*. Second Edt. Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998.
- Moulton, Forest Ray. *An Introduction to Astronomy*. New York: The Macmillan Company, 1916.
- Muhadjir, Noeng. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. IV. Yogyakarta: Rake Sarasin, 2000.
- Mukti, Wiji Aziiz Hari. *Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa*.

Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2017.

- Musa, Ali Hasan. *Al-Tauqit Wa Al-Taqwim*. 2nd ed. Damaskus: Dar al-Fikr, 1998.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Nashiruddin, Muh. *Kalender Hijriah Universal*. Semarang: el-Wafa, 2013.
- Nasir, Abdul Karim and M. Rifa Jamaluddin. *Mengenal Ilmu Falak: Teori Dan Implementasi*. Yogyakarta: Qudsi Media, 2012.
- Nasiruddin, Muh. *Kalender Hijriah Uneversal*. Semarang: El Wafa, 2013.
- Nasution, Muhammad Fikri Maulana. *Khazanah Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Indonesia*. Yogyakarta: Calpulis, 2018.
- Nawawi, Abd. Salam. *Ilmu Falak Praktis: Hisab Waktu Salat, Arah Kiblat, Dan Kalender Hijriah*. Surabaya: Imtiyaz, 2016.
- Nawawi, Imam. *Raudlatul Al-Ṭālibīn Wa 'Umdatul Muftīn*. 1st ed. Beirut: Maktab al-Islami, 1991.
- Newcomb, Simon. *Elements of Astronomy*. New York: American Book Company, 1900.
- Nothaft, C. Philipp E. *Scandalous Error: Calendar Reform and Calendrical Astronomy in Medieval Europe*. United Kingdom: Oxford University Press, 2018.
- Parker, Richard A. *The Calendars of Ancient Egypt*. England: The University of Chicago Press, 1950.
- Philip, Alexander. *The Calendar: Its History, Structure and Improvement*. London: Cambridge University Press, 1921. <https://archive.org/details/calendaritshisto00philuoft/page/n8>.
- Primastika, Widia. "Sejarah Paskah Yahudi Dan Bedanya Dengan Paskah Kristen." [tirto.id](https://tirto.id/sejarah-paskah-yahudi-dan-bedanya-dengan-paskah-kristen-dmJG), 2019. <https://tirto.id/sejarah-paskah-yahudi-dan-bedanya-dengan-paskah-kristen-dmJG>.
- Pulo, Teungku Mustafa Muhammad Isa. *Fiqih Falakiyah*. Yogyakarta: Deepublish, 2016.

- Raharto, Moedji. *Sistem Penanggalan Syamsiah Atau Masehi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2001.
- . “Tinjauan Reformasi Kalender Surya.” In *Prosiding Seminar Sehari Astronomi*. Bandung: Jurusan Astronomi ITB-Himpunan Astronomi Indonesia, 1995.
- Ramdan, Anton. *Islam Dan Astronomi*. Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009.
- Ratna, Nyoman Kutha. *Metodologi Penelitian: Kajian Budaya Dan Ilmu Sosial Humaniora Pada Umumnya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010.
- Reingold, Nachum Dershowitz and Edward M. *Calendrical Calculations*. 3rd ed. USA: Cambridge University Press, 2008.
- Retnoningsih, Suharso dan Ana. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. 8th ed. Semarang: CV. Widya Karya, 2009.
- RI, Depag. *Pedoman Penentuan Jadwal Salat Sepanjang Masa*. Jakarta: Depag RI, 1985.
- Richards, E. G. *Mapping Time : The Calendar and Its History*. New York: Oxford University Press, 1999.
- Riza, Muhammad Himmatur. *Sistem Penanggalan Istirhamiah: Upaya Mereduksi Hegemoni Penanggalan Masehi*. Jombang: CV. Nakomu, 2021.
- Rohmah, Nihayatur. *Syafaq & Fajar: Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri (Tinjauan Syar'i Dan Astronomi)*. Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012.
- Shofiyullah. *Mengenal Kalender Masehi*. Malang: Pondok Pesantren Miftahul Huda, 2006.
- Sosrodihardjo, Bungaran Antonius Simanjuntak dan Soedjito. *Metode Penelitian Sosial*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2009.
- Sudibyoy, Muh. Ma'rufin. *Sang Nabi Pun Berputar*. Solo: Tinta Medina, 2011.

- Sumanto. *Teori Dan Aplikasi Metode Penelitian*. Yogyakarta: Center of Academic Publishing Service, 2014.
- Suseno, Riswanto dan Nyoto. *Dasar-Dasar Astronomi Dan Fisika Kebumian*. Lampung: Lembaga Penelitian UM Metro Press, 2015.
- Sutono. *Dampak Rumah Kaca*. Semarang: ALPRIN, 2008.
- Suwandi, Basrowi dan. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rineka Cipta, 2008.
- Tahir, Abdul Hamid. *Unsur-Unsur Astronomi Praktik Untuk Kegunaan Ukur Tanah*. Malaysia: Unit Penerbitan Akademik UTM, 1990.
- Tanzeh, Ahmad. *Metodologi Penelitian Praktis*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian Dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2015.
- Toomer, G. J. *Ptolemy's ALMAGEST*. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd, 1984.
- Widi, Restu Kartiko. *Asas Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Ziggelaar, August. "The Papal Bull of 1582 Promulgating A Reform of the Calendar." In *Gregorian Reform of The Calendar*, 201. Vatikan: Pontifica Academia Scientarium, 1983.
- Zwart, Peter Duffett-Smith and Jonathan Zwart. *Practical Astronomy With Your Calculator or Spreadsheet*. 4th ed. New York: Cambridge University Press, 2011.

Sumber Jurnal dan Karya Tulis Ilmiah

- Abhyankar, K.D. "A Survey of the Solar Atmospheric Models." *Bulletin of the Astronomical Society of India* 5 (1977): 40–44.
- Ardliansyah, Moelki Fahmi. "Implementasi Koordinat Tengah Kabupaten Atau Kota Dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat." *Jurnal Al-Ahkam* 27, no. 2 (2017): 213–235.

- Borkowski, Kazimierz M. "The Tropical Year and Solar Calendar." *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 85, no. 3 (1991): 121–130.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. "KAJIAN ILMU FALAK DI INDONESIA: Kontribusi Syaikh Hasan Maksum Dalam Bidang Ilmu Falak." *Journal of Contemporary Islam and Muslim Societies* 1, no. 1 (2017): 113–134.
- Fahmi, Moch. Riza. "Studi Komparasi Jadwal Salat Sepanjang Masa H . Abdurrani Mahmud Dengan Hisab Kontemporer." *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 565–590.
- Fitri Meliani, Nanat Fatah Natsir dan Erni Haryanti. "Sumbangan Pemikiran Ian G. Barbour Mengenai Relasi Sains Dan Agama Terhadap Islamisasi Sains." *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 4, no. 7 (2021): 673–688.
- Fitriyanti, Vivit. "Penerapan Ilmu Astronomi Dalam Upaya Unifikasi Kalender Hijriyah Di Indonesia." In *Annual International Conference On Islamic Studies (AICIS XII)*, 2125–2148, 2012.
- Giffari, Vita Fitria dan Haekal Adha Al. "The Language of Science and Religion: An Approach to Understand the Encounter between Science and Religion According to Ian G. Barbour." *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum* 21, no. 1 (2021): 55–68.
- Hafidhin, Nur. "Studi Analisis Keakuratan Jadwal Waktu Shalat Abadi Terbitan Dewan Masjid Indonesia (DMI) Kabupaten Batang Untuk Desa Pranten Kecamatan Bawang Kabupaten Batang." UIN Walisongo Semarang, 2021.
- Hambali, Slamet. "Aplikasi Astronomi Modern Dalam Kitab As-Shalat Karya Abdul Hakim." Semarang, 2012.
- . "Astronomi Islam Dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus." *Jurnal Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Hukum Islam* 23, no. 2 (2013): 225–236.
- . "Imsakiyah Ramadan 1442 H / 2021 M." In *Lokakarya Imsakiyah Ramadan 1442 H. / 2021 M. Diselenggarakan Oleh UIN Walisongo Semarang, 1 Sya'ban 1442 H., / 15 Maret*

2021 M, 1–9. Semarang, 2021.

- Hope, E. R. “Further Adjustment of the Gregorian Calendar Year, Part 1.” *The Royal Astronomical Society of Canada* 58, no. 1 (1964): 3–9.
- Ismail & Husnaini. “Aktualisasi Jadwal Salat Sepanjang Masa Abu Muhammad Isa Mulieng Aceh.” *Islamic Review: Jurnal Riset Dan Kajian Keislaman* 10, no. 1 (2021): 93–110. <https://doi.org/10.35878/islamicreview.v10i1.245>.
- Jayusman. “Jadwal Waktu Salat Abadi.” *Jurnal Khatulistiwa* 3, no. 1 (2013): 51–70.
- Jendri. “Hubungan Sains Dan Agama Perspektif Pemikiran Ian G Barbour.” *Tajdid* 18, no. 1 (2019): 57–78.
- M. Burhanuddin Latief, Muchlas, Yudhiakto Pramudya. “Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler.” *Jurnal Fisika Indonesia* 18, no. 54 (2015): 82–85.
- M.Y. Zhao, Y. Liu, A. Elmhamdi, A.S. Kordi, X.F. Zhang, T.F. Song, Z.J. Tian. “Conditions for Coronal Observations at the Lijiang Observatory in 2011.” *Solar Phys* 293, no. 1 (2018): 1–13.
- Ma‘u, Dahlia Haliah. “Waktu Salat: Pemaknaan Syar’i Ke Dalam Kaidah Astronomi.” *Jurnal Hukum Islam* 14, no. 2 (2015): 269–285.
- Mark P. Rast, Ake Nordlund, Robert F. Stein, Juri Toomre. “Ionization Effects in Three-Dimensional Solar Granulation Simulations.” *The Astrophysical Journal* 408 (1993): 53–56.
- Mufid, Fathul. “Diskursus Tentang Benda-Benda Angkasa Luar Menurut Para Mufassir Dan Astronom.” *Hermeneutik* 7, no. 1 (2013): 83–100.
- Muhajir. “Awal Waktu Shalat Telaah Fiqh Dan Sains.” *Madinah: Jurnal Studi Islam* 6, no. 1 (2019): 39–50.
- Musonnif, Ahmad. “Genealogi Kalender Islam Jawa Menurut Ronggo Warsito: Sebuah Komentar Atas Sejarah Kalender Dalam Serat Widya Pradhana.” *Kontemplasi* 5, no. 2 (2017): 329–355.
- Najmi, Ahmad Fauzan. “Studi Analisis Terhadap Jadwal Waktu Salat

Abadi Di Lampung.” UIN Walisongo Semarang, 2019.

- Nasser, Asep Aziz, Dkk. “Sistem Penerimaan Siswa Baru Berbasis Web Dalam Meningkatkan Mutu Siswa Di Era Pandemi.” *Biormatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* 7, no. 1 (2021): 100–109.
- Qulub, Siti Tatmainul. “Pendekatan Politik Sebagai Strategi Unifikasi Kalender Hijriyah Seajar Dengan Kalender Masehi.” *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 451–472.
- Raharto, Moedji, and Novi Sopwan. “Mengenal Fenomena Langit Melalui Kalender.” In *Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 36–50, 2017.
- Rahmi, Nailur. “Penyatuan Zona Waktu Dan Pengaruhnya Terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat.” *JURIS: Jurnal Ilmiah Syariah* 13, no. 1 (2014): 75–83.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31958/juris.v13i1.1130>.
- Reingold, Nachum Dershowitz and Edward M. “Calendars”, 2011, [Http://Www.Cs. Tau.Ac.Il/~nachum/Papers/Calendars-New.Pdf](Http://Www.Cs.Tau.Ac.Il/~nachum/Papers/Calendars-New.Pdf),” 2011. <http://www.cs.tau.ac.il/~nachum/papers/Calendars-new.pdf>.
- Ronan, Nicola Abdo Ziadeh, John D. Schmidt, E.J. Bickerman, Chao Lin, J.A.B. van Buitenen, Colin Alistair. “Calendar Chronology.” *Encyclopaedia Britannica*, 2019.
<https://www.britannica.com/science/calendar>.
- Santi, Selvia. “Relasi Agama Dan Sains Menurut Seyyed Hossein Nasr Dan Ian G Barbour.” In *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 171–176, 2018.
- Savoie, Jean Meeus and Denis. “The History of the Tropical Year.” *The Journal of the British Astronomical Association* 102, no. 1 (1992): 40–42.
- Soderi, Ridho Kimura. “Penanggalan Mesir Kuno.” *Jurnal Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018): 242–252.
- Soleiman, A. Frangky. “Penentuan Awal Waktu Salat.” *Jurnal Ilmiah Al-*

Syir'ah 9, no. 2 (2011): 1–14.

Syarif, Muh. Rasywan. “Konsolidasi Metodologis Kalender Islam Internasional (Meneladani Intelektual Umar Bin Khattab Dan Julius Caesar).” *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 517–538.

———. “Perkembangan Perumusan Kalender Islam Internasional (Studi Atas Pemikiran Mohammad Ilyas).” Pascasarjana UIN Sunan Kalijaga, 2017.

Sumber Lain

Anugraha, Rinto. “Kalender Julian, Kalender Gregorian Dan Julian Day.”
rintoanugraha.staff.ugm.ac.id, 2016.
<https://rintoanugraha.staff.ugm.ac.id/kalender-julian-kalender-gregorian-dan-julian-day/>.

Borobudur News. “Sejarah Hilangnya Perhitungan Sepuluh Hari Di Kalender.” borobudurnews. Accessed July 15, 2022.
<https://borobudurnews.com/hilangnya-sepuluh-hari-di-dunia-ini-sejarahny/>.

Britannica. “Ancient and Religious Calendar Systems.” Encyclopedia Britannica. Accessed April 8, 2022.
<https://www.britannica.com/science/calendar/Ancient-and-religious-calendar-systems#ref60211>.

Censorini. “De Die Natali Liber ‘XX.’” penelope.uchicago.edu. Accessed July 12, 2022.
http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Censorinus/text*.html#20.7.

Craig, Erin, “Bagi Banyak Kultur, Tahun Ini Bukan 2023 - Menengok Berbagai Kebudayaan Dengan Kalender Berbeda,” BBC News Indonesia, 2023,
<https://www.bbc.com/indonesia/articles/c84epp41ke2o#:~:text=>

“Civil Calendar.” Wikipedia. Accessed September 3, 2022.
https://en.wikipedia.org/wiki/Civil_calendar.

Djamaluddin, Thomas. “Kalender Masehi: Milenium Dalam Perspektif Matematis Astronomis.” Wordpress, 2010.

<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/28/milenium-dalam-perspektif-matematis-astronomis/>.

Encyclopedia Virginia. "Papal Bull Concerning Gregorian Calendar." encyclopediaofvirginia.org. Accessed July 15, 2022. <https://encyclopediaofvirginia.org/3878-8b5d98378a7a137/>.

Kelas Pintar, "Bukan Masehi, 7 Negara Gunakan Kalender Berbeda," <https://www.kelaspintar.id/blog/inspirasi/bukan-masehi-7-negara-gunakan-kalender-berbeda-16820/>.

"Kuria." kbbi.kemdikbud.go.id. Accessed July 14, 2022. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kuria>.

Site Default. "Bagian-Bagian Matahari Dan Gambarnya." ilmugeografi.com, 2015. <https://ilmugeografi.com/astronomi/bagian-bagian-matahari>.

The Editors of Encyclopaedia Britannica. "Pontifex." Britannica. Accessed July 12, 2022. <https://www.britannica.com/topic/pontifex>.

"The Prospect for Gregorian Calendar Reform." Calendar Wiki. Accessed September 10, 2022. http://calendars.wikia.com/wiki/The_Prospect_for_Gregorian_Calendar_Reform.

Waston. "Hubungan Sains Dan Agama: Refleksi Filosofis Atas Pemikiran Ian G Barbour." *PROFETIKA: Jurnal Studi Islam* 15, no. 1 (2014): 76–89.

Wawancara dengan Bapak Arifin melalui chat WhatsApp pada 24 Agustus 2022.

Wawancara dengan Hasan Mustofa pada hari Senin, 5 September 2022.

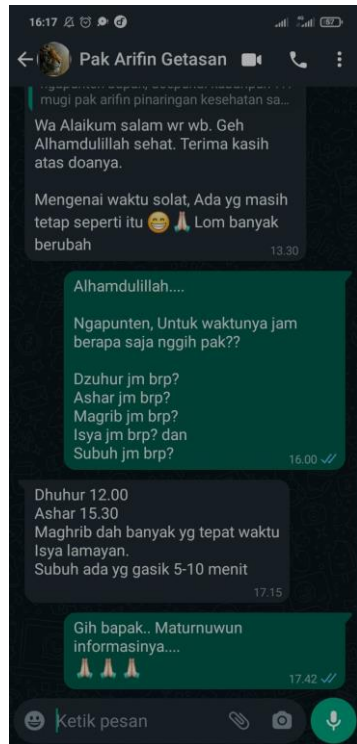
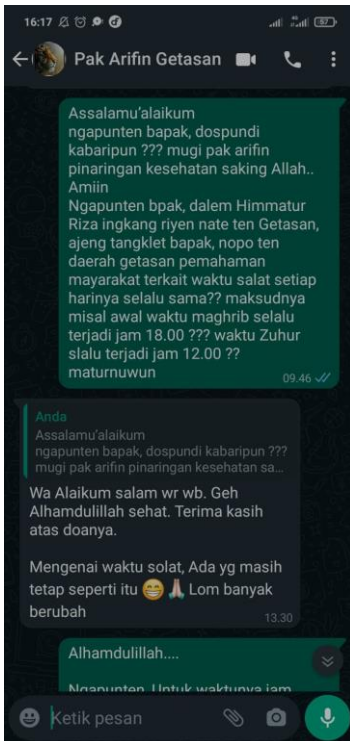
Wawancara dengan Suwanto pada hari Sabtu, 10 September 2022.

Wawancara dengan Abdul Ghufron pada hari Selasa, 20 September 2022.

Wawancara dengan Husni Faqih selaku ahli Falak sekaligus *hasib* jadwal waktu salat abadi Masjid Agung Kabupaten Tegal pada hari Selasa, 20 September 2022.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Dokumentasi Wawancara



Wawancara dengan Bapak Arifin



Wawancara dengan Bapak Hasan Mustofa



Wawancara dengan Bapak Suwanto



Wawancara dengan Bapak Abdul Ghufron



Wawancara dengan Bapak Husni Faqih

B. Panduan Wawancara

1. Bapak Arifin

a. Assalamu'alaikum

Ngapunten bapak, dospundi kabaripun? Mugi pak Arifin pinaringan kesehatan saking Allah. Amiin

Ngapunten bapak, dalem Himmat Riza ingkang riyen nate ten Getasan, ajeng tangklet bapak, nopo ten daerah getasan pemahaman masyarakat terkait waktu salat setiap harinya selalu sama? Maksudnya misal awal waktu Maghrib selalu terjadi jam 18.00? waktu Zuhur selalu terjadi jam 12?

Maturnuwun

Wa'alaikum salam wr wb. Geh

Alhamdulillah sehat. Terima kasih atas doanya.

Mengenai waktu solat, ada yang masih tetap seperti itu, belum banyak berubah.

b. Alhamdulillah...Ngapunten untuk waktunya jam berapa saja nggih pak?

Zuhur jam berapa?

Asar jam berapa?

Magrib jam berapa?

Isya jam berapa? dan

Subuh jam berapa?

Zuhur jam 12.00

Asar 15.30

Magrib sudah banyak yang tepat waktu

Isya lumayan

Subuh ada yang gasik 5-10 menit.

2. Hasan Mustofa

a. Dalam keseharian saat ada kegiatan apakah bapak menggunakan kalender Masehi?

Iya. Pasti menggunakan kalender Masehi untuk mengetahui hari-harinya.

- b. Apakah bapak mengetahui sejarah kalender Masehi?
Saya tidak mengetahui betul sejarah adanya kalender Masehi, yang saya tahu sejarah kalender Jawa Islam. Kalau kalender Masehi seperti sudah ada sejak dulu.
- c. Apakah bapak mengetahui penyebab adanya pemotongan sampai 10 hari pada bulan Oktober 1582 M?
Apa iya ada pemotongan 10 hari di bulan Oktober 1582? Saya malah baru tahu kalau ada pemotongan hari tersebut. Untuk penyebabnya saya kurang tahu juga.

3. Suwanto

- a. Dalam keseharian saat ada kegiatan apakah bapak menggunakan kalender Masehi?
Iya dalam kegiatan apapun selain menggunakan kalender Hijriah saya juga menggunakan kalender Masehi.
- b. Apakah bapak mengetahui sejarah kalender Masehi?
Tidak mas.
- c. Apakah bapak mengetahui penyebab adanya pemotongan sampai 10 hari pada bulan Oktober 1582 M?
Tidak juga mas. Saya asal memakai saja tidak tahu kalo ada pemotongan hari sampai 10 hari. Namun saya pernah dengar kalo nanti di sekitar tahun 400 ada pengurangan 1 hari tapi sekali lagi saya tidak tahu penyebabnya.

4. Abdul Ghfron

- a. Dalam pelaksanaan ibadah salat sehari-hari.. Bapak menggunakan jadwal waktu salat abadi apa tidak?
Iya mas... Saya memakainya.. Bahkan saya tempel D lemari.

- b. Bapak mendapat jadwal salat itu dari mana dan kapan?
Saya mendapat jadwal waktu salat abadi itu saat saya mengikuti majelis taklim di rumah warga sekitar tahun 2018. Dan di jadwal waktu salat tersebut tertera untuk wilayah Tegal dan sekitarnya. Namun tidak diketahui siapa yang menghitungnya.
- c. Apakah bapak masih menggunakannya sampai sekarang?
Iya masih.. Saya gunakannya untuk panduan salat dalam sehari.
- d. Apa alasan bapak menggunakan jadwal waktu salat tersebut?
Bagi saya, jadwal waktu salat ini sangat bermanfaat sekali, karena untuk mempermudah dalam mengetahui waktu salat setiap harinya. Tidak perlu menunggu adzan dari masjid atau musholla terdekat yang bahkan sering saling mendahului antara masjid satu dengan masjid lainnya, sehingga menimbulkan kebingungan di masyarakat.

5. Husni Faqih

- a. Apakah benar bapak yang menghitung jadwal waktu salat abadi yang tertempel di masjid agung kabupaten Tegal dan yang tersebar di wilayah Tegal?
Iya benar mas, saya waktu itu yang menghitungnya.
- b. Kapan bapak menghitungnya?
Seingat saya, saya menghitungnya pada tahun 2011. Waktu itu setelah saya menghitung kemudian saya sowan kepada KH. Muhyiddin Khazin untuk ditashih. Kata beliau jadwal waktu salat tersebut bisa digunakan untuk wilayah tegal.
- c. Dalam menghitung jadwal waktu salat abadi tersebut, bapak menggunakan markaz mana?
Saya gunakan yang lintang tempatnya adalah -06 derajat 54 menit dan bujur 108 derjat 09 menit yang diperkirakan Slawi.

- d. Menggunakan metode apa bapak menghitung jadwal waktu salat tersebut?

Dalam perhitungan jadwal waktu salat abadi tersebut saya menggunakan metode ephemeris yang diyakini memiliki akurasi tinggi.

- e. Pergerakan Matahari setiap hari dan setiap tahun kan berubah ya pak dan itu berpengaruh pada awal waktu salat setiap tahunnya. Menurut bapak apakah jadwal waktu salat ini tetap relevan digunakan pada tahun ini (2022) dan tahun-tahun seterusnya?

Menurut saya pribadi jadwal waktu salat abadi ini tetap relevan digunakan mas, karena pernah saya analisis bahwa perubahannya itu tidak signifikan. Paling hanya sekitar 1-2 menit saja dan bagi saya itu tidak masalah, karena di dalam perhitungan saya sudah kasih ikhtiyat.

C. Jadwal Waktu Salat

JADWAL WAKTU SALAT BAYAN SELAMA-LAMANYA
 TAHUN 1440 H / 2019 M
 KAMPUS UNIVERSITAS / FAKULTAS / PROGRAM / POKJOK / PERKULIAHAN

Bulan	Shubuh	Zuhur	Ashar	Maghrib	Isya
1440 01 01	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 02	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 03	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 04	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 05	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 06	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 07	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 08	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 09	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 10	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 11	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 12	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 13	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 14	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 15	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 16	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 17	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 18	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 19	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 20	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 21	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 22	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 23	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 24	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 25	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 26	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 27	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 28	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 29	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 30	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08
1440 01 31	04:41	11:59	15:19	17:58	19:08

Jadwal Waktu Salat untuk Selama-lamanya yang Dihitung oleh Arius Syaikhi Payakumbuh



Jadwal Waktu Salat Abadi di Masjid Al-Wasi'i Kampus Universitas Lampung



Jadwal Waktu Salat Abadi di Masjid Agung Al-Furqon Kota Bandar Lampung



Jadwal Waktu Salat Abadi di Masjid Agung Istiqlal Bandarjaya Lampung Tengah

JADWAL WAKTU SHALAT ABADI DENGAN WIB KABUPATEN BATANG JAWA TENGAH

DEWAN MASJID INDONESIA (DMI)

12 MONTHS PRAYER TIME SCHEDULE

The poster contains 12 tables, one for each month, showing prayer times for various locations in Kabupaten Batang, Jawa Tengah. The months listed are: JANUARI, FEBRUARI, MARCH, APRIL, MEI, JUNI, JULI, AGUSTUS, SEPTEMBER, OKTOBER, NOVEMBER, and DESEMBER. Each table includes columns for the month, day, and specific prayer times.

Jadwal Waktu Salat Abadi Terbitan Dewan Masjid Indonesia (DMI) Kabupaten Batang

JADWAL WAKTU SHOLAT ABADI WILAYAH TEGAL DAN SEKITARNYA

This document provides a comprehensive schedule of prayer times for the Tegal region and its surroundings. It is organized into multiple sections, each corresponding to a different area. Each section contains a grid with columns for the month, day, and the specific times for various prayers. The text is dense and covers a wide range of locations within the region.

Jadwal Waktu Salat Abadi Wilayah Tegal dan Sekitarnya



Jadwal Waktu Salat Abadi di Masjid Agung Kabupaten Tegal

JADWAL WAKTU SHOLAT ABADI
UNTUK DAERAH KABUPATEN TEGAL

JANUARI											
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Subuh	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
Dzuhur	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50	11:50
Ashar	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13	04:13
Maghrib	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42	17:42
Isha	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53	10:53

(Note: The table continues with months FEBRUARI through DESEMBER, following the same structure with 12 columns for each day of the month.)

Jadwal Waktu Salat Abadi untuk Daerah Kabupaten Tegal di Masjid Agung Kabupaten Tegal

D. Rata-Rata Tahun Tropis pada Tahun Abad

Rata-Rata Tahun Tropis pada Tahun Abad				
Abad 1	365,2423096		Abad 21	365,2421866
Abad 2	365,2423035		Abad 22	365,2421804
Abad 3	365,2422973		Abad 23	365,2421742
Abad 4	365,2422911		Abad 24	365,2421681
Abad 5	365,2422850		Abad 25	365,2421619
Abad 6	365,2422789		Abad 26	365,2421557
Abad 7	365,2422727		Abad 27	365,2421496
Abad 8	365,2422665		Abad 28	365,2421434
Abad 9	365,2422604		Abad 29	365,2421372
Abad 10	365,2422542		Abad 30	365,2421311
Abad 11	365,2422481		Abad 31	365,2421249
Abad 12	365,2422419		Abad 32	365,2421187
Abad 13	365,2422358		Abad 33	365,2421125
Abad 14	365,2422296		Abad 34	365,2421063
Abad 15	365,2422235		Abad 35	365,2421002
Abad 16	365,2422174		Abad 36	365,2420940
Abad 17	365,2422112		Abad 37	365,2420878
Abad 18	365,2422051		Abad 38	365,2420816
Abad 19	365,2421989		Abad 39	365,2420754
Abad 20	365,2421927		Abad 40	365,2420693

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Muhammad Himmatur Riza
Tempat Tanggal Lahir : Kudus, 16 Maret 1995
Nama Orang Tua : Musyafak dan Noor Azizah, S.Pd.I
Alamat Asal : Jl. H. Burhan Desa Krandon Rt.06 Rw. 01 Kec.
Kota Kab. Kudus
Email : muhammadhimmaturriza@gmail.com
No. Hp : 0856 4064 1611

Jenjang Pendidikan

A. Pendidikan Formal

1. TK RA Banat Kudus (1998 – 2000)
2. MI Qudsiyyah Kudus (2000 – 2007)
3. MTs Qudsiyyah Kudus (2007 – 2010)
4. MA Qudsiyyah Kudus (2010 – 2013)
5. S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2013 – 2018)
6. S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2018 – 2019)

B. Pendidikan Non Formal

1. Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang (2013 – sekarang)

Pengalaman Organisasi

1. Majalah El-Qudsy Sie. Marketing dan Publikasi Periode 2011 – 2012.
2. Sekretaris Komunitas Bedhug Periode 2011 – 2013.
3. Tim Hisab Rukyah Al-Husna MAJT Periode 2014 – sekarang.
4. Koordinator Departemen Wirausaha KMKS (Keluarga Mahasiswa Kudus Semarang) Periode 2015 – 2016.
5. Koordinator Devisi Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HMJ Ilmu Falak Periode 2014 – 2015.
6. Generasi Baru Indonesia (Genbi) Jawa Tengah Devisi Wirausaha 2016.

7. Sekretaris Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang 2017 – 2019.
8. Wakil Sekretaris Lembaga Falakiyah Nahdhatul Ulama Kota Semarang Periode 2016 – 2021.
9. Wakil Sekretaris Asosiasi Pesantren Falakiyah Indonesia (APFI). Periode 2016 – 2021.
10. Anggota departemen pendidikan dan pelatihan Lembaga Falakiyah Pimpinan Wilayah Nahdhatul Ulama Provinsi Jawa Tengah periode 2018 – 2023.
11. Sekretaris Lembaga Falakiyah Nahdhatul Ulama Kota Semarang Periode 2021 – 2026.

Karya Ilmiah

1. *Sundial Horizontal* dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa, (Skripsi: UIN Walisongo Semarang, 2018). (<http://eprints.walisongo.ac.id/7989/>).
2. *Sundial Horizontal* dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa, (*Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam*, Universitas Sultan Agung Semarang, Vol. 2, No. 1, 2018). (<http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ua/article/view/3016>).
3. Kriteria Kalender Hijriyah Global Tunggal Turki 2016 Perspektif Tim Hisab Rukyat Kementerian Agama RI, (*El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 1, No. 2, 2018). (<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/issue/archive>).
4. Rekomendasi Fatwa MUI No. 2 Tahun 2004 dan Kriteria Univikasi Kalender Hijriyah Global, (Prosiding: *International Annual Conference on Fatwa Studies*, Juli 2018).
5. Hukuman Mati Bagi Produsen, Bandar, Dan Pengedar Narkoba (Menilik Fatwa MUI No. 53 Tahun 2014), (Prosiding: *International Annual Conference on Fatwa Studies*, Juli 2019).
6. Sistem Penanggalan Istimiah dalam Tinjauan Astronomi, (*Azimuth: Journal of Islamic Astronomy*, Vol. 1, No. 1, Januari 2020). (<http://jurnalfsh.uinsby.ac.id/index.php/azimuth/article/view/769>).

7. Pembaruan Kalender Masehi Delambre dan Implikasinya terhadap Jadwal Waktu Salat (*Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam*, Vol. 3, No. 2, 2020).
(<http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ua/article/view/7995>).
8. Sistem Penanggalan Istirhamiah: Upaya Mendobrak Hegemoni Penanggalan Masehi (*Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, Vol. 6, No. 1, 2020).
(<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad/article/view/4506>).
9. Fenomena Supermoon dalam Perspektif Fiqh dan Astronomi (*El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 4, No. 1, 2020). (<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/article/view/14163>)
10. Buku berjudul Antologi Pemikiran dan Instrumen Ilmu Falak, (Bandung: Bitread, 2020).
11. Buku berjudul Sistem Penanggalan Istirhamiah: Upaya Mereduksi Hegemoni Penanggalan Masehi, (Jombang: CV. Nakomu, 2021).
12. The Effect of El Nino and La Nina on The Intensity of Determining Qibla Direction (*Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, Vol. 3, No. 1, Tahun 2021). (<https://journal.walisongo.ac.id/index.php/al-hilal/article/view/7663/3285>).
13. Digitalisasi Dakwah sebagai Upaya Membangun Peradaban Baru Islam di Masa Pandemi Covid-19 (*Fastabiq: Jurnal Studi Islam*, Vol. 2, No. 1, Tahun 2021). (<http://staim-bandung.ac.id/fastabiq/index.php/FAS/article/view/33>).
14. Dinamika Waktu Imsak pada Jadwal Imsakiyah Ramadan (*Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, Vol. 7, No. 2, 2021).
(<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad/article/view/7789>).
15. Hermeneutika dalam Tafsir Al-Misbah: Studi Penafsiran Surah al-Ahzab Ayat 59. (*Tanzil: Jurnal Studi Al-Quran*, Vol. 4, No. 2, 2022).
(<https://journal.sadra.ac.id/ojs/index.php/tanzil/article/view/186>).
16. Uji Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Awal Waktu Salat Dzuhur dan Ashar (*El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 6, No. 1, 2022).
(<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/article/view/26686>).

17. Perluasan Makna Mustahik Zakat dalam Fatwa MUI Nomor 15 Tahun 2011. (Prosiding: *Annual Conference on Fatwa Studies*, Juli 2022). (<https://mui.or.id/uncategorized/43135/buku-peran-fatwa-mui-dalam-perubahan-sosial-2022/>).
18. Analysis of the Early Determination of the Kamariah Month Perspectives of Fiqh and Astronomy (*Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* Vol. 1, No. 2, 2022). (<https://journal.iainlhokseumawe.ac.id/index.php/ASTROISLAMICA/article/view/969>).
19. Buku berjudul KH. Yahya Arif (Ulama Kreatif: Sang Penulis Kitab Berasas Al-Qur'an dan Hadits), (Yogyakarta: Diandra Kreatif, 2023).

Penelitian dan Pengabdian:

1. Pelatihan Juru Sembelih Halal. (Pengabdian Kolaboratif Dosen dan Mahasiswa LP2M UIN Walisongo Semarang Tahun 2017).
2. Pelatihan Pembuatan Tempe. (Pengabdian Kolaboratif Dosen dan Mahasiswa LP2M UIN Walisongo Semarang Tahun 2018).
3. Etnisitas dan Nasionalisme Habaib di Jawa Tengah. (Penelitian Kolaboratif Dosen dan Mahasiswa LP2M UIN Walisongo Semarang Tahun 2018).
4. Mekanisme Penentuan Hari Raya di Indonesia dan Malaysia, (Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang – Universiti Malaya: Penelitian Kolaboratif Internasional, 2021).

Pengalaman Tugas Akademik:

1. International Islamic Education Expo Tahun 2017.
2. Campus Expo Demak Tahun 2017.
3. Kabupaten Demak Expo Tahun 2018.
4. Santriversitas Expo Rembang Tahun 2019.

Prestasi:

1. Tesis Terbaik Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang Periode Januari 2020.

2. Wisudawan S2 Terbaik UIN Walisongo Semarang Periode Januari 2020.
3. Terbaik 1 Lomba Penulisan Artikel dalam Rangka HUT ke-49 KORPRI Kabupaten Kudus Tahun 2020.

Pengalaman Menjadi Peserta / Pemateri Seminar/ Pelatihan / Lokakarya:

1. Seminar Nasional “Uji Akurasi Istiwa’aini: Metode Praktis Menentukan Arah Kiblat, Karya: Slamet Hambali” yang diselenggarakan oleh Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Ekonomi Islam IAIN Walisongo pada 5 Desember 2013. (peserta)
2. Lokakarya Nasional dan Silaturahmi Komunitas Ilmu Falak se-Indonesia yang diselenggarakan oleh Asosiasi Dosen Ilmu Falak Indonesia (ADFI) pada 28 – 29 Desember 2013. (peserta)
3. Seminar Nasional “Reorientasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak dalam Menjalankan Peran Strategis Pemersatu Metode Hisab dan Rukyat” yang diselenggarakan oleh DPP ASTROFISIKA pada 20-22 Juni 2014. (peserta)
4. Seminar Nasional “Kapan Awal dan Akhir Ramadan 1435 H” yang diselenggarakan oleh Fakultas Syariah IAIN Walisongo pada 23 Juni 2014. (peserta)
5. Seminar Internasional “Crescent Visibility: An Affort to Find on Objective Crescent Visibility Criterion” yang diselenggarakan oleh IAIN Walisongo Semarang pada 10 November 2014. (peserta)
6. Pelatihan Falak Praktis “One Week Happiness with Islamic Astronomy” yang diselenggarakan oleh Pesantren Life Skill Daarun Najaah pada 20 – 26 April 2015. (pemateri)
7. Seminar Internasional Fikih Falak “Peluang dan Tantangan Implementasi Kalender Global Hjriah Tunggal” yang diselenggarakan oleh Direktur Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI pada 27 – 30 November 2017. (peserta)
8. Pelatihan Falakiyah bagi Pengurus Dewan Masjid Indonesia (DMI) dan Takmir Masjid se-Kecamatan Getasan Kab. Semarang pada 11 Februari 2018. (pemateri)

9. Seminar Falak Nasional “Uji Kelayakan Mata untuk Rukyatul Hilal” yang diselenggarakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo Semarang pada 19 Desember 2018. (peserta)
10. Seminar Online Nasional “Prediksi 1 Ramadhan 1441 H” yang diselenggarakan oleh HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang pada 24 April 2020. (pemateri)
11. Seminar Falak Internasional “Penetapan 1 Ramadhan, Syawal dan Dzuhijah di Indonesia, Malaysia, Singapura dan Brunei” yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo pada 19 Mei 2020. (peserta)
12. Sosialisasi dan Pelatihan Hisab Rukyat yang diselenggarakan oleh MUI Kabupaten Magelang pada 24 Desember 2020. (pemateri)
13. International Webinar Islamic Astronomy “Islamic Astronomy in Malaysia and Indonesia: Prospect and Challenges” yang diselenggarakan oleh UIN Walisongo bekerja sama dengan University of Malaya pada 10 Maret 2021. (peserta)
14. Pelatihan Hisab Rukyat Angkatan I yang diselenggarakan oleh Pusdiklat Tenaga Teknis Pendidikan dan Keagamaan Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama pada 11 - 14 April 2021. (pemateri)
15. Kewidyaiswaraan Hisab Rukyat yang diselenggarakan oleh Pusdiklat Tenaga Teknis Pendidikan dan Keagamaan Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama 27 April 2021. (pemateri)
16. Webinar Falak Nasional “Reformulasi Perhitungan Gerhana Matahari Ephemeris Hisab Rukyat” yang diselenggarakan oleh Lajnah Falakiyah Pondok Pesantren Annuqayah (LFA) Guluk-guluk Sumenep pada 2 Mei 2021. (peserta)
17. Bimbingan Teknis Hisab Rukyat yang diselenggarakan oleh Bidang Urusan Agama Islam Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Jawa Tengah 23 November 2021. (pemateri)
18. Workshop Ukur Arah Kiblat bagi Masjid-Mushalla yang diselenggarakan oleh Kemenag Kabupaten Magelang pada 15 Maret 2022. (pemateri)

19. International Webinar “Implementation of the 2017 Jakarta Recommendation Criteria and the Neo Visibility of the Hilal of MABIMS Criteria in Determining the Beginning and End of Ramadan in MABIMS Countries” yang diselenggarakan oleh Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo pada 23 Maret 2022. (peserta)
20. Pelatihan Ilmu Falak “Falaiyah goes to Campus” Keluarga Mahasiswa NU (KMNU) Universitas Diponegoro pada 27 Maret 2022. (pemateri)
21. Seminar Hisab dan Rukyat Awal Bulan Kamariah di Observatorium Asy-Syi’ra MAN 1 Surakarta pada 27 September 2022. (pemateri)
22. Talkshow Tribunnews.com dengan tema “Mengapa Ada Perbedaan Penentuan Ramadhan dan Syawal di Indonesia?” pada 17 Maret 2023. (pemateri)
23. Pelatihan Ilmu Falak yang Diselenggarakan oleh Pondok Pesantren Buntet Cirebon pada 20 Maret 2023. (pemateri)

Pengalaman Mengajar:

1. Pengajar di Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang.
2. Admin RA Walisongo Semarang.
3. Guru MA NU Wahid Salafiyah Kudus.
4. Dosen Universitas Dian Nuswantoro Semarang (UDINUS)
5. Dosen UIN Raden Mas Said Surakarta.

Semarang, 24 Februari 2023



Muhammad Himmatur Riza