

RUKHAMA MODIFIED

**(Studi Komodifikasi *Sundial Horizontal* Penentu
Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*)**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Tugas dan Syarat
Memperoleh Gelar Magister (S2)
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.



Oleh :

MUHAMMAD HABIBUR RAHMAN

NIM : 2002048014

**PROGRAM STUDI S2 ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Habibur Rahman

NIM : 2002048014

Judul Penelitian : ***RUKHAMA MODIFIED***
“Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso”

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

RUKHAMA MODIFIED

“Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso”

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

Semarang, 20 Juni 2022
Pembuat Pernyataan,



Muhammad Habibur Rahman
NIM : 2002048014

PENGESAHAN



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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id>



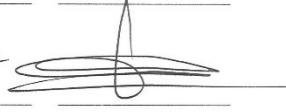

FTM-07

**PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Muhammad Habibur Rahman
NIM : 2002048014
Prodi : S2 Ilmu Falak
Judul : RUKHAMA MODIFIED (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Pranoto Mongso)

telah diujikan pada tanggal 22 Juni 2022 dan dinyatakan **LULUS** oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Dr. Rokhmadi, M.Ag</u> Ketua Majelis	<u>29-6-2022</u>	
<u>Dr. Junaidi Abdillah, M.SI</u> Sekretaris	<u>30/6/2022</u>	
<u>Dr. Amir Tajrid, M.Ag.</u> Penguji 1	<u>5/7 2022</u>	
<u>Dr. M. Harun, M.H.</u> Penguji 2	<u>29 Juni 2022</u>	

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2022

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : **Muhammad Habibur Rahman**
NIM : 2002048014
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : **Rukhama Modified (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso)**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wasaalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,


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

NOTA DINAS

Semarang, 14 Juni 2022

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : **Muhammad Habibur Rahman**
NIM : 2002048014
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : ***Rukhama' Modified (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa)***

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wasaalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing II



Dr. H. Ali Imron, M.Ag.
NIP. 19730730 200312 1 003

MOTTO

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

[dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui (Yāsīn/36 : 38).]¹

¹ Departemen Agama RI, Al-Qur'an & Tafsirnya, Vol. 8 (Jakarta: Widya Cahaya, 2011), 224.

PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan terkhusus untuk kedua orang tua penulis. Abah Mulyono dan Ibu' Hanik Mahsunah yang selalu mendo'akan, membimbing, mendidik, dan mencurahkan kasih sayangnya kepada panulis. Semoga Allah selalu mengasihi beliau berdua, Aamiin.

Kepada kakakku tersayang, Siti Romdlo' Zairotul Ula yang selalu memberi semangat dan mendoakan penulis. Semangatmu sungguh luar biasa.

Kepada seluruh guru penulis, terima kasih atas keikhlasannya membimbing penulis agar senantiasa menjadi insan yang lebih baik. Semoga ilmu-ilmu yang diberikan berkah dan menjadi amal jariyah yang selalu mengalir pahalanya.

Keluarga besar Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang terkhusus Pak Yai Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag dan Bu Nyai Hj. Aisah Andayani, S.Ag. yang tidak pernah bosan dalam memotivasi penulis untuk menjadi manusia yang amanah dan bertanggung jawab

ABSTRAK

Judul : *Rukhama Modified* (Studi Komodifikasi *Sundial Horizontal* Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*)
Penulis : Muhammad Habibur Rahman
NIM : 2002048014

Sundial pada awalnya dibuat untuk alat penunjuk waktu. Seiring berkembangnya pengetahuan, *sundial* dimodifikasi untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, dan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* dengan berbagai bentuk dan desain yang berbeda-beda. Dikarenakan keterbatasan desain, *sundial* satu dengan *sundial* lainnya tidak saling berhubungan yang mengakibatkan ketiga fungsi tersebut tidak terdapat dalam satu instrumen. Untuk menghubungkan dan memaksimalkan fungsi antar *sundial*, maka perlu adanya komodifikasi supaya dalam satu instrumen dapat menampung berbagai fungsi yang saling terhubung. Hasil komodifikasi dari beberapa fungsi *sundial* ini dinamakan *Rukhama Modified* sebagai produk pengembangan instrumen yang terbaru.

Rumusan masalah pada penelitian ini membahas tentang: (1) Bagaimana komodifikasi yang dituangkan dalam *Rukhama Modified*? (2) Berapa besar tingkat akurasi *Rukhama Modified*?

Penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan atau *development reseach*. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah eksperimen dan dokumentasi. Sumber data primer diambil dari *Rukhama Modified*, dan sumber data sekunder diambil dari literatur yang terkait dengan *sundial*. Data-data yang diperoleh dianalisis dengan teknik analisis deskriptif komparatif.

Hasil penelitian ini menunjukkan; pertama, *Rukhama Modified* sebagai instrumen pengembangan terbaru merupakan suatu alat yang menggabungkan antara *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* yang lebih efisien dan praktis. Kedua, Hasil uji tingkat akurasi arah kiblat *Rukhama Modified* dengan theodolite berkisar $0^{\circ} 22' 55,08''$ sampai $0^{\circ} 34' 22,58''$ yang termasuk dalam kategori akurat. Sedangkan untuk penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*, *Rukhama Modified* memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena sesuai dengan sistem kalender Jawa *Pranoto Mongso*.

Kata kunci : *sundial, komodifikasi, Rukhama Modified*

ABSTRACT

Title : *Rukhama Modified* (Study of Commodification Horizontal Sundials Determining Qibla Direction and *Pranoto Mongso* Javanese Calendar)
Author : Muhammad Habibur Rahman
NIM : 2002048014

Sundial was originally created for timing tools. As knowledge developed, the sundial was modified to determine the direction of the Qibla prayer time, and the Javanese dating of *Pranoto Mongso* with various shapes and designs. Due to design limitations, one sundial with another sundial is not interconnected which results in the three functions not being contained in one instrument. To connect and maximize the functions between sundials, it is necessary to have commodification so that one instrument can accommodate various interconnected functions. The result of the commodification of several sundial functions is called *Rukhama Modified* as the latest instrument development product.

The formulation of the problem in this study discusses: (1) How is the commodification outlined in the *Rukhama Modified*? (2) What is the accuracy rate of *Rukhama Modified*?

This research is included in development research or development reseach. The data collection techniques used are experimentation and documentation. Primary data sources are taken from *Rukhama Modified*, and secondary data sources are taken from literature related to sundials. The data obtained were analyzed by comparative descriptive analysis techniques.

The results of this study show; First, *Rukhama Modified* as the latest development instrument is a tool that combines the horizontal sundial that determines the direction of the Qibla and the Javanese dating of *Pranoto Mongso* which is more efficient and practical. Secondly, the results of the test of the accuracy level of the direction of the *Rukhama Modified* Qibla with theodolite range from $00^{\circ} 22' 55.08''$ to $00^{\circ} 34' 22.58''$ which belongs to the accurate category. As for the determination of the Javanese calendar of *Pranoto Mongso*, *Rukhama Modified* has a high level of accuracy because it is by the Javanese Calendar system of *Pranoto Mongso*.

Keywords: sundial, commodification, *Rukhama Modified*

ملخص

الموضوع : رخم موديفيد (دراسة تسليع الساعات الشمسية الأفقية لتحديد اتجاه

القبلة وتقويم برانوتو مونغسو الجاوي)

باحث : محمد حبيب الرحمن

رقم الطالب : ٢٠٠٢٠٤٨٠١٤

المزولة حقيقة مصنوعة لالة الودع الوقت. إلى جانب تطور المعرفة ، تم تعديل المزولة لتحديد اتجاه القبلة وأوقات الصلاة وتقويم برانوتو مونغسو الجاوي بأشكال وتصاميم مختلفة. نظرًا لقيود التصميم ، لا ترتبط المزولة ببعضها البعض مما يؤدي إلى عدم تضمين الوظائف الثلاث في أداة واحدة. لتوصيل الوظائف وتعظيمها بين المزولة ، من الضروري أن يكون لديك تسليع بحيث يمكن في أداة واحدة استيعاب وظائف مختلفة مترابطة. تسمى نتيجة تسليع العديد من وظائف المزولة رخم موديفيد كمنتج لأحدث تطوير للأداة.

تناقش صياغة المشكلة في هذه الدراسة: (١) كيف يتم التسليع كما هو موضح في رخم

موديفيد ؟ (٢) ما هو مستوى دقة رخم موديفيد ؟

يتم تضمين هذا البحث في البحث التنموي أو البحث التنموي. تقنيات جمع البيانات المستخدمة هي التجربة والتوثيق. مصادر البيانات الأولية مأخوذة من رخم موديفيد، ومصادر البيانات الثانوية مأخوذة من الأدبيات المتعلقة بالساعات الشمسية. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام تقنيات التحليل الوصفي المقارن.

تشير نتائج هذه الدراسة إلى: أولاً ، رخم موديفيد كأحدث أداة تطوير هي أداة تجمع بين الساعة الشمسية الأفقية لتحديد اتجاه القبلة وتقويم برانوتو مونغسو الجاوي وهو أكثر كفاءة وعملية. ثانيًا ، نتائج اختبار دقة اتجاه القبلة رخم موديفيد مع جهاز قياس تيبودوليت يتراوح من (22^0 '55.08") إلى (22.58^0 '34'00"). والذي تم تضمينه في فئة الدقة. بالنسبة إلى تحديد التقويم برانوتو مونغسو الجاوي ، تتمتع رخم موديفيد بمستوى عالٍ من الدقة لأنها تتوافق مع نظام الخاص بالتقويم برانوتو مونغسو الجاوي.

الكلمات الرئيسية : المزولة, تسليع, رخم موديفيد

PEDOMAN TRANSLITERASI

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

Penyimpangan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsisten agar sesuai dengan teks Arabnya.

A. Konsonan

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

B. Panjang

ā = a panjang, ī = I panjang, ū = u panjang

C. Bacaan Diftong

اَيِّ	ay
أَوْ	aw
إِي	iy

D. Syaddah (ّ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda

misalnya

E. Kata Sandang (... ال)

Kata Sandang (... ال) ditulis dengan *al-*...

misalnya الشمس = al-Syams

F. Ta' Marbutah (ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h”

رَوْضَة ditulis rauḍah

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis hatrurkan kehadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“*Rukhama Modified (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso)*”**

Salawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda *khatamu al-anbiyā’ wa al-mursalin* Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan pengikut-pengikutnya yang telah menjadi suri tauladan yang baik dalam segala aspek kehidupan. Semoga kita semua diakui sebagai umatnya di hari kiamat.

Penulis sangat menyadari bahwa terselesaikannya penelitian ini bukan semata-mata hasil jerih payah penulis secara pribadi. Akan tetapi semua itu dapat terwujud berkat adanya usaha dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tidak akan lupa untuk menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Abah Mulyono dan Ibu Hanik Mahsunah tercinta, yang senantiasa mendoakan dalam setiap langkah demi tercapainya cita-cita mulia penulis.
2. Dosen pembimbing I sekaligus Pengasuh Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag., yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis untuk menjadi orang yang baik, amanah dan bertanggung jawab.

3. Dosen pembimbing II, Dr. KH. Ali Imron, M.Ag., yang senantiasa mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis dengan penuh semangat.
4. Ketua Prodi Ilmu Falak S2 Ilmu Falak, Dr. Mahsun, M.Ag., dan Sekretaris Prodi S2 Ilmu Falak Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I., beserta stafnya, terima kasih atas bimbingan, pengarahan, serta motivasi yang diberikan kepada penulis dengan sabar dan ikhlas kepada penulis.
5. Rektor UIN Walisongo Semarang, Prof. Imam Taufiq, M.Ag., dan Wakil-wakil Rektor yang telah memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir studi.
6. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Arja Imroni, M.Ag., dan Wakil-wakil Dekan yang telah membantu dalam penyelesaian tesis penulis.
7. Keluarga besar Penulis, Bani Matsari Karangrandu Jepara dan Bani Adnan Malichatin Mlonggo Jepara, semoga tesis ini dapat menjadi suatu kebanggaan bagi keluarga.
8. Keluarga besar Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang, yang telah memberikan banyak pengalaman dan senantiasa menguatkan kecerdasan spiritual penulis melalui *'amaliyah* Pesantren.
9. Seluruh guru-guru penulis, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Panjenengan sedanten sangat intens mengajari penulis cara mengenal Tuhan lewat keluasan ilmu-Nya. Kepada para guru, *"'aulā al-murobbi, mā 'arofitu robbi"*

10. Teman-teman senasib, sekamar, dan seperjuangan di Pesantren Life Skill Daarun Najaah, terima kasih telah menemani hari-hari penulis khususnya Asrama “Ashabul Kahfi” terkhusus Mas Riza, Mas Restu, Mas Moelki, Mas Ainul, Amboen, Kak John, Yasir, Ikmal, Pak Huda, Gus Jamal, Ulin, Fatih, Rohman, dan Zaki yang tiada bosan membuat suasana beda setiap harinya dan selalu menciptakan berbagai godaan dengan *tranding topic* setiap minggunya. Semoga *majlis* kita selalu menjadi hal yang amat dirindukan dikemudian hari .
11. Teman-teman kuliah S2 Prodi Ilmu Falak Angkatan 2020, terima kasih atas kesolidannya saat diperkuliahan maupun di luar perkuliahan, semoga kita semua Sukses, Sholeh, Selamat.
12. Sedulur Sholawatan “Jawaso” dan Sedulur Majlis Ta’lim “Kandang Macan” terima kasih untuk semua kebersamaan yang dibangun dengan dasar sholawat. Semoga kita semua diakui sebagai umatnya Rasuluuah di hari kiamat nanti.
13. Semua orang yang mencintai penulis dan yang penulis cintai. Semoga cinta kita yang semu dapat mengantarkan pada cinta-Nya yang abadi.
14. Untuk yang terkasih, jodoh penulis yang masih dirahasiakan namanya oleh Allah SWT. Semoga kelak kita dapat dipertemukan dengan *Sakīnah, Mawaddah, wa Rahmah*.


Harapan dan do’a penulis semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah

membantu hingga selesainya tesis ini diterima Allah SWT serta mendapatkan balasan yang lebih baik dan berlipat ganda.

Pada akhirnya penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi kesempurnaan tesis ini agar kedepannya lebih baik lagi, tentunya penulis berharap penuh semoga tesis ini membawa manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. *Am̄n*.

Semarang,

Penulis



Muhammad Habibur Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
PEDOMAN TRANSLITERASI	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
E. Spesifikasi Produk.....	9
F. Asumsi Pengembangan	10
G. Kajian Pusataka.....	10
H. Kerangka Teori	14
I. Metode Penelitian	16
J. Sistematika Penulisan	23
BAB II TINJAUAN UMUM ARAH KBLAT DAN PENAGGALAN JAWA <i>PRANOTO MONGSO</i> ..	25
A. Definisi Arah Kiblat.....	25
B. Landasan Hukum Menghadap Kiblat	28
C. Pandangan Ulama Fikih Tentang Arah Kiblat	36
D. Sejarah Ka'bah.....	43
E. Metode Penentuan Arah Kiblat.....	47
F. Sejarah Kalender Jawa <i>Pranoto Mongso</i>	58
G. Sistem Penanggalan Jawa <i>Pranoto Mongso</i>	60

BAB III	<i>SUNDIAL</i> DALAM SEJARAH DAN KOMODIFIKASINYA.....	67
	A. Pengertian <i>Sundial</i>	67
	B. Sejarah dan Perkembangan <i>Sundial</i>	68
	C. Macam-Macam <i>Sundial</i>	77
	D. Komponen <i>Sundial</i>	82
	E. Deskripsi <i>Sundial</i> Penentu Arah Kiblat dan Penentu Penanggalan Jawa <i>Pranoto Mongso</i>	84
	F. Deskripsi Portofolio <i>Rukhama Modified</i>	91
BAB IV	STUDI KOMODIFIKASI DAN UJI TINGKAT AKURASI <i>RUKHAMA MODIFIED</i>	99
	A. Studi Komodifikasi <i>Rukhama Modified</i>	99
	B. Uji Tingkat Akurasi <i>Rukhama Modified</i>	114
BAB V	PENUTUP.....	131
	A. Simpulan	131
	B. Rekomendasi.....	132
	C. Penutup	133

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN-LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data Geografis Ka'bah menurut Para Ahli Falak	50
Tabel 2.2	Nama <i>Mongso</i> dan Umur	65
Tabel 4.1	Data Deklinasi dan <i>Equation of Time</i>	104
Tabel 4.2	Zenith Matahari Tiap <i>Mongso</i>	105
Tabel 4.3	Panjang Bayang Tiap <i>Mongso</i>	107
Tabel 4.4	Tinggi Matahari Tiap <i>Mongso</i>	108
Tabel 4.5	Sudut Waktu Tiap <i>Mongso</i>	109
Tabel 4.6	Waktu Hakiki dan Waktu Daerah Tiap <i>Mongso</i> ...	111
Tabel 4.7	Arah dan Karakter Bayangan Tiap <i>Mongso</i>	112
Tabel 4.8	Pengukuran Kiblat Pertama	117
Tabel 4.9	Pengukuran Kiblat Kedua.....	118
Tabel 4.10	Pengukuran Kiblat Ketiga	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema Proses Kerja Kerangka Teori pada <i>Rukhama Modified</i>	16
Gambar 2.1	Garis Lintang Bumi.....	48
Gambar 2.2	Garis Bujur Bumi	49
Gambar 2.3	Peta Penentuan Lintang.....	53
Gambar 3.1	<i>Sundial</i> Tertua Pada Masa Thutmosis III.....	71
Gambar 3.2	<i>Egyptian Dial</i> Pertama	72
Gambar 3.3	<i>Egyptian Dial</i> Kedua.....	73
Gambar 3.4	<i>Hemispermium Sundial</i>	74
Gambar 3.5	<i>Sundial Horizontal</i>	79
Gambar 3.6	<i>Sundial Vertical</i>	80
Gambar 3.7	<i>Sundial Equatorial</i>	82
Gambar 3.8	Istisya'aini Karya Slamet Hambali	87
Gambar 3.9	<i>Sundial</i> Penentu Penanggalan Jawa <i>Pranoto Mongso</i>	91
Gambar 3.10	Portofolio <i>Rukhama Modified</i>	93
Gambar 3.11	Bidang <i>dial Rukhama Modified</i>	94
Gambar 3.12	Alas Bidang <i>dial Rukhama</i>	95
Gambar 3.13	Tripod <i>Rukhama Modified</i>	96
Gambar 3.14	<i>Gnomon Rukhama Modified</i>	97
Gambar 3.15	<i>Waterpass</i>	97
Gambar 3.16	Benang.....	98
Gambar 4.1	Ilustrasi Matahari Saat Kulminasi	106
Gambar 4.2	Hasil Praktik Pertama Pengukuran Arah Kiblat Theodolite dan <i>Rukhama Modified</i>	117
Gambar 4.3	Hasil Praktik Kedua Pengukuran Arah Kiblat Theodolite dan <i>Rukhama Modified</i>	119
Gambar 4.4	Hasil Praktik Ketiga Pengukuran Arah Kiblat Theodolite dan <i>Rukhama Modified</i>	121
Gambar 4.5	Ilustrasi Uji Tingkat Akurasi Trigonometri.....	122
Gambar 4.6	Ilustrasi Uji Tingkat Akurasi menggunakan <i>Google Earth</i>	124
Gambar 4.7	Praktik Pertama Penentuan Awal <i>Mongso Kasadasa</i>	127
Gambar 4.8	Praktik Kedua Penentuan Awal <i>Mongso Dhesta</i>	128

Gambar 4.9	Praktik Ketiga Penentuan Awal <i>Mangsa Sadha</i>	129
------------	---	-----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Siklus harian dan tahunan, arah dan panjang benda dari sebuah tugu, tongkat *istiwa*, bencet, *gnomon*, yang terkena berkas cahaya Matahari dapat digunakan sebagai indikator waktu yang dipakai sehari-hari. Sistem penunjuk waktu dengan indikator bayang-bayang oleh berkas cahaya Matahari dinamakan *sundial*. Berdasarkan perspektif sejarah, *sundial* merupakan contoh bentuk peradaban manusia yang bernafaskan astronomi. Manusia berusaha mempelajari dan memahami ketaraturan siklus Matahari di atas *horizon* untuk dimanfaatkan dalam keberlangsungan hidup.¹

Sejarah *sundial* sudah dikenal sejak zaman Babylonia (antara 2000-1000 tahun sebelum Masehi), kemudian berlanjut ke zaman Yunani Kuno (beberapa ratus tahun sebelum Masehi). Pada zaman Yunani Kuno para ilmwan seperti Thales (640 SM), Meton (430 SM) dan Callipos (4 abad SM) telah menemukan satu tahun Tropis Matahari dengan cermat. Dilanjutkan dengan zaman peradaban Islam, pada zaman ini al-Farghani telah menuliskan

¹ Makalah Moedji Raharto, "Seminar Sehari Astronomi", (Bandung: Jurusan Astronomi ITB dan Himpunan Astronomi Indonesia, 1995), 127.

buku tentang bagaimana pembuatan *sundial*, yang pada mulanya *sundial* digunakan untuk mengetahui waktu, dikembangkan untuk keperluan ritual agama seperti penentu waktu salat.²

Secara etimologi, *sundial* berasal dari Bahasa Inggris yang terdiri dari dua suku kata, *sun* yang berarti Matahari sedangkan *dial* berarti lempengan. *Sundial* dalam bahasa arab dikenal dengan nama *mizwala/ sā'ah syamsiyah*. *Sundial* yang biasa dikenal dengan jam Matahari merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai petunjuk waktu semu lokal dengan memanfaatkan bayang-bayang dari benda atau lempengan yang berdiri di atas permukaan datar.³ Rancangan jam Matahari paling umum dengan memanfaatkan cahaya Matahari, sehingga bayangan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai tanda waktu atau jam berlandaskan perhitungan geometri dan trigonometri. Karena posisi Matahari berubah-ubah, waktu yang ditunjukkan pun turut berubah menyesuaikan peredaran Matahari. Pergerakan Matahari sebagai acuan penentu waktu dijadikan acuan ketika posisi Matahari berada di *equator* atau ketika pergantian lama siang dan malam di belahan Bumi bagian Utara panjangnya hampir sama. Satu tahun adalah siklus beredarnya Matahari dari titik musim semi ke titik musim semi berikutnya,

² Makalah Moedji Raharto, "Seminar Sehari Astronomi", 127.

³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*", (Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2017), 129.

terhitung 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik (365,2422 hari) atau lama waktu rata-rata yang diperlukan Bumi untuk mengelilingi Matahari.⁴

Berdasarkan tipe dan desainnya, *sundial* dikategorikan menjadi tiga jenis sesuai fungsi, bentuk, dan karakter yang berbeda-beda.

1. *Sundial Equatorial* yaitu *sundial* yang bidang kemiringannya menyesuaikan bidang kemiringan *equator* Bumi, penempatan *sundial* tipe ini harus miring menyesuaikan nilai kemiringan sudut Bumi terhadap *equator*.
2. *Sundial Horizontal* yang dikenal dengan *garden sundials*. Di dalam bahasa arab *sundial* jenis ini disebut dengan *rukham* (marmer atau kelereng). *Sundial* ini berdiri di atas bidang datar untuk menerima bayangan yang sejajar dan tegak lurus dengan katulistiwa.
3. *Sundial Vertical* yaitu *sundial* yang ditempelkan pada dinding atau sesuatu yang bisa digunakan untuk menggantung *sundial* tersebut. *Sundial* ini jarang ditemukan dikarenakan tingkat kesulitan dalam pembuatannya cukup rumit.

⁴ Ruswa Darsono, *Penanggalan Islam (Tinjauan Sistem, Fiqih, dan Hisab Penanggalan)*, (Yogyakarta: Labda Press, 2010), 33.

Adapun komponen utama dalam *sundial* ada tiga, yaitu *gnomon*, bidang *dial*, dan garis jam.⁵

1. *Gnomon* atau tongkat *istiwa'* yang dalam Bahasa Yunani berarti “sesuatu/seorang yang tahu”. *Gnomon* merupakan sebuah tongkat yang diposisikan tegak lurus dengan bidang *dial* dan memiliki fungsi sebagai petunjuk jam pada bidang *dial* dari hasil pancaran sinar Matahari.
2. Bidang *dial* merupakan sebuah bidang datar tempat jatuhnya bayangan dari *gnomon*.
3. Garis jam merupakan garis-garis pada bidang *dial* yang berfungsi sebagai penunjuk waktu.

Eksistensi jam Mataharai sebagai penentu waktu mulai pudar dan tersisihkan seiring dengan perkembangan zaman. Saat ini masyarakat sangat dimudahkan dengan teknologi yang lebih mudah, praktis, dan canggih untuk mengetahui waktu. Seperti adanya fitur jam pada *handphone* dan laptop yang bisa otomatis menyesuaikan lokasi penggunanya. Namun, dengan kemudahan tersebut kita harus tetap melestarikan dan membumikan *sundial* supaya bisa tetap eksis seperti sedia kala.

⁵ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 138.

Sundial mengandung muatan sebagai latihan olah pikir manusia untuk menuangkan kreativitasnya, sehingga keinginan pembuatan instrumen berbasis dasar *sundial* bisa bertahan dalam kehidupan modern. Selain sebagai pelengkap keindahan taman, *sundial* dapat dimanfaatkan sebagai keperluan pendidikan melatih keterampilan dan memahami gerak harian dan tahunan Matahari.

Pegiat ilmu falak dan astronomi di Indonesia lebih umum mengembangkan *sundial horizontal* dibandingkan dengan jenis *sundial* yang lainnya. Semula *sundial* difungsikan untuk penentuan waktu, dikembangkan untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, dan pergantian musim. Seperti contoh Istiwa'aini⁶ dan Mizwala⁷, kedua alat tersebut merupakan contoh *sundial* yang difungsikan untuk arah kiblat. Ada juga *Sundial Pranoto Mongso*, yang difungsikan untuk penentuan kalender *mongso* oleh masyarakat Jawa.

⁶ Istiwa'aini merupakan alat praktis untuk penentuan arah kiblat karya Slamet Hambali. Dinamakan istiwa'aini karena alat tersebut terdapat dua buah tongkat sebagai komponen utamanya. Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 171.

⁷ Mizwala merupakan sebuah alat praktis karya Hendro Setyanto untuk menentukan arah kiblat praktis berdasar acuan sinar Matahari. Mizwala merupakan sebuah modifikasi daripada *sundial horizontal* yang terdiri dari *gnomon*, bidang dial, dan sudut derajat. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017), Cet. Ke-3, 72.

Sundial Pranoto Mongso merupakan *sundial* yang difungsikan untuk mengetahui kalender musim yang umumnya dipakai oleh masyarakat Jawa. *Sundial Pranoto Mongso* didesain dengan bentuk persegi panjang yang terdiri dari tiga komponen, diantaranya; *gnomon*, bidang *dial*, dan skala penunjuk kalender Jawa. *Sundial* ini dibuat karena adanya pengembangan pada penentuan *mongso* dalam kalender Jawa, yang mulanya ditentukan menggunakan pecak kaki diganti menggunakan *sundial* yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi. Namun terdapat kelemahan dari *sundial* ini, yaitu tidak bisa digunakan untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, juga penentu lintang dan bujur tempat. Hal ini disebabkan karena keterbatasan desain *sundial*, sehingga hanya dapat difungsikan untuk penentu kalender *Pranoto Mongso* saja. Sedangkan *sundial* untuk penentuan kiblat, seperti Istiwa'aini dan Mizwala yang berbentuk lingkaran hanya terbatas untuk penentuan arah kiblat dan waktu salat.

Adanya keterbatasan desain yang terdapat pada karya *sundial* di atas, mengakibatkan tidak adanya suatu hubungan antara *sundial* penentu arah kiblat dan kalender Jawa *Pranoto Mongso*. Dari problema tersebut muncul sebuah peluang untuk memadukan beberapa karya *sundial* yang dapat dituangkan dalam satu alat. Perpaduan dari beberapa jenis *sundial horizontal* membutuhkan adanya sebuah modifikasi dan eksplorasi yang bersifat konstruktif agar dapat menciptakan sebuah alat yang

representatif, khususnya dalam satu *sundial* dapat digunakan untuk penentu kalender Jawa *Pranoto Mongso*, penentu arah kiblat, waktu salat, dan bujur lintang tempat.

Penulis memberi nama hasil dari sebuah komodifikasi *sundial* penentu arah kiblat dan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* ini dengan nama *Rukhama Modified* sebagai karya instrumentasi terbaru dari sebuah penelitian. kata *Rukhama* berasal dari Bahasa Arab yang berarti lempengan atau *Sundial Horizontal*, sedangkan kata *Modified* berasal dari Bahasa Inggris yang berarti sudah termodifikasi. Nama *Rukhama Modified* menurut peneliti sangat tepat karena penelitian ini terfokus pada pengembangan sebuah instrumen berbasis *Sundial Horizontal*.

Berdasarkan penjelasan yang telah dikemukakan tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji dan mengembangkan *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* untuk dijadikan sebagai penelitian ilmiah yang dituangkan dalam bentuk tesis dengan judul “***Rukhama Modified (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso)***”.

B. Rumusan Masalah

Berdasar pada uraian yang telah dimuat dalam latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana studi komodifikasi yang dituangkan dalam *Rukhama Modified*?
2. Berapa besar tingkat akurasi *Rukhama Modified* ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan daripada penelitian adalah:

1. Mengetahui studi komodifikasi yang terdapat dalam *Rukhama Modified*.
2. Mengetahui besar tingkat akurasi *Rukhama Modified* untuk penentuan arah kiblat dan penaggalan Jawa *Pranoto Mongso* dalam perspektif fikih dan astronomi.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang terdapat dalam penelitian ini:

1. Memperkaya khazanah keilmuan khususnya pada instrumentasi dalam bidang ilmu falak.

2. Memberikan gambaran komodifikasi *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.
3. Membuat instrumen *sundial horizontal* yang dapat digunakan untuk penentu arah kiblat, waktu salat, penentu *mongso*, dan koordinat tempat dalam satu alat.
4. Menjadi karya ilmiah yang dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan rujukan bagi semua orang.
5. Menjaga konsistensi dan kemajuan instrumentasi dalam bidang ilmu falak.

E. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Terciptanya sebuah instrumen *sundial horizontal* yang sudah termodifikasi untuk penentuan arah kiblat, awal waktu salat, dan lintang bujur tempat dalam satu alat.
2. Instrumen *sundial horizontal* dimodifikasi dengan penambahan bidang dial putar beserta skala.
3. Adanya penambahan skala 360° untuk penentuan arah kiblat.
4. Pembuatan desain modifikasi *sundial horizontal* menggunakan *software for windows* Adobe Illustrator.

Selanjutnya desain tersebut dicetak dan ditempelkan pada papan kayu berbentuk lingkaran.

F. Asumsi Pengembangan

Asumsi penelitian dan pengembangan *Rukhama Modified* sebagai instrumen yang dapat dimanfaatkan lebih kompleks:

1. Komodifikasi *sundial horizontal* yang dapat diaplikasikan sebagai instrumen untuk penentuan arah kiblat, awal waktu salat, dan lintang bujur tempat (koordinat).
2. Komodifikasi *sundial horizontal* dapat menjadi inovasi dan solusi untuk melengkapi kelemahan dari beberapa karya *sundial horizontal*.
3. Uji tingkat akurasi komodifikasi *sundial horizontal* dilakukan dengan eksperimen langsung berdasar pada kalkulasi sesuai dengan koordinat tempat yang sudah ditentukan.

G. Kajian Pustaka

Berdasarkan penelusuran penulis, belum ada penelitian tertulis yang secara spesifik membahas tentang “Pengembangan

Sundial Horizontal". Namun terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini:

Artikel karya Muhammad Himmatur Riza dalam Jurnal Ulul Albab berjudul "*Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mangsa*". Tulisan ini merupakan dasar pengembangan penelitian yang akan dilakukan penulis, karena fungsi *sundial horizontal* karya M. Himmatur Riza yang masih terbatas untuk penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*, maka perlu adanya eksplorasi dan modifikasi supaya dapat dimanfaatkan untuk yang lainnya seperti penentuan arah kiblat.⁸

Tesis karya Muhammad Ikbal yang berjudul "*Pengembangan Istiwa'aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi*". Tesis ini membahas tentang pengembangan Istiwa'aini karya Slamet Hambali. Adanya pengembangan pada Istiwa'aini karena dinilai ada beberapa komponen yang dapat mengakibatkan *human error*. Persamaan penelitian penulis dengan tesis ini berada pada pengembangan instrumenasi berbasis *sundial*. Meskipun sama-sama menggunakan *sundial*, tetapi tetap ada perbedaan, penelitian

⁸ Muhammad Himmatur Riza, "*Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata Mongso*", *Jurnal Ulul Albab*, Vol. 2, No. 1, Oktober 2018, 120.

penulis lebih mengembangkan manfaat fungsional sebuah instrumen sehingga tidak hanya untuk penentu arah kiblat saja.⁹

Makalah karya Slamet Hambali dalam Seminar Nasional tahun 2013 berjudul “*Uji Kelayakan Istiwaain sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Ukur Kiblat yang Akurat*”, dalam makalahnya dijelaskan terkait dengan penentuan arah kiblat menggunakan Istiwa’aini. Persamaan makalah ini dengan penelitian penulis adalah sama-sama menggunakan media *sundial* sebagai instrumen dasar, sedangkan perbedaannya terletak pada bentuk dan kegunaan yang lebih kompleks daripada Istiwa’aini¹⁰

Artikel karya Elly Uzlifatul Jannah dan Elva Imeldatur Rohmah dalam Jurnal Al-Marshad tentang “*Sundial Sejarah dan Konsep Aplikasinya*”. Karya tulisan tersebut mengulas sejarah *sundial* secara detail serta konsep kerjanya, kerkaitan tulisan ini dengan penelitian penulis ialah sama-sama membahas tentang *sundial*, hanya saja penulis lebih menitik beratkan *sundial* dari

⁹ Tesis Muhammad Ikbal, “Pengembangan Istiwa’aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi”, (Semarang: Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang), 2013.

¹⁰ Makalah Slamet Hambali, “Seminar Nasional: Uji Kelayakan Istiwaain Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat”, (Semarang: Prodi Ilmu Fakak IAIN Walisongo Semarang), 2013.

perspektif instrumentasi, sedangkan tulisan Elly Uzlifatul Jannah fokus ke sisi sejarah dan aplikasinya.¹¹

Artikel karya Arwin Juli Rakhmadi dalam Jurnal Masalah berjudul “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasian Arah Kiblat”. Artikel tersebut membahas tentang Mizwala *Qibla Finder* karya Hendro Setyanto, disebutkan di dalam artikelnya bahwa Mizwala merupakan alat yang sangat direkomendasikan untuk penentuan arah kiblat. Keterkaitan artikel ini dengan penelitian penulis yaitu penggunaan *sundial horizontal* sebagai dasar instrumen, sedangkan perbedaannya terletak pada fungsi dan kegunaan dimana penelitian penulis lebih kompleks karena dalam rangka pengembangan *sundial*.¹²

Selanjutnya, artikel karya Joachim Heierli dalam *American Joournal of Physics* yang berjudul “*A Sundial with Hour Lines Protraying the Earth*”. Dalam tulisannya dijelaskan mengenai pengembangan *sundial* yang dapat menginterpretasikan Bumi dan meridiannya dengan

¹¹ Elly Uzlifatul Jannah dan Elva Imeldatur Rohmah, “Sundial Sejarah dan Konsep Aplikasinya”, *Jurnal Al-Marshad*, Vol. 5, No. 2, Desember 2019, 127.

¹² Arwin Juli Rakhmadi dan Hasrian Rudi Setiawan, “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasian Arah Kiblat”, *Jurnal Masalah*, Vol. I, No. 2, Oktober 2020, 152.

menggunakan Hukum *Snellius*. Artikel tersebut merupakan sebuah pengembangan *sundial* yang dalam hal ini sama dengan apa yang akan dilakukan peneliti. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti terletak pada konstruksi yang dibangun, karena peneliti akan mengembangkannya fungsi yang kompleks dalam sebuah *sundial horizontal* untuk digunakan sebagai penentu arah kiblat, waktu salat, kalender Jawa *Pranoto Mongso*, dan koordinat tempat.¹³

Berdasarkan karya-karya yang telah dipaparkan di atas dan sejauh penelusuran penulis belum ditemukan penelitian ataupun artikel secara spesifik membahas tentang komodifikasi *sundial horizontal* yang multifungsi untuk berbagai kebutuhan dalam satu alat. Sehingga menurut pribadi penulis, penelitian dengan tema ini sangat layak untuk dijadikan bahan kajian dan penelitian lebih lanjut.

H. Kerangka Teori

1. Teori Revolusi Bumi

Revolusi Bumi adalah proses beredarnya Bumi mengelilingi Matahari dalam satu tahun.¹⁴ Teori revolusi Bumi dalam penelitian ini bekerja untuk pembuatan skala tiap

¹³ Joachim Heierli, "A Sundial with Hour Lines Protraying the Earth", *American Journal of Physics*, Vol. 87, No. 12, Desember 2019.

¹⁴ Ruswa Darsono, *Penanggalan Islam*, 33.

mongso pada kalender Jawa *Pranoto Mongso*. Pergerakan Bumi mengelilingi Matahari memiliki nilai kemiringan antara ekliptika terhadap sumbu rotasi Bumi. Kemiringan tersebut terkadang bernilai positif ketika Bumi berada di Utara dan Negatif ketika Matahari berada di Selatan. Dari nilai kemiringan dan dipadukannya dengan periodisasi rotasi Bumi dalam satu hari akan didapatkan hasil panjang bayang tiap *mongso* yang digambarkan pada bidang *dial Rukhama Modified*.

2. Teori Trigonometri

Trigonometri merupakan sebuah cabang Matematika untuk mengetahui sebuah hubungan dalam sudut segitiga.¹⁵ Aplikasi trigonometri dalam penelitian ini untuk mengetahui nilai sudut waktu yang nantinya dapat diperoleh panjang bayang dan arah bayang pada tiap *mongso* kalender *Pranoto Mongso*.

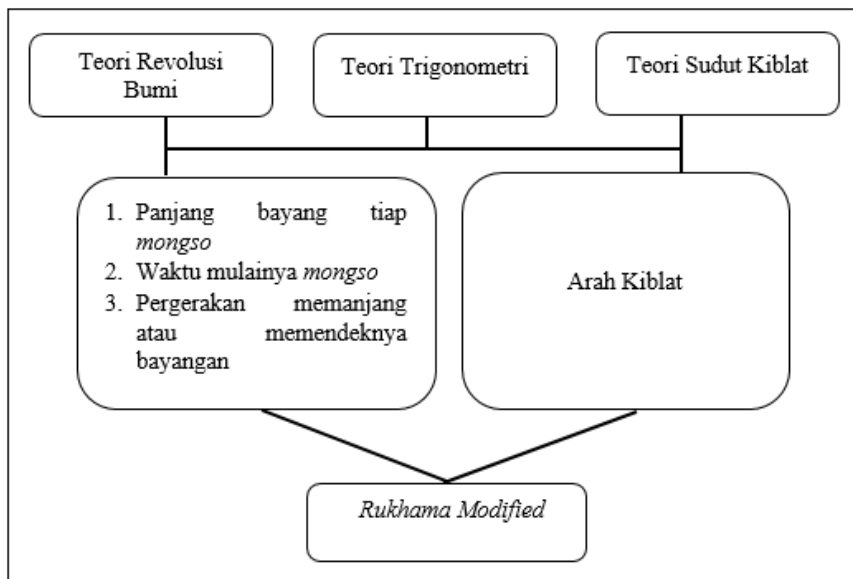
3. Teori Penentuan Arah Kiblat

Teori penentuan arah kiblat terdiri dari dua teori, yaitu teori sudut dan teori bayangan. Peneliti memilih menggunakan teori sudut berdasarkan pancaran sinar Matahari. Teori sudut tersebut dapat bekerja dengan adanya alat bantu penentuan

¹⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 34.

arah kiblat. Bekerjanya teori sudut pada penelitian ini untuk penentuan arah kiblat dengan alat bantu pengukuran hasil karya peneliti yaitu *Rukhama Modified*.

Gambar 1.1: Skema Proses Kerja Kerangka Teori pada *Rukhama Modified*



Sumber: Peneliti

I. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang sesuai dengan penelitian penulis adalah penelitian pengembangan atau *Development Reseach*.¹⁶

¹⁶ *Development Research* adalah penelitian yang dikhususkan untuk mengembangkan dan validasi sebuah produk supaya menjadi sebuah inovasi yang efektif dan adaptif. Produk dari penelitian ini

Penulis dalam penelitian pengembangan ini, berupaya menginovasi secara komprehensif pada *sundial horizontal* agar dapat difungsikan untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, lintang bujur tempat dan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.

1. Model Pengembangan

Sundial merupakan alat yang dapat di inovasi dalam berbagai fungsi, buktinya terdapat beberapa karya modifikasi *sundial horizontal* yang ada di Indonesia sebagai berikut:

1. Istiwa'aini
2. Mizwala
3. *Sundial Horizontal* Penentu Penanggalan Jawa
Pranoto Mongso
4. I-zundial
5. Mujtama'aini

Dari beberapa modifikasi *sundial horizontal* tersebut peneliti menggabungkan paradigma konstruksi yang tertanam pada beberapa alat untuk dituangkan dalam satu alat. Maka model pengembangan yang akan peneliti lakukan adalah memodifikasi beberapa karya *sundial horizontal* supaya dapat difungsikan sebagai instrumen penentu arah kiblat, waktu salat, lintang bujur

diharapkan dapat dijadikan untuk meningkatkan dan mengembangkan ilmu dan pengetahuan. Tim Perumus, *Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah Pascasarjana UIN Walisongo*, (Semarang: Pasacasarjana UIN Walisongo Semarang, 2017), 23.

tempat, dan penanggalan Jawa yang tercabung dalam satu alat. Peneliti mengembangkan instrumen tersebut dikarenakan adanya celah kekurangan yang dapat diinovasi supaya menjadi sebuah instrumen yang lebih praktis dan inovatif.

Pengembangan *sundial horizontal* ini terfokus pada modifikasi bentuk, penambahan skala kiblat, dan koordinat tempat. Penambahan skala kiblat akan dibuat dalam bidang dial berbentuk lingkaran dengan nilai 0° sampai 360°. Sedangkan dalam penentuan waktu salat dan lintang bujur tempat akan dibuat dengan model kurva.

2. Sumber Data

Data penelitian berdasarkan sumbernya dikategorikan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. *Pertama*, data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti melalui proses eksperimen.¹⁷ Sumber primer dalam penelitian ini adalah *Rukhama Modified* sebagai *sundial horizontal* yang sudah termodifikasi. Maksud daripada komodifikasi adalah transformasi gagasan untuk mengintegrasikan *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penanggalan Jawa *Pranoto* dalam satu instrumen. Sedangkan data sekunder sebagai data pendukung adalah literatur yang

¹⁷ M. Iqbal Hasan, *Pokok-pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, (Bogor : Ghalia Indonesia, 2002), 11.

terkait dengan *sundial* berupa buku, makalah, artikel, dokumen, dan lampiran-lampiran.

3. Prosedur Pengembangan

Serangkaian tahapan proses pengembangan yang ditempuh dalam penelitian ini¹⁸:

- 1) *Research and information collecting* (tahap penelitian dan pengumpulan informasi). Pada tahap ini peneliti melakukan studi literatur mengenai modifikasi *sundial horizontal* baik teori maupun aplikasinya dalam penentuan arah kiblat, waktu salat, lintang bujur tempat dan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Selanjutnya, peneliti melakukan kajian terhadap hasil eksperimen dari segi kelebihan dan kekurangan dari studi komodifikasi *sundial horizontal*.
- 2) *Planning* (tahap perencanaan). Peneliti pada tahap ini merancang model komodifikasi yang tepat untuk skala penentu arah kiblat yang ada pada *sundial horizontal* sebagai inovasi dan penambahan fungsi lanjutan. *Hisab* yang dipakai pada instrumen *sundial* berdasarkan hasil hisab dari pergerakan Matahari selama satu tahun yang direpesertasikan untuk skala kalender Jawa *Pranoto Mongso*.

¹⁸ Borg, W.R. & Gall, M.D, *Educational Research: An Introduction, Fifth Edition*, (New York: Longman, 1983), 772-775.

- 3) *Develop premirly form of product*, pada tahap ini peneliti membuat instrumen komodifikasi awal pada *sundial horizontal*. Peneliti membuat desain yang sesuai dengan hasil eksperimen menggunakan *software Adobe Illustrator* yang kemudian dicetak dengan bahan stiker *vinyl* dan ditempelkan pada papan kayu. Sebagai pelengkap, instrumen *sundial horizontal* yang termodifikasi akan ditambahkan benang untuk menarik garis ketika pengukuran kiblat dilakukan.
- 4) *Premirly field testing* (tahap uji coba awal). Pada tahap ini peneliti melakukan praktik penentuan arah kiblat menggunakan program *excel* yang mengacu pada hisab arah kiblat dan waktu salat pada buku Ilmu Falak Praktis karya Ahmad Izzuddin sebagai refrensi perhitungan, karena hisab dalam buku tersebut sudah menggunakan hisab kontemporer yang merupakan hisab paling akurat dan dipakai oleh mayoritas kalangan pegiat ilmu falak. Setelah hisab arah kiblat, peneliti mengaplikasikan hasil tersebut untuk pengukuran arah kiblat. Selain itu, peneliti juga melakukan uji lapangan penentuan penanggalan *Pranoto Mongso* pada 3 *mongso* yang berbeda.
- 5) *Main product revision* (tahap revisi produk). Setelah melalui uji coba, pada tahap ini peneliti melakukan perbaikan bilamana *sundial horizontal* yang sudah termodifikasi banyak kekurangan ataupun tidak akurat

untuk dijadikan alat bantu pengukuran. Kekurangan yang diperoleh peneliti yaitu terdapat pada bahan yang dipakai untuk bidang *dial* dan alas bidang *dial* yang dinilai kurang kokoh karena bahan dari kayu.

- 6) *Operational product revision* (revisi produk operasional), pada tahap ini peneliti melakukan perbaikan guna menyempurnakan hasil uji coba setelah adanya revisi produk, sehingga nantinya hasil komodifikasi *sundial horizontal* yang sudah dikembangkan sudah tervalidasi dan siap untuk digunakan. Perbaikan yang sangat jelas terdapat pada bahan yang perlu *upgrading* ke bahan yang lebih kokoh.
- 7) *Diseemination and implementation* (tahap sosialisasi). Setelah melalui enam tahapan di atas, komodifikasi *sundial horizontal* yang diberi nama *Rukhama Modified* akan di sampaikan kepada para pegiat ilmu falak sebagai instrumen pengembangan sekaligus produk baru dengan nilai validasi yang tinggi dan sangat mendorong proses inovasi dalam instrumentasi.

4. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan peneliti ada dua, yaitu eksperimen dan dokumentasi.

a. Eksperimen

Teknik eksperimen merupakan sebuah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan sistematis, logis, dan penuh ketelitian dalam kontrol terhadap suatu kondisi.¹⁹ Disini peneliti telah melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti, mengeksplorasi, dan menggambarkan hasil komodifikasi *sundial horizontal* dengan tujuan menerangkan dan memprediksi terhadap suatu gejala ketika eksperimen berlangsung.

b. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang ditujukan langsung pada objek penelitian. Dokumen yang dimaksud yaitu mengenai hal-hal atau variabel yang dapat berupa catatan, buku, surat kabar, majalah, notulen rapat, foto, video dan sebagainya yang relevan dengan penelitian.

5. Analisis Data

Setelah serangkaian uji coba dilakukan, sejumlah data dapat terkumpul dengan berbagai macam varian. Maka dari itu, data dengan berbagai varian yang beragam tersebut harus

¹⁹ Siti Fadjarajani Dkk, *Metode Penelitian "Pendekatan Multidisipliner"*, (Gorontalo: Ideas Publishing, 2020), 12.

diproses menyesuaikan indikator dan pola hubungan antar variabel untuk mengambil simpulan dalam suatu penelitian. Berdasarkan model dan data yang diinginkan, maka peneliti menggunakan teknik analisis data *deskriptif komparatif*²⁰, yaitu metode analisis data dengan menggambarkan suatu objek atau fenomena tertentu yang selanjutnya diuji komparasi dengan menbandingkan satu variabel dengan variabel lainnya. Disini peneliti membandingkan data hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Rukhama Modified* dengan theodolite. Alasan penggunaan metode ini karena di dalamnya terdapat penelitian lapangan yang menggunakan jenis penelitian kualitatif.

J. Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan penulisan dalam penelitian ini terdiri dari lima bab dengan berbagai sub pembahasan di dalamnya. Untuk lebih jelasnya, secara detail sistematika pembahasan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

Bab I merupakan pendahuluan, berisi tentang uraian problem akademik yang terkandung dalam latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat

²⁰ Lexy J, Meolong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung : Remaja Rosda Karya, 2004), 131.

penelitian, spesifikasi produk, asumsi pengembangan, kajian pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II secara pokok membahas tentang tinjauan umum tentang *Pranoto Mongso* dan arah kiblat yang meliputi definisi, landasan hukum, pandangan ulama, dan metode penentuan arah kiblat.

Bab III merupakan pembahasan mencakup berbagai hal diantaranya membahas tentang gambaran umum *Sundial* yang meliputi definisi dari *Sundial*, sejarah perkembangan *Sundial*, macam-macam *Sundial*, dan deskripsi produk serta portofolio hasil pengembangan.

Bab IV merupakan studi komodifikasi *Rukhama Modified* terkhusus pada kajian instrumen dan formulanya, juga adanya tambahan pembahasan uji tingkat akurasi dalam penentuan arah kiblat dan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.

Bab V merupakan bab terakhir dalam penelitian ini yang berisi simpulan, rekomendasi, dan penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT DAN PENANGGALAN JAWA *PRANOTO MONGSO*

A. Definisi Arah Kiblat

Seiring dengan berkembangnya zaman dan ilmu pengetahuan, penentuan arah kiblat menjadi semakin mudah untuk dilakukan. Namun sebelum beranjak ke penentuan arah kiblat, kita harus terlebih dahulu mengetahui pengertian arah kiblat. Pendefinisian arah kiblat sangat bervariasi berdasar ilmu fikih, karena pada ranah ini dapat menimbulkan persoalan pada masyarakat umum. Apakah yang dimaksud dengan arah menghadap adalah harus presisi tepat menuju ke arah bangunan Ka'bah atau cukup menuju ke arah Ka'bah saja.

Pada dasarnya arah kiblat berasal dari dua kata, yaitu arah dan kiblat. Berdasarkan kamus KBBI, arah adalah jurusan, tujuan, atau maksud.¹ Arah dalam Bahasa Arab disebut dengan *jihah*, *syatrah*, *simt* yang memiliki makna daerah atau titik kemana sutau benda menghadap atau mengarah, dapat juga diartikan sebagai suatu titik dalam

¹ <https://kbbi.web.id/arah>. Diakses pada 3 April 2022/1 Ramadan 1443 H pukul 21.00 WIB.

ruang.² Dalam buku Ensiklopedi Hisab Rukyat arah diartikan lebih spesifik yaitu sebagai jarak terdekat yang diukur melalui lingkaran besar.³

Sedangkan kata kiblat secara etimologi berasal dari bahasa arab yang merupakan bentuk masdar dari kata – قبل – قبلة – يقبل yang berarti menghadap.⁴ Definisi kiblat secara terminologi dalam buku *Eskiklopedi Hukum Islam* kiblat berarti bangunan Ka'bah atau suatu arah yang dituju kaum Muslimin dalam melaksanakan salat.⁵ Muhyiddin Khazin menuturkan dalam karya Buku Kamus Ilmu Falaknya, kiblat adalah arah Ka'bah yang harus dituju oleh seseorang ketika melakukan salat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujud senantiasa berhimpit dengan arah tersebut.⁶

Beberapa pendapat terkemuka oleh ahli falak terkait definisi arah kiblat, menurut Slamet Hambali arah kiblat adalah arah menuju Ka'bah melalui jalur terdekat yang menjadi kewajiban setiap Muslim ketika melaksanakan

² Roy Holland, *Kamus Matematika (A Dictionary Of Mathematics)*, diterjemahkan oleh Nsipospos Hatauruk, (Jakarta : Erlangga, 1999), cet. VI, 4.

³ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), cet. II, 33.

⁴ Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya : Pustaka Progressif, 1997), 1087-1088.

⁵ Abdul Aziz Dahlan, et.al, *Ensiklopedi Hukum Islam*, (Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve, 1996) Cet. I, 944.

⁶ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005), Cet. I, 67.

ibadah salat.⁷ Ahmad Izzuddin, mengatakan yang disebut dengan kiblat adalah Ka'bah dengan mempertimbangkan koordinat lintang dan bujurnya. Sedangkan arah kiblat adalah menghadap ke Ka'bah dengan memperhatikan posisi arah dan posisi koordinat lewat jalur terdekat.⁸

Terkait definisi di atas, menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah dalam salat. Sehingga mengindikasikan bahwa ketika seseorang melenceng dari arah kiblat ketika menjalankan salat maka dapat mengakibatkan salatnya menjadi tidak sah. Dari beberapa penjelasan di atas, penulis mendapat dua *point* substantif yang berhubungan erat dengan definisi arah kiblat, yaitu arah menghadap ke Ka'bah dan jalur terdekat, maka dapat disimpulkan pengertian arah kiblat adalah arah menghadap ke bangunan Ka'bah dengan memperhatikan arah dan koordinatnya melalui jalur terdekat.

Namun yang terjadi di Indonesia saat ini banyak yang masih menganggap bahwa arah kiblat adalah arah ke Barat yang diukur sebatas "*perkiraan*" saja. Hal tersebut lambat laun menjadi permasalahan yang harus segera diluruskan karena masih ada masyarakat yang menganggap remeh terkait arah kiblat, maka dari itu supaya dalam pelaksanaan

⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 167.

⁸ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang: Walisongo Press, 2010), Cet. I, 4.

salat dapat menemukan kenyamanan dan kekhusyukan, dalam pengukuran arah kiblat harus dilakukan orang yang berilmu yang menguasai ilmu dalam bidang pengukuran arah kiblat secara komprehensif, sehingga fungsi arah kiblat yang akan dijadikan sebagai arah untuk melaksanakan salat benar-benar menghadap tepat ke arah bangunan Ka'bah secara pasti (*'ain al-Ka'bah*) juga dapat meningkatkan keabsahan dalam beribadah.

B. Landasan Hukum Menghadap Kiblat

Sehubungan dengan definisi arah kiblat yang telah dijelaskan sebelumnya, hukum asal menghadap kiblat adalah wajib ketika salat, dan dalam konteks ini makna menghadap kiblat merupakan suatu perantara. Sebab hukum mendirikan salat adalah wajib, maka seluruh aktivitas yang berkaitan dengan perantara dalam pelaksanaan ibadah juga menjadi wajib hukumnya.

1. Dalil Quran

a. QS. Al-Baqarah 115

“وَاللَّهُ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ فَأَيْنَمَا تُوَلُّوا فَثَمَّ وَجْهَ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ وَاسِعٌ عَلِيمٌ”

“Hanya milik Allah Timur Dan Barat. Ke mana pun kamu menghadap, di sanalah wajah Allah. Sesungguhnya Allah Mahaluas lagi Maha Mengetahui” (Q.S. al-Baqarah/2: 115).⁹

⁹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya*, Vol. 1 (Jakarta: Widya Cahaya, 2011), 228.

Wajhullāh bisa berarti *dzat* atau *riḍa* Allah SWT.’, sedangkan yang dimaksud di sini adalah arah kiblat yang diridai oleh Allah SWT, saat seseorang tidak bisa menentukan arah kiblat karena alasan tertentu. Maksud ini tergambar dalam sebab nuzul yang dituturkan oleh ‘Amir bin Rabi‘ah R.A Dia berkata, “Kami menemani Rasulullah SAW dalam sebuah perjalanan. Tiba-tiba langit tertutup mendung sehingga kami kesulitan menentukan arah kiblat. Kami pun salat dan memberi tanda (pada arah salat kami). Ketika matahari muncul, kami sadar telah salat tanpa menghadap ke arah kiblat. Kami laporkan hal ini kepada Rasulullah, lalu turunlah ayat ini.” (Riwayat Ibnu Majah, al-Baihaqi, dan al-Tirmizi).¹⁰

b. QS. Al-Baqarah ayat 144

“قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ”

“*Sungguh, Kami melihat wajahmu (Nabi Muhammad) sering menengadah ke langit. Maka, pasti akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang*

¹⁰ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya*, 221.

engkau sukai. Lalu, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Di mana pun kamu sekalian berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab benar-benar mengetahui bahwa (pemindahan kiblat ke Masjidil Haram) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan“ (Q.S. al-Baqarah/2: 144).¹¹

Sebelum peristiwa perpindahan kiblat, Nabi Muhammad SAW selalu mengadahkan wajah ke langit dengan harapan malaikat Jibril datang kepadanya seraya membawa jawaban atas permohonannya, yaitu kerinduan beliau agar dipindahkannya kiblat dari Baitul Maqdis ke Ka’bah Makkah, barulah Allah menurunkan ayat di atas dan mengabulkannya.¹²

Kaum Sufi menggaris bawahi bahwa ayat tersebut di atas memerintahkan untuk mengalihkan wajah kepada sesuatu yang sifatnya nyata, tidak lain adalah bangunan berbentuk kubus yang berada di Masjidil Haram yaitu Ka’bah.¹³

¹¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur’an & Tafsirnya*, 221 . Orang-orang yang diberi kitab adalah kaum Yahudi dengan kitab Tauratnya dan Kaum Nasrani dengan kitab Injilnya.

¹² Ahmad ibn Mustafa al-Marāghi, *Tafsir al-Marāghi*, (Semarang: Toha Putra, t.t), 12. Diterjemahkan oleh Anshori Umar Sitanggal dengan judul “Terjemah Tafsir al-Maraghi”

¹³ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), Cet. I, Vol. VI, 142.

c. QS. Al-Baqarah ayat 149

“وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ
مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ”

“Dari mana pun engkau (Nabi Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Sesungguhnya (hal) itu benar-benar (ketentuan) yang hak (pasti, yang tidak diragukan lagi) dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan” (Q.S. al-Baqarah/2: 149).¹⁴

Maksud ayat menjelaskan bahwasanya dari manapun umat Muslim berada, maka ketika menunaikan salat harus mengarahkan badannya ke Masjidil Haram (Ka’bah). Ayat ini sekaligus memperkuat dan memperjelas ayat sebelumnya bahwa menghadap Ka’bah merupakan perkara yang hak.¹⁵

2. Dasar Hukum Hadis

a. Hadis Riwayat Imam Muslim

“حدثنا أبو بكر بن أبي شيبة حدثنا عفان حدثنا حماد بن سلمة عن أنس
أن رسول الله صلى الله عليه وسلم كان يصلي نحو بيت المقدس فنزلت :
قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ ۚ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۚ فَوَلِّ وَجْهَكَ

¹⁴ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya*, 224.

¹⁵ Ahmad ibn Mustafa al-Marāghi, *Tafsir*, 16-17.

شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سُلَيْمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلُّوا رُكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلْتُ فَقَامُوا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ”

“Abu Bakar bin Abi Syaibah meriwayatkan kepada kami, Affan meriwayatkan kepada kami, Hammad bin Salamah meriwayatkan kepada kami, dari Tsabit dari Anas: Bahwa sesungguhnya Rasulullah saw (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadah ke langit, maka sungguh kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada salat fajar. Lalu ia menyeru, Sesungguhnya kiblat telah berubah. Lalu mereka berpaling seperti kelompok nabi yakni ke arah kiblat” (HR. Muslim)¹⁶

Hadis ini termasuk dalam kategori hadis ṣahih karena sudah memenuhi syarat, yaitu sanadnya muttasil, rawi-nya ḍabīṭ dan adil, serta tidak ditemukan ‘illat dan syaz. Perpindahan kiblat dari Masjid al-Aqṣa ke Ka’bah pada saat Nabi dan para Sahabat melaksanakan salat subuh.

“حدثنا شيبان بن فروخ حدثنا عبد العزيز بن مسلم حدثنا عبد الله بن دينار عن ابن عمر حدثنا قتيبة بن سعيد عن مالك بن أنس عن عبد الله

¹⁶ Abu al-Husain Muslim ibn Hajjaj Muslim al-Qusyairi al-Naisabury, *Ṣahih Muslim*, Juz I, (Beirut : Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, t.t), 423.

بن دينار عن ابن عمر قال : إن رسول الله صلى الله عليه و سلم قد أنزل عليه الليلة و قد أمر أن يستقبل القبلة فاستقبلوها و كانت وجوههم إلى الشام فاستداروا إلى الكعبة”

“Syaiban bin furukh meriwayatkan kepada kami, Abdul Aziz bin Muslim meriwayatkan kepada kami , Abdullah bin Dinar meriwayatkan kepada kami dari Ibnu Umar Ketika para sahabat tengah melakukan salat subuh di masjid Quba’ tiba-tiba datang seseorang kemudian berkata bahwa Rasulullah tadi malam telah diberi wahyu dan beliau diperintahkan untuk menghadap kiblat maka menghadaplah kalian semua ke kiblat. Ketika itu sahabat sedang melakukan salat menghadap Syam maka mereka berputar menghadap Ka’bah” (HR. Muslim).¹⁷

Hadis ini menceritakan sebuah riwayat ketika sahabat salat berjamaah di masjid Quba, kemudian datang seseorang yang memberikan informasi kepada para jamaah bahwa arah kiblat telah pindah, dari Masjidil Aqsa ke Ka’bah. Setelah diberi kabar tersebut, para sahabat yang sedang melaksanakan salat langsung berputar arah menuju Ka’bah sebagai arah kiblat sejati.

¹⁷ Abu al-Husain Muslim ibn Hajjaj Muslim al-Quşairi al-Naisabury, *Şahih Muslim*, 422.

b. Hadis Imam Bukhari

“حدثنا إسحاق بن نصر قال حدثنا عبد الرزاق أخبرنا ابن جريج عن عطاء قال سمعت ابن عباس قال لما دخل النبي صلى الله عليه و سلم البيت دعا في نواحيه كلها, ولم يصل حتى خرج منه, فلما خرج ركع ركعتين في قبل الكعبة وقال هذه القبلة”

“Ishaq bin Nasr meriwayatkan kepada kami, Abdul Razzak meriwayatkan kepada kami, Ibnu Juraij mengabarkan kepada kami, dari Atha’ berkata aku telah mendengar dari Ibnu Abbas: Bahwa sesungguhnya Nabi SAW ketika masuk ke Baitullah beliau berdoa di sudut-sudutnya, dan tidak salat di dalamnya sampai beliau keluar. Kemudian setelah keluar beliau salat dua rakaat di depan Ka’bah, lalu berkata inilah kiblat” (HR. Bukhari).¹⁸

Hadis riwayat Imam Muslim ini merujuk pada hadis Ibnu Abbas, beliau memperoleh kabar bahwa ketika Nabi Muhammad SAW berada di dalam Ka’bah, beliau tidak melaksanakan salat, tapi hanya berdoa di sudut-sudut Ka’bah. Setelah keluar Nabi salat dua rakaat lalu berkata *“inilah kiblat”*.

“حدثنا مسلم قال حدثنا هشام قال حدثنا يحيى كثير عن محمد بن عبد الرحمن عن جابر قال كان رسول الله صلى الله عليه و سلم يصلي على راحلته حيث توجهت, فإذا أراد الفريضة نزل فاستقبل القبلة”

¹⁸ Abi Abdillah Muhammad ibn Ismail al-Bukhari, *Shahih al-Bukhari*, (Beirut : Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, 1992), 176.

“Muslim meriwayatkan kepada kami, Hisyam meriwayatkan kepada kami, Yahya bin Abi Katsir meriwayatkan kepada kami dari Muhammad bin Abdurrahman dari Jabir berkata: Ketika Rasulullah SAW salat di atas kendaraan (tunggangannya) beliau menghadap ke arah sekehendak tunggangannya, dan ketika beliau hendak melakukan salat fardlu beliau turun kemudian menghadap kiblat” (HR. Bukhari)¹⁹

Hadis ini menjelaskan bahwasanya ketika Nabi Muhammad SAW melaksanakan salat sunnah di atas tunggangannya maka arah kiblatnya mengikuti ke arah kehendak tunggangannya, namun ketika Nabi hendak melaksanakan salat fardlu maka beliau turun dari tunggangannya dan menghadap ke Ka’bah.

Sehingga hal ini menjelaskan bahwa ketika seseorang melakukan salat sunnah di atas kendaraan maka diperbolehkan baginya untuk tidak menghadap ke arah kiblat sebagaimana Rasulullah juga melakukannya. Namun ketika seseorang sedang dalam perjalanan dan hendak melaksanakan salat fardlu sementara tidak mungkin dilakukan secara sempurna di atas kendaraan, maka ada keharusan untuk turun dari kendaraannya dan melaksanakan salat fardlu di atas tanah.

¹⁹ Muhammad ibn Ismail ibn Ibrahim ibn Mughīrah al-Bukhari, *Ṣaḥīḥ al-Bukhari*, (Mesir : Mauqi’u Wazaratul Auqaf, t.th), 193.

C. Pandangan Ulama Fikih Tentang Arah Kiblat

Awal berkembangnya Agama Islam, tidak ada masalah yang terjadi terkait dengan hukum penentuan arah kiblat, karena pada masa itu para sahabat masih bersama Rasulullah SAW, jika terdapat suatu masalah maka langsung bertanya kepada Rasulullah terlebih terkait penentuan arah kiblat di luar Kota Makkah. Namun suatu permasalahan muncul ketika Rasulullah wafat dan para sahabat mulai mengembara ke luar kota Makkah untuk mengembangkan Islam, metode yang digunakan untuk menentukan arah kiblat menjadi sebuah permasalahan.²⁰ Kedudukan bintang-bintang dan Matahari di langit dimanfaatkan untuk mengetahui arah kiblat. Di tanah Arab, *Qutbi/Polaris* (bintang Utara) dijadikan bintang utama yang dibuat rujukan dalam penentuan arah kiblat, yaitu satu-satunya bintang yang merujuk tepat ke arah Utara Bumi. Berdasarkan posisi bintang ini dan beberapa bintang lain, arah kiblat dapat ditemukan dengan mudah.²¹

Pembahasan tentang arah kiblat pada dasarnya sudah ada sejak zaman dahulu. Para ulama telah memiliki pendapat yang berbeda-beda mengenai arah kiblat. Hal ini dikarenakan para ulama mentafsiri ayat-ayat al-Qur'an dan

²⁰ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab Rukyah Menghadap Kiblat : Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Software*, (tt, tp,tth), 26.

²¹ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 27.

hadis tentang kewajiban menghadap kiblat sesuai dengan kondisi tempat dan waktu pada zaman itu.²²

Secara posisi dimana seseorang berada, pendapat ulama tentang kiblat dikategorikan menjadi dua, yaitu arah kiblat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah secara langsung dan arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung atau di luar Masjidil Haram. Adapun pendapat ulama tersebut adalah sebagai berikut :

1. Arah kiblat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah secara langsung

Para ulama telah bersepakat bahwa arah kiblat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah secara langsung adalah wajib hukumnya menghadap tepat ke bangunan Ka'bah (*'ain al-ka'bah*).²³ Mereka tidak diperkenankan untuk berijtihad menghadap ke arah lain. Menurut Imam Syafi'i, Hambali, dan Hanafi, kiblat adalah arah tepat ke Ka'bah atau *'ain al-ka'bah*. Orang-orang yang bermukim di Makkah atau dekat dengan Ka'bah, shalatnya tidak sah

²² Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 31.

²³ *'Ain al-Ka'bah* yaitu bagi seseorang yang langsung berada di dalam Masjidil Haram dan melihat Ka'bah secara langsung, maka ia harus menghadapkan dirinya ke kiblat dengan fisik dan penuh keyakinan karena kepastian orang tersebut dalam melihat Ka'bah. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017), Cet. III, 24.

kecuali menghadap *'ain al-ka'bah* dengan yakin dan ketika kondisi memungkinkan.²⁴

Akan tetapi apabila kondisi tidak memungkinkan menghadap *'ain al-ka'bah* dengan yakin, maka diwajibkan baginya untuk berijtihad mengetahui arah dimana *'ain al-ka'bah*. Karena selama ia berada di Makkah, maka tidak cukup baginya hanya menghadap ke arah Ka'bahnya (*jihāt al-ka'bah*)²⁵. Namun sah baginya menghadap petunjuk yang menghadap ke Ka'bah dengan yakin baik di daerah yang lebih tinggi atau lebih rendah. Ini berarti apabila seseorang yang berada di dataran tinggi yang lebih tinggi dari Ka'bah dan seseorang yang berada di daerah yang lebih rendah dari Ka'bah maka cukup dengan menghadap ke *jihāt al-ka'bah*.²⁶

Namun Imam Maliki berbeda pendapat mengenai arah kiblat yang berada di kota Makkah, menurut Imam Malik bagi orang yang berada di Makkah (di luar Masjidil

²⁴ Ibnu Qudamah al-Maqdisi, *Al Mughni fi Fiqh Imam As Sunnah Ahmad Hambal As Syaibani*, juz. 2, (Beirut : Dār al-Kutub al-Islamiyah, tth), 26.

²⁵ *jihāt al-ka'bah* yaitu bagi orang yang berada diluar Masjidil Haram atau disekitar tanah suci Makkah yang tidak dapat melihat langsung bangunan Ka'bah, maka mereka wajib menghadap ke arah Masjidil Haram sebagai maksud menghadap ke arah kiblat secara *dzan* (perkiraan). Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 24.

²⁶ Abdul al-Rahman Al-Jaziry, *Mazāhib al-Arba'ah*, (Beirut : Dār al-Kutub, tth), 26.

Haram) maka hukumnya wajib menghadapkan badannya ke arah Ka'bah atau *'ain al-ka'bah*.

2. Arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung

Orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung, maka wajib baginya menyelidiki, berusaha, dan berjihad sampai ia mengetahui atau memperkirakan arah kiblat ada di satu arah tertentu.²⁷ Adapun ada beberapa pendapat mengenai persoalan ini :

- a. Mazhab Hanafi

Mayoritas ulama mazhab Hanafi berpendapat bahwa orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung, maka ia wajib menghadap ke arah *jihāt al-ka'bah*. Akan tetapi sebagian ulama' Hanafi lainnya diantaranya Ibnu Abdillah al-Bashri berpendapat bahwa yang wajib adalah menghadap ke bangunan Ka'bah (*'ain al-ka'bah*) dengan cara berjihad dan menelitinya.²⁸

Namun apabila sudah berusaha dan berjihad tidak menemukan arah yang lebih kuat untuk dijadikan sumber arah kiblat, maka ia boleh salat

²⁷ Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqh Lima Madzhab*, (Jakarta : Basrie Press, 1991), cet. I, 114.

²⁸ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 33-34.

menghadap ke arah mana saja. Tetapi jika kemudian nampak bahwa ia salah, maka ketika ia masih dipertengahan salat, ia harus merubah ke arah yang diyakininya atau arah yang paling kuat. Akan tetapi kalau ia mengetahui bahwa ia salah ketika setelah selesai mengerjakan salat, maka salatunya tetap sah hukumnya dan tidak diwajibkan untuk mengulanginya.²⁹

b. Mazhab Maliki

Adapun mayoritas ulama mazhab Maliki berpendapat bahwa kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung adalah wajib baginya *jihāt al-ka'bah*. Menurut Ibnu Rusyd dalam kitabnya *Ahkam al-Qur'an*³⁰ mengatakan bahwa pendapat yang mengatakan wajib menghadap ke bangunan Ka'bah adalah pendapat yang lemah karena itu merupakan perintah (*taklif*) untuk mengerjakan sesuatu yang tidak dapat dikerjakan.³¹

Namun apabila seseorang yang tidak dapat melihat bangunan Ka'bah secara langsung tidak mau berusaha dan berjihad, meskipun ia salat menghadap

²⁹ Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqh*, 115.

³⁰ Maktabah Syamilah, Ibnu Arabi, *Ahkam al-Qur'an*, juz 1, 77.

³¹ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 34.

ke arah kiblat yang benar, maka shalatnya batal atau tidak sah.³²

c. Mazhab Syafi'i

Menurut mazhab Syafi'i ada dua pendapat terkait arah kiblat seseorang yang tidak dapat melihat bangunan Ka'bah secara langsung. Pertama menghadap persis ke bangunan Ka'bah (*'ain al-ka'bah*), kedua menghadap ke arah Ka'bah (*jihāt al-ka'bah*). Dalam kitab *al-Umm* karya Imam Syafi'i dijelaskan bahwa wajib dalam berkiblat adalah menghadap ke bangunan Ka'bah dengan tepat (*'ain al-ka'bah*), meskipun tidak dapat melihat secara langsung ia tetap dikenakan hukum seperti halnya orang Makkah.³³ Sedangkan menurut kutipan Imam al-Muzanni (murid Imam Syafi'i) dari Imam Syafi'i mengatakan bahwa wajib menghadap ke arah kiblatnya saja (*jihāt al-ka'bah*), jika harus menghadap ke bangunan Ka'bah persis, dapat menjadikan salat seseorang tidak sah. Karena ukuran luas Ka'bah yang lebih kecil dapat mengakibatkan *saf* salat yang memanjang arahnya akan keluar dari bangunan Ka'bah.³⁴

³² Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqh*, 116.

³³ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 34.

³⁴ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 34.

d. Mazhab Hambali

Pendapat ulama mazhab Hambali sama dengan pendapat ulama mazhab Hanafi. Menurut ulama-ulama mazhab Hambali, *jihāt al-ka'bah* adalah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung. Karena yang wajib '*ain al-ka'bah*' adalah orang yang mampu melihat Ka'bah secara langsung.³⁵

Dari beberapa pendapat ulama di atas dapat disimpulkan bahwa mayoritas ulama' empat mazhab sepakat tentang kewajiban menghadap tepat ke Ka'bah secara langsung (*'ain al-ka'bah*) adalah sebuah kewajiban untuk orang yang mampu saja dan memungkinkan kondisinya. Namun bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung maka hanya wajib baginya berijtihad untuk mengetahui dimana arah ke Ka'bah (*jihāt al-ka'bah*). Namun dalam mempraktikkan *jihāt al-ka'bah* tidak boleh asal menghadap, harus ada titik yang dituju yaitu koordinat Ka'bah serta dilandasi dengan ilmu pengetahuan.

³⁵ Ahmad Izzuddin (ed.), *Hisab*, 35.

D. Sejarah Ka'bah

Ka'bah adalah sebuah bangunan berbentuk kubus yang berada di pusat Masjidil Haram kota Makkah. Ka'bah dijadikan bangunan suci bagi kaum Muslim, sebagai patokan untuk tempat mengarah kiblat dalam pelaksanaan salat. Disisi lain, Ka'bah juga disebut dengan *Baitul 'Atiq* atau rumah tua. Bangunan tersebut, dipugar pada masa Nabi Ibrahim dan Nabi Ismail setelah Nabi Ismail menerima perintah dari Allah SWT untuk berada di Makkah.³⁶

Bangunan Ka'bah berada di lokasi kemah Nabi Adam AS sesaat setelah diturunkannya dari surga ke Bumi. Sejak saat itu Nabi Adam diasumsikan sebagai peletak dasar bangunan Ka'bah di Bumi. Kemudian setelah wafatnya Nabi Adam, bangunan Ka'bah tersebut diangkat ke langit yang selanjutnya lokasi bekas bangunan Ka'bah tersebut dijadikan sebagai lokasi yang diagungkan dan disucikan oleh para Nabi dari masa ke masa selanjutnya³⁷.

Ka'bah pertama kali dibangun pada tahun 2000 sebelum turunnya Nabi Adam AS di dunia yang dibangun oleh para malaikat. Allah SWT mengutus para malaikat dan memerintahkan untuk membuat bangunan seperti *Bait al-*

³⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 151.

³⁷ Mutmainnah, "Kiblat dan Ka'bah dalam Sejarah dan Perkembangan Fikih", *Jurnal Ulumuddin UCY (Universitas Cokroaminoto Yogyakarta)*, 2, Vol. 7, No. 1, Juni 2017.

Ma'mur. Para malaikatpun memenuhi perintah Allah SWT yang kemudian bangunan tersebut dikelilingi sebagaimana *Bait al-Ma'mur*. Peristiwa tersebut terjadi sebelum penciptaan Nabi Adam AS, selanjutnya kota tersebut dinamakan *Ummul Qura* yang berarti tempat berasalnya neger-negeri. Akhirnya, Ka'bah melekat sebagai nama bangunan suci yang dijadikan sebagai tempat ibadah pertama kali di muka Bumi.³⁸

Batu-batu yang dijadikan untuk bangunan Ka'bah saat itu diambil dari lima *sacred mountaims*, yakni; *Sinai, al-Judi, Hira, Olivet, dan Lebanon*.³⁹ Nabi Adam AS dianggap sebagai peletak dasar bangunan Ka'bah di Bumi karena menurut *Yaqut al-Hamawi* (575 H/1179 M – 626 H/1229 M. ahli sejarah Irak) menyatakan bahwa bangunan Ka'bah berada di perkemahan Nabi Adam AS setelah diturunkan Allah SWT dari surga ke Bumi. Setelah Nabi Adam AS wafat, bangunan itu diangkat ke langit.⁴⁰

Pada masa Nabi Ibrahim AS dan Nabi Ismail AS, lokasi berdirinya Ka'bah dijadikan sebagai tempat untuk membangun sebuah rumah ibadah, rumah ini merupakan

³⁸ Abi al-Baqā' Muhammad ibn Ahmad ibn Muhammad ibn Dliya' al-Makki al-Hanafī, *Tarikh Makkah al-Musyarrāfah*, (Beirut : Daar al-Kutub al-Ilmiyah, 2004), 4.

³⁹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), cet. II, 41.

⁴⁰ Muhammad Ilyas Abdul Ghani, *Sejarah Mekah Dulu dan Kini*, (Madinah : al-Rasheed Printers, 2012), 51.

rumah ibadah yang pertama kali dibangun pada saat itu. Sejarah pembangunan ini dilakukan sesaat setelah Nabi Ismail AS menerima *hajar aswad* dari malaikat Jibril di *Jabal Qubais*, dan diletakkannya batu tersebut dibagian sudut tenggara bangunan. Bangunan tersebut berbentuk kubus yang di dalam Bahasa Arab disebut *ma'kab*, dari sinilah muncul sebutan Ka'bah. Saat itu Ka'bah belum memiliki daun pintu dan belum tertutup kain, akhirnya Raja Tubba' dari Dinasti Himyar di Najiran yang pertama kali membuat daun pintu Ka'bah dan menutupinya dengan kain.⁴¹ Setelah Nabi Ismail AS wafat, pemeliharaan Ka'bah dilanjutkan keturunannya, lalu *Bani Jurhum*, *Bani Khuza'ah* dan selanjutnya dipegang oleh kabilah-kabilah Quraisy yang merupakan generasi peerus garis keturunan Nabi Ismail AS.⁴²

Menjelang Agama Islam datang, Ka'bah dipelihara oleh kakek Nabi Muhammad SAW, Abdul Muthalib, beliau memperindah Ka'bah dengan menghiasi pintu Ka'bah berlapis emas yang ditemukan ketika menggali sumur Zam-zam.⁴³

Menjelang diangkatnya Nabi Muhammad SAW menjadi Nabi sampai hijrahnya ke Kota Madinah, bangunan Ka'bah yang awalnya dijadikan sebagai pusat rumah ibadah ajaran Nabi Ibrahim AS telah berpindah menjadi tempat

⁴¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 27.

⁴² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 27.

⁴³ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak : Perjumpaan*, 42.

pemujaan bangsa Arab yang di dalamnya terdapat 360 berhala sebagai perwujudan Tuhan-tuhan ketika masa Jahiliyah. Namun pada akhirnya, berhala tersebut dibersihkan langsung Nabi Muhammad SAW ketika pembebasan kota Makkah (*Fath Makkah*) dan diselesaikan tanpa adanya pertumpahan darah, setelah kejadian ini Ka'bah kembali menjadi fungsi utamanya yaitu sebagai rumah ibadah orang Islam.⁴⁴

Masa kekhalifahan Harun Ar-rasyid dari Bani Abbasiyyah, sang khalifah berencana untuk merenovasi kembali Ka'bah sesuai dengan kondisi bangunan pada masa Nabi Ibrahim AS yang sesuai dengan keinginan Rasulullah, namun hal tersebut dicegah oleh seorang ulama yang sangat terkemuka yaitu Imam Malik dengan dalih dikhawatirkannya suatu saat nanti Ka'bah dijadikan sebagai ajang bongkar pasang para penguasa sesudah beliau. Sehingga bangunan Ka'bah tidak jadi direnovasi dan bentuk bangunan tetap sama saat masa kekholifahan Abdul Malik bin Marwan sampai sekarang.⁴⁵

⁴⁴ Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar : Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*, (Solo : Tinta Media, 2011), 3-4.

⁴⁵ Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi*, 3-4.

E. Metode Penentuan Arah Kiblat

Secara historis metode dalam penentuan arah kiblat terus mengalami perkembangan menyesuaikan perkembangan zaman dari sisi kualitas dan kapasitas intelektual manusia. Perkembangan arah kiblat ini sanget jelas terlihat dari alat-alat yang digunakan untuk pengukuran, seperti *miqyas*, tongkat *istiwa'*, *rubu' mujayyab*, kompas, dan theodolite. Selain dari sisi alat, dalam sistem perhitungan juga mengalami perkembangan baik mengenai data koordinat dan data hisab algoritma. Sistem perhitungan arah kiblat dulunya masih dihitung secara manual dalam bentuk data tabel statis, sekarang perhitungan arah kiblat sudah menggunakan perhitungan dengan data dinamis konkret dengan tingkat akurasi yang tinggi menggunakan bantuan alat hitung seperti kalkulator.

Secara metode penentuan arah kiblat dibagi menjadi dua; pertama dengan memanfaatkan arah utara sejati (*true north*) atau dengan *azimuth* kiblat, dan yang kedua dengan memanfaatkan bayang-bayang kiblat atau *raşdul* kiblat.⁴⁶

1. *Azimuth* Kiblat

Azimuth (jihah) adalah nilai sudut untuk tempat atau benda langit yang dihitung dari ufuk ke arah Timur sepanjang lingkaran horizon searah jarum jam sampai

⁴⁶ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak : Perjumpaan*, 45.

titik perpotongan antara lingkaran vertikal yang melewati tempat atau benda langit dengan lingkaran horizon.⁴⁷ Sedangkan pengertian *azimuth* kiblat adalah busur lingkaran horizon atau ufuk yang dihitung dari titik Utara ke arah Timur (searah dengan putaran jarum jam) sampai dengan titik arah kiblat.⁴⁸ Untuk mengetahui *azimuth* kiblat suatu tempat, setidaknya harus mempunyai dua data koordinat dari dua tempat, yakni koordinat tempat yang akan dicari *azimuth* kiblatnya dan koordinat Ka'bah sebagai titik pusat kiblat. Koordinat tersebut terdiri dari dua data, yaitu data lintang tempat dan bujur tempat.⁴⁹

a. Lintang Tempat

Lintang tempat adalah jarak sepanjang meridian Bumi yang diukur dari *Equator* Bumi (khatulistiwa⁵⁰) sampai dengan titik koordinat yang bersangkutan.⁵¹ Di beberapa kitab falak, lintang tempat disebut dengan *arḍu al-balād*, sedangkan dalam Bahasa Inggris disebut

⁴⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 40.

⁴⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 183.

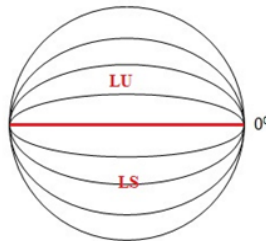
⁴⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 30.

⁵⁰ Khatulistiwa atau *khattul istiwa'* adalah lingkaran besar yang mempunyai jarak yang sama dari kutub Utara dan kutub Selatan Bumi. Nilai lintang berkisar 0° sampai 90°. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 44.

⁵¹ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 4.

dengan *latitude*.⁵² Dalam ilmu falak lintang tempat disimbolkan dengan ϕ (*phi*). Koordinat Bumi yang berada di sebelah Selatan garis khatulistiwa disebut Lintang Selatan (LS) dengan tanda negatif (-) sedangkan lintang yang berada di sebelah Utara garis khatulistiwa disebut dengan Lintang Utara (LU) dengan tanda positif (+).⁵³ Setiap daerah yang memiliki nilai lintang yang sama, maka terjadi perbandingan lama waktu siang dan malam yang sama juga.⁵⁴

Gambar 2.1: Garis Lintang Bumi



Sumber: Portal Geografi⁵⁵

⁵² Dalam kitab falak nusantara seperti kitab fath rouf al-mannan, kitab khulashoh al-wafiyah, kitab al-durus al-falakiyyah dan beberapa kitab falak lain menggunakan istilah *rdlul balad* untuk penyebutan lintang tempat.

⁵³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 30.

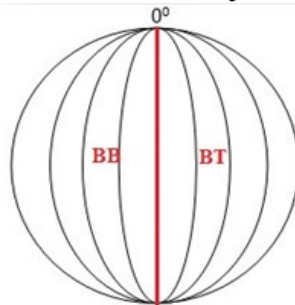
⁵⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 95.

⁵⁵ Portal Geografi, “Komponen-komponen Peta”, diakses 04 April 2022/2 Ramadan 1443 H, <http://portalgeograf.blogspot.com/2018/08/komponen-komponen-peta.html>,

b. Bujur Tempat

Bujur tempat atau *thūl al-balād* atau *longitude* yaitu jarak sudut yang diukur sejajar dengan *equator* Bumi dihitung dari garis bujur yang melewati kota *Greenwich* sampai garis bujur yang melewati suatu tempat tertentu. Dalam ilmu falak Bujur dilambangkan dengan λ (*Lamda*). Garis bujur disebut juga dengan lingkaran besar karena membagi Bumi menjadi dua bagian sama besar. Bujur tempat yang berada di sebelah Barat kota *Greenwich* disebut Bujur Barat (BB) sedangkan yang berada di sebelah Timur kota *Greenwich* disebut Bujur Timur (BT). Harga Bujur Tempat atau *thūl al-balād* antara 0° sampai 180° yang dihitung dari kota *Greenwich* sebagai titik acuan 0° Bujur tempat.⁵⁶

Gambar 2.2: Garis Bujur Bumi



Sumber: Portal Geografi⁵⁷

⁵⁶ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 4.

⁵⁷ Portal Geografi, "Komponen".

Daerah yang mempunyai garis bujur yang sama, akan mempunyai waktu yang sama. Akan tetapi mempunyai perbedaan dalam perbandingan waktu siang dan malam, karena perbedaan lintang tempat. Perbedaan bujur juga mempengaruhi waktu suatu tempat sesuai dengan perbedaan bujurnya. Setiap perbedaan bujur 15° mengakibatkan terjadi perbedaan selisih waktu 1 jam, setiap 1° berbeda waktu 4 menit, setiap $15'$ akan berbeda waktu 1 menit, setiap $1'$ berbeda waktu 4 detik, dan setiap $15''$ akan berbeda 1 detik, ini merupakan rumus perpindahan satuan busur ke satuan jam.⁵⁸

c. Lintang dan Bujur Ka'bah

Beberapa ahli falak mempunyai pendapat berbeda-beda mengenai koordinat Ka'bah berdasarkan ilmu pengetahuan dan tata cara pengukurannya. Diantaranya⁵⁹ :

⁵⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 95-96.

⁵⁹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, 206.

Tabel 2.1: Data Geografis Ka'bah menurut para ahli falak

No	Sumber Data	Lintang (LU)	Bujur (BT)
1	Atlas PR BOS 38	21° 31'	39° 58'
2	Mohammad Ilyas	21°	40°
3	Saadoe'ddin Djambek (1)	21° 20'	39° 50'
4	Saadoe'ddin Djambek (2)	21° 25'	39° 50'
5	Nabhan Masputra	21° 25' 14,7"	39° 49' 40"
6	Ma'shum bin Ali	21° 50'	40° 13'
7	Google Earth	21° 25' 21,2"	39° 49' 34"
8	Monzur Ahmed	21° 25' 18"	39° 49' 30"
9	Ali Alhadad	21° 25' 23,2"	39° 49' 38"
10	Gerhard Kaufmann	21° 25' 21,4"	39° 49' 34"
11	S. Kamal Abdali	21° 25' 24"	39° 49' 24"
12	Muhammad Basil at-Ta'i	21° 26'	39° 49'
13	Mohammad Odeh	21° 25' 22"	39° 49' 31"
14	Ahmad Izzuddin	21° 25' 21,17"	39° 49' 34,56"
15	Slamet Hambali	21° 25' 21,04"	39° 49' 34,33"
16	Almanak Hisab Rukyat	21° 25'	39° 50'
17	Prof. Dr. H. Ibrahim	21° 25' 25"	39° 49' 39"

- Terdapat beberapa cara untuk mengetahui lintang dan bujur tempat di muka Bumi, yaitu:
- a. Melihat dalam Buku-buku Ilmu Falak

Cara termudah untuk mengetahui nilai koordinat lintang dan bujur tempat adalah dengan melihat daftar

data koordinat yang sudah tersedia dalam buku-buku atau kitab ilmu falak. Cara ini tergolong paling mudah karena hampir di semua buku atau kitab ilmu falak pasti menyediakan daftar koordinat tersebut. Namun dengan cara mudah ini tentunya terdapat kekurangan di dalamnya, *pertama* tidak semua tempat di Bumi ini tersedia dalam daftar buku, umumnya penulis buku hanya mencantumkan beberapa tempat yang dianggap penting. Kelemahan *kedua*, tidak ada keterangan yang pasti letak dimana lokasi angka titik koordinat tersebut.⁶⁰

b. Menggunakan Peta⁶¹

1. Mencari koordinat dua buah kota yang terdekat dengan tempat yang akan dicari. Contoh koordinat kota A adalah $7^{\circ} 27'$ LS dan $110^{\circ} 36'$ BT sedangkan kota B adalah $7^{\circ} 41'$ LS dan $110^{\circ} 57'$ BT.
2. Mengukur jarak dua buah kota
 Jarak kota A dan kota B adalah 2,15 cm dengan selisih bujur $0^{\circ} 21'$.
3. Mengukur jarak antara kota yang akan dicari koordinatnya (S), misalkan jarak S dengan S' adalah 1,5 cm.
4. Hitung selisih bujur antara kota A dan S

⁶⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 31.

⁶¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 31-32.

Selisih bujur A dan S = $1.5 / 2.15 \times 0^\circ 21' = 0^\circ 14' 39''$

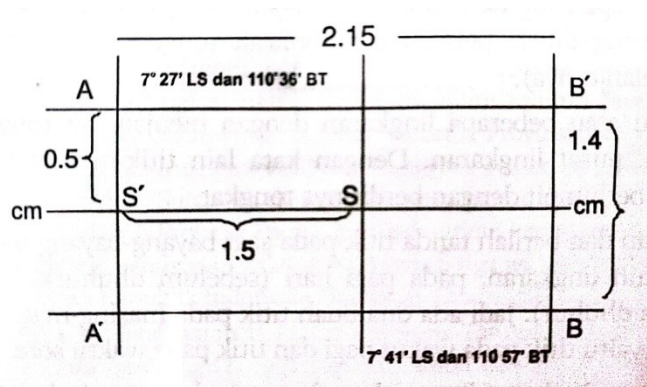
Maka bujur kota S = $110^\circ 36' + 0^\circ 14' 39'' = 110^\circ 50' 39''$

5. Ukur jarak lintang A dan A', misalkan 1,4 cm, sedangkan selisih lintang kota A dan B adalah $0^\circ 14'$
6. Ukur jarak A – S, misalkan 0,5 cm.

Selisih Lintang A dan S = $0.5 \times 0^\circ 14' = 0^\circ 5'$

Maka lintang kota S = $7^\circ 27' + 0^\circ 5' = 7^\circ 32'$

Gambar 2.3: Peta Penentuan Lintang



Sumber: Ahmad Izzuddin⁶²

c. Menggunakan Tongkat *Istiwa'*

Tongkat *istiwa'* adalah sebuah alat sederhana terbuat dari tongkat yang ditancapkan tegak lurus di atas bidang datar, diletakkan di ruang terbuka dan terkena

⁶² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 31-32.

pancaran sinar Matahari.⁶³ Metode ini terbilang cukup akurat dibandingkan dua metode sebelumnya, karena metode ini menggunakan sinar pancaran Matahari sebagai media penentuan koordinat geografis suatu tempat.

Langkah-langkahnya sebagai berikut:⁶⁴

- 1) Tegakkan sebuah tongkat dari kayu atau besi yang lurus dengan tinggi 1,5 meter. Semakin tinggi tongkat semakin akurat hasilnya. Dirikan diatas permukaan tanah yang datar dan terkena cahaya Matahari langsung.
- 2) Buatlah lingkaran di sekeliling tongkat, jadikan tongkat sebagai pusat lingkaran. Semakin banyak lingkaran dan semakin kecil lingkaran semakin akurat.
- 3) Perhatikan bayangan setiap mengenai garis lingkaran dan berilah tanda pada lingkaran tersebut. Lakukan mulai dari sebelum duhur (*qabla zawal*) sampai dengan sesudah duhur (*ba'da zawal*).

⁶³ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 84.

⁶⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 32-33.

- 4) Hubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis. Garis inilah yang menunjukkan arah Timur dan Barat.
- 5) Buatlah garis tegak lurus (sudut siku-siku 90°) dengan garis Timur-Barat, garis siku ini menunjukkan arah Utara dan Selatan.
- 6) Cocokkan jam yang dipakai dalam pengukuran ini dengan waktu standar wilayah yang bersangkutan (WIB, WITA, atau WIT)
- 7) Perhatikan bayang-bayang tongkat tersebut saat berhimpit dengan garis arah Utara – Selatan (saat kuminasi / menjelang dhuhur)
- 8) Hal-hal yang perlu diperhatikan :
 - a. Catat jam dengan terliiti.
 - b. Ukur panjang bayangan dengan penggaris.
 - c. Perhatikan arah bayangan, ke arah Utara atau Selatan.
- 9) Mencari data *Equation of Time* sesuai dengan jam dan tanggal praktek. Bisa dilihat pada Buku *Ephimeris* Kemenag atau pada kitab *al-Khulāshoh al-Wafiyyah*.
- 10) Hitung jarak zenith matahari dengan rumus :

$$\text{Cotan } z_m = \frac{\text{Panjang tongkat}}{\text{Panjang bayangan}}$$

- 11) Mencari data deklinasi Matahari. dapat dilihat pada Buku *Ephemeris* Kemenag atau pada kitab *al-Khulāshoh al-Wafiyah*
- 12) Hitung litang tempat dengan rumus :

$$ZE = ZM - EM$$

Keterangan : ZM = Jarak Zenit

EM = Deklinasi

Matahari

Metode ini merupakan metode yang akan diterapkan peneliti dalam pengembangan alat dengan memanfaatkan *sundial horizontal*.

2. *Raṣḍul* Kiblat

Raṣḍul kiblat secara bahasa mempunyai arti pengintaian kiblat atau pengamatan arah kiblat. Secara istilah *raṣḍul* kiblat merupakan ketentuan waktu dimana setiap bayangan suatu benda yang terkena pancaran sinar Matahari menunjuk ke arah Ka'bah.⁶⁵ Penentuan arah kiblat didasarkan pada bayang-bayang sebuah tiang atau tongkat yang berdiri di atas permukaan datar pada waktu tertentu. Alat yang digunakan antara lain; bencet⁶⁶, *miqyas*,

⁶⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 45.

⁶⁶ Bencet adalah sebuah alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar dapat mendapat sinar matahari. Alat ini berguna untuk menegetahui waktu

atau tingkat *istiwa'*. Metode ini berpedoman pada posisi matahari persis atau mendekati persis pada titik *zenith* Ka'bah. *Rašdul* kiblat dapat terjadi karena nilai lintang Ka'bah lebih kecil dari nilai deklinasi maksimum Matahari yang menyebabkan Matahari dapat melewati atas Ka'bah, sehingga metode ini diakui paling akurat dan mudah dibandingkan dengan metode yang lainnya.⁶⁷

Rašdul kiblat tahunan disebut juga dengan *rašdul* kiblat global sedangkan *rašdul* kiblat harian disebut juga dengan *rašdul* kiblat lokal. *Rašdul* kiblat tahunan terjadi dalam satu tahun sebanyak dua kali, yaitu setiap tanggal 27 Mei (tahun *kabisat*) atau 28 Mei (tahun *basithah*) pada pukul 11:57 LMT (*Local Mean Time*) dan pada tanggal 15 Juli (tahun *kabisat*) atau 17 Juli (tahun *basithah*) pada pukul 12:06 LMT (*Local Mean Time*). Karena pada tanggal tersebut nilai deklinasi hampir sama dengan nilai lintang Ka'bah ($21^{\circ}25'21,17''$). Dengan demikian jika waktu Makkah (LMT) dikonversi ke waktu Indonesia bagian Barat (WIB), maka harus ditambah dengan 4 jam 21 menit sama dengan jam 16:18 WIB dan 16:27 WIB.⁶⁸

matahari hakiki, tanggal syamsiah, serta untuk mengetahui *Pranoto Mongso*. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu*, 12.

⁶⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 45.

⁶⁸ Perbedaan waktu daerah Makkah dengan waktu Indonesia bagian Barat 4 jam 21 menit dikarenakan perbedaan selisih nilai bujur koordinat. Bujur koordinat Makkah yaitu $39^{\circ}49'34,44''$ sedangkan WIB

Oleh karena itu, kaum Muslimin sangat dianjurkan untuk melakukan pengecekan arah kiblat pada tanggal dan jam tersebut.⁶⁹

Selain lebih mudah dan dapat dilakukan setiap orang, metode ini dinilai lebih akurat hasilnya, dengan syarat pada saat praktik baik dari segi waktu dan alat yang digunakan harus sesuai. Namun metode ini memiliki kekurangan, *pertama* metode ini hanya dapat dilakukan dua kali dalam setahun yaitu pada tanggal 27 Mei atau 28 Mei dan 16 Juli atau 17 Juli. *Kedua* dari segi letak geografis Negara Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa mengakibatkan memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi. Sehingga aplikasi metode tersebut tidak dapat dilakukan apabila cuaca mendung atau hujan, karena metode ini harus ada cahaya matahari untuk membentuk bayangan yang mengarah ke Ka'bah. *Ketiga*, karena Negara Indonesia memiliki tiga zona waktu yang berbeda dengan selisih tiap zona 1 jam, menyebabkan zona paling Timur (WIT) tidak dapat melaksanakan praktik pengecekan arah

105°. maka jika selisih dikonversikan ke busur derajat menit menjadi 4 jam 21 menit.

⁶⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 45-56.

kiblat, karena saat Matahari melewati atas Ka'bah wilayah Indonesia Timur Matahari sudah terbenam.⁷⁰

F. Sejarah Kalender Jawa *Pranoto Mongso*

Pranoto Mongso berasal dari dua kata, *Pranoto* berarti aturan, dan *Mongso* berarti musim atau waktu. Maka secara terminologi *Pranoto Mongso* merupakan aturan waktu yang digunakan petani sebagai acuan penentu suatu pekerjaan mengacu pada peredaran Matahari.⁷¹ Tidak hanya para petani saja yang menggunakan *Pranoto Mongso* sebagai pedoman bercocok tanam, melainkan juga para nelayan.⁷²

Penanggalan *Pranoto Mongso* termasuk dalam kategori kalender surya yang mulai diakaitkan dengan kalender Gregorian dan sekaligus dipergunakan pada tanggal 22 Juni 1855 atas ketetapan Pakubuwono VII dari kerajaan Surakarta. Tanggal 22 Juni dijadikan sebagai permulaan penggunaan kalender *Pranoto Mongso* dikarenakan bertepatan dengan tanggal 1 *mongso* kesatu tahun kesatu dalam sistem

⁷⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 45-56.

⁷¹ Sri Yulianto dkk, *Penelitian Pemanfaatan Kearifan Lokal Pranata Mongso Terbaharukan untuk Penataan Pola Tanam Pertanian di Kabupaten Boyolali*, (Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, 2013), 1.

⁷² Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 66.

penanggalan *Pranoto Mongso*.⁷³ Selain itu, tanggal 22 Juni dipilih juga bertepatan dengan hari pertama pergeseran Matahari dari garis balik Utara. Perpindahan tersebut sangat berpengaruh terhadap kondisi dan unsur meteorologis suatu wilayah, maka hal tersebut sangat berhubungan erat dengan keberlangsungan kalender *Pranoto Mongso* di Jawa.⁷⁴

Pada tahun 1633 Miladi (1555 Saka atau 1043 Hijriyah), Sultan Agung dari kerajaan Mataram menghapuskan kalender Saka. Penanggalan Saka merupakan kalender yang dipakai masyarakat Jawa sebelum adanya kalender *Pranoto Mongso*. Setelah dihapus, Sultan Agung menciptakan suatu sistem kalender yang identik dengan penggalan Hijriyah namun bilangan tahunnya tetap meneruskan bilangan tahun Saka. Jadi, 1 Muharrom 1043 Hijriyah tepat jatuh pada 1 Suro 1555 Jawa atau 8 Juli 16333 Miladi.⁷⁵

Tahun 1633 Miladi juga mulai diberlakukan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* sebagai pedoman penanggalan dalam bertani di kerajaan Mataram dan sekitarnya. Sebelumnya, *Pranoto Mongso* memiliki 10 bulan

⁷³ Harya Tjakraningrat, *Kitab Primbon Qomarussyamsi Adamakna*, (Yogyakarta: Soemodidjojo Mahadewa, 1990), hlm. 16

⁷⁴ Anton Rimanang, *Pranata Mongso (Astrologi Jawa Kuno)*, (Yogyakarta: Kepel Press, 2016), 15-16.

⁷⁵ Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa (Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah, dan Jawa)*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011),

mongso dalam satu tahun, sedangkan 64 hari berikutnya (sesudah *mongso* kesepuluh tanggal 18 April) dijadikan sebagai waktu istirahat. Waktu istirahat merupakan berhentinya aktivitas bertani setelah panen besar padi basah dan waktu menunggunya sampai dimulainya mangsa yang pertama (*Kasa*).⁷⁶ Karena proses menunggu yang cukup lama ini mengakibatkan adanya penyempurnaan kembali dalam sistem penanggalan *Pranoto Mongso*. Sehingga pada masa pemerintahan Pakubuwono VII, terjadi peninjauan ulang antara tanggal 21 atau 22 Juni 1855. Akhirnya, waktu istirahat tersebut dijadikan sebagai *mongso* kesebelas (*Dhesta*) dan *mongso* yang kedua belas (*Sadha*). Sehingga dalam satu tahun penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* genap menjadi 12 bulan atau *mongso*.⁷⁷

G. Sistem Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*

Matahari mempunyai fungsi yang sangat penting bagi Bumi. Energi pancaran sinar Matahari membuat Bumi tetap hangat bagi kehidupan, membuat udara dan air di Bumi dapat bersikulasi, tumbuhan dapat berfotosintesis, juga banyak hal lainnya. Fungsi tersebut tidak lepas karena adanya gerakan

⁷⁶ Kusnaka Adimihardja dkk, *Petani: Merajut Tradisi Era Globalisasi Pendayagunaan Sistem Pengetahuan Lokal dalam Pembangunan*, (Bandung: Humaniora Utama Press, 1999), 18.

⁷⁷ Ahmad Ali Azhari, *Hisab Awal Bulan*, (Kediri: Ar Rizqi “Pesantren Fathul Ulum”, 2004), 8-9.

berputarnya Bumi pada porosnya dengan perjalanan dari Barat ke Timur yang disebut gerak rotasi Bumi. Periode rotasi Bumi dalam satu hari satu malam membutuhkan waktu 23 jam 56 menit 4 detik yang dibulatkan menjadi 24 jam. Selain itu, efek dari gerak rotasi ini menjadikan Bumi terjadi siang dan malam, gerak semu benda-benda langit, adanya perbedaan waktu diberbagai wilayah, dan adanya perubahan angin.⁷⁸

Selain berotasi, Bumi juga ber-revolusi. Revolusi adalah gerak Bumi mengelilingi Matahari. Revolusi ini memiliki kemiringan terhadap bidang ekliptika sebesar $66,5^{\circ}$ dari sumbu Bumi. Sehingga karena kemiringan tersebut, gerak revolusi Bumi tidak sejajar dengan ekuator Bumi, membentuk sudut sebesar $23,5^{\circ}$.⁷⁹ Sedangkan periode revolusi Bumi lamanya 365,24220 hari atau 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik, periode ini disebut dengan 1 tahun sideris Matahari. Salah satu efek daripada adanya revolusi Bumi ini terdapat perubahan terjadinya kedudukan tahunan Matahari di langit yang menimbulkan adanya perubahan musim tahunan.⁸⁰

Fenomena tahunan akibat perubahan kedudukan Matahari yang condong ke Utara dan Selatan menyebabkan

⁷⁸ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak "Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta"*, (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), 199.

⁷⁹ Slamet Hambali, *Pengantar*, 202.

⁸⁰ Moedji Raharto, *Sistem Penanggalan*, (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 78.

perubahan musim di Bumi bagian Selatan dan Bumi bagian Selatan.⁸¹ Terdapat 4 musim yang terjadi di belahan Bumi Utara dan Selatan, empat musim tersebut adalah musim panas (*summer solstice*) saat bujur Matahari berada pada nilai 90^0 yang terjadi pada tanggal 21 Juni di belahan Bumi Utara dan 22 Desember di belahan Bumi Selatan. *Kedua*, musim dingin (*winter solstice*) saat bujur Matahari berada pada nilai 270^0 yang terjadi tanggal 22 Desember di belahan Bumi Utara dan 22 Juni di belahan Bumi Selatan. *Ketiga*, musim semi (*vernal equinox*) saat bujur Matahari (*ecliptic longitude*) berada di posisi nilai 0^0 yang terjadi pada 21 Maret di belahan Bumi Utara dan 23 September di belahan Bumi Selatan. *Keempat*, musim gugur (*autumnal equinox*) merupakan kebalikan dari musim semi saat bujur Matahari berada pada nilai 180^0 yang terjadi pada tanggal 23 September untuk belahan Bumi Utara dan tanggal 21 Maret untuk Bumi belahan Selatan.⁸²

Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* ini merupakan penanggalan yang berbasis pada peredaran Matahari, hal ini tergolong dalam sistem kalender *Syamsiyah*⁸³ yang siklusnya tidak jauh berbeda dengan kalender syamsiyah lainnya.⁸⁴

⁸¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 126.

⁸² Slamet Hambali, *Pengantar*, 206.

⁸³ Penanggalan syamsiyah merupakan suatu sistem penanggalan yang didasarkan peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak*, 77.

⁸⁴ Anton Rimanang, *Pranata*, 11.

Umumnya kalender *Syamsiyah*, penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* juga memiliki tahun *Kabisat* dan *Basithah* yang di dalamnya dikenal dengan *wastu*⁸⁵ dan *wuntu*^{86, 87}. Sistem kalender dalam penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* sama persis dengan sistem kalender syamsiyah, hal ini diterapkan supaya tetap sinkron dengan tahun tropis (musim) dengan menyisipkan satu tahun kabisat (*leap year*) sebagai tambahan rata-rata kalender.

Kalender Jawa *Pranoto Mongso* memiliki ciri khusus yang tidak dimiliki kalender lainnya. Kalender *Syamsiyah* pada umumnya dalam satu bulan memiliki jumlah hari 28, 29, 30, atau 31 hari, hanya terpaut 0-3 hari antar satu bulan dengan bulan lainnya. Berbeda dengan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*, terdapat bulan yang umurnya tidak lazim dengan penanggalan lainnya, yaitu berumur 21 hari sampai 42 hari. Hal tersebut terjadi bukan sebuah kebetulan, karena dalam sistem penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* sangat memperhatikan unsur gejala alam baik fisik maupun biologis,

⁸⁵ *Wastu* adalah tahun *kabisatnya* penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* yang dalam satu tahunnya berjumlah 366 hari.

⁸⁶ *Wuntu* adalah tahun *basithahnya* penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* yang dalam satu tahunnya berjumlah 365 hari.

⁸⁷ N. Daljoeni, *Penanggalan Pertanian Jawa Pranata Mangsa: Peranan Bioklimatologis dan Fungsi Sosio-kulturalnya*, (Yogyakarta: Seri Terbitan Proyek Javanologi, 1983), 5.

sehingga pendek atau panjangnya umur dalam satu bulannya tergantung pada gejala alam tersebut.⁸⁸

Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* dalam satu tahunnya memiliki 12 bulan yang disebut dengan *mongso*. Dari 12 *mongso* tersebut terbagi dalam satuan waktu yang lebih kecil dan disinkronkan dengan kondisi pergantian musim dalam pertanian. Terdiri dari 4 *mongso* utama: *mongso terang* berjumlah 82 hari, *mongso semplah* berjumlah 99 hari, *mongso udan* berjumlah 86 hari, dan *mongso pangarep-arep* berjumlah 98/99 hari. Terlepas dari pembagian 4 *mongso* tersebut, juga terdapat penambahan *mongso* utama lainnya, yaitu *mongso katiga* berjumlah 88 hari, *mongso labuh* berjumlah 95 hari, *mongso rendheng* berjumlah 94/95 hari dan *mongso mareng* berjumlah 88 hari.⁸⁹

Berikut nama-nama dan keadaan alam dalam penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*:

⁸⁸ Anton Rimanang, *Pranata*, 14.

⁸⁹ Sindhunata, *Seri Lawasan (Pranata Mangsa)*, (Jakarta: Pepustakaan Populer Gramedia, tt), 3.

Tabel 2.2: Nama *Mongso* dan Umurnya⁹⁰

<i>Mongso</i>	Periode Tanggal	Musim	Umur	
			Wastu	Wuntu
Kasa	22 Juni – 1 Agustus	<i>Ketigo</i>	41	41
Karo	2 Agustus – 24 Agustus	<i>Ketigo</i>	23	23
Katelu	25 Agustus – 17 September	<i>Ketigo</i>	24	24
Kapat	18 September – 112 Oktober	<i>Labuh</i>	25	25
Kalima	13 Oktober – 8 November	<i>Labuh</i>	27	27
Kanem	9 November – 21 Desember	<i>Labuh</i>	43	43
Kapitu	22 Desember – 2 Februari	<i>Rendheng</i>	43	43
Kawolu	3 Februari – 28/29 Februari	<i>Rendheng</i>	26	27
Kasongo	1 Maret – 25 Maret	<i>Rendheng</i>	25	25
Kasadasa	26 Maret – 18 April	<i>Mareng</i>	24	24
Dhesta	19 April – 11 Mei	<i>Mareng</i>	23	23
Sadha	12 Mei – 21 Juni	<i>Mareng</i>	41	41
Jumlah			365	366

Sumber: Buku Pedoman Ilmu Falak MA Walisongo

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa dalam sistem penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* memiliki umur yang sangat bervariasi pada setiap bulannya. Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* ini menjadi pedoman bercocok tanam bagi para petani untuk kegiatan pengolahan tanah. Selain itu tujuan para petani berpedoman pada penanggalan tersebut supaya dapat meningkatkan hasil dan kualitas panen. Selain itu, setiap nama bulan yang dipakai dalam penanggalan Jawa *Pranoto*

⁹⁰ Buku Pembelajaran Ilmu Falak MA Walisongo Pecangaan Jepara, 10-11. Buku tersebut merupakan buku pedoman ketika peneliti belajar ilmu falak di MA Walisongo Pecangaan Jepara.

Mongso juga dikaitkan dengan perilaku hewan ternak, perkembangan tumbuhan, dan situasi alam sekitar yang sangat erat dengan kultur agraris.⁹¹ Contohnya pada bulan Desember, Januari, dan Februari adalah musim *rendheng* atau musim penghujan yang di dalam penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* disebut dengan *mongso kapitu* dan *kawolu*.. Pada musim *rendheng* para petani akan bersiap dan waspada menghadapi penyakit tanaman seperti munculnya hama uret, juga para petani siap waspada akan datangnya banjir, badai, dan longsor.⁹²

⁹¹ Bistok Hasiholan Simanjuntak, *Analisis Curah Hujan pada Sistem Pranata Mongso Baru: untuk Penentuan Pola Tanam*, (Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, tt), 7.

⁹² Harya Tjakraningrat, *Kitab*, 18.

BAB III

TINJAUAN UMUM *SUNDIAL* DAN DESKRIPSI *RUKHAMA MODIFIED*

A. Pengertian *Sundial*

Sundial secara bahasa berasal dari Bahasa Inggris, *Sun* berarti Matahari dan *dial* berarti lempengan.¹ Dalam kamus bahasa Inggris-Indonesia *sundial* berarti alat penunjuk waktu dengan bantuan bayangan sinar Matahari.² Sedangkan dalam bahasa Arab *sundial* disebut dengan *sā'ah al-syamsiyah* atau *mizwalah* yang berarti jam Matahari.³ Di Indonesia masyarakat lebih mengenal *sundial* dengan istilah bencet atau tongkat *istiwa'* yang memiliki fungsi sebagai penunjuk jam Matahari sebagai waktu semi lokal dari bayangan benda yang terkena pancaran sinar Matahari.⁴

Sundial atau jam Matahari adalah sebuah perangkat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar Matahari.⁵ Pembuatan *sundial* pada umumnya dengan memanfaatkan

¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*, (Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2017), 129.

² John M Echols dan Hasan Sadily, *Kamus Inggris Indonesia*, (Jakarta: Gramedia, 2003), Cet.XXV, 586.

³ Atabik Ali dan Ahmad Zuhdi Muhdhor, *Kamus Kontemporer Arab Indonesia*, (Yogyakarta: Multi Karya Grafika, 2004), 1036.

⁴ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 129.

⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005), Cet. I, 12.

bayangan Matahari yang menimpa bidang *dial*⁶ dengan ditandai pada jam-jam tertentu. Bagian utama dalam *sundial* adalah *gnomon*⁷ dan *dial*. Karena peredaran Matahari berubah-ubah, waktu yang ditunjukkan oleh *sundial* pun turut berubah.

Gnomon atau tongkat *istiwa*' adalah sebuah tongkat biasa yang terbuat dari kayu atau besi yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar atau bidang *dial* di tempat terbuka dan berfungsi sebagai penunjuk indikator jam pada bidang *dial* yang dihasilkan dari bayangan Matahari. Sedangkan bidang *dial* adalah bagian dari *sundial* yang memiliki fungsi sebagai tempat jatuhnya bayangan *gnomon* dengan tulisan angka-angka waktu tertentu di atasnya. Bidang *dial* memiliki bentuk yang berbeda-beda, berbentuk horizontal atau datar, bertentuk vertikal, ataupun berbentuk miring dengan tingkat kemiringan sudut tertentu yang mana sudut tersebut menyesuaikan lintang tempat suatu daerah.⁸

B. Sejarah dan Perkembangan *Sundial*

Zaman dahulu manusia mengukur waktu dengan mengamati perjalanan Matahari. Dengan adanya perubahan bayangan Matahari yang memanjang saat pagi sampai siang (*zawal*) dan memendek kembali ketika sesudah *zawal* sampai

⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2012), cet. II, 105.

terbenam, manusia mulai mengetahui waktu siang dan sore. Sehingga, setiap benda vertikal (berdiri) bayangannya dapat dimanfaatkan untuk penunjuk waktu. Selain dengan perubahan panjang pendeknya bayangan, mereka juga mengamati arah bayangan yang berubah. Di pagi hari saat Matahari terbit dari Timur bayangan benda berada di sebelah Barat, sebaliknya ketika Matahari berpindah ke Barat, bayangan benda berpindah juga dari Utara kemudian ke Timur. Dengan pengamatan perubahan bayang Matahari dengan ditambah pengetahuan dasar tentang musim yang dimiliki manusia, akhirnya jam Matahari ditemukan.⁹

Sejarah *sundial* merupakan salah satu contoh peradaban manusia yang bernafaskan astronomi. Dari beberapa penelitian para sejarawan disebutkan bahwa pertama kali *sundial* ditemukan pada peradaban Yunani-Romawi. Setiap peradaban memiliki ciri khas bentuk *sundial* yang menunjukkan tingkat perkembangan dan kemajuan pengetahuan astronomi serta matematika mereka. Salah seorang sejarawan bernama Herodotus (484-425 SM) mengungkapkan bahwa *sundial* berasal dari Babilonia di lembah-lembah sumur sungai Tigris dan Eufrat.¹⁰

Seiring dengan perkembangan zaman, para arkeolog menemukan *sundial* pertama yang dibuat oleh manusia

⁹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 132-133.

¹⁰ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 133.

bebentuk tugu (*obelisk*) yang diperkirakan dibuat sekitar tahun 3500 SM dan jam bayangan sekitar tahun 1500 SM dari Mesir dan Babilonia. Selanjutnya *sundial* tertua ditemukan berasal dari Mesir pada masa Thutmosis III sekitar abad 15 SM. *Sundial* yang ditemukan tersebut terdiri dari dua kepingan batu, satu berfungsi sebagai jarum dan lainnya berfungsi sebagai dudukan berbentuk batangan datar sebagai tempat garis jam. Secara desain mungkin *sundial* pertama ini terbilang kurang lazim dan berbeda dengan *sundial* pada umumnya karena bentuknya menyerupai huruf “L” yang dilengkapi dengan bandul,. Meskipun bentuknya kurang lazim, *sundial* tentunya dibuat sesuai dengan prinsip kerja *sundial*. Ketika *sundial* terkena pancaran sinar Matahari, bayangan akan terbentuk seperti huruf “L”, jatuh tepat pada batangan datar yang terletak di bawahnya dan menunjukkan waktu. Cara menggunakan *sundial* tersebut dengan mengarahkan bidang yang berbentuk “L” di pagi hari ke arah Timur, dan digeser ketika sore hari ke arah Barat. Fungsi bandul pada *sundial* ini untuk mengukur kejajaran atau kedataran tempat berdirinya ketika akan digunakan.¹¹

¹¹ Rene R. J. Rohr, *Sundial: History, Theory, and Practice*, (New York: Dover Publication, Inc, 1996), 5

Gambar 3.1: *Sundial* Tertua pada Masa Thutmosis III

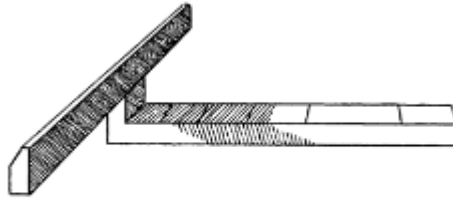


FIGURE 2 Egyptian dial of the time of Thutmosis III (fifteenth century BC). The most ancient dial known

Sumber: Rene R. J. Rohr¹²

Pada tahun 1000 sebelum Kristus, para ilmuwan China menelusuri sebuah dokumen yang ditemukan dari Mesir yang berisikan tentang *sundial*. Berdasar pada dokumen yang telah ditemukan, *gnomon* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pengamatan astronomi. Dengan bantuan naskah tersebut orang China tidak hanya menemukan titik meridian astronomis, tapi juga berhasil menetapkan titik balik Matahari dan memperoleh nilai kemiringan ekliptika terhadap equator sebesar $23^{\circ} 54'$.¹³

Sekitar tahun 660-30 SM, telah ditemukan dua *sundial* dengan bentuk yang berbeda di Mesir. *Sundial* pertama merupakan *sundial* yang dapat menunjukkan waktu sepanjang hari tanpa mengubah posisi *sundial* ketika sore hari. Konsep *sundial* ini sudah lebih maju dibandingkan dengan

¹² Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 5.

¹³ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 6.

penemuan *sundial* yang pertama kali ditemukan. Selain itu *sundial* ini juga memiliki bidang miring yang bertingkat menyerupai tangga pada kedua sisinya. Bayangan yang jatuh pada bidang miring tersebut juga dapat menunjukkan waktu. Dengan begitu, *sundial* ini dapat digunakan dimanapun tanpa harus mengetahui garis meridian terlebih dahulu. *Sundial* kedua yang ditemukan di Mesir memiliki permukaan yang miring sesuai dengan nilai lintang tempat. Lebar *sundial* dibagi menjadi beberapa bagian untuk menunjukkan bulan, dan ditamhakkannya garis diagonal yang dibuat melewati garis-garis bulan berfungsi untuk menunjukan jam.¹⁴

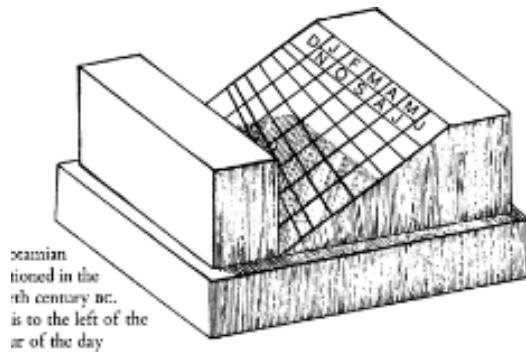
Gambar 3.2: *Egyptian Dial* pertama



Sumber: Rene R. J. Rohr¹⁵

¹⁴ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 134.

¹⁵ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 7.

Gambar 3.3: *Egyptian dial* kedua

Sumber: Rene R. J. Rohr¹⁶

Pada abad ke-3 SM, *sundial* mulai dikembangkan dari segi bentuk dan desain. Salah satunya *sundial* yang dikembangkan oleh Aristarchus dan Samos dengan nama *Hemispherium*. *Sundial* ini terbuat dari batu yang tengahnya dibentuk cekung dan berlubang pada titik pusatnya. *Gnomonon* pada *Hemispherium* ini diletakkan di tengah-tengah lubang berdiri tegak vertikal dan mengarah ke *zenith*¹⁷. Ujung *gnomon* memproyeksikan lintasan Matahari yang bayangannya bergerak mengikuti pergerakan Matahari secara berlawanan. Garis-garis vertikal pada bidang *dial* menunjukkan waktu siang hari yang telah dibagi menjadi 12

¹⁶ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 7.

¹⁷ Zenith adalah titik pertemuan antara garis vertical dengan dengan bola langit bagian atas. Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 51.

jam, sedangkan garis horizontalnya menunjukkan musim atau bulan.¹⁸

Gambar 3.4: *Hemispherium Sundial*

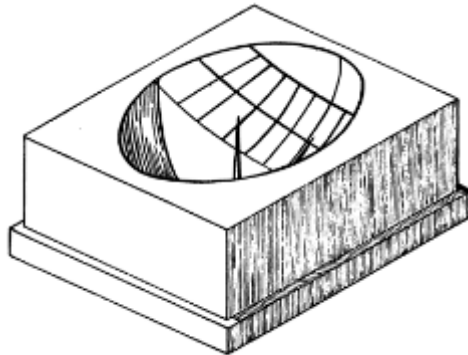


FIGURE 7 The hemispherium of Berossos reproduced the passage of the sun on the celestial vault in a reduced scale

Sumber: Rene R. J. Rohr¹⁹

Saat penaklukan Romawi, *sundial* ikut terbawa ke Roma (Italia). *Sundial* yang terbawa ke Roma didirikan di alun-alun. Karena semula *sundial* tersebut berada di Sisilia, tentunya ketika dibawa ke Roma yang memiliki lintang berbeda harus merubah bentuk *sundial* nya terlebih dahulu, namun kesalahan ini tidak disadari oleh orang-orang Romawi yang mengakibatkan salahnya waktu dalam kurun waktu hampir 1 abad.²⁰

Sundial pada masa kekaisaran Augustus dipasang di Campus Martius, Roma. *Sundial* tersebut dibawa dari

¹⁸ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 10.

¹⁹ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 10.

²⁰ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 135.

Heliopolois (Mesir) pada abad ke-10 SM berbentuk *obelisk* (tugu) dengan tinggi hampir 22 meter. Di atas *obelisk* tersebut terdapat bola yang dirancang untuk menetralkan efek penumbra dengan bidang *dial* sepanjang 150 meter dan lebar 75 meter. Semua *sundial* yang ditemukan pada masa awal (abad SM) hanya digunakan untuk menunjukkan waktu yang bersifat *temporal* (sementara). Meskipun waktunya bersifat sementara, *sundial* tetap digunakan sampai abad ke-14. Jenis *sundial* pada masa itu hanya *sundial horizontal* dan *sundial vertical*.²¹

Akhir abad ke-10, para ilmuwan Muslim telah mewarisi beberapa pengetahuan astronomi dari Yunani Kuno. Mereka mulai mengembangkan teori trigonometri bola dalam pembuatan *sundial*. Hasilnya mereka dapat membuat *sundial* tipe ekuatorial yang bisa dipakai diberbagai lintang tempat. Penemuan besar ini menjadi sebuah cikal bakal penemuan *sundial-sundial* setelahnya. Berbekal dengan *gnomon* yang diposisikan sejajar dengan sumbu rotasi bumi, menghasilkan *sundial* yang dapat dipakai untuk merekam jejak pergerakan Matahari sebagai penunjuk waktu per 60 menit dalam satu tahun, dan seluruh bayangan yang terbentuk dari *gnomon* dapat menunjukkan jam secara keseluruhan, bukan hanya ujung *gnomonnya* saja. Sehingga, meskipun bayangan yang

²¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 136.

dibentuk berubah menyesuaikan musim, namun bayangan tersebut dapat menunjukkan waktu dengan konisisten. Inilah mulanya diciptakannya *sundial* yang dapat menunjukkan waktu yang sama dalam satu tahun.²²

Berbeda dengan fungsi *sundial* sebelumnya, ilmuwan Islam mengembangkan *sundial* tidak hanya digunakan untuk penentu jam, tapi juga untuk menentukan waktu salat zuhur dan asar. Waktu zuhur ditandai dengan tergelincirnya Matahari yaitu sesaat setelah Matahari melewati garis meridian, atau kira-kira seperempat panjang bayangan dari *gnomon* (di Andalusia dan Afrika pada abad pertengahan). Sedangkan waktu salat asar adalah ketika bayangan dari *gnomon* vertikal melebihi panjang *gnomon* sesungguhnya, dan akhir dari salat asar ketika Matahari terbenam. Saat itu *sundial* merupakan satu-satunya alat yang paling akurat sebagai penentu waktu sala duhur dan asar.²³

Perkembangan *sundial* oleh para ilmuwan Muslim tidak lepas dari penaklukan Islam terhadap Romawi dan daerah kekuasaannya yang sangat kental akan pengetahuan *sundial*. Khalifah Abdul Aziz dari Bani Umayyah yang berkuasa di Damaskus pada tahun 700 SM telah

²² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 137.

²³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 137.

memanfaatkan *sundial* dari Romawi untuk penentuan waktu salat zuhur dan asar.²⁴

Sundial ekuatorial pertama telah dibuat dari peradaban Islam pada abad ke-11 yang dibuat oleh Ibnu Saffar yang diemipatkan di Museum *Arqueologico Provincial de Cordoba*. Pada *sundial*, ditampilkan garis untuk jam musiman, garis awal musim, dan garis penanda waktu salat zuhur dan asar. Panjang *gnomon* dibuat vertikal sama dengan jari-jari lingkaran di piringan.²⁵

Tidak hanya wilayah Eropa saja, *sundial* juga berkembang di wilayah Timur khususnya Cina dan Jepang. Namun tidak banyak catatan sejarah yang membahasnya sebagaimana sejarah *sundial* dari dunia Barat. *Sundial* yang banyak ditemukan pun mayoritas berasal dari Yunani.

C. Macam-Macam *Sundial*

Ada tiga macam *sundial* yang masing-masing memiliki karakter dan fungsi yang berbeda-beda. Yaitu; *Sundial Horizontal*, *Sundial Vertikal*, dan *Sundial Equatorial*.

1. *Sundial Horizontal*

Sundial horizontal atau yang biasa dikenal dengan *garden sundial* adalah jam Matahari yang bentuknya

²⁴ J L Berggren, *Sundial in Medieval Islamic Science and Civilization*, Vol. 8, No. 2, 2001), 8.

²⁵ J L Berggren, *Sundial*, 10.

berupa bidang datar dan di atasnya terdapat *gnomon* dengan kemiringan sejajar dengan poros Bumi. Umumnya jenis *sundial* ini diletakkan di atas permukaan tanah, tapi juga ada yang ditempatkan di atas meja taman yang terbuat dari batu sebagai penghias tengah taman.²⁶

Terdapat dua komponen dalam *sundial horizontal*, yaitu; bidang *dial* dan *gnomon*. Bentuk *dial* pada *sundial horizontal* permukaannya datar sejajar dengan garis horizon dan tegak lurus dengan khatulistiwa. Di atas bidang *dial* juga terdapat garis jam sebagai penunjuk waktu. Pembuatan skala jam pada *sundial horizontal* metode geometri dan metode trigonometri dan bidang *dial* harus ditempatkan sejajar persis dengan meridian lokal.²⁷

Sedangkan *gnomon* dalam *sundial* tipe ini berupa segitiga menjulang yang di atas permukaan *dial* dengan kemiringan sudut sebesar derajat lintang tempat. Sehingga antara bidang *dial* dan *gnomon* akan selalu dalam bidang vertikal meridian dan menunjuk ke arah kutub langit Utara. *Gnomon* dibuat mengarah ke kutub langit Utara dengan tujuan supaya bayangan yang terbentuk dapat jatuh di atas bidang *dial*.²⁸

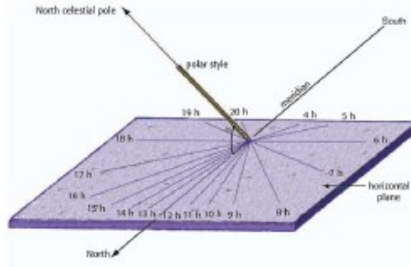
²⁶ Denis Savoie, *Sundial Design, Contruction and Use*, (Chierster: Puxing Publishing, 2009), 67.

²⁷ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 137.

²⁸ Denis Savoie, *Sundial Design*, 68.

Terdapat dua metode dalam pembuatan skala jam *sundial horizontal*, yaitu menggunakan metode geometri dan metode trigonometri.

Gambar 3.5: *Sundial Horizontal*



Sumber: Denis Savoie²⁹

2. *Sundial Vertikal*

Sundial vertikal adalah jam Matahari yang ditempatkan pada dinding secara vertikal. *Sundial* ini sering dijumpai pada dinding-dinding rumah tua, bangunan sejarah, dan monumen. Berbeda dengan jenis *sundial* lainnya, tipe ini cukup rumit proses pembuatannya, selain itu tipe juga dapat diarahkan ke arah mana saja.

Ada dua macam *sundial vertikal*, yaitu *direct vertical dial* dan *declining vertical dial*. *Direct vertical dial* adalah *sundial vertikal* yang bidang dial nya tepat menghadap ke 4 arah mata angin sejati. Sedangkan *declining vertical dial* merupakan *sundial vertikal* yang

²⁹ Denis Savoie, *Sundial Design*, 67.

bidang *dial* nya tidak tepat ke 4 arah mata angin. *Sundial vertical* yang mengarah ke arah Utara dan Selatan dapat digunakan untuk sepanjang hari, sebaliknya *sundial vertical* yang menghadap ke Timur dan Barat hanya dapat digunakan setengah hari. Garis tengah hari (pukul 12 siang/*zawal*) pada *sundial vertical* selalu berpotongan dengan bidang meridian. Ketika *sundial* di arahkan ke Utara disebut *septentrional*, dan ketika diarahkan ke Selatan disebut *meridional*.³⁰

Sundial vertical dial Utara dan Selatan, *gnomon* diatur miring sebesar sudut *complement latitude* ($90^0 -$ lintang tempat). Garis jam pada *vertical dial* Utara dibuat memutar searah jarum jam, sedangkan pada *vertical dial* Selatan memutar berlawanan jarum jam.³¹

Gambar 3.6: *Sundial Vertical*



Sumber: Denis Savoie³²

³⁰ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 140.

³¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 141.

³² Denis Savoie, *Sundial Design*, 90.

3. *Sundial Equatorial*

Sundial Equatorial adalah *sundial* yang memiliki bidang *dial* berbentuk miring menyesuaikan nilai lintang tempat dan *gnomon* yang tegak lurus dengan bidang *dial* nya. Kemiringan bidang *dial* dibuat miring bertujuan karena sebagai bentuk penyesuaian dengan lingkaran meridian. Dengan demikian, *sundial equatorial* memiliki bidang *dial* sesuai dengan bidang ekuator Bumi yang penempatannya harus miring sesuai dengan sudut kemiringan Bumi.³³

Jarak sudut antar garis jam pada *sundial* ini bernilai 15^0 antara satu dengan lainnya yang disusun berputar mengelilingi *gnomon*. Hal ini disebabkan perputaran gerak semu Matahari harian memiliki kecepatan 15^0 per jam sepanjang ekuator. Kelebihan *sundial* tipe ini dapat digunakan pada lintang manapun dengan memsasikan *gnomon* mengarah ke kutub Bumi dengan memposisikan bidang *dial* membentuk sudut $90^0 - \text{lintang tempat}$ dari horizon.³⁴

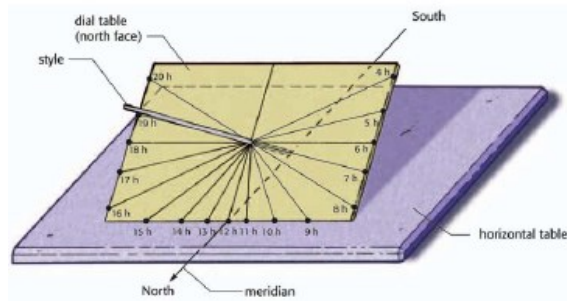
Bidang *dial* pada *sundial equatorial* berbeda-beda, ada yang dibuat datar juga ada yang dibuat melengkung menggunakan papan lengkung, namun keduanya tetap sejajar dengan garis ekuator. Dibandingkan dengan jenis

³³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 139.

³⁴ Rene R. J. Rohr, *Sundial*, 46.

lainnya, *sundial equatorial* ini terbilang paling sederhana dalam pembuatannya, dan dapat disesuaikan dengan lintang mana saja.³⁵

Gambar 3.7: *Sundial Equatorial*



Sumber: Denis Savoie³⁶

D. Komponen *Sundial*

Komponen yang terdapat pada *sundial* ada 3, yaitu; *gnomon*, bidang *dial*, dan garis jam.

1. *Gnomon*

Kata *gnomon* berasal dari Bahasa Yunani yang berarti “sesuatu atau seorang yang tahu”. Istilah lain yang memiliki arti senada dengan *gnomon* yaitu *syakhs* (stik/tongkat), *miqyas* (ukur), *style* (ukuran). *Gnomon* merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai penunjuk jam pada bidang *dial* yang dihasilkan oleh cahaya

³⁵ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 140.

³⁶ Denis Savoie, *Sundial Design*, 60.

Matahari.³⁷ *Gnomon* ini memiliki peran sebagai penghasil bayangan yang mengindikasikan waktu. Posisi *gnomon* dapat diposisikan menyesuaikan bidang *dial*, dapat diatur sejajar dengan permukaan *dial*, tegak lurus dengan permukaan *dial* atau mengarah ke titik kutub langit yang berdasar pada jenis *sundial*.³⁸

2. Bidang *dial*

Bidang *dial* merupakan tempat jatuhnya bayangan *gnomon* yang terkena pancaran sinar Matahari. Bidang *dial* berbentuk piringan, dataran, atau *hemisperium* yang di atasnya terdapat angka-angka jam ditunjukkan oleh bayangan dari *gnomon*. Bidang *dial* ini menunjukkan jam yang bervariasi menyesuaikan panjang hari sesuai nilai deklinasi dan musim. Bentuk *dial* pun juga bervariasi, ada yang berdiri tegak vertical, mendatar horizontal, dan miring dengan sudut tertentu seperti lengkungan.³⁹

3. Garis Jam

Garis jam atau *hour line* merupakan angka-angka yang dituliskan di atas permukaan bidang *dial*. Jarak antar angka satu dengan yang lain tidak sama, menyesuaikan jenis *sundial*.⁴⁰

³⁷ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi*, 105.

³⁸ Denis Savoie, *Sundial Design*, 60.

³⁹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 138.

⁴⁰ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 138.

E. Deskripsi *Sundial* Penentu Arah Kiblat dan Penentu Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*

Sundial merupakan sebuah instrumen astronomi yang dapat dikembangkan untuk berbagai macam fungsi. Dulu *sundial* difungsikan untuk penentu waktu dan awal waktu salat, sekarang sudah dikembangkan untuk penentuan kiblat bahkan kalender *mongso* dalam penanggalan Jawa. Perhitungan trigonometri bola tidak dapat terlepas dalam pembuatan *sundial*.

1. *Sundial* Penentu Arah Kiblat

Umumnya *sundial* penentu arah kiblat merupakan sebuah pengembangan dari *sundial horizontal*. Dari berbagai macam tipe *sundial* penentu arah kiblat, peneliti memilih Istiwa'aini karya Slamet Hambali sebagai instrumen yang akan dikembangkan. Dipilihnya Istiwaiini sebagai bahan pengembangan dikarenakan alat tersebut memiliki keistimewaan, yaitu memiliki dua *gnomon* yang membedakan dengan *sundial* penentu kiblat lainnya yang hanya menggunakan satu tongkat *istiwa'* saja.

Istiwa'aini merupakan sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua buah tongkat *istiwa'*. Alat ini didesain untuk pengukuran arah kiblat dan Utara sejati dengan

menggunakan prinsip penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite*.⁴¹

Adapun komponen-komponen yang terdapat pada Istiwa'aini:

a. Dua Tongkat *Istiwa'*

Istiwa'aini mempunyai dua tongkat *istiwa'* yang mempunyai fungsi yang berbeda. Satu tongkat ditempatkan pada pusat lingkaran dan tongkat satunya lagi ditempatkan di titik 0^0 atau 360^0 . Tongkat *Istiwa'* pada titik 0^0 sebagai pembidik untuk mengkalibrasi posisi Matahari melalui bayangan *gnomon*. Sedangkan tongkat *istiwa'* di pusat lingkaran berfungsi sebagai acuan sudut lingkaran dan tumpuan benang sebagai penunjuk pengukuran arah kiblat.⁴²

b. Lingkaran Dasar Tongkat *Istiwa'* (Bidang *Dial* Putar)

Alas dasar pada Istiwa'aini berbentuk lingkaran dengan skala $0^0 - 360^0$ yang terbuat dari akrilik. Fungsi alas lingkaran ini sebagai penangkap bayangan *gnomon*. Pada titik pusat lingkaran terdapat lubang yang berfungsi sebagai tempat berdirinya tongkat *istiwa'*.

⁴¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 171.

⁴² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 173.

Sebelum menggunakan Istiwa'aini, pastikan posisi lingkaran dasar tongkat *istiwa'* harus betul-betul datar. Untuk mengukur kedatarannya dapat menggunakan *watrepass*. Untuk mengatur kedatarannya dengan memutar kaki-kaki atau tripod Istiwa'aini.

c. Alas Dasar Lingkaran

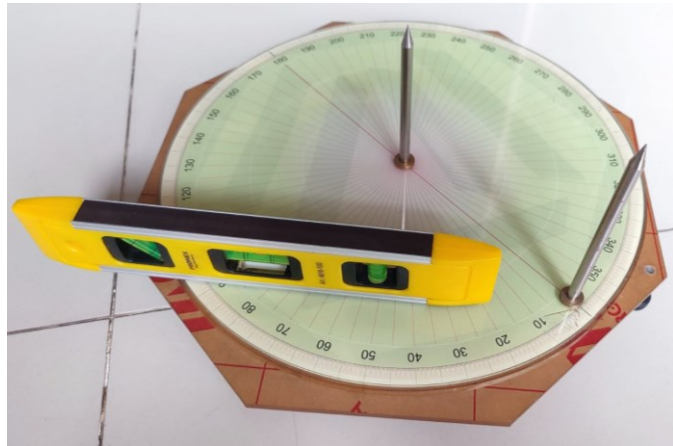
Alas dasar lingkaran berbentuk segi enam yang terbuat dari akrilik. Ukuran alas dasar lingkaran lebih besar dibandingkan dengan bidang *dial*nya. Pada alas lingkaran ini terdapat 3 lubang sebagai tempat tripod istiwa'aini. Pemasangan alas dasar harus benar-benar datar dan presisi dengan bidang *dial* supaya mendapat hasil yang akurat dalam pengukuran.⁴³

d. Benang

Benang termasuk komponen yang sangat penting dalam Istiwa'aini. Benang ini digunakan untuk membuat garis kiblat dengan cara menarik benang dari tongkat *istiwa'* yang ada di pusat lingkaran.

⁴³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 174.

Gambar 3.8: Istiwa'aini Karya Slamet



Hambali

Sumber: Dokumentasi Peneliti

2. *Sundial Horizontal* Penentu Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*

Sundial horizontal penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* merupakan sebuah instrumen yang dibuat oleh Muhammad Himmatur Riza⁴⁴. Latar belakang dibuatnya *sundial* ini berawal dari kebiasaan masyarakat Jawa yang dalam menentukan kalender *mongso* menggunakan pecak kaki. Tentunya hal tersebut kurang akurat mengingat tinggi badan, lebar dan panjang kaki setiap orang itu relatif. Selain itu tanah yang terkena

⁴⁴ Mahasiswa Program Doktor Studi Islam Konsentrasi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

hamparan sinar Matahari juga tidak selalu rata. Oleh karena itu *sundial Pranoto Mongso* dibuat supaya dalam penentuan kalender *mongso* dapat ditentukan dengan praktis, mudah, dan akurat berdasar pada ilmu pengetahuan.⁴⁵

Komponen dalam *sundial horizontal Pranoto Mongso* sebagai berikut:

a. Bidang *dial*

Bidang *dial* yang digunakan dalam *sundial Pranoto Mongso* dibuat datar sejajar dengan horizon. Secara konsep hampir sama dengan penggunaan *sundial* pada umumnya, yaitu dengan mengarahkan *sundial* ke arah Utara sejati terlebih dahulu. Bidang *dial* pada *sundial* ini berbentuk persegi panjang dengan dimensi 40 cm x 60 cm. Bidang *dial* tersebut juga terdapat skala penentu penanggalan *mongso* sebagai pertanda masuknya awal *mongso* dalam penanggalan Jawa.

12 *mongso* yang didesain di atas permukaan bidang *dial* tersebut di buat sejajar dengan arah Utara dan Selatan sejati. Hal ini dikarenakan *sundial* tersebut menyesuaikan kemiringan ekuator Bumi

⁴⁵ Muhammad Himmatur Riza, "Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa Pranata *Mongso*", *Jurnal Ulul Albab*, Vol. 2, No. 1, Oktober 2018, 123.

terhadap ekliptika yang terkadang miring ke Selatan dan ke Utara. Masuknya *mongso* dalam penggunaa *sundial* ini ditandai dengan jatuhnya bayangan *gnomon* di atas skal-skala *mongso* saat Matahari tepat di meridian.

b. *Gnomon*

Gnomon pada *sundial horizontal Pranoto Mongso* diposisikan tegak lurus dengan bidang *dial* seperti *sundial* pada umumnya. Fungsi *gnomon* disini sebagai pertanda masuknya awal suatu *mongso*. Tinggi *gnomon* pusat 45 cm terbuat dari besi yang ujungnya berbentuk lancip dengan tujuan bayangan yang dibentuk *gnomon* dapat fokus pada skala atau garis-garis yang terdapat dalam bidang *dial*.

Semakin panjang *gnomon* yang dipakai maka jarak antar skala *mongso* semakin lebar, sebaliknya semakin pendek *gnomon* maka jarak antar skala semakin sempit. Jarak antar skala ini sangat penting untuk penentuan penanggalan *mongso*, ketika jarak antar skala *mongso* tersebut semakin lebar maka dalam pengamatannya semakin mudah.

c. Kompas

Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin dengan menggunakan jarum jam yang terdapat padanya. Jarum jam pada kompas ini terbuat dari

logam magnetis yang dapat dengan sendirinya menunjukkan arah Utara magnetik. Karena kompas hanya menunjuk ke arah Utara magnetik, maka untuk mengetahui arah Utara sejati harus ada koreksi magnetik yang memiliki besaran berbeda-beda di setiap koordinat Bumi.⁴⁶

d. *Waterpass*

Waterpass merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kedataran suatu tempat. *Waterpass* memiliki banyak jenis, namun pada *sundial* ini menggunakan *waterpass* berbentuk tabung kecil supaya lebih praktis dan efisien. *Waterpass* yang terdapat pada *sundial* ini digunakan untuk mengukur kedataran bidang *dial* sebelum *sundial* digunakan.⁴⁷

e. Tripod

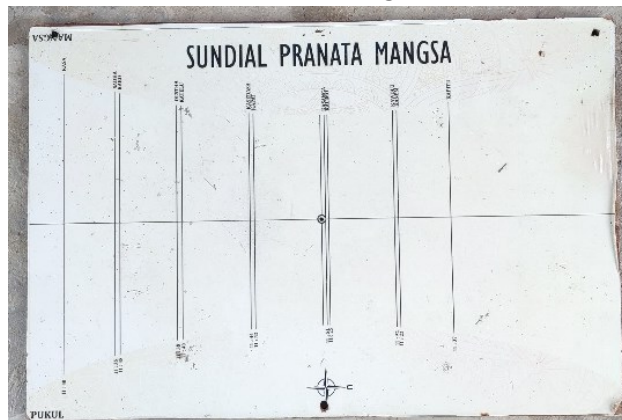
Tempat dudukan bidang *dial* disebut tripod, berfungsi untuk menetralkan bidang *dial* supaya dapat berdiri datar dan sejajar tepat dengan horizon. Dengan adanya tripod sangat memudahkan dalam mengatur kedataran bidang *dial*.⁴⁸

⁴⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 233.

⁴⁷ Muhammad Himmatur Riza, "Pengembangan, 128.

⁴⁸ Muhammad Himmatur Riza, "Pengembangan, 129.

Gambar 3.9: *Sundial Penentu Penanggalan Jawa
Pranoto Mongso*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

F. Deskripsi *Rukhama Modified*

Rukhama' merupakan kata lain daripada *sundial horizontal*, peneliti memilih kata *rukhama'* karena penelitian ini fokus pada pengembangan *sundial horizontal*. Adapun deskripsi pembuatan instrumen pengembangan dibutuhkan beberapa komponen:

1. Desain Produk

Desain *Rukhama Modified* pada dasarnya adalah menggabungkan Istiwa'aini dengan *sundial* penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Secara bentuk peneliti menggunakan desain Istiwa'aini yaitu berupa lingkaran. Karena algoritma pembuatan *sundial* penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* lumayan besar, maka

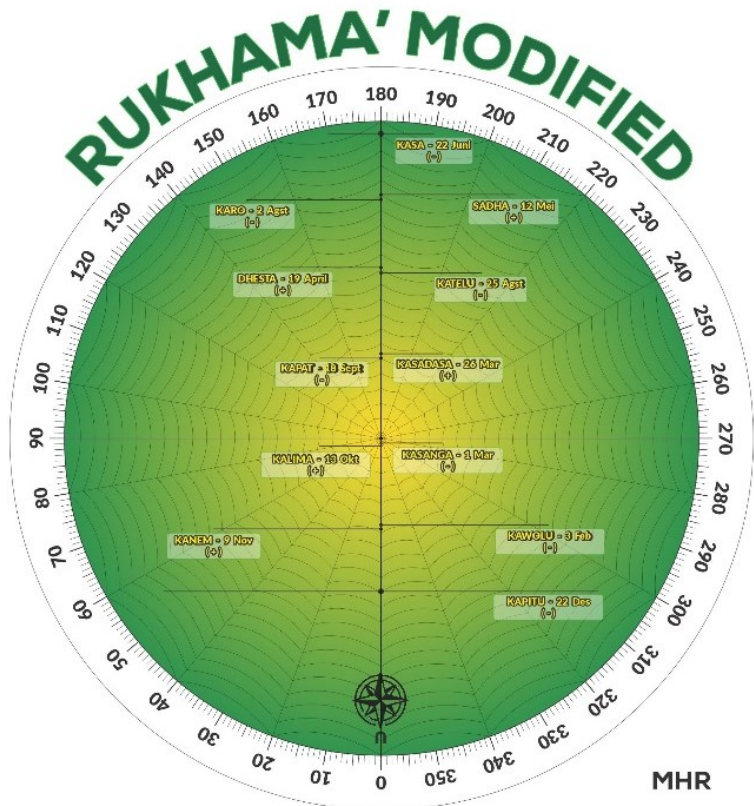
diameter lingkaran juga dibuat lebih besar menyesuaikan perhitungan pembuatan skala tiap *mongso* penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.

Pembuatan desain produk, peneliti menggunakan *software* desain Adobe Illustrator. *Pertama*, pembuatan skala sudut putar 360^0 yang ditempatkan pada tepi lingkaran. Interval besaran sudut dibuat sama dengan Istiwa'aini yaitu per 10 derajat busur. *Kedua*, peneliti memasukkan skala hasil perhitungan tiap *mongso* dalam penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. *Mongso* tersebut ditempatkan sejajar dengan arah Utara dan Selatan. Lima *mongso* di bagian setengah lingkaran Utara, dan 7 *mongso* dibagian lingkaran Selatan.

Motif jaring laba-laba ditambahkan dalam bidang *dial* dengan skala interval 20 derajat busur untuk menambah nilai estetika sekaligus memudahkan dalam penggunaan instrumen nantinya. Penambahan motif jaring laba-laba tersebut sengaja dipilih peneliti karena selaras dengan visi UIN Walisongo Semarang yaitu *Unity of Science* dimana terkandung nilai filsafat yang bermakna bahwa semua ilmu pengetahuan saling terhubung dan sumbernya adalah satu yaitu Allah SWT. Setelah desain sudah jadi, selanjutnya peneliti mencetak desain tersebut dengan bahan *vinyl graftac*. Jenis kertas tersebut dipilih peneliti dikarenakan kualitas kertas stiker

terbuat dari bahan plastik yang lentur. Pembuatan stiker menggunakan bahan *vinyl* akan membuat stiker lebih tahan lama dan tahan terhadap cuaca. Tentunya bahan *vinyl* ini sangat cocok dengan penggunaan instrumen yang nantinya diaplikasikan dibawah sinar Matahari langsung.

Gambar 3.10: Portofolio *Rukhama Modified*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

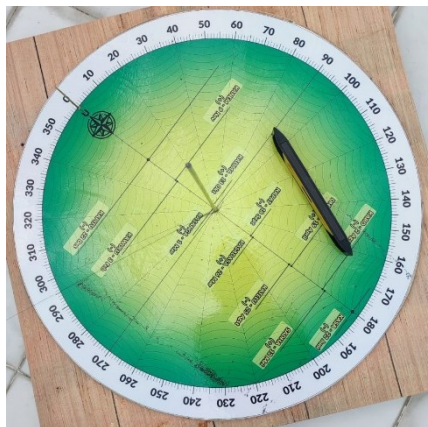
2. Komponen Instrumen

Komponen produk yang terdapat pada *Rukhama Modified* tidak jauh beda dengan komponen yang terdapat pada *Istiwa'aini* dan *sundial* penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Adapun komponen-komponen tersebut:

a. Bidang *dial*

Bidang *dial Rukhama Modified* berbentuk lingkaran yang terbuat dari papan kayu dengan diameter 62,5 cm. Bidang *dial* ini di atasnya akan ditempel stiker hasil desain peneliti. Pada pusat bidang *dial* dan titik 0^0 nya di lubangi yang berfungsi untuk tempat berdirinya tongkat *istiwa'*.

Gambar 3.11: Bidang *dial Rukhama Modified*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

b. Alas bidang *dial*

Alas bidang *dial* terbuat dari bahan papan kayu berbentuk persegi dengan panjang tiap sisi 70 cm. Dibuat lebih besar dari bidang *dial* supaya dapat menamapung bidang *dial* secara keseluruhan. Pada sudut alas bidang *dial* diberi 4 lubang untuk tempat berdirinya tripod.

Gambar 3.12: Alas Bidang *dial Rukhama Modified*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

c. Tripod

Rukhama Modified terdiri dari 4 tiang penyangga atau tripod yang masing-masing di tempatkan di tiap sudut pada alas bidang *dial*. Tripod tersebut terbuat dari bahan baut ukuran 10 dengan panjang 7 cm. Penenliti memilih baut karena

bahannya kuat dan dapat diatur untuk memastikan kedataran *Rukhama Modified*.

Gambar 3.13: Tripod *Rukhama Modified*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

d. Dua tongkat *istiwa'*

Dua tongkat *istiwa'* pada *Rukhama Modified* terbuat dari bahan besi. Salah satu tongkat *istiwa'* berdiri di pusat lingkaran dengan panjang 45 cm, dan satunya lagi berdiri di angka 0^0 pada bidang *dial*. Sedangkan *gnomon* di titik 0^0 panjangnya 15 cm yang digunakan untuk kalibrasi atau pembedikan Matahari dalam penentuan arah kiblat.

Gambar 3.14: *Gnomon Rukhama Modified*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

e. *Waterpass*

Waterpass pada *Rukhama Modified* berfungsi untuk mengecek kedataran sebelum instrumen digunakan.

Gambar 3.15: *Waterpass*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

f. Benang

Seperti halnya Istiwa'aini, *rukhamah modified* juga dilengkapi dengan benang untuk memudahkan pembuatan garis kiblat.

Gambar 3.16: Benang



Sumber: Dokumentasi Peneliti

BAB IV

STUDI KOMODIFIKASI DAN UJI TINGKAT AKURASI *RUKHAMA MODIFIED*

A. Studi Komodifikasi *Rukhama Modified*

1. Studi Instrumen *Rukhama Modified*

Prinsip pembuatan *Rukhama Modified* sama dengan pembuatan *sundial* pada umumnya. Dalam pembuatan *sundial* pengamatan gerak tahunan Matahari dijadikan acuan untuk penentu indikator waktu Bumi. pembuatan *Rukhama Modified* pun sama, untuk penentuan kalender penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* dengan mengamati pergerakan Matahari selama satu tahun. Selain untuk penentuan kalender *mongso*, *Rukhama Modified* juga dapat difungsikan untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, dan lintang bujur tempat.

Berawal dari pengembangan Istiwa'aini dan *sundial* penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* ini peneliti mencoba mengkombinasikan fungsi pada kedua alat tersebut dan dituangkan dalam satu instrumen. Secara desain dan bentuk alat tentunya tidak jauh berbeda Karena untuk bentuk alat, peneliti memakai bentuk Istiwa'aini dan secara desain memakai *sundial* penentu kalender Jawa *Pranoto Mongso*. Konsep tersebut merupakan konsep yang paling tepat, jika memakai konsep yang sebaliknya atau

menggunakan bentuk *sundial* yang lain, maka instrumen pengembangan akan minim fungsi dan tidak sesuai dengan tujuan peneliti.

Selanjutnya dari segi bahan yang dipakai dalam pembuatan *Rukhama Modified*. Bidang *dial* dan alas bidang *dial* peneliti menggunakan bahan kayu yang tentunya sangat rawan patah karena tidak sekuat bahan akrilik. Peneliti memilih bahan kayu karena diameter *Rukhama Modified* yang terbilang cukup lebar, jika pembuatan alat menggunakan bahan lain tentunya akan memakan biaya yang sangat banyak.

Gnomon yang digunakan dalam *Rukhama Modified* terbuat dari bahan besi dengan panjang 50 cm. *gnomon* tersebut ujungnya dibuat lancip dengan tujuan bayangan yang dihasilkan *gnomon* dapat terfokus ke bidang *dial*. Untuk skala *sundial* tentunya panjang *gnomon* tersebut lumayan panjang, karena jika dilihat dari beberapa modifikasi *sundial*, panjang *gnomon* tidak sampai 50 cm. *gnomon* dibuat panjang karena menyesuaikan jarak antar *mongso* yang divisualisasikan diatas bidang *dial*. Jarak antar *mongso* berkisar 0,9 cm sampai 26 cm. jarak tersebut merupakan jarak yang sangat dekat, dan lumayan sulit untuk di observasi. Jika jarak antar *mongso* dibuat lebih jauh maka lebar bidang *dial* dan panjang *gnomon* juga harus

dibuat lebih lebar dan panjang lagi, hal tersebut sangat mengurangi kesan praktis dalam sebuah instrumen.

Tripod atau pijakan *Rukhama Modified* yang terbuat dari baut ukur 10 memiliki daya tahan yang kurang kuat. Namun dengan baut tersebut sudah cukup kuat untuk menopang bidang *dial* dan alas bidang *dial* dengan syarat alat digunakan di atas permukaan yang rata. Ketika alat digunakan di atas permukaan yang tidak rata, maka akan mengurangi keseimbangan kekuatan baut. Ketidakseimbangan tersebut dapat mengakibatkan cepatnya terjadi lekukan atau melengkungnya bidang *dial* dan alas bidang *dial*.

Namun dibalik kekurangan yang telah dijelaskan peneliti di atas, terdapat kelebihan pada *Rukhama Modified*. Kelebihan yang jelas terlihat adalah fungsi dari *Rukhama Modified*, yaitu dengan satu alat saja dapat digunakan untuk penentuan arah kiblat, waktu salat, lintang dan bujur tempat, dan penentuan kalender Jawa *Pranoto Mongso*, mengingat sampai saat ini belum ada instrumen *sundial* yang dapat digunakan untuk pengukuran kiblat tapi juga dapat digunakan untuk penentu kalender *mongso*. Di sisi lain, alat tersebut terbilang praktis dengan *low budget*, karena pada dasarnya tujuan utama dari pembuatan instrumen tersebut adalah fungsinya.

2. Studi Formula Perhitungan dalam Pembuatan Skala Pada *Rukhama Modified*

a. Formula Pembuatan Skala Kalender *Pranoto Mongso*

Skala kalender *Pranoto Mongso* merupakan desain awal dari *Rukhama Modified*. Sebagaimana *sundial* lain, pemberitahuan waktu awal masuknya *mongso* setiap kali Matahari menyinari bidang *dial* yang ditempatkan secara horizontal di tanah. Namun demikian, garis skala yang dibentuk pada *Rukhama Modified* tidak sama dengan *sundial* lainnya. Karena kondisi *gnomon* tegak lurus dengan bidang *dial*, maka titik awal *mongso* yang dibentuk menyesuaikan posisi deklinasi Matahari dalam satu tahun.

Perlu diketahui *Rukhama Modified* merupakan instrumen yang bersifat waktu lokal dalam penentuan kalender *Pranoto Mongso*. Untuk pembuatan skala kalender *mongso* setidaknya terdapat 4 input data sebagai bahan perhitungan, yaitu lintang tempat, bujur tempat, deklinasi, dan *equation of time*.

Pertama, Lintang (ϕ) dan bujur tempat (λ) merupakan bagian dari sistem koordinat geosentrik. Nilai lintang dan bujur tempat bisa didapatkan dari referensi buku ilmu falak, GPS, aplikasi atau web penyedia proyeksi koordinat Bumi. Disini peneliti menentukan lintang dan bujur tempat dengan

menggunakan referensi buku ilmu falak berjudul Ilmu Falak Praktis karya Ahmad Izzuddin. Adapun titik koordinatnya menggunakan titik koordinat Kota Semarang dimana nilai koordinat dalam buku tersebut - $7^{\circ} 00'$ LS dan $110^{\circ} 24'$ BT.¹

Kedua, Deklinasi Matahari (δ). Deklinasi yang dipakai untuk pembuatan skala awal *mongso* adalah nilai deklinasi sepanjang tahun. Pada dasarnya nilai deklinasi Matahari bersifat dinamis yang mengalami perubahan setiap detik, menit, jam, bahkan bulan dan tahun. Namun terdapat beberapa hari yang nilai deklinasi pada tiap tahunnya hampir sama.

Setidaknya ada 4 hari dimana nilai deklinasi Matahari bernilai hampir sama yang dapat dijadikan sebagai patokan deklinasi utama, yaitu nilai deklinasi terbesar ketika Matahari di sebelah Utara (tanggal 22 Juni), deklinasi terbesar ketika Matahari di sebelah Selatan (22 Desember), nilai deklinasi ketika Matahari berada di khatulistiwa atau *vernal equinox* (21 Maret), dan nilai deklinasi sebesar nilai lintang tempat suatu daerah.² Peneliti mengambil nilai deklinasi dari Buku Ephemeris terbitan Kementrian Agama RI yang di

¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017), Cet. Ke-3, 39.

² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*", (Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2017), 129.

dalamnya memuat beberapa data Matahari dan Bulan. Karena data yang tersedia tiap jam, maka peneliti mengambil nilai deklinasi pada jam 5 GMT atau 12 WIB. Fungsi nilai deklinasi disini juga digunakan untuk menentukan panjang bayangan setiap *mongso*.

Adapun nilai *equation of time* peneliti mengambil proses data yang sama dengan pengambilan data deklinasi Matahari, yaitu bersumber dari Buku Ephemeris Kemenag RI. Fungsi *equation of time* untuk menentukan waktu kulminasi Matahari pada setiap *mongso*. Dari ke empat data tersebut akan menghasilkan panjang bayang dan waktu ketika Matahari berkulminasi pada awal *mongso*.

Data rata-rata deklinasi setiap *mongso* sebagai berikut³:

Tabel 4.1: Data Deklinasi dan *Equation of Time*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Deklinasi Matahari	<i>Equation of Time</i>
1.	Kasa	22 Juni	23 ⁰ 26' 16"	-1 m 58 s
2.	Karo	2 Agustus	17 ⁰ 45' 49"	-6 m 18 s
3.	Katelu	25 Agustus	11 ⁰ 47' 06"	-2 m 59 s
4.	Kapat	18 September	1 ⁰ 52' 43"	5 m 44 s
5.	Kalima	13 Oktober	-7 ⁰ 45' 32"	13 m 41 s

³ Ephemeris Kemenag RI 2022.

6.	Kanem	9 November	-16 ⁰ 50' 43"	16 m 15 s
7.	Kapitu	22 Desember	-23 ⁰ 26' 16"	1 m 35 s
8.	Kawolu	3 Februari	-16 ⁰ 31' 51"	-13 m 47 s
9.	Kasongo	1 Maret	-7 ⁰ 36' 01"	-12 m 23 s
10.	Kasadasa	26 Maret	2 ⁰ 11' 26"	-5 m 44 s
11.	Dhesta	19 April	11 ⁰ 09' 49"	0 m 49 s
12.	Sadha	12 Mei	18 ⁰ 07' 46"	3 m 38 s

Sumber: Ephemeris Kemenag RI 2022

Langkah *kedua* untuk pembuatan skala *mongso* yaitu dengan menghitung zenith Matahari menggunakan. Zenith Matahari ini digunakan untuk mencari jarak zenith rumus:

$$\text{ZM (Zenith Matahari)} = [\delta - \phi^x]^4$$

Keterangan:

δ = Deklinasi Matahari

ϕ^x = Lintang Tempat

Nilai jarak zenith Matahari selalu mutlak positif

⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 57.

Tabel 4.2: Zenith Matahari Tiap *Mongso*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Zenith Matahari
1.	Kasa	22 Juni	30 ⁰ 26' 16''
2.	Karo	2 Agustus	24 ⁰ 45' 49''
3.	Katelu	25 Agustus	18 ⁰ 47' 06''
4.	Kapat	18 September	81 ⁰ 7' 17''
5.	Kalima	13 Oktober	0 ⁰ 45' 32''
6.	Kanem	9 November	9 ⁰ 50' 43''
7.	Kapitu	22 Desember	16 ⁰ 26' 16''
8.	Kawolu	3 Februari	9 ⁰ 31' 51''
9.	Kasongo	1 Maret	0 ⁰ 36' 01''
10.	Kasadasa	26 Maret	9 ⁰ 11' 26''
11.	Dhesta	19 April	18 ⁰ 09' 49''
12.	Sadha	12 Mei	25 ⁰ 07' 46''

Sumber: Peneliti

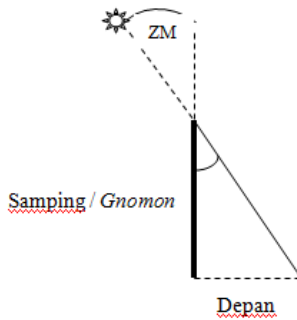
Setelah mendapatkan hasil zenith Matahari langsung ke tahap pencarian awal *mongso* menggunakan rumus trigonometri tan. Dengan rumus zenith Matahari ini akan diketahui panjang bayangan tiap awal *mongso* untuk diaplikasikan pada bidang *dial*.

$$\mathbf{\tan x = \frac{\text{Depan}}{\text{Samping}}}$$

$$\mathbf{\text{Depan} = \tan x \cdot \text{Samping}}$$

⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 19.

Gambar 4.1: Ilustrasi Matahari saat Kulminasi



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Tabel 4.3: Panjang Bayang Tiap Awal *Mongso*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Panjang Bayangan
1.	Kasa	22 Juni	26,44124
2.	Karo	2 Agustus	20,75824
3.	Katelu	25 Agustus	15,30610
4.	Kapat	18 September	7,029602
5.	Kalima	13 Oktober	0,596064
6.	Kanem	9 November	7,809476
7.	Kapitu	22 Desember	13,27646
8.	Kawolu	3 Februari	7,555314
9.	Kasongo	1 Maret	0,471474
10.	Kasadasa	26 Maret	7,280797
11.	Dhesta	19 April	14,76358
12.	Sadha	12 Mei	21,10774

Sumber: Peneliti

Selanjutnya mencari tinggi Matahari. Tinggi Matahari dihitung dari ufuk Timur ketika sebelum zawal, dan ufuk Barat ketika setelah zawal. Nilai tinggi Matahari berkisar 0^0 sampai 90^0 , bernilai positif saat Matahari terbit sampai terbenam, sebaliknya bernilai negatif ketika sesudah terbenam sampai terbit. Rumus menghitung tinggi Matahari:

$$\mathbf{\tan h = \text{panjang tongkat} : \text{panjang bayangan}}$$

Tabel 4.4: Tinggi Matahari Tiap *Mongso*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Tinggi Matahari
1.	Kasa	22 Juni	$59^0 33' 44''$
2.	Karo	2 Agustus	$65^0 14' 11''$
3.	Katelu	25 Agustus	$71^0 12' 54''$
4.	Kapat	18 September	$81^0 7' 17''$
5.	Kalima	13 Oktober	$89^0 14' 28''$
6.	Kanem	9 November	$80^0 9' 17''$
7.	Kapitu	22 Desember	$73^0 23' 44''$
8.	Kawolu	3 Februari	$80^0 28' 09''$
9.	Kasongo	1 Maret	$89^0 23' 59''$
10.	Kasadasa	26 Maret	$80^0 48' 34''$
11.	Dhesta	19 April	$71^0 50' 11''$
12.	Sadha	12 Mei	$65^0 52' 14''$

Sumber: Peneliti

Tahap selanjutnya menghitung sudut waktu (t). Sudut waktu merupakan busur sepanjang lingkaran harian Matahari terhitung dari titik kulminasi atas sampai posisi Matahari berada. Nilai sudut waktu beekisar antara 0⁰ sampai 180⁰. Sederahananya nilai sudut waktu Matahari terhitung dari kulminasi atas. Ketika berada di titik kulminasi atas, sudut waktu Matahari bernilai 0⁰, dan saat berada di titik kulminasi bawah nilainya 180⁰. Serta apabila posisi Matahari berada di belahan langit bagian Barat, nilai sudut waktu positif, dan ketika berada di bagian timur bernilai negatif. Dengan adanya sudut waktu ini waktu dimana awal *mongso* akan diketahui dengan tepat. Adapun rumus perhitungan sudut waktu sebagai berikut:

$$\text{Cos (t)} = - \tan \phi^x \cdot \tan \delta + \sin h : \cos \phi^x \cdot \cos \delta^6$$

Keterangan: h (tinggi Matahari)

δ (deklinasi Matahari)

ϕ^x (lintang tempat)

Tabel 4.5: Sudut Waktu Tiap Awal *Mongso*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Sudut Waktu
1.	Kasa	22 Juni	31 ⁰ 45' 54"
2.	Karo	2 Agustus	24 ⁰ 24' 51"

⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 37.

3.	Katelu	25 Agustus	16 ⁰ 23' 30''
4.	Kapat	18 September	2 ⁰ 39' 04''
5.	Kalima	13 Oktober	11 ⁰ 02' 50''
6.	Kanem	9 November	24 ⁰ 05' 26''
7.	Kapitu	22 Desember	33 ⁰ 47' 31''
8.	Kawolu	3 Februari	23 ⁰ 38' 19''
9.	Kasongo	1 Maret	10 ⁰ 49' 13''
10.	Kasadasa	26 Maret	3 ⁰ 05' 24''
11.	Dhesta	19 April	15 ⁰ 32' 39''
12.	Sadha	12 Mei	24 ⁰ 53' 47''

Sumber: Peneliti

Setelah itu menghitung waktu hakiki. Hampir semua instrumen klasik ilmu falak sistem waktu yang digunakan adalah sistem waktu Matahari atau waktu hakiki. Hal tersebut menjadi sesesuatu yang wajar karena dulunya orang-orang pada zaman dahulu menggunakan acuan waktu pergerakan Harian Matahari. Sistem waktu hakiki bersifat statis dan mutlak, jam 12 adalah waktu dimana Matahari tepat berada di titik meridian, dan jam 6 merupakan waktu ketika Matahari terbit dan terbenam. Maka dari itu perlu konversi terlebih dahulu supaya data yang tadinya waktu hakiki menjadi waktu lokal.

Saat ini waktu hakiki sudah tidak digunakan karena dapat menyebabkan perbedaan waktu yang

cukup besar antar satu daerah dengan daerah yang lain. Rumus waktu hakiki yang digunakan dalam pembuatan kurva kalender Jawa *Pranoto Mongso* adalah rumus waktu hakiki pada umumnya, yaitu:

$$\mathbf{WH} = \mathbf{12} + \mathbf{t} : \mathbf{15}^7$$

Tahap selanjutnya menghitung waktu daerah. Sesuai dengan pembahasan sebelumnya, bahwa *Rukhama Modified* ini bersifat *local mean time* (waktu semu lokal) maka perlu adanya konversi dari waktu hakiki ke waktu daerah. Rumus waktu daerah yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{WD} = \mathbf{WH} - \mathbf{e} + (\lambda^d - \lambda^s) : \mathbf{15}^8$$

Tabel 4.6: Waktu Hakiki dan Waktu Daerah Tiap

Awal *Mongso*

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Waktu Hakiki	Waktu Daerah
1.	Kasa	22 Juni	12 : 00 : 07	11 : 40 : 29
2.	Karo	2 Agustus	12 : 00 : 25	11 : 45 : 07
3.	Katelu	25 Agustus	12 : 00 : 11	11 : 41 : 34
4.	Kapat	18 September	11 : 59 : 37	11 : 32 : 17
5.	Kalima	13 Oktober	11 : 59 : 05	11 : 23 : 48
6.	Kanem	9 November	11 : 58 : 35	11 : 21 : 04

⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 143.

⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 143.

7.	Kapitu	22 Desember	11 : 59 : 53	11 : 36 : 42
8.	Kawolu	3 Februari	12 : 00 : 55	11 : 53 : 06
9.	Kasongo	1 Maret	12 : 00 : 49	11 : 51 : 36
10.	Kasadasa	26 Maret	12 : 00 : 22	11 : 44 : 30
11.	Dhesta	19 April	11 : 59 : 56	11 : 37 : 56
12.	Sadha	12 Mei	11 : 59 : 45	11 : 34 : 31

Sumber: Peneliti

Data yang sudah didapat diatas selanjutnya dapat diketahui bagaimana karakteristik bayangan pada tiap-tiap *mongso*. Karakteristik dikategorikan menjadi dua, memanjang dan memendek. Cara mengetahui apakah karakternya memanjang atau memendek dengan melihat nilai deklinasi yang selalu mengalami perubahan dari hari ke hari. Semisal ketika tanggal 22 Juni *mongso* Kasa deklinasi berada di Utara senilai $23^{\circ} 26' 16''$ sampai dengan tanggal 23 Agustus *mongso* karo seniali $17^{\circ} 45' 49''$ di sebelah Utara. Dari ketentuan tersebut dikarenakan posisi Matahari di sebelah Utara maka arah bayangan ke Selatan, juga karena nilai deklinasi 23° ke 17° adalah sebuah pengurangan maka dapat disimpulkan juga bahwa karakter atau kondisi bayangan memendek. Hal tersebut juga berlaku untuk perpindahan antar *mongso* satu ke *mongso* selanjutnya. Pada kurva skala yang terdapat bidang *dial* karakteristik bayangan disimbolkan untuk

menghemat tempat. Bayangan yang memanjang disimbolkan dengan tanda positif (+) sedangkan bayangan yang memendek disimbolkan dengan tanda negatif (-). Berikut tabel arah dan karakteristik bayangan setiap *mongso*.

Tabel 4.7: Arah dan Karakter Bayangan Tiap

Mongso

No	<i>Mongso</i>	Tanggal	Arah Bayangan	Karakter
1.	Kasa	22 Juni	Selatan	Memendek
2.	Karo	2 Agustus	Selatan	Memendek
3.	Katelu	25 Agustus	Selatan	Memendek
4.	Kapat	18 September	Selatan	Memendek
5.	Kalima	13 Oktober	Utara	Memanjang
6.	Kanem	9 November	Utara	Memanjang
7.	Kapitu	22 Desember	Utara	Memendek
8.	Kawolu	3 Februari	Utara	Memendek
9.	Kasongo	1 Maret	Utara	Memendek
10.	Kasadasa	26 Maret	Selatan	Memanjang
11.	Dhesta	19 April	Selatan	Memanjang
12.	Sadha	12 Mei	Selatan	Memanjang

Sumber: Peneliti

Dari semua data yang sudah diperoleh di atas, peneliti hanya mengambil data tanggal *mongso*, panjang

bayang, arah bayang, karakter bayang, dan waktu daerah dimana awal *mongso* terjadi.

b. Formula Pembuatan Skala $0^0 - 360^0$ pada Bidang *Dial*

Skala yang terdapat pada bidang *dial* ada dua, yaitu skala *mongso* dan skala 360^0 sudut dengan interval 10 derajat. Pada dasarnya skala 360^0 tersebut merupakan desain daripada Istiwa'aini. Perlu diketahui bahwa umumnya sebuah perhitungan hasil akhirnya adalah satuan derajat menit detik, sehingga ketika akan mengaplikasikan ke istiwa'aini atau *rukhma' modified* harus di konversi terlebih dahulu ke satuan derajat desimal. Adapun rumus konversi satuan derajat ke satuan desimal dengan cara membaginya, yaitu satuan derajat tetap, satuan menit dibagi 60, dan satuan detik dibagi 3600.

Contoh hasil sebuah perhitungan arah kiblat nilai azimuth kiblatnya $294^0 30' 31''$, maka jika dikonversi ke satuan desimal 294 tetap, 30' dibagi 60, dan 31'' dibagi 3600. Setelah ketiganya dilakukan proses tersebut ditambahkan antara hasil derajat dengan hasil bagi menit dan detik, maka hasil adalah 294,508611. Tahap pengkonversian ini termasuk dalam rangka menjaga tingkat akurasi supaya tidak terjadi kelencengan yang jauh.

B. Uji Tingkat Akurasi *Rukhama Modified*.

Setelah pembuatan desain selesai, *Rukhama Modified* menuju tahap selanjutnya yaitu uji coba untuk mengetahui tingkat keakurasian dan kelayakannya. Uji akurasi yang dilakukan pada *rukhama modified* terbagi menjadi dua bagian, yaitu uji akurasi terhadap pengukuran arah kiblat dan uji akurasi terhadap penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Dengan adanya dua model pengujian tersebut, akan didapatkan sebuah kesimpulan mengenai tingkat akurasi dan menjadikan alat tersebut layak atau tidaknya untuk diaplikasikan.

1. Uji tingkat akurasi arah kiblat *Rukhama Modified*

Metode uji akurasi yang terkait arah kiblat ini dengan cara membandingkan *Rukhama Modified* dengan theodolite. Theodolite dipilih karena alat bantu tersebut merupakan instrumen pembantu pengukuran arah kiblat yang memiliki tingkat keakurat sangat tinggi, hal ini disebabkan thedodolite dapat menunjukkan arah hingga skala detik busur ($1/3600^0$).⁹

Peneliti telah melakukan praktik pengukuran di tempat dan tanggal yang berbeda. Hal ini dilakukan semata-mata untuk mengetahui hasil pengujian dari berbagai data. Walaupun pengujian belum dapat mewakili dalam kurun

⁹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 263.

waktu satu tahun, tetapi hal tersebut dapat dijadikan sebagai patokan sekaligus memberikan gambaran mengenai tingkat akurasi *Rukhama Modified*.

Adapun langkah-langkah penentuan arah kiblat menggunakan *Rukhama Modified* sama dengan penentuan arah kiblat menggunakan Istiwa'ini. Langkah-langkah penentuan arah kiblat menggunakan *Rukhama Modified* sebagai berikut:

- a. Siapkan semua peralatan tambahan pengukuran seperti *waterpass*, penggaris, benang, dan spidol.
- b. Tentukan koordinat lokasi pengukuran menggunakan GPS.¹⁰
- c. Siapkan data-data perhitungan, deklinasi dan *equation of time*.
- d. Posisikan *Rukhama Modified* terkena sinar Matahari langsung.
- e. Pasang tiang tripod *rukhama modified* pada alas bidang *dial*.
- f. Pasang bidang *dial* di atas alas bidang *dial*.
- g. Pasang dua tongkat *gnomon* pada pusat bidang *dial* dan titik 0° .

¹⁰ Peneliti menggunakan aplikasi android bernama GPS Test. GPS Test merupakan salah satu penyedia data koordinat Bumi dengan acuan satelit.

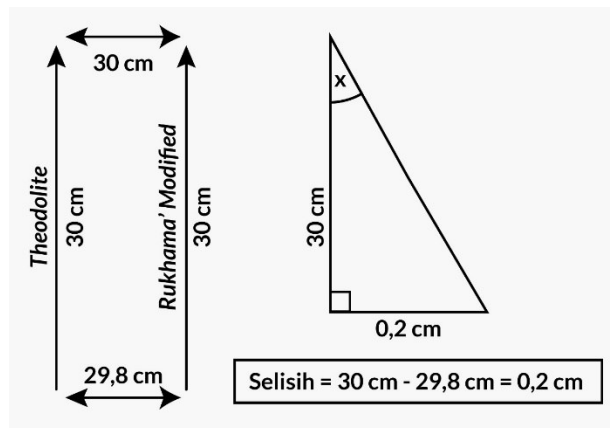
- h. Pastikan tingkat kedataran *Rukhama Modified* menggunakan *waterpass*, pastikan berdiri benar-benar datar.
- i. Hitung nilai arah kiblat dan azimuth kiblat.
- j. Putar bidang *dial* sehingga bayangan *gnomon* titik 0^0 dan *gnomon* pusat berhimpit dan segaris.
- k. Ketika sudah segaris, tentukan waktu pengamatan menggunakan web *bmgk* di laman <https://jam.bmgk.go.id/Jam.BMKG>. Catat dan masukkan ke data perhitungan.
- l. Hitung arah Matahari dan azimuth Matahari.
- m. Tarik benang dari pusat lingkaran sesuai hasil selisih azimuth kiblat dengan azimuth Matahari.
- n. Buat garis kiblat menggunakan spidol dan pastikan benang benar-benar berada di hasil selisih azimuth kiblat dan Matahari.

Eksperimen *pertama* dilakukan di Lantai 4 Aula At-taqiyy Pesantren Life Skill Daarun Najaah pada Ahad, 12 Juni 2022 M / 12 Dzulqo'dah 1443 H dengan koordinat $6^0 59' 19''$ LS dan $110^0 19' 24''$ BT. Untuk data deklinasi dan *equation of time* peneliti mengambil dari Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2022 dan menghitungnya menggunakan *program excel*. Berikut data-data pengukurannya:

Tabel 4.8: Tabel Pengukuran Kiblat Pertama

Waktu Pengukuran	10 : 52 : 5 WIB
Deklinasi 3 GMT	$23^{\circ} 8' 35''$
Deklinasi 4 GMT	$23^{\circ} 8' 45''$
<i>Equation of time</i> 3 GMT	$0^m 12^s$
<i>Equation of time</i> 4 GMT	$0^m 12^s$
Azimuth Kiblat	$294^{\circ} 31' 26,12''$
Azimuth Matahari	$20^{\circ} 19' 48,30''$
Selisih Azimuth	$274^{\circ} 11' 37,82''$

Gambar 4.2: Hasil Praktik Pertama Pengukuran Kiblat

Theodolite dan Rukhama Modified

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Dari gambar hasil uji coba pengukuran pertama di atas, lebar pangkal atas 30 cm, panjang pangkal bawah 29,5 cm, dan panjang sisi kanan-kiri 30 cm. Untuk mengetahui

besaran sudut x di atas menggunakan rumus trigonometri Tan.

$$\text{Tan } x = \text{Sisi hadapan sudut } x : \text{sisi dekat sudut } x^{11}$$

$$\text{Tan } x = \text{Selisih} / \text{Panjang Sisi Kanan-Kiri}$$

$$\text{Tan } x = 0,2 \text{ cm} / 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tan } x = 0^{\circ} 22' 55,08''$$

Maka hasil perbandingan pada pengukuran pertama antara theodolite dengan *Rukhama Modified* adalah **$0^{\circ} 22' 55,08''$** .

Eksperimen *kedua* dilakukan di Lantai 2 Asrama Sayyidatuna Aisyah Pesantren Life Skill Daarun Najaah pada Ahad, 12 Juni 2022 M / 13 Dzulqo'dah 1443 H dengan koordinat $6^{\circ} 59' 20''$ LS dan $110^{\circ} 19' 25''$ BT. Untuk data deklinasi dan *equation of time* peneliti mengambil dari Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2022 dan menghitungnya menggunakan *program excel*. Berikut data-data pengukurannya:

Tabel 4.9: Tabel Pengukuran Kiblat Kedua

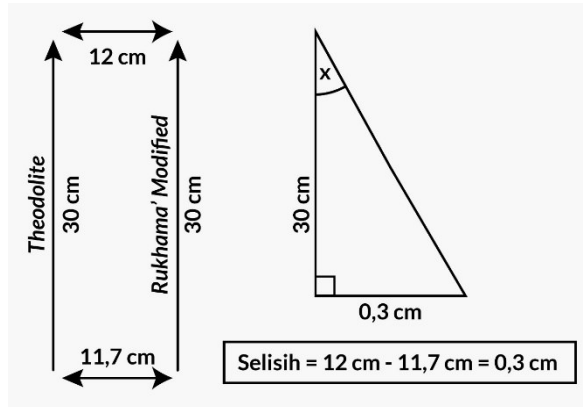
Waktu Pengukuran	14 : 51 : 7 WIB
Deklinasi 7 GMT	$23^{\circ} 9' 13''$
Deklinasi 8 GMT	$23^{\circ} 9' 22''$
<i>Equation of time</i> 7 GMT	$0^m 10^s$
<i>Equation of time</i> 8 GMT	$0^m 9^s$

¹¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 19.

Azimuth Kiblat	$294^{\circ} 31' 26,13''$
Azimuth Matahari	$304^{\circ} 10' 34,04''$
Selisih Azimuth	$350^{\circ} 20' 52,10''$

Gambar 4.3: Hasil Praktik Kedua Pengukuran Kiblat

Theodolite dan Rukhama Modified



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Dari gambar hasil uji coba pengukuran kedua di atas, lebar pangkal atas 12 cm, panjang pangkal bawah 11,7 cm, dan panjang sisi kanan-kiri 30 cm. Untuk mengetahui besaran sudut x di atas menggunakan rumus trigonometri Tan.

$$\text{Tan } x = \text{Sisi hadapan sudut } x : \text{sisi dekat sudut } x$$

$$\text{Tan } x = \text{Selisih} / \text{Panjang Sisi Kanan-Kiri}$$

$$\text{Tan } x = 0,3 \text{ cm} / 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tan } x = 0^{\circ} 34' 22,58''$$

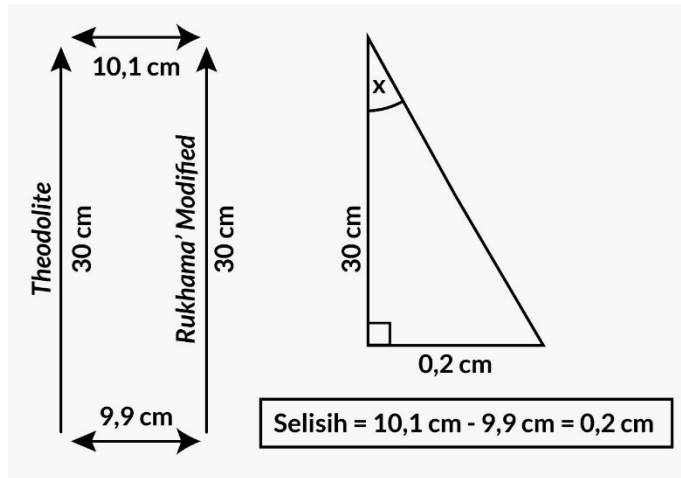
Maka hasil perbandingan pada pengukuran kedua antara theodolite dengan *Rukhama Modified* adalah **0° 34' 22,58"**.

Eksperimen *ketiga* dilakukan di Asrama Ashabul Kahfi Pesantren Life Skill Daarun Najaah pada Senin, 13 Juni 2022 M / 13 Dzulqo'dah 1443 H dengan koordinat 6° 59' 17" LS dan 110° 19' 34" BT. Untuk data deklinasi dan *equation of time* peneliti mengambil dari Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2022 dan menghitungnya menggunakan *program excel*. Berikut data-data pengukurannya:

Tabel 4.10: Tabel Pengukuran Kiblat Ketiga

Waktu Pengukuran	9 : 34 : 0 WIB
Deklinasi 2 GMT	23° 12' 3"
Deklinasi 3 GMT	23° 12' 11"
<i>Equation of time</i> 2 GMT	0 ^m 0 ^s
<i>Equation of time</i> 3 GMT	- 0 ^m 0 ^s
Azimuth Kiblat	294° 31' 23,27"
Azimuth Matahari	44° 20' 52,84"
Selisih Azimuth	250° 10' 30,43"

Gambar 4.4: Hasil Praktik Ketiga Pengukuran Kiblat
Theodolite dan Rukhama Modified



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Dari gambar hasil uji coba pengukuran ketiga di atas, lebar pangkal atas 10,1 cm, panjang pangkal bawah 9,9 cm, dan panjang sisi kanan-kiri 30 cm. Untuk mengetahui besaran sudut x di atas menggunakan rumus trigonometri Tan.

$$\text{Tan } x = \text{Sisi hadapan sudut } x : \text{sisi dekat sudut } x$$

$$\text{Tan } x = \text{Selisih} / \text{Panjang Sisi Kanan-Kiri}$$

$$\text{Tan } x = 0,2 \text{ cm} / 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tan } x = 0^{\circ} 22' 55,08''$$

Maka hasil perbandingan pada pengukuran pertama antara theodolite dengan *Rukhama Modified* adalah $0^{\circ} 22' 55,08''$.

Berdasarkan pada tiga pengujian di atas, peneliti mencoba untuk menganalisis hasil tersebut dari sudut pandang fikih dan astronomi. *Pertama*, dari perspektif fikih peneliti menggunakan batas toleransi kemelencengan arah kiblat bedasar pada hadis yang diriwayatkan oleh Imam Baihaqi:

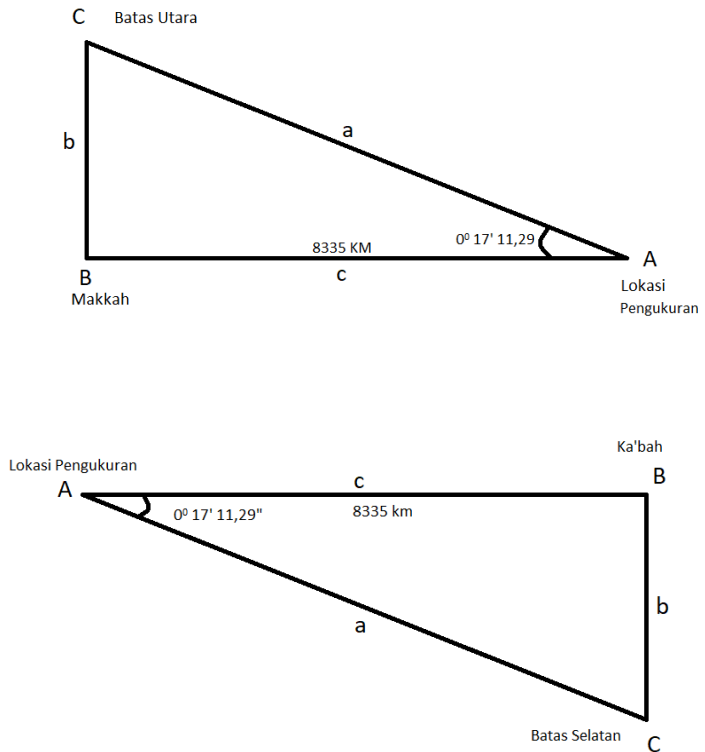
"البيت قبة لأهل المسجد والمسجد قبة لأهل الحرم والحرم قبة لأهل الأرض
في مشارقتها ومغاربها من أمّتي "

“Ka’bah adalah kiblat bagi orang yang salat di Masjid al-Harām, dan Masjid al-Harām adalah kiblat bagi orang yang berada di tanah Makah, dan tanah Makah adalah kiblatnya orang yang berada di Bumi, baik di Timur maupun Barat dari umatku” (HR. Baihaqi)¹²

Dari hadis di atas peneliti selanjutnya menginterpretasikannya dengan bantuan aplikasi *Google Earth* dan perbandingan rumus tigonometri. Berikut aplikasi rumus trigonometri:

¹² Ahmad ibn Husain al-Baihaqi, *al-Sunan al-Kubra*, (Beirut: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyah, 1994), 16.

Gambar 4.5: Ilustrasi Uji Tingkat Akurasi Trigonometri



Sumber: Peneliti

Angka $0^{\circ} 17' 11,39''$ merupakan hasil pembagian dari titik selisih pengukuran terjauh dibagi dua. Jika diaplikasikan ke rumus trigonometri untuk mencari titik dimana lokasi tersebut berada, maka menggunakan rumus berikut:

Maka dapat disimpulkan hasil pengukuran menggunakan *Rukhama Modified* yang ditinjau dari segi fikih dan astronomi menunjukkan bahwa hasil tersebut masih di dalam toleransi arah kiblat bagi penduduk di luar tanah Makkah.

Menurut Slamet Hambali terdapat empat macam hasil pengukuran; **Sangat akurat** jika pengukuran tepat mengarah ke Ka'bah, **akurat** ketika hasil tidak melebihi $0^{\circ} 42' 46,63''$, **kurang akurat** bilamana hasil lebih dari $0^{\circ} 42' 46,63''$ sampai $22^{\circ} 30'$, dan **tidak akurat** ketika hasil lebih dari $22^{\circ} 30'$. Karena hasil selisih antara theodolite dengan *Rukhama Modified* berkisar $0^{\circ} 22' 55,08''$ sampai $0^{\circ} 34' 22,58''$, maka dapat disimpulkan bahwa *Rukhama Modified* termasuk dalam kategori alat yang **akurat** dalam penentuan arah kiblat berdasar pada tipologi hasil uji akurasi pengukuran menurut Slamet Hambali.¹⁴

2. Uji tingkat akurasi *Rukhama Modified* dalam penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.

Uji akurasi penentuan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* hampir sama dengan uji coba pada pengukuran arah kiblat, akan tetapi pada uji akurasi penanggalan Jawa

¹⁴ Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali*, Penelitian Individual, (Semarang : IAIN Walisongo Semarang, 2014), 49-53.

Pranoto Mongso dilakukan di 3 *mongso* yang berbeda yaitu *mongso* Kasadasa (26 Maret), *mongso* Dhesta (19 April), dan *mongso* Sadha (12 Mei).

Berikut cara penggunaan *Rukhama' Modified* dalam penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*:

- a. Siapkan *Rukhama Modified* di tempat terbuka.
- b. Pasang Tripod pada alas bidang *dial*.
- c. Pasang bidang *dial* di atas alas bidang *dial*.
- d. Pasang *gnomon* pusat pada pusat lingkaran, pastikan *gnomon* tegak lurus dengan bidang *dial*.
- e. Ukur kedataran *Rukhama Modified* menggunakan *waterpass*. Kendur dan kencangkan baut tripod untuk memposisikan kedataran tempatnya.
- f. Tetukan arah Utara sejati menggunakan bayangan *gnomon*.
- g. Amati dengan teliti bayang-bayang *gnomon* pada saat kulminasi Matahari terjadi pada tanggal-tanggal awal *mongso*. Penyesuaian waktu dapat berdasar pada jam BMKG pada laman <https://jam.bmkg.go.id/Jam.BMKG>.
- h. Lihat bayang-bayang *gnomon* ketika menyentuh titik awal *mongso* yang terdapat pada bidang *dial*.

Eksperimen *pertama* bertempat di Lantai 2 Asrama Sayyidatuna Aisyah Pesantren Life Skill Daarun Najaah.

Dilaksanakan pada tanggal 26 Maret 2022 M/23 Sya'ban 1443 H, pengamatan bayangan masuknya awal *mongso* Kasadasa dilaksanakan tepat pukul 11 : 44 : 30 WIB.

Gambar 4.7: Praktik *Pertama* Penentuan Awal *Mongso*

Kasadasa



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan pada uji tingkat akurasi pertama ini, awal *mongso* Kasadasa tepat dimulai pada tanggal 26 Maret, terlihat pada gambar praktik di atas yaitu ketika kulminasi terjadi bayangan *gnomon* tepat jatuh pada titik awal *mongso* Kasadasa.

Eksperimen *kedua* bertempat di Lantai 4 Aula At-taqiyy Pesantren Life Skill Daarun Najaah. Dilaksanakan

pada tanggal 19 April 2022 M/17 Ramadan 1443 H, pengamatan bayangan masuknya awal *mongso* Dhesta dilaksanakan tepat pukul 11 : 37 : 56 WIB.

Gambar 4.8: Praktik Kedua Penentuan Awal Mongso Dhesta



Sumber : Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan pada uji tingkat akurasi kedua ini, awal *mongso* Dhesta tepat dimulai pada tanggal 19 April, terlihat

pada gambar praktik di atas yaitu ketika kulminasi terjadi bayangan *gnomon* tepat jatuh pada titik awal *mongso* Dhesta.

Eksperimen *ketiga* bertempat di Asrama Ashabul Kahfi Pesantren Life Skill Daarun Najaah. Dilaksanakan pada tanggal 12 Mei 2022 M/11 Syawal 1443 H, pengamatan bayangan masuknya awal *mongso* Sadha dilaksanakan tepat pukul 11 : 34 : 41 WIB.

Gambar 4.9: Praktik ketiga Penentuan Awal *Mongso* Sadha



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan pada uji tingkat akurasi ketiga ini, awal *mongso* Sadha tepat dimulai pada 12 Mei 2022, terlihat pada gambar praktik di atas yaitu ketika kulminasi terjadi bayangan *gnomon* tepat jatuh pada titik awal *mongso* Sadha.

Setelah 3 kali eksperimen di atas dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa *Rukhama Modified* terbukti akurat dalam penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

1. *Rukhama Modified* sebagai instrumen pengembangan merupakan suatu alat yang menggabungkan antara *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penentu penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Komodifikasi *Rukhama Modified* berawal dari tidak adanya sebuah alat yang menggabungkan antara *sundial* penentu arah kiblat dan kalender *mongso*. *Point of view* pengembangan yang dituangkan dalam *Rukhama Modified* terletak pada tingkat efektivitas dan efisiensi dalam satu instrumen. Komponen-komponen yang terdapat pada *Rukhama Modified* terdiri dari; 4 kaki penyangga, alas bidang *dial*, bidang *dial*, dan dua *gnomon*. Skala yang terdapat pada bidang *dial* ada dua, yaitu skala lingkaran 360^0 dan skala penentu penanggalan *mongso*. Skala 360^0 dibuat memutar dengan interval 10 derajat, sedangkan skala penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* digambarkan pada 12 titik yang *mongso* sebagai bentuk interpretasi dari jumlah 12 *mongso* dalam satu tahun penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*.
2. Hasil uji eksperimen lapangan terhadap *Rukhama Modified* terbagi menjadi dua, yakni arah kiblat dan

penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*. Untuk uji akurasi pada kiblat peneliti membandingkan dengan theodolite dan telah di uji akurasi sebanyak 3 kali praktik. Hasil dari praktik tersebut menunjukkan selisih *Rukhama Modified* dengan theodolite berkisar $0^{\circ} 22' 55,08''$ sampai $0^{\circ} 34' 22,58''$. Selisih tersebut termasuk dalam kategori tingkat **akurat** sebagai alat pengukur arah kiblat yang dapat dipertanggung jawabkan. Sedangkan untuk uji akurasi *Rukhama Modified* dalam penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*, peneliti melakukan uji lapangan sebanyak 3 kali. Uji coba ini dilakukan pada tiga tempat berbeda dan 3 *mongso* yang berbeda. Hasil dari uji coba lapangan tersebut menunjukkan bahwa *Rukhama Modified* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam penentuan kalender Jawa *Pranoto Mongso* dimana saat awal *mongso* terjadi bayangan dari *gnomon* pusat jatuh tepat pada skala titik awal *mongso* dalam bidang *dial*.

B. Rekomendasi

1. *Rukhama Modified* merupakan sebuah alat yang masih terbilang sederhana sebagai sebuah instrumen pengembangan. Minimnya ilmu peneliti yang berusaha menuangkan ide kreativitasnya terhadap apa yang dipahaminya terhadap *sundial*, sehingga banyak kekuarangan yang terkandung di dalamnya.

2. Penelitian *Rukhama Modidifed* yang telah dilakukan peneliti di atas tentunya kurang representatif karena hanya dapat menghasilkan instrumen berbasis waktu lokal. Berharap adanya penelitian lanjutan yang lebih kompleks dan komprehensif, sehingga penelitian yang akan datang dapat bersifat global, dan dapat mengetahui titik tengah *mongso* dalam penanggalan Jawa *Pranoto Mongso* dengan *sundial*.
3. Keterbatasan bahan pembuatan *Rukhama Modified* yang berbahan dasar kayu, menjadikan sebuah kelemahan tersendiri yang ada pada *Rukhama Modified*. Semoga para pegiat ilmu falak dapat menyajikan *Rukhama Modified* yang akan datang dengan bahan yang berbeda, lebih kuat, praktis, dan hemat. Juga dapat menyajikan sebuah instrumen yang tidak hanya menyediakan unsur estetika, tapi juga berbasis teknologi yang lebih memudahkan dalam mengoperasikan instrumen.

C. Penutup

Alhamdulillah 'alā kullī ḥālin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk penulisan tesis ini. *Shalawat* serta salam selalu tercurahkan dalam hitungan yang tiada batas kepada baginda nabi

Muhammad SAW. Meskipun segala daya dan upaya telah dilakukan peneliti dalam pengerjaan penelitian ini, namun peneliti yakin masih banyak kekurangan dan kelemahan dari berbagai sisi. Oleh karenanya, peneliti sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif demi kebaikan dan kesempurnaan dalam penelitian ini. Namun demikian, peneliti penuh harap dan do'a semoga tesis ini bermanfaat khususnya bagi diri penulis dan para pembaca pada umumnya. Semoga kelak tulisan ini dapat menjadi bukti amal jariyah penulis dalam menyalurkan kebaikan dan kebajikan. *Amīn. Wallāhu A'lam bi al-Ṣawāb....*

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Adimihardja, Kusnaka dkk. *Petani: Merajut Tradisi Era Globalisasi Pendayagunaan Sistem Pengetahuan Lokal dalam Pembangunan*. Bandung: Humaniora Utama Press, 1999.
- al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad ibn Ismail. *Ṣahih al-Bukhari*. Beirut : Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, 1992.
- al-Bukhari, Muhammad ibn Ismail ibn Ibrahim ibn Mughirah. *Shahih al-Bukhari*. Mesir : Mauqi'u Wazaratul Auqaf, t.t.
- al-Hanafi, Abi al-Baqa' Muhammad ibn Ahmad ibn Muhammad ibn Dliya' al-Makki. *Tarikh Makkah al-Musyarrafah*. Beirut : Daar al-Kutub al-Ilmiyah, 2004.
- Ali, Atabik & Muhdhor, Ahmad Zuhdi. *Kamus Kontemporer Arab Indonesia*. Yogyakarta: Multi Karya Grafika, 2004.
- Al-Jaziry, Abdul al-Rahman. *Mazāhib al-Arba'ah*. Beirut : Dār al-Kutub, tth.
- al-Maqdisi, Ibnu Qudamah. *Al Mughni fi Fiqh Imam As Sunnah Ahmad Hambal As Syaibani*. juz. 2. Beirut : Dār al-Kutub al-'Islamiyyah, tth.
- al-Marāghi, Ahmad ibn Mustafa. *Tafsir al-Marāghi*. Semarang: Toha Putra, t.t. Diterjemahkan oleh Anshori Umar Sitanggal dengan judul "Terjemah Tafsir al-Maraghi"
- al-Naisabury, Abu al-Husain Muslim ibn Hajjaj Muslim al-Qusyairi. *Shahih Muslim*. Juz I. Beirut : : Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah, t.t.
- Azhari, Ahmad Ali. *Hisab Awal Bulan*. Kediri: Ar Rizqi "Pesantren Fathul Ulum", 2004.

- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2012. cet. II.
- _____. *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007. cet. II.
- Berggren , J L. *Sundial in Medieval Islamic Science and Civilization*. Vol. 8, No. 2, 2001.
- Buku Pembelajaran Ilmu Falak MA Walisongo Pecangaan Jepara, 10-11. Buku tersebut merupakan buku pedoman ketika peneliti belajar ilmu falak di MA Walisongo Pecangaan Jepara.
- D, Gall, M. & R, Borg, W. *Educational Research: An Introduction, Fifth Edition*. New York: Longman, 1983.
- Dahlan, Abdul Aziz et.al. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve, 1996. Cet. I.
- Daljoeni, N. *Penanggulangan Pertanian Jawa Pranoto Mongso: Peranan Bioklimatologis dan Fungsi Sosiokulturalnya*. Yogyakarta: Seri Terbitan Proyek Javanologi, 1983), 5.
- Darsono, Ruswa. *Penanggulangan Islam (Tinjauan Sistem, Fiqih, dan Hisab Penanggulangan*. Yogyakarta: Labda Press, 2010.
- Echols, John & M Sadily, Hasan. *Kamus Inggris Indonesia*. Jakarta: Gramedia, 2003. Cet.XXV.
- Fadjarajani, Siti Dkk. *Metode Penelitian “Pendekatan Multidisipliner”*. Gorontalo: Ideas Publishing, 2020.
- Ghani, Muhammad Ilyas Abdul. *Sejarah Mekah Dulu dan Kini*. Madinah : al-Rasheed Printers, 2012.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak I*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.

- Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*. Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.
- _____. “Seminar Nasional: Uji Kelayakan Istiwaain Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat”. Semarang: Prodi Ilmu Fakak IAIN Walisongo Semarang, 2013.
- _____. *Almanak Sepanjang Masa (Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah, dan Jawa)*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Hasan, M. Iqbal. *Pokok-pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor : Ghalia Indonesia, 2002.
- Holland, Roy. *Kamus Matematika (A Dictionary Of Mathemtics)*. diterjemahkan oleh Nsipospos Hatauruk,. Jakarta : Erlangga, 1999.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017. Cet. III.
- _____. *Menentukan Arah KIBlat Praktis*. Semarang: Walisongo Press, 2010. Cet. I.
- Izzuddin, Ahmad. “*Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*”. Jakarta: Kementrian Agama RI, Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012. cet. 1.
- Izzuddin , Ahmad (ed.). *Hisab Rukyah Menghadap Kiblat : Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Software*. Tt. Pp. Tth.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak: dalam Teori dan Praktek*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- _____. *Kamus Ilmu Falak*. Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005. Cet. I.

- Meolong, Lexy J. *Metologi Penelitian Kualitatif*. Bandung : Remaja Rosda Karya, 2004.
- Mughniyah, Muhammad Jawad. *Fiqh Lima Madzhab*. Jakarta : Basrie Press, 1991. cet. I.
- Munawwir, Ahmad Warson. *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya : Pustaka Progressif, 1997.
- Qulub, Siti *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*. Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2017.
- Raharto, Moedji. *Sistem Penanggalan*. Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015.
- Raharto, Moedji. “Seminar Sehari Astronomi”. Bandung: Jurusan Astronomi ITB dan Himpunan Astronomi Indonesia. 1995.
- Rimanang, Anton. *Pranoto Mongso (Astrologi Jawa Kuno)*. Yogyakarta: Kepel Press, 2016.
- Rohr, Rene R. J. *Sundial: History, Theory, and Practice*. New York: Dover Publication, Inc, 1996.
- Savoie, Denis. *Sundial Design, Contruction and Use*. Chicester: Puxing Publishing, 2009.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati, 2002. Cet. I, Vol. VI.
- Simanjuntak, Bistok Hasiholan. *Analisis Curah Hujan pada Sistem Pranoto Mongso Baru: untuk Penentuan Pola Tanam*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, tt.
- Sindhunata. *Seri Lawasan (Pranoto Mongso)*. Jakarta: Pepustakaan Populer Gramedia, tt.

Sudibyo, Ma'rufin. *Sang Nabi Pun Berputar : Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*. Solo : Tinta Media, 2011.

Tim Perumus. *Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah Pascasarjana UIN Walisongo*. Semarang: Pasacasarjana UIN Walisongo Semarang, 2017.

Tjakraningrat, Harya. *Kitab Primbon Qomarussyamsi Adamakna*. Yogyakarta: Soemodidjojo Mahadewa, 1990.

Yulianto, Sri dkk. *Penelitian Pemanfaatan Kearifan Lokal Pranoto Mongso Terbaharukan untuk Penataan Pola Tanam Pertanian di Kabupaten Boyolali*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, 2013.

Karya Ilmiah

Arwin Juli Rakhmadi dan Hasrian Rudi Setiawan, “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasion Arah Kiblat”, *Jurnal Masalah*, Vol. I, No. 2, Oktober 2020.

Elly Uzlifatul Jannah dan Elva Imeldatur Rohmah, “Sundial Sejarah dan Konsep Aplikasinya”, *Jurnal Al-Marshad*, Vol. 5, No. 2, Desember 2019.

Joachim “*A Sundial with Hour Lines Protraying the Earth*”, *American Journal of Physics*, Vol. 87, No. 12, Desember 2019.

Muhammad Himmatur Riza, “Sundial Horizontal dalam Penentuan Penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*”, *Jurnal Ulul Albab*, Vol. 2, No. 1, Oktober 2018.

Mutmainnah, “*Kiblat dan Ka'bah dalam Sejarah dan Perkembangan Fikih*”, *Jurnal Ulumuddin UCY (Universitas Cokroaminoto Yogyakarta)*, 2, Vol. 7, No. 1, Juni 2017.

Tesis Muhammad Ikbal, “Pengembangan Istiwa’aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi”, (Semarang: Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang), 2013.

Website

<https://kbbi.web.id/arah..>

<http://portalgeograf.blogspot.com/2018/08/komponen-komponen-peta.html>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

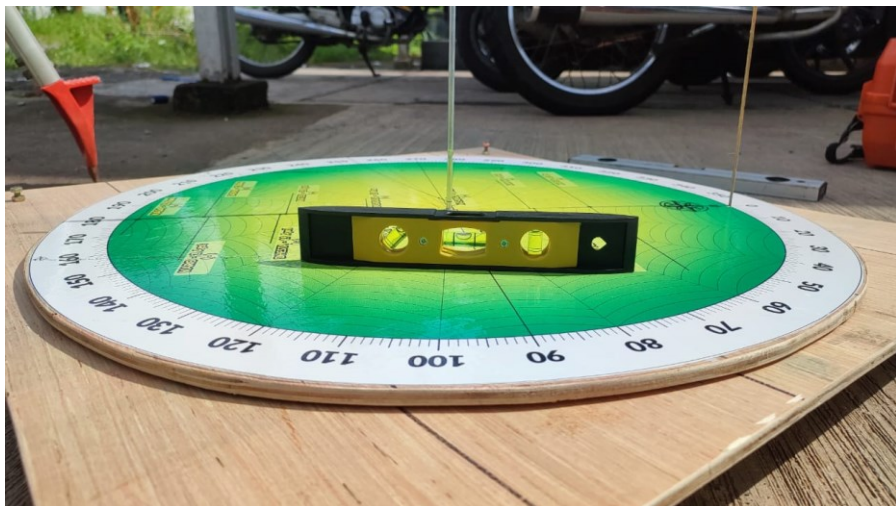






















2 Agustus 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	129° 43' 20"	0.69°	132° 09' 17"	17° 49' 01"	1.0149381	15'45.51"	23° 26' 17"	-6 m 19 s
1	129° 45' 44"	0.69°	132° 11' 43"	17° 48' 23"	1.0149326	15'45.51"	23° 26' 17"	-6 m 19 s
2	129° 48' 07"	0.68°	132° 14' 06"	17° 47' 45"	1.0149271	15'45.52"	23° 26' 17"	-6 m 19 s
3	129° 50' 31"	0.68°	132° 16' 33"	17° 47' 06"	1.0149215	15'45.52"	23° 26' 17"	-6 m 19 s
4	129° 52' 54"	0.67°	132° 18' 58"	17° 46' 28"	1.0149160	15'45.53"	23° 26' 17"	-6 m 19 s
5	129° 55' 18"	0.67°	132° 21' 24"	17° 45' 49"	1.0149104	15'45.53"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
6	129° 57' 41"	0.67°	132° 23' 49"	17° 45' 11"	1.0149049	15'45.54"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
7	130° 00' 05"	0.66°	132° 26' 14"	17° 44' 32"	1.0148993	15'45.54"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
8	130° 02' 28"	0.66°	132° 28' 39"	17° 43' 54"	1.0148937	15'45.55"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
9	130° 04' 52"	0.65°	132° 31' 04"	17° 43' 15"	1.0148881	15'45.55"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
10	130° 07' 16"	0.65°	132° 33' 29"	17° 42' 37"	1.0148825	15'45.56"	23° 26' 17"	-6 m 18 s
11	130° 09' 39"	0.64°	132° 35' 55"	17° 41' 58"	1.0148769	15'45.56"	23° 26' 17"	-6 m 17 s
12	130° 12' 03"	0.64°	132° 38' 20"	17° 41' 19"	1.0148713	15'45.57"	23° 26' 17"	-6 m 17 s
13	130° 14' 26"	0.64°	132° 40' 45"	17° 40' 41"	1.0148656	15'45.57"	23° 26' 17"	-6 m 17 s
14	130° 16' 50"	0.63°	132° 43' 10"	17° 40' 02"	1.0148600	15'45.58"	23° 26' 17"	-6 m 17 s
15	130° 19' 13"	0.63°	132° 45' 35"	17° 39' 23"	1.0148543	15'45.58"	23° 26' 17"	-6 m 17 s
16	130° 21' 37"	0.62°	132° 47' 60"	17° 38' 44"	1.0148487	15'45.59"	23° 26' 17"	-6 m 16 s
17	130° 24' 00"	0.62°	132° 50' 25"	17° 38' 05"	1.0148430	15'45.59"	23° 26' 17"	-6 m 16 s
18	130° 26' 24"	0.61°	132° 52' 50"	17° 37' 27"	1.0148373	15'45.60"	23° 26' 17"	-6 m 16 s
19	130° 28' 48"	0.61°	132° 55' 15"	17° 36' 48"	1.0148316	15'45.61"	23° 26' 17"	-6 m 16 s
20	130° 31' 11"	0.60°	132° 57' 40"	17° 36' 09"	1.0148260	15'45.61"	23° 26' 17"	-6 m 16 s
21	130° 33' 35"	0.60°	133° 00' 05"	17° 35' 30"	1.0148202	15'45.62"	23° 26' 17"	-6 m 15 s
22	130° 35' 58"	0.59°	133° 02' 30"	17° 34' 51"	1.0148145	15'45.62"	23° 26' 17"	-6 m 15 s
23	130° 38' 22"	0.59°	133° 04' 55"	17° 34' 12"	1.0148088	15'45.63"	23° 26' 17"	-6 m 15 s
24	130° 40' 45"	0.59°	133° 07' 20"	17° 33' 33"	1.0148031	15'45.63"	23° 26' 17"	-6 m 15 s

*) For mean equation of time

9 November 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	226° 33' 55"	0.08°	224° 05' 24"	-16° 47' 08"	0.9906615	16' 08.68"	23° 26' 17"	16 m 16 s
1	226° 36' 26"	0.09°	224° 07' 54"	-16° 47' 51"	0.9906515	16' 08.69"	23° 26' 17"	16 m 16 s
2	226° 38' 56"	0.10°	224° 10' 25"	-16° 48' 34"	0.9906415	16' 08.70"	23° 26' 17"	16 m 15 s
3	226° 41' 27"	0.10°	224° 12' 56"	-16° 49' 17"	0.9906316	16' 08.71"	23° 26' 17"	16 m 15 s
4	226° 43' 57"	0.11°	224° 15' 27"	-16° 49' 60"	0.9906216	16' 08.71"	23° 26' 17"	16 m 15 s
5	226° 46' 28"	0.11°	224° 17' 57"	-16° 50' 43"	0.9906117	16' 08.72"	23° 26' 17"	16 m 15 s
6	226° 48' 58"	0.12°	224° 20' 28"	-16° 51' 26"	0.9906017	16' 08.73"	23° 26' 17"	16 m 15 s
7	226° 51' 29"	0.12°	224° 22' 59"	-16° 52' 08"	0.9905918	16' 08.74"	23° 26' 17"	16 m 14 s
8	226° 53' 60"	0.13°	224° 25' 30"	-16° 52' 51"	0.9905818	16' 08.75"	23° 26' 17"	16 m 14 s
9	226° 56' 30"	0.13°	224° 28' 01"	-16° 53' 34"	0.9905719	16' 08.76"	23° 26' 17"	16 m 14 s
10	226° 59' 01"	0.14°	224° 30' 32"	-16° 54' 17"	0.9905620	16' 08.77"	23° 26' 17"	16 m 14 s
11	227° 01' 31"	0.14°	224° 33' 03"	-16° 54' 59"	0.9905521	16' 08.78"	23° 26' 17"	16 m 14 s
12	227° 04' 02"	0.15°	224° 35' 34"	-16° 55' 42"	0.9905422	16' 08.79"	23° 26' 17"	16 m 13 s
13	227° 06' 33"	0.15°	224° 38' 05"	-16° 56' 25"	0.9905323	16' 08.80"	23° 26' 17"	16 m 13 s
14	227° 09' 03"	0.16°	224° 40' 36"	-16° 57' 07"	0.9905224	16' 08.81"	23° 26' 17"	16 m 13 s
15	227° 11' 34"	0.16°	224° 43' 07"	-16° 57' 50"	0.9905125	16' 08.82"	23° 26' 17"	16 m 13 s
16	227° 14' 04"	0.17°	224° 45' 38"	-16° 58' 32"	0.9905026	16' 08.83"	23° 26' 17"	16 m 13 s
17	227° 16' 35"	0.18°	224° 48' 09"	-16° 59' 15"	0.9904928	16' 08.84"	23° 26' 17"	16 m 12 s
18	227° 19' 06"	0.18°	224° 50' 40"	-16° 59' 57"	0.9904829	16' 08.85"	23° 26' 17"	16 m 12 s
19	227° 21' 36"	0.19°	224° 53' 11"	-17° 00' 40"	0.9904730	16' 08.86"	23° 26' 17"	16 m 12 s
20	227° 24' 07"	0.19°	224° 55' 42"	-17° 01' 22"	0.9904632	16' 08.87"	23° 26' 17"	16 m 12 s
21	227° 26' 37"	0.20°	224° 58' 13"	-17° 02' 05"	0.9904534	16' 08.88"	23° 26' 17"	16 m 11 s
22	227° 29' 08"	0.20°	225° 00' 45"	-17° 02' 47"	0.9904435	16' 08.89"	23° 26' 17"	16 m 11 s
23	227° 31' 39"	0.21°	225° 03' 16"	-17° 03' 29"	0.9904337	16' 08.90"	23° 26' 17"	16 m 11 s
24	227° 34' 09"	0.21°	225° 05' 47"	-17° 04' 12"	0.9904239	16' 08.91"	23° 26' 17"	16 m 11 s

*) for mean equinox of date

12 Mei 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	51° 16' 47"	0.44"	48° 50' 31"	18° 04' 36"	1.0100463	15° 50.09"	23° 26' 17"	3 m 37 s
1	51° 19' 11"	0.44"	48° 52' 58"	18° 05' 14"	1.0100556	15° 50.08"	23° 26' 17"	3 m 37 s
2	51° 21' 36"	0.44"	48° 55' 25"	18° 05' 52"	1.0100648	15° 50.07"	23° 26' 17"	3 m 38 s
3	51° 24' 01"	0.43"	48° 57' 52"	18° 06' 30"	1.0100740	15° 50.06"	23° 26' 17"	3 m 38 s
4	51° 26' 26"	0.43"	49° 00' 20"	18° 07' 08"	1.0100833	15° 50.05"	23° 26' 17"	3 m 38 s
5	51° 28' 51"	0.43"	49° 02' 47"	18° 07' 46"	1.0100925	15° 50.04"	23° 26' 17"	3 m 38 s
6	51° 31' 16"	0.42"	49° 05' 14"	18° 08' 23"	1.0101017	15° 50.03"	23° 26' 17"	3 m 38 s
7	51° 33' 40"	0.42"	49° 07' 41"	18° 09' 01"	1.0101110	15° 50.02"	23° 26' 17"	3 m 38 s
8	51° 36' 05"	0.41"	49° 10' 08"	18° 09' 39"	1.0101202	15° 50.02"	23° 26' 17"	3 m 38 s
9	51° 38' 30"	0.41"	49° 12' 35"	18° 10' 16"	1.0101294	15° 50.01"	23° 26' 17"	3 m 38 s
10	51° 40' 55"	0.41"	49° 15' 02"	18° 10' 54"	1.0101386	15° 50.00"	23° 26' 17"	3 m 38 s
11	51° 43' 20"	0.40"	49° 17' 30"	18° 11' 32"	1.0101478	15° 49.99"	23° 26' 17"	3 m 38 s
12	51° 45' 45"	0.40"	49° 19' 57"	18° 12' 09"	1.0101570	15° 49.98"	23° 26' 17"	3 m 38 s
13	51° 48' 09"	0.40"	49° 22' 24"	18° 12' 47"	1.0101663	15° 49.97"	23° 26' 17"	3 m 38 s
14	51° 50' 34"	0.39"	49° 24' 51"	18° 13' 24"	1.0101755	15° 49.96"	23° 26' 17"	3 m 38 s
15	51° 52' 59"	0.39"	49° 27' 19"	18° 14' 02"	1.0101847	15° 49.96"	23° 26' 17"	3 m 38 s
16	51° 55' 24"	0.38"	49° 29' 46"	18° 14' 39"	1.0101938	15° 49.95"	23° 26' 17"	3 m 38 s
17	51° 57' 49"	0.38"	49° 32' 13"	18° 15' 16"	1.0102030	15° 49.94"	23° 26' 17"	3 m 38 s
18	52° 00' 13"	0.38"	49° 34' 41"	18° 15' 54"	1.0102122	15° 49.93"	23° 26' 17"	3 m 38 s
19	52° 02' 38"	0.37"	49° 37' 08"	18° 16' 31"	1.0102214	15° 49.92"	23° 26' 17"	3 m 38 s
20	52° 05' 03"	0.37"	49° 39' 35"	18° 17' 08"	1.0102306	15° 49.91"	23° 26' 17"	3 m 38 s
21	52° 07' 28"	0.36"	49° 42' 03"	18° 17' 46"	1.0102398	15° 49.90"	23° 26' 17"	3 m 38 s
22	52° 09' 53"	0.36"	49° 44' 30"	18° 18' 23"	1.0102489	15° 49.89"	23° 26' 17"	3 m 38 s
23	52° 12' 17"	0.36"	49° 46' 57"	18° 19' 00"	1.0102581	15° 49.89"	23° 26' 17"	3 m 38 s
24	52° 14' 42"	0.35"	49° 49' 25"	18° 19' 37"	1.0102673	15° 49.88"	23° 26' 17"	3 m 38 s

*) for mean equinox of date

13 Oktober 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	199° 38' 39"	0.20"	198° 07' 30"	-7° 40' 51"	0.9978961	16' 01.65"	23° 26' 18"	13 m 39 s
1	199° 41' 07"	0.20"	198° 09' 48"	-7° 41' 47"	0.9978844	16' 01.66"	23° 26' 18"	13 m 39 s
2	199° 43' 36"	0.21"	198° 12' 07"	-7° 42' 44"	0.9978726	16' 01.68"	23° 26' 18"	13 m 40 s
3	199° 46' 04"	0.21"	198° 14' 26"	-7° 43' 40"	0.9978609	16' 01.69"	23° 26' 18"	13 m 41 s
4	199° 48' 33"	0.22"	198° 16' 44"	-7° 44' 36"	0.9978492	16' 01.70"	23° 26' 18"	13 m 41 s
5	199° 51' 01"	0.22"	198° 19' 03"	-7° 45' 32"	0.9978375	16' 01.71"	23° 26' 18"	13 m 42 s
6	199° 53' 29"	0.23"	198° 21' 22"	-7° 46' 28"	0.9978257	16' 01.72"	23° 26' 18"	13 m 42 s
7	199° 55' 58"	0.24"	198° 23' 41"	-7° 47' 24"	0.9978140	16' 01.73"	23° 26' 18"	13 m 43 s
8	199° 58' 26"	0.24"	198° 25' 59"	-7° 48' 20"	0.9978023	16' 01.74"	23° 26' 18"	13 m 44 s
9	200° 00' 55"	0.25"	198° 28' 18"	-7° 49' 16"	0.9977906	16' 01.75"	23° 26' 18"	13 m 44 s
10	200° 03' 23"	0.25"	198° 30' 37"	-7° 50' 12"	0.9977789	16' 01.77"	23° 26' 18"	13 m 45 s
11	200° 05' 52"	0.26"	198° 32' 56"	-7° 51' 08"	0.9977672	16' 01.78"	23° 26' 18"	13 m 46 s
12	200° 08' 20"	0.26"	198° 35' 14"	-7° 52' 04"	0.9977555	16' 01.79"	23° 26' 18"	13 m 46 s
13	200° 10' 48"	0.27"	198° 37' 33"	-7° 52' 60"	0.9977438	16' 01.80"	23° 26' 18"	13 m 47 s
14	200° 13' 17"	0.27"	198° 39' 52"	-7° 53' 56"	0.9977321	16' 01.81"	23° 26' 18"	13 m 47 s
15	200° 15' 45"	0.28"	198° 42' 11"	-7° 54' 52"	0.9977204	16' 01.82"	23° 26' 18"	13 m 48 s
16	200° 18' 14"	0.28"	198° 44' 30"	-7° 55' 47"	0.9977087	16' 01.83"	23° 26' 18"	13 m 49 s
17	200° 20' 42"	0.29"	198° 46' 49"	-7° 56' 43"	0.9976970	16' 01.85"	23° 26' 18"	13 m 49 s
18	200° 23' 11"	0.29"	198° 49' 08"	-7° 57' 39"	0.9976853	16' 01.86"	23° 26' 18"	13 m 50 s
19	200° 25' 39"	0.30"	198° 51' 26"	-7° 58' 35"	0.9976737	16' 01.87"	23° 26' 18"	13 m 50 s
20	200° 28' 08"	0.30"	198° 53' 45"	-7° 59' 31"	0.9976620	16' 01.88"	23° 26' 18"	13 m 51 s
21	200° 30' 36"	0.31"	198° 56' 04"	-8° 00' 27"	0.9976503	16' 01.89"	23° 26' 18"	13 m 52 s
22	200° 33' 05"	0.31"	198° 58' 23"	-8° 01' 23"	0.9976386	16' 01.90"	23° 26' 18"	13 m 52 s
23	200° 35' 33"	0.32"	199° 00' 42"	-8° 02' 19"	0.9976270	16' 01.91"	23° 26' 18"	13 m 53 s
24	200° 38' 02"	0.32"	199° 03' 01"	-8° 03' 14"	0.9976153	16' 01.92"	23° 26' 18"	13 m 53 s

*) for mean equinox of date

18 September 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	175° 04' 42"	0.55°	175° 28' 28"	1° 57' 33"	1.0050031	15' 54.85"	23° 26' 18"	5 m 39 s
1	175° 07' 09"	0.55°	175° 30' 43"	1° 56' 35"	1.0049920	15' 54.86"	23° 26' 18"	5 m 40 s
2	175° 09' 35"	0.55°	175° 32' 57"	1° 55' 37"	1.0049809	15' 54.87"	23° 26' 18"	5 m 41 s
3	175° 12' 02"	0.56°	175° 35' 12"	1° 54' 39"	1.0049698	15' 54.88"	23° 26' 18"	5 m 42 s
4	175° 14' 28"	0.56°	175° 37' 26"	1° 53' 41"	1.0049587	15' 54.89"	23° 26' 18"	5 m 43 s
5	175° 16' 54"	0.57°	175° 39' 41"	1° 52' 43"	1.0049476	15' 54.91"	23° 26' 18"	5 m 44 s
6	175° 19' 21"	0.57°	175° 41' 55"	1° 51' 45"	1.0049365	15' 54.92"	23° 26' 18"	5 m 44 s
7	175° 21' 47"	0.57°	175° 44' 09"	1° 50' 47"	1.0049254	15' 54.93"	23° 26' 18"	5 m 45 s
8	175° 24' 13"	0.58°	175° 46' 24"	1° 49' 49"	1.0049143	15' 54.94"	23° 26' 18"	5 m 46 s
9	175° 26' 40"	0.58°	175° 48' 38"	1° 48' 51"	1.0049031	15' 54.95"	23° 26' 18"	5 m 47 s
10	175° 29' 06"	0.59°	175° 50' 53"	1° 47' 53"	1.0048920	15' 54.96"	23° 26' 18"	5 m 48 s
11	175° 31' 33"	0.59°	175° 53' 07"	1° 46' 55"	1.0048809	15' 54.97"	23° 26' 18"	5 m 49 s
12	175° 33' 59"	0.59°	175° 55' 22"	1° 45' 57"	1.0048697	15' 54.98"	23° 26' 18"	5 m 50 s
13	175° 36' 25"	0.60°	175° 57' 36"	1° 44' 59"	1.0048586	15' 54.99"	23° 26' 18"	5 m 51 s
14	175° 38' 52"	0.60°	175° 59' 51"	1° 44' 01"	1.0048475	15' 55.00"	23° 26' 18"	5 m 52 s
15	175° 41' 18"	0.61°	176° 02' 05"	1° 43' 03"	1.0048363	15' 55.01"	23° 26' 18"	5 m 53 s
16	175° 43' 45"	0.61°	176° 04' 20"	1° 42' 04"	1.0048252	15' 55.02"	23° 26' 18"	5 m 53 s
17	175° 46' 11"	0.61°	176° 06' 34"	1° 41' 06"	1.0048140	15' 55.03"	23° 26' 18"	5 m 54 s
18	175° 48' 37"	0.62°	176° 08' 48"	1° 40' 08"	1.0048029	15' 55.04"	23° 26' 18"	5 m 55 s
19	175° 51' 04"	0.62°	176° 11' 03"	1° 39' 10"	1.0047917	15' 55.05"	23° 26' 18"	5 m 56 s
20	175° 53' 30"	0.62°	176° 13' 17"	1° 38' 12"	1.0047806	15' 55.06"	23° 26' 18"	5 m 57 s
21	175° 55' 57"	0.63°	176° 15' 32"	1° 37' 14"	1.0047694	15' 55.07"	23° 26' 18"	5 m 58 s
22	175° 58' 23"	0.63°	176° 17' 46"	1° 36' 16"	1.0047583	15' 55.09"	23° 26' 18"	5 m 59 s
23	176° 00' 50"	0.63°	176° 20' 01"	1° 35' 18"	1.0047471	15' 55.10"	23° 26' 18"	5 m 60 s
24	176° 03' 16"	0.64°	176° 22' 15"	1° 34' 19"	1.0047359	15' 55.11"	23° 26' 18"	6 m 01 s

*) For mean equinox of date

19 April 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	28° 56' 04"	-0.17"	26° 53' 05"	11° 05' 29"	1.0041666	15' 55.63"	23° 26' 17"	0m 46 s
1	28° 58' 30"	-0.17"	26° 55' 25"	11° 06' 21"	1.0041783	15' 55.64"	23° 26' 17"	0m 47 s
2	29° 00' 57"	-0.18"	26° 57' 44"	11° 07' 13"	1.0041899	15' 55.63"	23° 26' 17"	0m 47 s
3	29° 03' 23"	-0.19"	27° 00' 04"	11° 08' 05"	1.0042016	15' 55.61"	23° 26' 17"	0m 48 s
4	29° 05' 50"	-0.19"	27° 02' 24"	11° 08' 57"	1.0042133	15' 55.60"	23° 26' 17"	0m 48 s
5	29° 08' 16"	-0.20"	27° 04' 43"	11° 09' 49"	1.0042250	15' 55.59"	23° 26' 17"	0m 49 s
6	29° 10' 43"	-0.20"	27° 07' 03"	11° 10' 41"	1.0042367	15' 55.58"	23° 26' 17"	0m 49 s
7	29° 13' 09"	-0.21"	27° 09' 23"	11° 11' 33"	1.0042484	15' 55.57"	23° 26' 17"	0m 50 s
8	29° 15' 36"	-0.21"	27° 11' 43"	11° 12' 25"	1.0042601	15' 55.56"	23° 26' 17"	0m 50 s
9	29° 18' 02"	-0.22"	27° 14' 02"	11° 13' 17"	1.0042718	15' 55.55"	23° 26' 17"	0m 51 s
10	29° 20' 29"	-0.22"	27° 16' 22"	11° 14' 08"	1.0042834	15' 55.54"	23° 26' 17"	0m 52 s
11	29° 22' 55"	-0.23"	27° 18' 42"	11° 15' 00"	1.0042951	15' 55.53"	23° 26' 17"	0m 52 s
12	29° 25' 22"	-0.23"	27° 21' 02"	11° 15' 52"	1.0043068	15' 55.51"	23° 26' 17"	0m 53 s
13	29° 27' 48"	-0.24"	27° 23' 21"	11° 16' 44"	1.0043185	15' 55.50"	23° 26' 17"	0m 53 s
14	29° 30' 15"	-0.24"	27° 25' 41"	11° 17' 35"	1.0043302	15' 55.49"	23° 26' 17"	0m 54 s
15	29° 32' 41"	-0.25"	27° 28' 01"	11° 18' 27"	1.0043419	15' 55.48"	23° 26' 17"	0m 54 s
16	29° 35' 08"	-0.25"	27° 30' 21"	11° 19' 19"	1.0043536	15' 55.47"	23° 26' 17"	0m 55 s
17	29° 37' 34"	-0.26"	27° 32' 40"	11° 20' 10"	1.0043652	15' 55.46"	23° 26' 17"	0m 55 s
18	29° 40' 01"	-0.26"	27° 35' 00"	11° 21' 02"	1.0043769	15' 55.45"	23° 26' 17"	0m 56 s
19	29° 42' 27"	-0.27"	27° 37' 20"	11° 21' 54"	1.0043886	15' 55.44"	23° 26' 17"	0m 56 s
20	29° 44' 54"	-0.27"	27° 39' 40"	11° 22' 45"	1.0044003	15' 55.43"	23° 26' 17"	0m 57 s
21	29° 47' 20"	-0.28"	27° 41' 60"	11° 23' 37"	1.0044120	15' 55.41"	23° 26' 17"	0m 57 s
22	29° 49' 47"	-0.28"	27° 44' 20"	11° 24' 28"	1.0044237	15' 55.40"	23° 26' 17"	0m 58 s
23	29° 52' 13"	-0.29"	27° 46' 39"	11° 25' 20"	1.0044354	15' 55.39"	23° 26' 17"	0m 58 s
24	29° 54' 40"	-0.29"	27° 48' 59"	11° 26' 12"	1.0044470	15' 55.38"	23° 26' 17"	0m 59 s

*) for mean equinox of date

22 Desember 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	270° 06' 03"	-0.42°	270° 06' 03"	-23° 26' 17"	0.9837880	16' 15.44"	23° 26' 17"	1 m 41 s
1	270° 08' 37"	-0.43°	270° 08' 49"	-23° 26' 17"	0.9837853	16' 15.45"	23° 26' 17"	1 m 40 s
2	270° 11' 10"	-0.43°	270° 11' 36"	-23° 26' 17"	0.9837827	16' 15.45"	23° 26' 17"	1 m 38 s
3	270° 13' 43"	-0.44°	270° 14' 22"	-23° 26' 17"	0.9837800	16' 15.45"	23° 26' 17"	1 m 37 s
4	270° 16' 16"	-0.44°	270° 17' 09"	-23° 26' 16"	0.9837774	16' 15.45"	23° 26' 17"	1 m 36 s
5	270° 18' 49"	-0.45°	270° 19' 55"	-23° 26' 16"	0.9837747	16' 15.46"	23° 26' 17"	1 m 35 s
6	270° 21' 21"	-0.45°	270° 22' 42"	-23° 26' 16"	0.9837721	16' 15.46"	23° 26' 17"	1 m 33 s
7	270° 23' 54"	-0.46°	270° 25' 28"	-23° 26' 15"	0.9837694	16' 15.46"	23° 26' 17"	1 m 32 s
8	270° 26' 27"	-0.46°	270° 28' 15"	-23° 26' 15"	0.9837668	16' 15.46"	23° 26' 17"	1 m 31 s
9	270° 28' 60"	-0.46°	270° 31' 02"	-23° 26' 14"	0.9837642	16' 15.47"	23° 26' 17"	1 m 30 s
10	270° 31' 33"	-0.47°	270° 33' 48"	-23° 26' 14"	0.9837615	16' 15.47"	23° 26' 17"	1 m 29 s
11	270° 34' 05"	-0.47°	270° 36' 35"	-23° 26' 13"	0.9837589	16' 15.47"	23° 26' 17"	1 m 27 s
12	270° 36' 38"	-0.48°	270° 39' 21"	-23° 26' 13"	0.9837563	16' 15.48"	23° 26' 17"	1 m 26 s
13	270° 39' 11"	-0.48°	270° 42' 08"	-23° 26' 12"	0.9837537	16' 15.48"	23° 26' 17"	1 m 25 s
14	270° 41' 44"	-0.49°	270° 44' 54"	-23° 26' 11"	0.9837511	16' 15.48"	23° 26' 17"	1 m 24 s
15	270° 44' 17"	-0.49°	270° 47' 41"	-23° 26' 10"	0.9837485	16' 15.48"	23° 26' 17"	1 m 22 s
16	270° 46' 50"	-0.49°	270° 50' 28"	-23° 26' 09"	0.9837460	16' 15.49"	23° 26' 17"	1 m 21 s
17	270° 49' 22"	-0.50°	270° 53' 14"	-23° 26' 08"	0.9837434	16' 15.49"	23° 26' 17"	1 m 20 s
18	270° 51' 55"	-0.50°	270° 56' 01"	-23° 26' 07"	0.9837408	16' 15.49"	23° 26' 17"	1 m 19 s
19	270° 54' 28"	-0.51°	270° 58' 47"	-23° 26' 06"	0.9837382	16' 15.49"	23° 26' 17"	1 m 17 s
20	270° 57' 01"	-0.51°	271° 01' 34"	-23° 26' 05"	0.9837357	16' 15.50"	23° 26' 17"	1 m 16 s
21	270° 59' 34"	-0.51°	271° 04' 20"	-23° 26' 04"	0.9837331	16' 15.50"	23° 26' 17"	1 m 15 s
22	271° 02' 06"	-0.52°	271° 07' 07"	-23° 26' 03"	0.9837306	16' 15.50"	23° 26' 17"	1 m 14 s
23	271° 04' 39"	-0.52°	271° 09' 53"	-23° 26' 02"	0.9837280	16' 15.50"	23° 26' 17"	1 m 12 s
24	271° 07' 12"	-0.53°	271° 12' 40"	-23° 26' 01"	0.9837255	16' 15.51"	23° 26' 17"	1 m 11 s

*) for mean equinox of date

22 Juni 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	90° 35' 44"	-0.21°	90° 38' 20"	23° 26' 11"	1.0162756	15' 44.26"	23° 26' 16"	-1 m 55 s
1	90° 38' 07"	-0.21°	90° 40' 36"	23° 26' 11"	1.0162786	15' 44.26"	23° 26' 16"	-1 m 56 s
2	90° 40' 30"	-0.20°	90° 43' 32"	23° 26' 10"	1.0162815	15' 44.26"	23° 26' 16"	-1 m 56 s
3	90° 42' 53"	-0.20°	90° 46' 06"	23° 26' 09"	1.0162844	15' 44.25"	23° 26' 16"	-1 m 57 s
4	90° 45' 16"	-0.20°	90° 48' 44"	23° 26' 09"	1.0162873	15' 44.25"	23° 26' 16"	-1 m 57 s
5	90° 47' 39"	-0.19°	90° 51' 20"	23° 26' 08"	1.0162902	15' 44.25"	23° 26' 16"	-1 m 58 s
6	90° 50' 03"	-0.19°	90° 53' 56"	23° 26' 07"	1.0162931	15' 44.25"	23° 26' 16"	-1 m 58 s
7	90° 52' 26"	-0.18°	90° 56' 32"	23° 26' 06"	1.0162960	15' 44.24"	23° 26' 16"	-1 m 59 s
8	90° 54' 49"	-0.18°	90° 59' 08"	23° 26' 05"	1.0162989	15' 44.24"	23° 26' 16"	-1 m 59 s
9	90° 57' 12"	-0.17°	91° 01' 44"	23° 26' 04"	1.0163017	15' 44.24"	23° 26' 16"	-1 m 60 s
10	90° 59' 35"	-0.17°	91° 04' 20"	23° 26' 03"	1.0163046	15' 44.23"	23° 26' 16"	-2 m 00 s
11	91° 01' 58"	-0.17°	91° 06' 56"	23° 26' 02"	1.0163074	15' 44.23"	23° 26' 16"	-2 m 01 s
12	91° 04' 21"	-0.16°	91° 09' 32"	23° 26' 01"	1.0163103	15' 44.23"	23° 26' 16"	-2 m 02 s
13	91° 06' 45"	-0.16°	91° 12' 08"	23° 25' 60"	1.0163131	15' 44.23"	23° 26' 16"	-2 m 02 s
14	91° 09' 08"	-0.15°	91° 14' 44"	23° 25' 58"	1.0163159	15' 44.23"	23° 26' 16"	-2 m 03 s
15	91° 11' 31"	-0.15°	91° 17' 20"	23° 25' 57"	1.0163187	15' 44.22"	23° 26' 16"	-2 m 03 s
16	91° 13' 54"	-0.14°	91° 19' 56"	23° 25' 56"	1.0163215	15' 44.22"	23° 26' 16"	-2 m 04 s
17	91° 16' 17"	-0.14°	91° 22' 32"	23° 25' 54"	1.0163243	15' 44.22"	23° 26' 16"	-2 m 04 s
18	91° 18' 40"	-0.13°	91° 25' 08"	23° 25' 53"	1.0163271	15' 44.21"	23° 26' 16"	-2 m 05 s
19	91° 21' 03"	-0.13°	91° 27' 44"	23° 25' 52"	1.0163299	15' 44.21"	23° 26' 16"	-2 m 05 s
20	91° 23' 26"	-0.13°	91° 30' 20"	23° 25' 50"	1.0163327	15' 44.21"	23° 26' 16"	-2 m 06 s
21	91° 25' 50"	-0.12°	91° 32' 56"	23° 25' 49"	1.0163354	15' 44.21"	23° 26' 16"	-2 m 06 s
22	91° 28' 13"	-0.12°	91° 35' 32"	23° 25' 47"	1.0163382	15' 44.20"	23° 26' 16"	-2 m 07 s
23	91° 30' 36"	-0.11°	91° 38' 08"	23° 25' 46"	1.0163409	15' 44.20"	23° 26' 16"	-2 m 07 s
24	91° 32' 59"	-0.11°	91° 40' 44"	23° 25' 44"	1.0163436	15' 44.20"	23° 26' 16"	-2 m 08 s

*) for mean equinox of date

25 Agustus 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	151° 48' 17"	0.83°	153° 46' 04"	10° 50' 08"	1.0109616	15' 49' 22"	23° 26' 17"	-2 m 15 s
1	151° 50' 42"	0.83°	153° 50' 22"	10° 49' 16"	1.0109528	15' 49' 23"	23° 26' 17"	-2 m 14 s
2	151° 53' 06"	0.83°	153° 52' 39"	10° 48' 24"	1.0109439	15' 49' 24"	23° 26' 17"	-2 m 13 s
3	151° 55' 31"	0.83°	153° 54' 57"	10° 47' 33"	1.0109351	15' 49' 25"	23° 26' 17"	-2 m 13 s
4	151° 57' 56"	0.83°	153° 57' 15"	10° 46' 41"	1.0109262	15' 49' 26"	23° 26' 17"	-2 m 12 s
5	152° 00' 21"	0.83°	153° 59' 32"	10° 45' 49"	1.0109173	15' 49' 27"	23° 26' 17"	-2 m 11 s
6	152° 02' 45"	0.83°	154° 01' 50"	10° 44' 58"	1.0109085	15' 49' 27"	23° 26' 17"	-2 m 11 s
7	152° 05' 10"	0.83°	154° 04' 07"	10° 44' 06"	1.0108996	15' 49' 28"	23° 26' 17"	-2 m 10 s
8	152° 07' 35"	0.83°	154° 06' 25"	10° 43' 14"	1.0108907	15' 49' 29"	23° 26' 17"	-2 m 09 s
9	152° 09' 59"	0.83°	154° 08' 43"	10° 42' 22"	1.0108818	15' 49' 30"	23° 26' 17"	-2 m 09 s
10	152° 12' 24"	0.83°	154° 10' 60"	10° 41' 31"	1.0108729	15' 49' 31"	23° 26' 17"	-2 m 08 s
11	152° 14' 49"	0.83°	154° 13' 17"	10° 40' 39"	1.0108639	15' 49' 32"	23° 26' 17"	-2 m 07 s
12	152° 17' 14"	0.83°	154° 15' 35"	10° 39' 47"	1.0108550	15' 49' 33"	23° 26' 17"	-2 m 06 s
13	152° 19' 38"	0.83°	154° 17' 52"	10° 38' 55"	1.0108461	15' 49' 33"	23° 26' 17"	-2 m 06 s
14	152° 22' 03"	0.83°	154° 20' 10"	10° 38' 03"	1.0108371	15' 49' 34"	23° 26' 17"	-2 m 05 s
15	152° 24' 28"	0.83°	154° 22' 27"	10° 37' 11"	1.0108282	15' 49' 35"	23° 26' 17"	-2 m 04 s
16	152° 26' 53"	0.83°	154° 24' 45"	10° 36' 19"	1.0108192	15' 49' 36"	23° 26' 17"	-2 m 04 s
17	152° 29' 17"	0.83°	154° 27' 02"	10° 35' 27"	1.0108103	15' 49' 37"	23° 26' 17"	-2 m 03 s
18	152° 31' 42"	0.83°	154° 29' 20"	10° 34' 35"	1.0108013	15' 49' 38"	23° 26' 17"	-2 m 02 s
19	152° 34' 07"	0.83°	154° 31' 37"	10° 33' 43"	1.0107923	15' 49' 38"	23° 26' 17"	-2 m 02 s
20	152° 36' 32"	0.83°	154° 33' 55"	10° 32' 51"	1.0107833	15' 49' 39"	23° 26' 17"	-2 m 01 s
21	152° 38' 56"	0.83°	154° 36' 12"	10° 31' 59"	1.0107743	15' 49' 40"	23° 26' 17"	-2 m 00 s
22	152° 41' 21"	0.83°	154° 38' 29"	10° 31' 07"	1.0107653	15' 49' 41"	23° 26' 17"	-1 m 60 s
23	152° 43' 46"	0.83°	154° 40' 47"	10° 30' 15"	1.0107563	15' 49' 42"	23° 26' 17"	-1 m 59 s
24	152° 46' 11"	0.83°	154° 43' 04"	10° 29' 23"	1.0107473	15' 49' 43"	23° 26' 17"	-1 m 58 s

*) for mean equinox of date

26 Maret 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	5° 19' 03"	-0.62"	4° 52' 22"	2° 06' 32"	0.9973632	16'02.17"	23° 26' 17"	-5m 48 s
1	5° 21' 34"	-0.63"	4° 54' 39"	2° 07' 31"	0.9973754	16'02.16"	23° 26' 17"	-5m 47 s
2	5° 24' 03"	-0.63"	4° 56' 55"	2° 08' 30"	0.9973875	16'02.14"	23° 26' 17"	-5m 46 s
3	5° 26' 31"	-0.63"	4° 59' 12"	2° 09' 28"	0.9973996	16'02.13"	23° 26' 17"	-5m 46 s
4	5° 28' 60"	-0.64"	5° 01' 28"	2° 10' 27"	0.9974118	16'02.12"	23° 26' 17"	-5m 45 s
5	5° 31' 28"	-0.64"	5° 03' 45"	2° 11' 26"	0.9974239	16'02.11"	23° 26' 17"	-5m 44 s
6	5° 33' 57"	-0.64"	5° 06' 01"	2° 12' 25"	0.9974361	16'02.10"	23° 26' 17"	-5m 43 s
7	5° 36' 26"	-0.65"	5° 08' 18"	2° 13' 24"	0.9974482	16'02.09"	23° 26' 17"	-5m 42 s
8	5° 38' 54"	-0.65"	5° 10' 35"	2° 14' 23"	0.9974603	16'02.07"	23° 26' 17"	-5m 42 s
9	5° 41' 23"	-0.65"	5° 12' 51"	2° 15' 22"	0.9974725	16'02.06"	23° 26' 17"	-5m 41 s
10	5° 43' 51"	-0.66"	5° 15' 08"	2° 16' 20"	0.9974846	16'02.05"	23° 26' 17"	-5m 40 s
11	5° 46' 20"	-0.66"	5° 17' 24"	2° 17' 19"	0.9974968	16'02.04"	23° 26' 17"	-5m 39 s
12	5° 48' 49"	-0.66"	5° 19' 41"	2° 18' 18"	0.9975089	16'02.03"	23° 26' 17"	-5m 39 s
13	5° 51' 17"	-0.67"	5° 21' 57"	2° 19' 17"	0.9975211	16'02.01"	23° 26' 17"	-5m 38 s
14	5° 53' 46"	-0.67"	5° 24' 14"	2° 20' 16"	0.9975332	16'02.00"	23° 26' 17"	-5m 37 s
15	5° 56' 14"	-0.67"	5° 26' 30"	2° 21' 15"	0.9975453	16'01.99"	23° 26' 17"	-5m 36 s
16	5° 58' 43"	-0.68"	5° 28' 47"	2° 22' 14"	0.9975575	16'01.98"	23° 26' 17"	-5m 36 s
17	6° 01' 11"	-0.68"	5° 31' 04"	2° 23' 12"	0.9975696	16'01.97"	23° 26' 17"	-5m 35 s
18	6° 03' 40"	-0.68"	5° 33' 20"	2° 24' 11"	0.9975818	16'01.96"	23° 26' 17"	-5m 34 s
19	6° 06' 09"	-0.68"	5° 35' 37"	2° 25' 10"	0.9975939	16'01.94"	23° 26' 17"	-5m 33 s
20	6° 08' 37"	-0.69"	5° 37' 53"	2° 26' 09"	0.9976061	16'01.93"	23° 26' 17"	-5m 33 s
21	6° 11' 06"	-0.69"	5° 40' 10"	2° 27' 08"	0.9976182	16'01.92"	23° 26' 17"	-5m 32 s
22	6° 13' 34"	-0.69"	5° 42' 26"	2° 28' 06"	0.9976304	16'01.91"	23° 26' 17"	-5m 31 s
23	6° 16' 03"	-0.69"	5° 44' 43"	2° 29' 05"	0.9976425	16'01.90"	23° 26' 17"	-5m 30 s
24	6° 18' 31"	-0.70"	5° 46' 59"	2° 30' 04"	0.9976546	16'01.89"	23° 26' 17"	-5m 30 s

*) for mean equinox of date

1 Maret 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	340° 22' 45"	-0.81°	341° 32' 46"	-7° 40' 45"	0.9907167	16'08.62"	23° 26' 17"	-12 m 25 s
1	340° 25' 16"	-0.81°	341° 35' 07"	-7° 39' 49"	0.9907268	16'08.61"	23° 26' 17"	-12 m 25 s
2	340° 27' 46"	-0.81°	341° 37' 28"	-7° 38' 52"	0.9907370	16'08.60"	23° 26' 17"	-12 m 24 s
3	340° 30' 17"	-0.81°	341° 39' 49"	-7° 37' 55"	0.9907471	16'08.59"	23° 26' 17"	-12 m 24 s
4	340° 32' 48"	-0.81°	342° 02' 09"	-7° 36' 58"	0.9907572	16'08.58"	23° 26' 17"	-12 m 23 s
5	340° 35' 18"	-0.81°	342° 04' 30"	-7° 36' 01"	0.9907674	16'08.57"	23° 26' 17"	-12 m 23 s
6	340° 37' 49"	-0.81°	342° 06' 51"	-7° 35' 04"	0.9907775	16'08.56"	23° 26' 17"	-12 m 22 s
7	340° 40' 20"	-0.81°	342° 09' 11"	-7° 34' 07"	0.9907877	16'08.55"	23° 26' 17"	-12 m 22 s
8	340° 42' 50"	-0.81°	342° 11' 32"	-7° 33' 09"	0.9907978	16'08.54"	23° 26' 17"	-12 m 21 s
9	340° 45' 21"	-0.82°	342° 13' 53"	-7° 32' 12"	0.9908080	16'08.53"	23° 26' 17"	-12 m 21 s
10	340° 47' 52"	-0.82°	342° 16' 13"	-7° 31' 15"	0.9908182	16'08.52"	23° 26' 17"	-12 m 20 s
11	340° 50' 22"	-0.82°	342° 18' 34"	-7° 30' 18"	0.9908283	16'08.51"	23° 26' 17"	-12 m 20 s
12	340° 52' 53"	-0.82°	342° 20' 54"	-7° 29' 21"	0.9908385	16'08.50"	23° 26' 17"	-12 m 19 s
13	340° 55' 24"	-0.82°	342° 23' 15"	-7° 28' 24"	0.9908487	16'08.49"	23° 26' 17"	-12 m 19 s
14	340° 57' 54"	-0.82°	342° 25' 36"	-7° 27' 27"	0.9908588	16'08.48"	23° 26' 17"	-12 m 18 s
15	341° 00' 25"	-0.82°	342° 27' 56"	-7° 26' 30"	0.9908690	16'08.47"	23° 26' 17"	-12 m 18 s
16	341° 02' 56"	-0.82°	342° 30' 17"	-7° 25' 33"	0.9908792	16'08.46"	23° 26' 17"	-12 m 17 s
17	341° 05' 26"	-0.82°	342° 32' 37"	-7° 24' 36"	0.9908893	16'08.45"	23° 26' 17"	-12 m 17 s
18	341° 07' 57"	-0.82°	342° 34' 58"	-7° 23' 38"	0.9908995	16'08.44"	23° 26' 17"	-12 m 16 s
19	341° 10' 27"	-0.82°	342° 37' 18"	-7° 22' 41"	0.9909097	16'08.43"	23° 26' 17"	-12 m 16 s
20	341° 12' 58"	-0.82°	342° 39' 39"	-7° 21' 44"	0.9909199	16'08.42"	23° 26' 17"	-12 m 15 s
21	341° 15' 29"	-0.82°	342° 41' 59"	-7° 20' 47"	0.9909301	16'08.41"	23° 26' 17"	-12 m 15 s
22	341° 17' 59"	-0.82°	342° 44' 20"	-7° 19' 50"	0.9909402	16'08.40"	23° 26' 17"	-12 m 14 s
23	341° 20' 30"	-0.82°	342° 46' 40"	-7° 18' 52"	0.9909504	16'08.39"	23° 26' 17"	-12 m 14 s
24	341° 23' 00"	-0.82°	342° 49' 01"	-7° 17' 55"	0.9909606	16'08.38"	23° 26' 17"	-12 m 13 s

*) for mean equinox of date

3 Februari 2022

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	314° 07' 36"	-0.85°	316° 35' 00"	-16° 35' 32"	0.9855955	16' 13.65"	23° 26' 16"	-13 m 46 s
1	314° 10' 08"	-0.85°	316° 37' 33"	-16° 34' 48"	0.9856015	16' 13.65"	23° 26' 16"	-13 m 46 s
2	314° 12' 41"	-0.85°	316° 40' 05"	-16° 34' 04"	0.9856075	16' 13.64"	23° 26' 16"	-13 m 47 s
3	314° 15' 13"	-0.85°	316° 42' 37"	-16° 33' 20"	0.9856135	16' 13.64"	23° 26' 16"	-13 m 47 s
4	314° 17' 45"	-0.85°	316° 45' 09"	-16° 32' 35"	0.9856196	16' 13.63"	23° 26' 16"	-13 m 47 s
5	314° 20' 17"	-0.85°	316° 47' 41"	-16° 31' 51"	0.9856256	16' 13.63"	23° 26' 16"	-13 m 47 s
6	314° 22' 50"	-0.85°	316° 50' 13"	-16° 31' 07"	0.9856316	16' 13.62"	23° 26' 16"	-13 m 48 s
7	314° 25' 22"	-0.85°	316° 52' 44"	-16° 30' 23"	0.9856376	16' 13.61"	23° 26' 16"	-13 m 48 s
8	314° 27' 54"	-0.85°	316° 55' 16"	-16° 29' 39"	0.9856437	16' 13.61"	23° 26' 16"	-13 m 48 s
9	314° 30' 26"	-0.85°	316° 57' 48"	-16° 28' 55"	0.9856497	16' 13.60"	23° 26' 16"	-13 m 48 s
10	314° 32' 59"	-0.85°	317° 00' 20"	-16° 28' 10"	0.9856558	16' 13.60"	23° 26' 16"	-13 m 49 s
11	314° 35' 31"	-0.85°	317° 02' 52"	-16° 27' 26"	0.9856618	16' 13.59"	23° 26' 16"	-13 m 49 s
12	314° 38' 03"	-0.84°	317° 05' 24"	-16° 26' 42"	0.9856679	16' 13.58"	23° 26' 16"	-13 m 49 s
13	314° 40' 35"	-0.84°	317° 07' 56"	-16° 25' 57"	0.9856740	16' 13.58"	23° 26' 16"	-13 m 49 s
14	314° 43' 07"	-0.84°	317° 10' 27"	-16° 25' 13"	0.9856800	16' 13.57"	23° 26' 16"	-13 m 50 s
15	314° 45' 40"	-0.84°	317° 12' 59"	-16° 24' 28"	0.9856861	16' 13.57"	23° 26' 16"	-13 m 50 s
16	314° 48' 12"	-0.84°	317° 15' 31"	-16° 23' 44"	0.9856922	16' 13.56"	23° 26' 16"	-13 m 50 s
17	314° 50' 44"	-0.84°	317° 18' 03"	-16° 22' 60"	0.9856983	16' 13.55"	23° 26' 16"	-13 m 51 s
18	314° 53' 16"	-0.84°	317° 20' 34"	-16° 22' 15"	0.9857044	16' 13.55"	23° 26' 16"	-13 m 51 s
19	314° 55' 48"	-0.84°	317° 23' 06"	-16° 21' 31"	0.9857105	16' 13.54"	23° 26' 16"	-13 m 51 s
20	314° 58' 21"	-0.83°	317° 25' 38"	-16° 20' 46"	0.9857166	16' 13.54"	23° 26' 16"	-13 m 51 s
21	315° 00' 53"	-0.83°	317° 28' 09"	-16° 20' 01"	0.9857227	16' 13.53"	23° 26' 16"	-13 m 52 s
22	315° 03' 25"	-0.83°	317° 30' 41"	-16° 19' 17"	0.9857288	16' 13.52"	23° 26' 16"	-13 m 52 s
23	315° 05' 57"	-0.83°	317° 33' 13"	-16° 18' 32"	0.9857349	16' 13.52"	23° 26' 16"	-13 m 52 s
24	315° 08' 29"	-0.83°	317° 35' 44"	-16° 17' 47"	0.9857410	16' 13.51"	23° 26' 16"	-13 m 52 s

*) for mean equinox of date

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Habibur Rahman

Tempat Tanggal Lahir : Jepara, 9 Juni 1998

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Nama Orang Tua : Mulyono, dan Hanik Mahsunah

Alamat : Desa Karangrandu RT. 004 RW. 001
Kecamatan Pecangaan, Kabupaten
Jepara

Nomor HP : 0896-5541-2993

Email : Hr61715@gmail.com

Riwayat Pendidikan

- a. Fomal
 1. SDN 03 Karangrandu (2004-2010).
 2. SMP Walisongo Pecangaan (2010-2013).
 3. MA Walisongo Pecangaan (2013-2016).
 4. S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2016-2020).
- b. Non Formal
 1. Ponpes Ribathul Falah Jepara.
 2. Taman Pendidikan Al-Qur'an Karangrandu (2003-2007).
 3. Madrasah Diniyyah Tamrinusshibyan Karangrandu (2007-2011)
 4. Madrasah Diniyyah Wustho Karangrandu (2011-2014).
 5. Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang.

Pengalaman Organisasi

1. Pradana Ambalan Teuku Umar dan Cut Nya' Dien MA Walisongo periode 2015.
2. Anggota OSIS MA Walisongo peridoe 2015-2016
3. Pengurus Pesantren Life Skill Daarun Najaah
4. Anggota Buletin An-Najwa Pesantren Life Skill Daarun Najaah
5. Anggota Tim Hisab dan Rukyah Menara Al-Husna Masjid Agung Jawa Tengah

Karya Ilmiah

1. Teleskop *Ioptron Cube II* dalam Penentuan Arah Kiblat, (*Jurnal Al-Afaq: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, Vol. 3, No. 1, 2021).
<https://journal.uinmataram.ac.id/index.php/afaq/article/view/2776>
2. Dinamika Waktu Imsak pada Jadwal Imsakiyah Ramadan, (*Jurnal 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>