

## Menentukan Arah Kiblat dengan Metode Rashdul Kiblat

Khalid Shafaruddin<sup>1</sup>, Rudi Piliang<sup>2</sup>, Agus Sucipto<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Sultan Muhammad Syafiuddin Sambas

### Histori Naskah

Diserahkan:  
07-01-2026

Direvisi:  
10-03-2026

Diterima:  
14-03-2026

### Keywords

### ABSTRACT

*This research extensively examines alternative methods based on celestial mechanics and astronomy namely the Global Rashdul Qibla (Istiwa A'zam) and the Daily (Local) Rashdul Qibla methods as comprehensive solutions for achieving high-precision Qibla direction. Utilizing a qualitative research design with a mathematical approach using spherical trigonometry and simulated field observations, this study formulates standard operating procedures for Qibla calibration using solar shadow instruments, ranging from simple gnomons to the modern modified Mizwala Qibla Finder instrument. Simulations of spatial observation data at several coordinate points in Indonesia demonstrate that the solar shadow method can reduce deviation errors to less than five arcminutes ( $0^{\circ} 5'$ ), far surpassing the reliability of digital compasses, which consistently exhibit deviation distortions ranging from  $1^{\circ}$  to  $5^{\circ}$ . The conclusion of this study confirms that the Rashdul Qibla method definitively resolves the issue of Earth's magnetic anomalies. It is easily implemented communally by the public without requiring geodetic expertise or expensive optical instruments, and is highly recommended as the primary standard for calibrating the orientation of places of worship, with the operational caveat that it relies on clear meteorological weather conditions.*

*Qibla Direction, Istiwa A'zam, Rashdul Qibla, Spherical Trigonometry, Magnetic Declination, Mizwala Qibla Finder*

### ABSTRAK

Penelitian ini secara ekstensif mengkaji metode alternatif berbasis astronomi mekanika langit, yakni metode Rashdul Kiblat Global (Istiwa A'zam) dan metode Rashdul Kiblat Harian (Lokal), sebagai solusi komprehensif untuk mencapai akurasi arah kiblat tingkat tinggi. Menggunakan desain penelitian kualitatif dengan pendekatan matematis trigonometri bola (spherical trigonometry) dan observasi lapangan tersimulasi, penelitian ini memformulasikan prosedur operasional standar kalibrasi kiblat menggunakan instrumen bayangan matahari, mulai dari gnomon sederhana hingga instrumen modifikasi modern Mizwala Qibla Finder. Simulasi data observasi spasial di beberapa titik koordinat di wilayah Indonesia menunjukkan bahwa metode bayangan matahari mampu mereduksi galat (error) deviasi hingga di bawah  $0^{\circ}$  (lima menit busur), jauh melampaui keandalan kompas digital yang secara konsisten mengalami distorsi simpangan antara  $1^{\circ}$  hingga  $5^{\circ}$ . Kesimpulan dari studi ini menegaskan bahwa metode Rashdul Kiblat memecahkan masalah anomali magnetik bumi secara absolut, mudah diimplementasikan secara komunal oleh masyarakat tanpa memerlukan keahlian geodesi atau alat optik berbiaya tinggi, dan sangat direkomendasikan sebagai standar utama kalibrasi orientasi bangunan peribadatan, dengan catatan operasional utamanya bergantung pada kondisi kejernihan cuaca meteorologis.

### Kata Kunci

Arah Kiblat, Istiwa A'zam, Rashdul Kiblat, Trigonometri Bola, Deklinasi Magnetik, Mizwala Qibla Finder

### Corresponding Author

Rudi Piliang, Universitas Sultan Muhammad Syafiuddin Sambas, Jl. Raya Sejangkung No.126, Kawasan Pendidikan, Desa Sebyan, Kecamatan Sambas, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia, e-mail: kahfiealfarezy@gmail.com

## PENDAHULUAN

Kedudukan menghadap arah kiblat yang secara geografis dan teologis berpusat pada bangunan fisik Ka'bah di Masjidil Haram, kota Mekah, Arab Saudi merupakan prasyarat mutlak yang tidak dapat ditawar dalam pelaksanaan ibadah salat bagi seluruh umat Islam di seluruh penjuru dunia. Berdasarkan tinjauan fikih (yurisprudensi Islam), keabsahan ibadah salat sangat bergantung pada kemampuan dan ikhtiar seorang individu untuk mengarahkan dirinya tepat ke bangunan Ka'bah.(Ismail, 2022) Bagi individu yang berada di dalam area Masjidil Haram dan dapat melihat Ka'bah secara fisik, kewajiban yang dibebankan adalah menghadap secara presisi ke wujud fisik bangunan tersebut (*'ainul ka'bah*). Namun, bagi mayoritas umat Islam yang berada di luar jangkauan visual dan terhalang oleh jarak spasial serta kelengkungan bentang permukaan bumi, kewajiban tersebut ditransformasikan menjadi keharusan untuk menghadap ke arah umum atau rute jarak terpendek menuju Ka'bah (*jihatul ka'bah*). (Jayusman, 2014) Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya konvergensi antara disiplin Ilmu Falak (Astronomi Islam) dan ilmu geodesi modern, toleransi terhadap penyimpangan *jihatul ka'bah* semakin dievaluasi secara ketat. Hal ini didasarkan pada perhitungan geometris sferis bahwa deviasi sebesar satu derajat ( $1^\circ$ ) saja pada penentuan azimuth kiblat di wilayah dengan jarak sejauh Kepulauan Nusantara dari Mekah dapat menghasilkan penyimpangan proyeksi linier sejauh kurang lebih 111 kilometer dari titik sasaran Ka'bah yang sebenarnya. (Sado, 2020) Oleh karena itu, pencapaian tingkat akurasi tertinggi dalam kalibrasi orientasi bangunan tempat ibadah, baik masjid maupun musala, serta penentuan tata letak pemakaman Islam, adalah suatu keniscayaan akademis dan keharusan teologis yang berkesinambungan.

Secara historis dan empiris, masyarakat luas pada umumnya masih sangat mengandalkan penggunaan kompas magnetik mekanis konvensional dan, dalam dekade terakhir, bertumpu pada aplikasi kompas digital pintar (smart-compass) yang terintegrasi di dalam perangkat gawai (smartphone). (Safitri, 2022) Meskipun teknologi ini menawarkan tingkat kepraktisan dan aksesibilitas yang sangat tinggi bagi masyarakat awam, instrumen yang bergantung sepenuhnya pada pembacaan medan magnet bumi memiliki kelemahan inheren yang sangat kritis dalam konteks pengukuran presisi. Kelemahan mendasar tersebut berakar pada ketidaksejajaran alamiah antara Kutub Utara Magnetik (Magnetic North Pole) yang direspons oleh jarum kompas, dan Kutub Utara Sejati (True Geographic North Pole) yang menjadi titik referensi absolut dalam pemetaan koordinat sistem bumi dan bola langit. (Dy et al., 2024), (Mahtir & Ridwan, 2020) Perbedaan sudut antara kedua kutub ini, yang dalam ilmu geofisika dikenal sebagai deklinasi magnetik, bersifat sangat dinamis, tidak seragam, dan terus bervariasi bergantung pada letak lintang dan bujur lokasi pengamat pada suatu waktu tertentu.

Kondisi ini diperumit oleh dinamika geodinamika bumi. Pemodelan geomagnetik global, seperti *World Magnetic Model* (WMM) versi WMM2025 yang dipublikasikan secara kolaboratif oleh *National Centers for Environmental Information* (NCEI) di bawah naungan NOAA dan *British Geological Survey* (BGS), menunjukkan bahwa medan magnet bumi terus mengalami perubahan dan turbulensi yang signifikan. (*World Magnetic Model 2025 Released*, 2024) Variasi sekuler geomagnetik yang dipicu oleh fluktuasi aliran besi cair di inti luar bumi mengakibatkan pergerakan Kutub Utara Magnetik melintasi wilayah Arktik menuju daratan Siberia dengan kecepatan rata-rata mencapai 36 kilometer per tahun. (*2025 WMM Annual Report Is Released*, 2026) Pembaruan data geofisika pada laporan tahunan WMM2025 juga mencatat pertumbuhan anomali regional yang signifikan, seperti meluasnya *South Atlantic Anomaly* (SAA), serta kerentanan medan magnet terhadap gangguan parah akibat cuaca antariksa (space weather), termasuk badai geomagnetik yang dipicu oleh pelepasan massa korona matahari. Gangguan-gangguan makroskopis ini secara langsung dan seketika menurunkan keandalan sensor magnetometer analog maupun keping sensor *Hall-effect* pada



gawai sipil. waktu harian yang telah dihitung dan diprediksi melalui komputasi trigonometri bola ini, orientasi bayangan benda vertikal apa pun yang disinari oleh matahari akan membentuk sumbu garis yang sejajar secara absolut dengan arah kiblat lokasi tersebut, (Wahyuni et al., 2024)

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi, menganalisis secara matematis, dan memformulasikan tata cara penentuan arah kiblat menggunakan metode Rashdul Kiblat, baik pada tataran Global maupun Harian, dengan merujuk ketat pada aksioma-aksioma astronomi sferis. Masalah krusial yang dijawab melalui kajian akademis ini mencakup pengujian komparatif untuk mengetahui sejauh mana tingkat deviasi yang dihasilkan oleh instrumen kompas magnetik komersial jika dihadapkan pada hasil pengukuran berbasis bayangan matahari yang divalidasi dengan Theodolit. Selanjutnya, penelitian ini menguraikan langkah-langkah formulasi trigonometri bola dalam merumuskan algoritma jadwal Rashdul Kiblat Harian yang memiliki presisi tinggi. Terakhir, penelitian ini menganalisis tingkat kepraktisan implementasi metode observasi matahari dengan penekanan khusus pada pemanfaatan inovasi instrumen astronomi kontemporer seperti *Mizwala Qibla Finder* sebagai sebuah solusi cerdas dalam upaya menjembatani kebutuhan akan akurasi tinggi dan upaya menghindari mahalannya biaya retribusi penggunaan instrumen ukur optik kelas berat. Tujuan akhir dari studi ini adalah menyediakan fondasi literatur saintifik yang kokoh, sekaligus merumuskan prosedur operasional yang saintifik namun aplikatif, bagi masyarakat luas, lembaga keagamaan, serta praktisi kalibrasi agar mampu melakukan verifikasi arah bangunan ibadah secara otonom, murah, namun memiliki validitas geospasial yang mutlak.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini didesain sebagai penelitian kualitatif komprehensif yang diintegrasikan dengan pendekatan saintifik interdisipliner, menggabungkan analisis matematis-astronomis, penelaahan data geomagnetik global, dan simulasi observasi lapangan secara empiris. Pendekatan matematika difokuskan pada pengaplikasian hukum-hukum segitiga bola (spherical trigonometry) yang fundamental dalam astronomi untuk mendefinisikan posisi koordinat geografis seorang pengamat di permukaan bumi relatif terhadap koordinat stasioner kota Mekah Melalui pendekatan ini, pergerakan semu harian matahari di langit dapat dipetakan secara matematis untuk menemukan perpotongan azimuth. Di sisi lain, simulasi observasional diadaptasikan dari metodologi *field research* (penelitian lapangan) untuk merepresentasikan kondisi pengujian kalibrasi berbagai macam instrumen di lokasi fiktif namun dikonstruksi menggunakan himpunan data geografis, data ephemeris, dan nilai deklinasi geomagnetik bumi dari basis data NOAA yang realistis dan aktual pada tahun pengamatan.

Proses penentuan dan pengujian presisi arah kiblat sangat bertumpu pada kualitas, prinsip kerja, dan resolusi instrumen yang digunakan. Kajian ini secara metodologis mengikutsertakan analisis komparatif atas berbagai instrumen utama yang lazim dimanfaatkan oleh praktisi, yang diklasifikasikan dari perangkat tradisional, aplikasi digital portabel, hingga perangkat survei optik profesional:

1. **Kompas Magnetik Konvensional dan Aplikasi Kompas Gawai:** Instrumen ini difungsikan sebagai alat uji dasar untuk mendemonstrasikan galat (error) referensial awal. Kompas beroperasi dengan memanfaatkan sensor magnetometer bawaan perangkat gawai yang merespons garis gaya magnet bumi. Kinerja kompas idealnya harus dikalibrasi oleh tabel nilai model geofisika seperti *World Magnetic Model* (contohnya WMM2025) guna mengonversi nilai orientasi Utara Magnetik menjadi Utara Sejati melalui algoritma penambahan atau pengurangan nilai deklinasi magnetik lokal yang tercatat, (*World Magnetic Model (WMM)*, 2023)

2. **Tongkat Istiwa (Gnomon):** Instrumen falak klasik yang paling purba dan autentik, berbentuk tongkat lurus dengan bagian ujung meruncing atau datar, yang dipancangkan secara mutlak tegak lurus  $90^\circ$  pada permukaan bidang dasar (bidang horizon level). Instrumen primitif namun efektif ini dipergunakan khusus untuk menangkap proyeksi persilangan cahaya matahari, mengamati kurva bayangan, serta mengukur perubahan panjang dan pergeseran sudut bayang-bayang tersebut secara berkelanjutan sepanjang siang hari.
3. **Mizwala Qibla Finder:** Instrumen ini merupakan sebuah inovasi modifikasi modern (hybrid) dari tongkat istiwa atau varian *sundial* (jam matahari) peradaban masa lampau. Instrumen ini direkayasa secara teliti oleh pakar astronomi Indonesia dari Imah Noong, Hendro Setyanto. Secara anatomis dan konstruktif, Mizwala terdiri atas tiga modul utama: modul bidang dasar horizontal yang terintegrasi dengan tiga sekrup penyetel kedataran mekanis (waterpass/leveling), modul bidang piringan dial di bagian atas yang dirancang agar dapat diputar (rotatable dial) dengan pencetakan skala busur presisi tinggi hingga mencapai orde resolusi lima belas menit busur ( $15'$ ), serta komponen gnomon penangkap bayangan yang tertanam tegak lurus di pusat geometris piringan. Mizwala beroperasi murni dengan metodologi penjejukan optik bayangan matahari sehingga terbebas seutuhnya dari distorsi atau anomali magnetik lingkungan. (Mubarraq, 2025)
4. **Theodolit (Sistem Optik Digital):** Merupakan perangkat survei optik berkelas presisi tinggi (heavy-duty) yang menjadi tulang punggung dalam disiplin ilmu ukur tanah dan geodesi terapan. Digerakkan dengan mekanisme sumbu ganda dan dibekali lensa pembesar mikrometrik, theodolit modern mampu menghadirkan tingkat keakuratan bidikan hingga mencapai resolusi ketelitian fraksi detik busur (arc-seconds). (Dila, 2025) Oleh karena itu, dalam kerangka metodologis penelitian ini, instrumen theodolit diposisikan dan dikukuhkan sebagai standar baku emas (gold standard). Alat ini berfungsi sebagai rujukan referensial penentu azimuth matahari langsung, yang kemudian digunakan untuk mengukur dan memverifikasi seberapa jauh deviasi sudut yang dialami oleh instrumen penunjuk arah lainnya dalam simulasi observasi. (Ismail, 2019)
5. **Aplikasi Data Astronomis dan Sistem Penunjuk Waktu Atom (NTP):** Ekstraksi data posisi astronomis matahari pada waktu nyata, seperti nilai deklinasi Matahari  $\delta$  dan parameter ekuasi waktu (*Equation of Time/e*), diperoleh melalui rujukan tabel ephemeris kementerian agama atau melalui ekstraksi aplikasi komputasi gerak benda langit terstandar. Lebih lanjut, karena metode berbasis bayangan sangat terikat pada momen rotasi bumi, penunjuk waktu mutlak wajib divalidasi dan disinkronkan secara kontinu melalui sinyal satelit GPS atau memanfaatkan protokol jam server presisi tinggi (Network Time Protocol / NTP). Hal ini diimplementasikan guna mencegah terjadinya galat akumulatif pada momentum eksekusi kalkulasi arah orientasi bayangan di lapangan.

Sebelum tim kalibrasi melakukan eksekusi teknis observasi proyeksi bayangan matahari di medan terbuka, metodologi ini mewajibkan dilakukannya serangkaian prosedur komputasi presisi untuk mendeduksi nilai Azimuth Kiblat teoritis suatu lokasi, dan pada tahap selanjutnya, menderivasikan Waktu Rashdul Kiblat Harian. Penghitungan ini tidak dibangun berdasarkan geometri Euclid dua dimensi konvensional, melainkan didasarkan pada model geometri tiga dimensi di mana wujud bumi direpresentasikan secara matematis sebagai entitas bola sferis utuh yang memiliki ruji-ruji.

Data konstanta dan variabel dinamis absolut yang harus dikumpulkan dan dirumuskan dalam algoritma kalkulasi meliputi:

1. Lintang Geografis Ka'bah ( $\phi_k$ ): Ditetapkan secara geodesi bernilai  $21^\circ 25' 21.17''$  Lintang Utara.

2. Bujur Geografis Ka'bah ( $\lambda_k$ ): Ditetapkan secara geodesi bernilai  $39^{\circ}49'34.56''$  Bujur Timur.
3. Lintang Lokasi Titik Pengamat ( $\phi_X$ ).
4. Bujur Lokasi Titik Pengamat ( $\lambda_X$ ).
5. Deklinasi Matahari ( $\delta_m$ ): Nilai jarak ekuatorial posisi lintasan matahari pada tanggal dan jam saat rangkaian observasi dilangsungkan.
6. Ekuasi Waktu ( $e$ ): Variabel fluktuatif harian yang menjembatani selisih antara waktu perputaran rata-rata bumi dengan waktu perputaran nyata akibat eksentrisitas orbit.

Penentuan formulasi teoritis azimuth kiblat dicapai dengan merancang dan menganalisis elemen-elemen sudut dan sisi pada sebuah Segitiga Bola imajiner di atas kurva bumi yang dibentuk oleh interkoneksi tiga titik sudut utama: Kutub Utara Geografis Bumi (P), Titik Zenith vertikal di atas kepala lokasi Pengamat (X), dan Titik letak Ka'bah (K). Sudut sferis yang terbentuk secara interior di titik X inilah yang merepresentasikan vektor lintasan sudut arah kiblat yang dicari oleh pengamat.

Dalam bahasa operasional matematis, variabel beda selisih bujur antara posisi pengamat dan koordinat Ka'bah disimbolkan sebagai  $\Delta\lambda = \lambda_X - \lambda_k$ . Berpedoman pada hukum empat komponen kotangen (four-part cotangent formula) yang diturunkan dari aturan kosinus dalam trigonometri bola, hubungan sudut azimuth kiblat ( $A_k$ ) dapat diturunkan menjadi persamaan berikut:

$$\cot A_k = \frac{\cos \phi_X \tan \phi_K}{\sin \Delta\lambda} - \frac{\sin \phi_X}{\tan \Delta\lambda}$$

Demi efisiensi komputasi numerik, khususnya bila rumusan ini dieksekusi menggunakan perangkat kalkulator saintifik portabel, persamaan ini kerap dikonversi oleh para peneliti falak ke dalam bentuk rasio fungsi tangen yang ekuivalen:

$$\tan A_k = \frac{\sin \Delta\lambda}{\tan \phi_K \cos \phi_X - \sin \phi_X \cos \Delta\lambda}$$

Nilai matematis dari sudut  $A_k$  yang dihasilkan ini mengacu secara ketat pada busur sudut yang diukur bermula dari arah Utara Sejati (True North) dan bergerak mengitari horison searah putaran jarum jam menuju arah titik persinggungan rute lintasan terpendek busur besar (great circle) yang membelah muka bumi langsung menuju pusat koordinat Mekah. Mekanisme pengambilan kesimpulan final atas arah kuadran ruang dilakukan menggunakan logika kondisional layaknya fungsi pemetaan koordinat Kartesian. Sebagai rujukan geografis, untuk wilayah Asia Tenggara secara spesifik mencakup kepulauan Indonesia, hasil deduksi sudut ini secara empiris akan selalu jatuh pada rentang varians antara azimuth  $289^{\circ}$  di ujung timur hingga  $295^{\circ}$  di wilayah barat, yang kesemuanya bertitik tolak dari parameter Utara Sejati membelok ke arah ekuator Barat.

Tahapan metodologis krusial pasca penemuan nilai Azimuth Kiblat ( $A_k$ ) adalah merancang prosedur waktu untuk mendikte detik dan menit pasti mengenai kapan rotasi harian bumi akan memosisikan piringan matahari sehingga ia membentuk garis pandang sudut azimuth yang kongruen dengan azimuth lokasi Ka'bah. Untuk itu, observator dituntut untuk menemukan angka nilai Sudut Waktu Matahari (*Hour Angle* atau  $t$ ) ketika posisi Azimuth Matahari di bentang langit (didefinisikan sebagai  $A_m$ ) bernilai persis ekuivalen dengan Azimuth Kiblat teoritis ( $A_k$ ) atau berposisi antipode dengan arah kebalikan memotong simpul  $180^{\circ}$  ( $A_k \pm 180^{\circ}$ ).

Berdasarkan formulasi matriks transformasi segitiga astronomis yang mengonversi parameter tata koordinat ekuatorial langit menjadi koordinat horizon lokal pengamat, diderivasikanlah persamaan posisi dinamis pergerakan semu harian matahari berikut :

$$\cot A_m = \frac{\tan \delta_m \cos \phi_X}{\sin t} - \frac{\sin \phi_X}{\tan t}$$

Menjalankan proses aljabar untuk mereduksi dan menyelesaikan persamaan trigonometri di atas guna mengekstrak nilai Sudut Waktu ( $t$ ) adalah inti rasionalisasi dari algoritma Rashdul Kiblat Harian. Mengingat kerumitan manipulasi aljabar langsung pada persamaan non-linier tersebut, salah satu metode penyederhanaan komputasi substitutif yang paling lazim diadopsi oleh praktisi dan akademisi falak (Alwi et al., 2023) adalah dengan menginjeksikan penggunaan variabel sudut bantu imajiner (dilambangkan  $U$ ):

$$\cot U = \tan A_K \times \sin \phi_X$$

Selanjutnya, nilai residu perpindahan sudut dicari dengan memanfaatkan kaidah identitas trigonometri rasio kosinus:

$$\cos(t - U) = \frac{\tan \delta_m \times \cos U}{\tan \phi_X}$$

Pada tahap operasional akhir, nilai fundamental Sudut Waktu lintasan matahari ( $t$ ) dapat diekstraksi ke permukaan melalui penambahan kembali komponen tersebut:

$$t = (t - U) + U$$

Setelah besaran variabel  $t$  berhasil direproduksi dalam wujud derajat sferis, angka luaran ini harus segera dikonversikan menjadi format skala waktu kronologis, didasari pada postulat rotasi bumi konstan di mana pergeseran busur sebesar  $1^\circ$  memiliki ekuivalensi durasi waktu 4 menit fisik, atau setara dengan rotasi angular  $15^\circ$  yang merepresentasikan perpindahan ekuivalen selama 1 jam rotasi penuh. Hasil waktu ini dikategorikan sebagai Waktu Hakiki (Waktu Matahari Lokal Sejati / *Local Apparent Time*, yang direpresentasikan dengan simbol  $WH$ ). Waktu hakiki yang merujuk pada detik di mana garis bayangan tiang gnomon di tanah berhimpit secara simetris dengan koridor lintasan kiblat diformulasikan sebagai:

$$WH = 12 \pm \left( \frac{t}{15} \right)$$

*(Ketentuan matematis: Pemberlakuan operasi penambahan numerik dilakukan apabila letak posisi matahari sedang condong merambat di lintasan belahan horison Barat setelah melewati garis kulminasi meridian siang. Sebaliknya, operasi pengurangan matematis diberlakukan apabila titik potong persinggungan kiblat terjadi di lintasan lengkung horison Timur pada saat pagi hari).*

Harus disadari secara metodologis bahwa Waktu Hakiki (WH) hasil komputasi murni ini belum berkesesuaian identik dengan penunjuk Waktu Daerah terstandar (*Standard Time*) yang berdetak pada arloji observator maupun jam dinding peribadatan lokal. Parameter Ekuasi Waktu ( $E$ ) yang diambil dari ephemeris hari tersebut wajib difungsikan sebagai operator pengoreksi atas deviasi kelonjongan orbit revolusi bumi (eksentrisitas elips) serta kemiringan bidang sumbu ekliptika (oblikuitas) terhadap konsep Waktu Matahari Rata-Rata (*Mean Solar Time*). Tahapan komputasi pamungkas untuk mengonversi nilai WH mentah menjadi wujud Waktu Daerah fungsional (sebagai contoh, Waktu Indonesia Barat atau WIB) diselesaikan secara definitif dengan melakukan normalisasi atas deviasi posisi bujur lokal lokasi pengamat terhadap titik meridian pangkal standar zona waktu nasional (di mana  $\lambda_d$  BT digunakan untuk kerangka waktu WIB). Persamaan finalnya adalah:

$$\text{Waktu Daerah} = WH - e + \frac{(\lambda_d - \lambda_x)}{15}$$

Sebagai konklusi dari fase metodologi di atas, observasi yang tervalidasi menuntut serangkaian kepatuhan prosedur di lapangan yang bersifat runut dan presisi:

1. **Eksekusi Observasi Istiwa A'zam (Skala Global):** Proses ini diawali dengan merakit dan menancapkan tongkat gnomon silinder tipis di atas permukaan pelataran terbuka yang dijamin rata. Keberadaan alas yang mutlak datar diverifikasi secara objektif menggunakan piranti tabung gelembung penyeimbang mekanis (*waterpass*). Sinkronisasi sistem jam internal pengamat diwajibkan untuk terhubung pada referensi ketepatan waktu atom via koneksi konstelasi satelit GPS. Saat penunjuk waktu digital secara absolut beringsut menuju batas detik di pukul 16:18 WIB (untuk siklus kulminasi bulan Mei) atau tepat di pukul 16:27 WIB (untuk siklus kulminasi bulan Juli)(Jamil, 2015), pengamat secara serentak membidik garis lintasan terakhir dari bayangan gelap yang dijatuhkan oleh batang gnomon. Penarikan garis spidol atau benang yang ditarik linear menghubungkan titik paling ujung spektrum bayangan kembali ke titik pusat pangkal tiang gnomon adalah wujud penampakan arah kiblat geospasial sejati secara real-time.
2. **Eksekusi Observasi Rashdul Kiblat Harian (Menggunakan Instrumen Mizwala):** Perangkat instrumen hibrida Mizwala Qibla Finder diangkut dan diposisikan secara stasioner di area bidang tanah yang tidak terhalangi oleh kanopi dedaunan maupun struktur atap tinggi. Setelah modul pelat alas sukses diratakan profil kelandaiannya secara mekanis dengan mekanisme putaran independen dari tiga sekrup pilar kaki *leveling* hingga gelembung nivo jatuh tepat di tengah formasi konsentris, elemen piringan dial kompas atas yang telah terlebih dahulu diatur parameter skalanya berdasarkan komputasi nilai sudut waktu lokal dan perhitungan azimuth fasa harian matahari dilonggarkan dan digeser menyesuaikan gerak orbit jatuhnya lintasan pendar cahaya. Berpedoman pada perhitungan Waktu Daerah. Piringan derajat dengan tingkat ketelitian tinggi pada instrumen tersebut diputar sedemikian rupa sehingga posisi garis indeksnya menindih dan mengunci bayangan gelap *mizwah/gnomon* dengan simetris. Saat waktu tersebut terkunci sempurna, jarum atau benang penunjuk sumbu  $0^\circ$  pada garis diameter piringan dial akan secara otomatis memproyeksikan lintasan optis lurus yang membelah horison dan mendefinisikan parameter arah orientasi mutlak kiblat. Garis tembak inilah yang kelak akan dipergunakan sebagai dasar tarikan pita ukur atau tali benang konstruksi (*shaff*) guna mengoreksi arah deretan batas karpet di dalam kompleks masjid.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Konstruksi Simulasi Data Observasional Lintas Koordinat Wilayah

Untuk mendemonstrasikan, memvisualisasikan, dan menguji secara empiris seberapa jauh tingkat signifikansi reliabilitas serta derajat keobjektifan metodologi ini saat direplikasikan di medan operasional faktual, sebuah arsitektur komputasi simulasi observasional dieksekusi lintas kawasan. Wilayah studi diambil pada tiga titik administratif sentral di kepulauan Indonesia yang secara karakteristik memiliki disparitas morfologi lintang (latitude), bujur (longitude), serta anomali pergeseran dinamika fluks medan geomagnetik lokal yang drastis sebagaimana terekam oleh instrumen *World Magnetic Model 2025* (WMM2025). Titik-titik lokus koordinat simulasi yang ditetapkan mencakup:

1. **Jakarta (Representasi Jawa bagian barat):** Berada pada kontur wilayah geografis khatulistiwa belahan selatan dengan koordinat ( $6^\circ 10' 28''$  LS,  $106^\circ 49' 46''$  BT). Kalkulasi nilai deklinasi pergeseran orientasi kutub magnetik lokal menurut matriks rujukan

WMM2025 adalah sebesar  $+0.63^\circ$  atau  $1^\circ 37'$  (bernilai Positif/menyesar ke arah Timur meridian geografis). (*Magnetic Declination in Jakarta, Indonesia, 2026*)

- Pontianak (Representasi Kalimantan Barat):** Merupakan kota yang berada dalam konfigurasi bersinggungan eksak dengan lintasan lengkung garis ekuator (Khatulistiwa) di kordinat ( $0^\circ 1' 60''$  LS,  $109^\circ 19' 60''$  BT). Nilai deklinasi deviasi magnetik aktual di lintasan ini berdasarkan sistem WMM2025 terekam pada angka  $+0.36^\circ$  atau ( $0^\circ 21'$ ) (Positif/Timur).
- Kab. Sambas Merupakan kota yang berada dalam konfigurasi bersinggungan eksak dengan lintasan lengkung garis ekuator (Khatulistiwa) di kordinat ( $1^\circ 23' 0''$  LU,  $108^\circ 39' 00''$  BT) Nilai deklinasi deviasi magnetik aktual di lintasan ini berdasarkan sistem WMM2025 terekam pada angka  $+0^\circ 19'$  (Positif/Timur).
- Medan (Representasi Sumatera Utara):** Mewakili zona kota strategis yang menempati kawasan lintang utara kontinen Nusantara dengan posisi kordinat sferis ( $3^\circ 34' 30''$  LU,  $98^\circ 41' 14''$  BT).

Penetapan data teoritis diuji pertama-tama dengan menentukan garis proyeksi terpendek Azimuth Kiblat Sejati (True North Reference) dari masing-masing kota ini menuju jantung kota Mekah menggunakan formula trigonometri empat komponen, menghasilkan himpunan data awal sebagai dasar acuan perbandingan sebagaimana dikomunikasikan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Hasil Perhitungan Geodesi Azimuth Kiblat Sejati (True North Reference)**  
**Lintas Kota**

No	Lokasi Observasi Terpilih	Lintang Geografis ( $\phi X$ )	Bujur Geografis Posisi ( $\lambda X$ )	Derajat Jarak Busur ke Mekah	Nilai Besaran Azimuth Kiblat (Sejati)	Konversi Sudut Kiblat (Dari Utara ke Barat)
1	DKI Jakarta	$-6^\circ 10' 28''$		$73^\circ 11'$	$295^\circ 01' 08''$	$64^\circ 58' 52''$ U-B
2	Pontianak, Kalimantan	Lintang Selatan	$106^\circ 49' 46''$	$71^\circ 48'$	$292^\circ 24' 15''$	$67^\circ 35' 45''$ U-B
3	Kab. Sambas, Kalimantan Barat	Bujur Timur		$71^\circ 38'$	$292^\circ 10' 24''$	$67^\circ 49' 36''$ U-B
4	Medan, Sumatera	$-0^\circ 1' 60''$		$60^\circ 53'$	$292^\circ 46' 26''$	$67^\circ 13' 34''$ U-B

## B. Uji Komparasi Tingkat Akurasi Geospasial: Instrumen Magnetik vs Astrometri Bayangan Matahari

Berdasarkan tinjauan retrospektif terhadap literatur riset, jurnal, serta laporan empiris observasi konstruksi tata ruang bangunan masjid di Indonesia, terdapat satu kesamaan polemik yang terus berulang secara konstan. Pengujian komparatif klasik merepresentasikan, membedah, dan mendemonstrasikan titik rawan kelemahan yang sangat krusial dari pemakaian sensor kompas komersial murni, perangkat *smart compass* berbasis cip sensor *Hall-Effect* miniatur pada gawai berbasis operasi Android maupun iOS, yang seringkali dipergunakan secara serta-merta (*plug-and-play*) oleh warga di lapangan tanpa mengaplikasikan input kompensasi tambahan (offset) bagi deklinasi geomagnetik setempat. Lebih parahnya lagi, pemakaian kompas ini dilakukan di pelataran yang sama sekali tidak dilindungi dari intervensi medan elektrostatis dan anomali kemagnetan logam masif dari konstruksi yang berada di lingkungan sekitar ruang ibadah. Pada tataran realitas fisik, jarum merah penunjuk arah utara pada silinder kompas tidak akan secara ajaib menunjuk ke garis lintang kutub es, melainkan secara buta merespons arah konvergensi medan elektromagnetik dari Kutub Utara Magnetik yang sejatinya pada saat ini posisinya tengah meleset sejauh ratusan kilometer ke perbatasan

benua dari sumbu kutub rotasi ekuatorial bumi, dan secara simultan merambat perlahan menembus Samudra Arktik.

Simulasi rekonstruksi atas skenario deviasi instrumen komparatif saat dikerahkan serentak di lapangan dengan mengadopsi sintesis studi empiris historis yang mengukur Theodolit, disandingkan kompas analog, serta dibandingkan piranti Mizwala, (Maulidin & Abdullah, 2022) memproduksi peta hasil distribusi tingkat dispersi galat instrumen tatkala secara agresif berupaya melacak dan merespons vektor lintasan *True Qibla Azimuth* seperti yang diilustrasikan dengan jelas pada Tabel 2 di bawah ini:

**Tabel 2. Analisis Perbandingan Toleransi Deviasi Pembacaan Arah Kiblat Antar Instrumen Kalibrasi**

No	Kategori Instrumen Pengukuran Arah	Titik Pusat Rujukan Referensial Utama	Limit Skala Resolusi Ketelitian Maksimal	Rentang Galat Spasial (Error) terhadap Referensi Utara Sejati	Deviasi terhadap Referensi Utara Sejati	Kelayakan Akademik Menentukan Orientasi Bangunan Fikih	Standar untuk Menentukan Orientasi Bangunan Fikih
1	Theodolit Optik dan Digital	Piringan Matahari Langsung (Astrometri)	0°00'01" (Resolusi Detik Busur Spasial)	Di bawah toleransi rentang sempit 0°00'01"-		Standar Rujukan Baku Emas ( <i>Gold Standard Calibration</i> )	
2	Mizwala Qibla Finder	Proyeksi Rotasi Bayangan Matahari	0° 15'00" (Resolusi Menit Busur Spasial)	Sangat terkendali pada margin 0°01'37"		Direkomendasikan Sangat Presisi / Sangat Layak Eksekusi	
3	Tongkat Istiwa/Gnomon Silinder	Proyeksi Rotasi Bayangan Matahari	Resolusi Kasar (Tergantung tebal penanda tinta ukur)	Terserak fluktuatif pada kisaran 0°05'00"		Relatif Cukup Presisi / Layak dengan Pengawasan Ekstra	
4	Kompas Magnetik Mekanis Standar	Anomali Induksi Kutub Utara Magnetik Bumi	1°0'00" (Resolusi Derajat Spasial)	Menyebar secara signifikan antara rentang 1°00'00"-5°00'00"		Tidak Presisi Secara Mutlak / Sangat Membutuhkan Tindakan Kalibrasi Ulang	
5	Sistem Gawai Digital / Mobile Apps	Chip Sensor Magnetik Internal HP	Bergantung Fluktuasi Kualitas Modul GPS & Toleransi Sensor Lokal	Menghasilkan anomali ekstrem 2°00'00" hingga melampaui rentang 10°00'00"		Terlalu Rentan Terdistorsi Material Logam / Sama Sekali Tidak Layak Direkomendasikan	

Konstruksi dari data perbandingan Tabel 2 secara eksplisit dan meyakinkan berhasil mengonfirmasi serta memvalidasi temuan-temuan skeptis dari barisan praktisi dan peneliti astronomi observasional bahwa deviasi rata-rata yang lazimnya diproduksi oleh keluaran komputasi aplikasi gawai cerdas atau bidikan kompas geologi analog biasa dengan gampang mampu mencapai margin kesalahan merugikan sebesar 1°, dan seringkali di lapangan menembus ambang distorsi 5° akibat akumulasi faktor gangguan lingkungan. Intervensi gaya fisik ini berasal dari medan distorsi lokal dari jaringan tulang besi beton bangunan, susunan kompleks kerangka profil struktur atap baja ringan, hingga dampak fatal berupa ketidakhadiran sinkronisasi pembaruan algoritma kompensasi kalibrasi WMM (World Magnetic Model) secara internal pada peranti keras gawai tersebut.

Bertolak belakang dari kekacauan referensial itu, serangkaian alat optik yang dioperasikan murni berbasis pada penjelajahan fluks *solar shadow* (Mizwala Qibla Finder dan tiang Istiwa A'zam) terbukti berhasil menetralkan anomali geomagnetik dan kokoh mempertahankan parameter indeks stabilitas deviasi mereka dalam selongsong rentang variansi mikro hitungan menit busur (hanya meleset 0.02° secara margin skala desimal



komparatif apabila dibenturkan dan divalidasi terhadap tangkapan pembacaan laser absolut dari rakitan Theodolit profesional).(Maulidin & Abdullah, 2022).

### C. Representasi Jadwal Algoritma Terapan Rashdul Kiblat dalam Kondisi Empiris

Dalam bingkai tatanan operasional fikih yang memayungi umat serta rutinitas harian kemasyarakatan yang dituntut untuk merespons jadwal konstruksi peribadatan baru dengan sigap, tidak selamanya komunitas pengamat, dewan takmir, atau pihak kontraktor memiliki ruang fleksibilitas untuk duduk menunggu tiba datangnya siklus momentum langka tahunan di tanggal 28 Mei atau perpotongan rotasi kedua di 16 Juli (Istiwa A'zam) guna memastikan presisi arah bentangan ubin shaff orientasi salat di sebuah proyek masjid komunal dapat dieksekusi.(Jamil, 2015) Hasil elaborasi penerapan perhitungan metode kompensasi astronomis dari silang Rashdul Kiblat Harian sanggup secara elegan mendikte penciptaan matriks lembar konversi waktu absolut di titik tata koordinat acak mana pun, kapan pun di sepanjang hamparan hari lintasan pergerakan tahun surya, dengan syarat utamanya adalah kepastian bahwa nilai masukan parameter dari lembar buku referensi Ephemeris pergeseran koordinat Deklinasi Matahari pada hari target divalidasi dan diinjeksikan secara presisi dalam proses perhitungan tabel data kerja.

Sebagai perwujudan deskriptif dari narasi simulasi kalkulasi operasional ilustrasi empiris: Jika sekelompok dewan pengurus takmir masjid di wilayah lintasan kota ekuatorial Pontianak (provinsi Kalimantan Barat) bermaksud mengadakan agenda kalibrasi yang bertujuan secara drastis meluruskan kembali simpangan arah kiblat lantai serambi masjid yang melenceng pada hari serta bulan kalender sembarang misalnya, tanggal acak observasi yang jatuh di luar bulan bayangan global bulan Mei mereka tak lantas terjebak jalan buntu. Dengan membedah komponen aljabar di atas, perhitungan nilai target persilangan sudut rotasi waktu matahari lokal ( $t$ ) di kerangka horizon langit kota Pontianak dipecahkan melalui deret logaritma yang berupaya mencari satu-satunya detak sekon di mana garis trayek orbit melengkung perjalanan matahari hari itu jatuh pada lintasan irisan yang membentang persis sejajar dengan vektor arah bujur sumbu kiblat kota Ka'bah ( $292^{\circ}24'$  dari titik koordinat mereka). Pada saat waktu komputasi astronomis harian tersebut dinyatakan telah terpenuhi tepat lurus di ufuk (sebagai tamsil, misal rotasinya terdeteksi presisi tepat pada Pukul 15:30 WIB ditambah beberapa injeksi margin menit dan detik pengurang bergantung fluktuasi orbit bumi hari itu, yang nilainya akan dikalkulasi secara tuntas melalui intervensi rumusan variabel ekuasi waktu lokal harian), pada sekon krusial rotasi langit tersebut, hamparan linearitas pembentukan corak bayangan gelap panjang yang jatuh merambat di atas lantai keramik bertolak pangkal dari poros tengah tiang silinder ukur vertikal tegak (gnomon) yang difiksasi presisi di pelataran muka masjid agung Pontianak akan terlihat spektakuler membelah spektrum garis batas arah proyeksi rute ibadah ruang kiblat secara lurus absolut sempurna, menuntun pandangan tanpa anomali yang membingungkan ke sasaran.

### D. Kemutlakan Epistemologi Presisi Bayangan Matahari sebagai Antitesis Resolusi Anomali Variasi Geomagnetik

Temuan utama dari penelitian kuantitatif ini membuktikan bahwa mekanika benda langit (*celestial mechanics*) jauh lebih stabil dibandingkan dengan kondisi atmosfer dan geofisika Bumi yang dinamis serta rentan berubah. Kestabilan mekanika benda langit ini membuktikan keunggulan mutlakannya sebagai landasan dalam menentukan arah geografis secara presisi. Pergerakan orbit planet-planet dalam mengelilingi Matahari secara konsisten mematuhi hukum mekanika Kepler. Pola pergerakan ini sangat stabil dan teratur, sehingga posisi dan jalurnya dapat diprediksi dengan tingkat akurasi yang luar biasa. Pergeseran posisinya dapat dihitung hingga ketelitian pecahan detik busur untuk ratusan tahun ke depan. Sebagai implementasinya, cahaya

matahari yang mengenai sebuah objek pengukur (*gnomon*) dan menghasilkan garis bayangan di atas permukaan datar, pada dasarnya adalah cerminan langsung dari posisi Matahari di langit. Arah dan sudut bayangan yang terbentuk ini sangat akurat karena diikat secara mutlak oleh hukum geometri dan proporsi pergerakan alam semesta.

Sebaliknya, kompas analog konvensional beroperasi dengan sangat bergantung pada tarikan medan magnet internal Bumi. Medan magnet ini dihasilkan oleh pergerakan geodinamis cairan logam panas di inti luar Bumi yang sifatnya sangat dinamis dan tidak stabil. Oleh karena itu, dalam kajian fisika, medan magnet Bumi bukanlah sebuah konstanta matematis yang tetap, melainkan variabel geofisika yang mudah berubah dan reaktif terhadap cuaca luar angkasa. Ketidakstabilan ini dibuktikan secara komprehensif dalam laporan *World Magnetic Model (WMM) 2025* yang disusun oleh lembaga seperti NOAA dan BGS. Laporan tersebut mencatat adanya percepatan pergeseran Kutub Utara Magnetik secara masif. Titik fokus magnetik ini terekam terus bergeser menjauhi Kanada menuju daratan Siberia, Rusia, dengan kecepatan perpindahan rata-rata mencapai 36 km per tahun. Untuk wilayah kalibrasi lokal seperti Indonesia, keandalan alat ukur magnetik semakin rentan akibat meluasnya anomali penurunan perisai geomagnetik Bumi (*South Atlantic Anomaly/SAA*). Kondisi ini diperparah oleh tingginya probabilitas turbulensi akibat badai matahari (*Coronal Mass Ejection*) menjelang puncak siklus matahari. Berbagai fenomena alam ini secara ilmiah membuktikan bahwa fluktuasi medan magnet eksternal Bumi dapat memicu distorsi radiasi lokal. Akibatnya, jarum kompas dapat mengalami malfungsi dan penyimpangan arah (deviasi) yang ekstrem, acak, dan berkepanjangan.

Akurasi aplikasi kompas digital pada telepon seluler sering kali diperdebatkan. Oleh karena itu, instrumen ini secara umum ditolak sebagai rujukan yang sah dalam standar operasional ilmu falak dan geospasial modern. Penyimpangan arah kompas yang terakumulasi dapat menembus ambang batas toleransi deviasi. Jika dibiarkan, terutama saat observasi di Nusantara, kesalahan arah ini berakibat fatal secara fundamental karena melanggar preskripsi syariat dan parameter sah arah kiblat dalam yurisprudensi fikih salat. Sebagai ilustrasi, deviasi pergeseran arah sebesar 5 derajat dari titik koordinat Jakarta akan membelokkan garis lurus arah kiblat secara masif. Kesalahan 5 derajat ini setara dengan penyimpangan jarak sferis sekitar 555 km dari titik target Ka'bah. Akibat kesalahan proyeksi ini, garis arah lintasan tidak lagi membidik Jazirah Arab, melainkan melenceng jauh melintasi perairan Laut Merah, atau bahkan jatuh di wilayah benua Afrika seperti daratan Ethiopia. Berdasarkan parameter observasi yang kritis tersebut, adopsi standarisasi metode kalibrasi arah kiblat harus segera dialihkan secara terpadu pada *Rashdul Qiblat*. Metode ini merupakan solusi saintifik yang paling valid dan elegan karena murni berpedoman pada proyeksi visual bayangan Matahari. *Rashdul Qiblat* berdiri tegak sebagai rujukan mutlak karena sama sekali mengeliminasi variabel geomagnetik, sehingga terbebas dari intervensi medan elektromagnetis dan fluktuasi geologis kerak bumi.

### **E. Pengukuran dengan Mizwala Qibla finder serta Tantangan dan Keterbatasan Teknis Pengukuran**

Penggunaan instrumen teodolit dalam penentuan arah kiblat memang memiliki tingkat akurasi dan presisi kelas dunia yang tidak dapat dibantahkan. Namun, penerapan alat ini di berbagai masjid atau musala pelosok daerah di Indonesia menghadapi kendala logistik dan operasional yang signifikan. Teodolit merupakan alat canggih yang harganya sangat mahal sehingga sering kali tidak terjangkau oleh dana swadaya warga. Selain itu, pengoperasiannya memakan waktu lama dan mutlak menuntut kehadiran teknisi bersertifikat yang mahir dalam ilmu optik dan perhitungan keruangan.

Sebagai alternatif, metode Rashdul Kiblat Global (Istiwa A'zam) hadir menawarkan solusi yang sangat praktis, gratis, dan cerdas. Akan tetapi, metode ini mengidap kelemahan bawaan berupa keterbatasan momentum karena matahari hanya tepat berada di atas Ka'bah dua kali dalam setahun (sekitar 27/28 Mei dan 15/16 Juli). Menggantungkan kalibrasi masjid pada momen ini berarti harus menunda jadwal pembangunan. Terlebih lagi, jika cuaca di wilayah Nusantara sedang mendung atau hujan pada hari tersebut, observasi akan gagal dan proses kalibrasi terpaksa tertunda hingga siklus tahunan berikutnya.

Untuk menjembatani kebuntuan dari kedua metode tersebut, hadirlah inovasi instrumen *Mizwala Qibla Finder*. Instrumen ini memadukan ketelitian observasi astronomis dengan kepraktisan, tanpa memerlukan komponen optik yang rumit dan mahal. Alat ini dirancang untuk bisa digunakan kapan saja asalkan ada sinar matahari terang. Dengan pelatihan singkat, masyarakat awam maupun pengurus masjid sudah mampu membidik dan menyelaraskan bayangan tongkat (gnomon) vertikal pada pelat derajat, menggunakan rujukan data jadwal azimuth harian secara mandiri. Hasil pengujian komparatif membuktikan bahwa instrumen Mizwala memiliki tingkat ketelitian yang sangat presisi, dengan selisih penyimpangan (galat) terhadap teodolit yang hanya berkisar pada hitungan menit busur. Selisih sekecil ini secara praktis dan hukum syariat tidak mengganggu keabsahan arah salat ('*ainul/jihatul* Ka'bah). Inovasi ini berhasil mendemokratisasi ilmu falak, membuat pengukuran arah kiblat menjadi lebih murah, saintifik, dan transparan. Karena prosesnya dapat disaksikan dan dipahami langsung oleh masyarakat, alat ini efektif meredam potensi polemik ketika sebuah masjid harus mengoreksi arah saf salat dari patokan lamanya.

Meskipun demikian, prosedur observasi bayangan matahari bukan tanpa kendala. Satu-satunya musuh mutlak dari konsep falak berbasis proyeksi cahaya optis ini, baik Rashdul Kiblat Global maupun Harian, bukanlah terletak pada limitasi akurasi instrumen perumusan matematisnya, melainkan terpusat mutlak pada faktor rintangan cuaca meteorologis. Keberhasilan penerapan metode ini akan tereliminasi secara alamiah seutuhnya apabila langit wilayah observasi tertutup mendung tebal, hujan turun, awan *cumulonimbus* berkumpul menutupi area edar lintasan matahari, atau jika akumulasi polutan/asap tebal menghalangi pembentukan bayang-bayang kontras (*sharp shadow*) di atas bidang dial instrumen pengamatan. Pada kawasan dengan profil iklim tropis basah seperti wilayah kepulauan Indonesia, frekuensi curah hujan ekuatorial yang sering turun di kala sore (khususnya berada pada rentang krusial sekitar pukul 15:00 hingga 17:00 WIB, yang mana rentang ini adalah jendela operasional ekuasi waktu yang paling umum dipakai bagi observasi pembelokan kiblat ke arah sudut Barat Laut) menjadi sebuah tantangan teknis alamiah yang sangat sentral. Kegagalan panen cahaya akan menunda kalibrasi hingga keesokan harinya dengan menuntut perhitungan ekuasi waktu yang wajib direvisi ulang.

Tantangan pendamping lainnya yang sangat vital adalah keharusan membangun kesadaran absolut mengenai protokol sinkronisasi ketepatan waktu, Penentuan bayangan pada metode *Rashdul Kiblat Harian* menuntut tingkat koordinasi eksekusi motorik kalibrator dalam ukuran fraksi *menit* yang presisi (lazimnya berkisar dalam tingkat toleransi kelalaian maksimal 1 hingga 2 menit dari jadwal komputasi astrometri ekuasi). Keterlambatan melakukan pembidikan putaran dial dan penarikan benang penanda sumbu saf yang lebih lambat dari 2 menit saja akan menyebabkan efek bias deviasi rotasi semu fasa matahari bergerak sebesar  $0.5^\circ$  per lintasan rotasi menit sudut waktu. (Alwi et al., 2023) Kesalahan rotasi pergerakan setara setengah derajat ini akan menodai kerja keras matematika awal. Oleh karena parameter keterikatan gerak putaran sferis semesta itu, prasyarat legalitas keabsahan akhir kalibrasi hasil observasi bayangan matahari Rashdul Kiblat akan secara kritis dan mutlak bergantung pada pembaruan kalibrasi sinkronisasi perangkat pencatat waktu (arloji/jam pintar) milik sang observer (kalibrator) agar tersambung tervalidasi dengan ketat menyalin rujukan pergerakan



protokol sinyal waktu atomik internet (Network Time Protocol) atau berpatokan mengunci pembacaan jam satelit *Global Positioning System* (GPS), dan sama sekali harus mengharamkan tindakan bersandar pada pembacaan putaran roda mekanis jam dinding analog lokal yang umumnya bergeser telat.

## PENUTUP

Penelitian ini membuktikan secara matematis dan empiris bahwa metode Rashdul Kiblat (bayangan matahari) adalah instrumen pamungkas dan solusi paling presisi untuk penentuan arah kiblat. Metode ini mengeliminasi total kelemahan kompas magnetik yang terbukti rentan terhadap distorsi geofisika (seperti pergeseran kutub dan medan magnet logam sekitar). Terobosan utamanya adalah formulasi Rashdul Kiblat Harian menggunakan instrumen modern terjangkau (seperti *Mizwala Qibla Finder*). Inovasi ini memecahkan dua hambatan besar: mahalnya alat ukur profesional (teodolit) dan sempitnya waktu observasi jika hanya mengandalkan momen tahunan *Istiwa A'zam*. Hasilnya adalah metode yang sangat akurat, ekonomis, dan mudah diajarkan.

Rekomendasi strategis yang diajukan menegaskan pentingnya langkah pembenahan yang bersifat sistemik, baik pada tataran regulasi maupun kesadaran kolektif masyarakat. Pada tingkat kelembagaan, khususnya bagi Kementerian Agama dan Badan Hisab Rukyat, diperlukan revitalisasi regulasi melalui penetapan metode Rashdul Kiblat harian yang tersinkronisasi sebagai Standar Operasional Prosedur (SOP) legal-formal utama dalam pembinaan serta kalibrasi arah kiblat hingga ke tingkat paling dasar dalam struktur sosial, seperti desa atau rukun tetangga. Bersamaan dengan itu, penggunaan kompas magnetik, baik digital maupun analog, sebaiknya tidak lagi dijadikan rujukan utama, melainkan diturunkan statusnya hanya sebagai alat bantu sekunder untuk estimasi awal yang bersifat kasar. Sementara itu, pada ranah masyarakat sipil, diperlukan penguatan gerakan literasi falak melalui pengarusutamaan momen *Istiwa A'zam*—ketika Matahari tepat berada di atas Ka'bah—sebagai sarana edukasi publik yang bersifat partisipatif dan komunal. Praktik observasi bersama ini tidak hanya efektif sebagai media pembelajaran astronomi praktis, tetapi juga berpotensi meredam ketegangan historis terkait kemungkinan penyimpangan arah kiblat pada masjid-masjid lama, sehingga keraguan dapat ditransformasikan menjadi keyakinan religius yang lebih tenang dan konstruktif. Selain itu, keberhasilan metode pengamatan bayangan Matahari sangat bergantung pada presisi waktu, sehingga setiap perangkat penunjuk waktu yang digunakan oleh pengamat di lapangan perlu disinkronkan secara akurat dengan sistem waktu satelit berbasis GPS.

## DAFTAR PUSTAKA

- 2025 *WMM Annual Report is Released*. (2026, January 9). National Centers for Environmental Information (NCEI). <https://www.ncei.noaa.gov/news/2025-wmm-annual-report-released>
- Alwi, B., Zulkarnain, A. L., & Nur, S. (2023). MATAHARI MELURUSKAN ARAH KIBLAT. *Al-Qawaid: Journal of Islamic Family Law*, 45–59. <https://doi.org/10.52491/qowaid.v2i1.103>
- Dila, S. F. (2025). A Comparative Analysis of Qibla Direction Accuracy Using a Theodolite, Mizwala, and Right-Angle Triangle at As-Sakinah Mosque, Surabaya. *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, 4(2), 395–412. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v4i2.4796>
- Dy, Y. N., Alpaten, U. A. A. aulia, & Kurniawan, K. (2024). Kajian Penentuan Arah Kiblat Dengan Sensor Magnetik Kompas Android. *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, 3(2), 193–210. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v3i2.3429>



- Ismail, I. (2019). Standar Operasional Prosedur (SOP) Kalibrasi Arah Kiblat Masjid di Era Digital. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5(1). <https://doi.org/10.30596/jam.v5i1.3126>
- Ismail, I. (2022). Arah Kiblat dalam Perspektif Fikih dan Geometri. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 8(1), 48–66. <https://doi.org/10.30596/jam.v8i1.9303>
- Jamil, A. (2015). METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT DENGAN POSISI MATAHARI: (Rasydhul Qiblah Harian Sebagai Metode Mengukur Arah Kiblat). *Istinbath: Jurnal Hukum*, 12(2), 291–328. <https://e-journal.metrouniv.ac.id/istinbath/article/view/586>
- Jayusman, J. (2014). AKURASI METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT: KAJIAN FIQH AL-IKHTILAF DAN SAINS. *ASAS*, 6(1). <https://doi.org/10.24042/asas.v6i1.1273>
- Magnetic Declination in Jakarta, Indonesia*. (2026). What Is the Magnetic Declination at Your Location? <https://www.magnetic-declination.com/Indonesia/Jakarta/1071519.html>
- Mahtir, S., & Ridwan, M. S. (2020). DINAMIKA PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN ALAT KLASIK DAN MODEREN DI MASJID SULTAN ALAUDDIN MADANI. *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.24252/hisabuna.v1i1.13072>
- Maulidin, M., & Abdullah, A. (2022). Uji Komparasi Instrumen Arah Kiblat Antara Qibla Tracker dan Mizwala Qibla Finder. *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, 1(1), 73–96. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v1i1.899>
- Mubarraq, M. K. (2025). Mizwala Qibla Finder: Modern Innovations in Qibla Direction Determination. *Al-Hisab: Journal of Islamic Astronomy*, 2(4), 253–264. <https://doi.org/10.33096/jah.v2i4.27461>
- Sado, A. B. (2020). *Arah kiblat suatu kajian syariah dan sains astronomi* (M. Awaludin, Ed.). Sanabil. <https://repository.uinmataram.ac.id/1038/>
- Safitri -, M. (2022). Studi Komparasi Terhadap Akurasi Istiwaaini Dengan Kompas Kiblat Android “Muslim Go” Dalam Pengukuran Arah Kiblat. *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 4(1), 78–94. <https://doi.org/10.20414/afaq.v4i1.5070>
- Wahyuni, S., Raisal, M. T., & Nasution, R. W. (2024). Qibla Direction in Various Coordinates in Indonesia using Spherical Trigonometry. *Al-Hisab: Journal of Islamic Astronomy*, 1(1), 15–23. <https://doi.org/10.33096/jah.v1i1.17229>
- World Magnetic Model 2025 Released*. (2024, December 17). National Centers for Environmental Information (NCEI). <https://www.ncei.noaa.gov/news/world-magnetic-model-2025-released>
- World Magnetic Model (WMM)*. (2023, December 11). National Centers for Environmental Information (NCEI). <https://www.ncei.noaa.gov/products/world-magnetic-model>

