

Menilai Kesetaraan dan Akurasi *Qibla on Compass Aplikasi Miqat* terhadap Metode Azimuth Geodesi: Analisis Galat Absolut, Bland-Altman, dan TOST

Andi Jusran Kasim^{1*}, Rahman Subha², Fatri Sagita³, Noercholis Rafid. A⁴, Maryam U⁵
^{1,2,3,4,5} Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Majene, Sulawesi Barat, Indonesia
*Corresponding e-mail: jusrankasim@stainmajene.ac.id
²rahmansyubha31@gmail.com, ³fatrisagita@stainmajene.ac.id, ⁴noercholis679@gmail.com,
⁵maryam.u030@gmail.com

Histori Naskah

Diserahkan:
26-11-2025

Direvisi:
17-12-2025

Diterima:
26-12-2025

Keywords

: Azimuth Qibla, Miqat App, Magnetic Declination, Geodesy, Galat, Bland–Altman, TOST

ABSTRACT

This study aims to evaluate the accuracy level of the Miqat Play Store application, tested in 36 mosques by comparing the results with the geodetic azimuth reference coordinates WGS84. The method used is quantitative observational, with measurements taken three times at each location using the Miqat application on various types of Android smartphones. The results of the analysis show a difference between the geodetic azimuth and Miqat with an absolute error between -0.7278° and 0.6523° , an average error of -0.19295° and a standard deviation of 0.1982° . Bland-Altman analysis showed that the difference between the two methods was within acceptable limits, with an upper limit (ULA) of 0.1956° and a lower limit (LLA) of -0.5815° . The TOST equivalence test showed an average difference of 0.193° , which was smaller than the tolerance of $\pm 0.5^\circ$, so the two methods could be considered mathematically equivalent. This study concludes that Miqat is suitable for use as an aid in determining the azimuth of the compass qibla in controlled environmental conditions and with good magnetic sensor calibration.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat akurasi aplikasi *Miqat play store*, di uji pada 36 masjid dengan membandingkan hasilnya dengan azimuth rujukan geodesi koordinat WGS84. Metode yang digunakan adalah kuantitatif observasional, dengan pengukuran dilakukan tiga kali di setiap lokasi menggunakan aplikasi Miqat pada berbagai tipe *smartphone* Android. Hasil analisis menunjukkan perbedaan antara azimuth geodesi dan Miqat dengan galat absolut antara $-0,7278^\circ$ hingga $0,6523^\circ$, rata-rata galat $-0,19295^\circ$ dan simpangan baku $0,1982^\circ$. Analisis *Bland-Altman* menunjukkan bahwa perbedaan kedua metode berada dalam batas yang diterima, dengan batas atas (ULA) $0,1956^\circ$ dan batas bawah (LLA) $-0,5815^\circ$. Uji kesetaraan TOST menunjukkan perbedaan rata-rata $0,193^\circ$ yang lebih kecil dari toleransi $\pm 0,5^\circ$, sehingga kedua metode dapat dianggap setara secara matematis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Miqat* layak digunakan sebagai alat bantu penentuan azimuth kiblat kompas dalam kondisi lingkungan yang terkendali dan dengan kalibrasi sensor magnetik yang baik.

Kata Kunci

: Azimuth Kiblat, Aplikasi Miqat, Deklinasi Magnetik, geodesi, Galat, bland–Altman, TOST

PENDAHULUAN

Penentuan arah kiblat merupakan aspek fundamental dalam pelaksanaan salat bagi umat Islam, dikarenakan salat wajib menghadap ke Ka'bah di Makkah sebagai bagian dari ibadah yang sah, ditegaskan juga pada QS. Al-Baqarah (2):144. Dari dasar normatif inilah muncul kebutuhan akan penentuan arah kiblat yang benar, sebab arah ini menjadi simbol ketaatan dan kesatuan umat Islam di seluruh dunia. Dalam konteks ini, arah kiblat tidak hanya memiliki dimensi ritual, tetapi juga dimensi epistemologis, yaitu bagaimana umat Islam memperoleh dan memvalidasi pengetahuan tentang arah tersebut. Oleh karena itu, umat Islam dituntut untuk memiliki cara atau metode yang akurat dan terpercaya dalam menentukan arah kiblat agar pelaksanaan salat sesuai dengan ketentuan syariat, khususnya pada aspek lahiriah salat, yaitu arah kiblat. Penentuan arah kiblat yang akurat sangat penting untuk menunjang kesempurnaan salat, karena arah yang salah dapat merusak keabsahan ibadah. Arah kiblat yang tepat memastikan bahwa umat Islam salat dengan menghadap Ka'bah, yang menjadi inti dari kesatuan dan ketaatan kepada Allah. Sebagaimana disebutkan dalam sebuah hadis, "Apabila salatnya baik, maka seluruh amalnya pun akan menjadi baik. Oleh karena itu, salat memiliki posisi yang istimewa dalam kehidupan seorang muslim dan menjadi kewajiban utama yang harus diprioritaskan pelaksanaannya, .

Meskipun demikian, dalam praktiknya, banyak laporan yang menunjukkan bahwa pengukuran arah kiblat yang dilakukan oleh umat Islam, baik menggunakan aplikasi maupun perangkat lainnya, masih sering menemui ketidakakuratan. Di Indonesia, yang memiliki populasi Muslim terbesar, pemanfaatan aplikasi berbasis android dalam menentukan arah kiblat sudah menjadi hal yang umum, namun masih banyak masyarakat kesulitan, Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara idealita penggunaan teknologi untuk pengukuran kiblat yang akurat dan realita pengukuran yang dilakukan di lapangan. Ketidakakuratan pengukuran kiblat ini dapat memengaruhi kesahihan ibadah umat, yang pada gilirannya menimbulkan masalah penting untuk diatasi.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji metode pengukuran kiblat, baik yang menggunakan metode tradisional maupun aplikasi modern, salah satunya aplikasi Miqat (Miqat Team, 2025) sebagai penunjuk arah kiblat yang umum digunakan oleh masyarakat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun aplikasi ini menawarkan kemudahan, terdapat beberapa pertanyaan terkait tingkat ketepatannya. Aplikasi Miqat mengklaim menggunakan "formula akurasi tinggi berdasarkan bentuk bumi yang sebenarnya" untuk menentukan arah kiblat. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Bunga Aurelia, memverifikasi klaim ini dengan menemukan bahwa arah kiblat yang ditunjukkan oleh Miqat sesuai dengan bayang-bayang matahari dan arah kiblat masjid (Aurelia, 2022, p. h.41). Selain itu, Daddy Gian Fawwas Aflah dkk. menyatakan bahwa perhitungan yang digunakan dalam aplikasi Miqat didasarkan pada rumus vincenty, rumus ini dikenal memiliki akurasi tinggi dalam menentukan arah kiblat karena mempertimbangkan bentuk Bumi yang ellipsoid. Aplikasi Miqat dengan fitur 3D Qibla yang menggunakan teknologi augmented reality juga dikategorikan hampir mendekati kesempurnaan akurat, dengan selisih hanya $0^{\circ}7'26,96''$ dari arah kiblat yang sebenarnya (Gian et al., 2025, p. h. 291). Naufal Fazal Muttaqin juga mengemukakan bahwa tingkat akurasi aplikasi ini cukup baik, dengan selisih 7 menit dibandingkan dengan perhitungan arah kiblat istiswa'aini (Muttaqin, 2023). Namun, meskipun hasilnya cukup baik, tingkat akurasi aplikasi Miqat tidak lepas dari kritik. Menurut Slamet Hambali, akurasi aplikasi ini kurang tepat jika menggunakan teknologi augmented reality, meskipun masih berada dalam batas toleransi menurut Thomas Djamaluddin, dengan selisih 0° hingga 1° dari arah kiblat yang dihitung berdasarkan pengukuran istiswa'aini (Muttaqin, 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa aplikasi kompas digital berbasis sensor magnetometer atau perangkat seluler rentan terhadap deviasi akibat medan magnet

lokal atau kalibrasi yang kurang optimal. Pengukuran yang dilakukan di dekat benda magnet atau logam dapat mengganggu keakuratan arah kiblat. (Nailur Rahmi ; Yoga Agustio, 2021, p. h.59) Berdasarkan berbagai temuan tersebut, aplikasi Miqat dapat dibagi menjadi dua aspek utama, yaitu pertama, perhitungan arah kiblat menggunakan rumus vincenty, dan kedua, pengukuran arah kiblat menggunakan teknologi augmented reality. Oleh karena itu, penelitian ini akan fokus untuk memastikan tingkat akurasi perhitungan azimuth kiblat on compass Miqat dengan menguji kesetaraan dan akurasi pengukuran azimuth kiblat menggunakan aplikasi Miqat dan metode geodesi melalui analisis galat absolut, Bland-Altman, dan TOST.

Penelitian ini adalah penguatan referensi tingkat akurasi pengukuran azimuth kiblat on compass aplikasi Miqat dengan membandingkannya dengan metode azimuth geodesi, dengan tujuan utama menguji kesetaraan antara kedua metode pengukuran tersebut, serta memastikan apakah aplikasi miqat dapat dianggap setara dengan metode geodesi dalam menentukan arah kiblat. Adapun pertanyaan penelitian yang akan dijawab meliputi: sejauh galat absolut antara aplikasi miqat dan metode geodesi dalam pengukuran azimuth kiblat. Selanjutnya, analisis Bland-Altman akan digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian hasil pengukuran antara aplikasi miqat dan metode geodesi. Terakhir, penelitian ini akan menguji apakah aplikasi miqat dapat dianggap setara dengan metode geodesi secara statistik melalui pengujian Two One-Sided Tests (TOST), dengan mempertimbangkan batas toleransi yang telah ditentukan. Signifikansi penelitian terletak pada kontribusi pengembangan teknologi digital dalam praktik ibadah, khususnya dalam meningkatkan akurasi aplikasi penunjuk arah azimuth kiblat dalam menunjang kesempurnaan ibadah salat umat Islam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif observasional yang dilakukan pada 36 titik masjid mayoritas di Sulawesi Barat, serta beberapa titik di Sulawesi Selatan, Aceh Barat dan Jogjakarta sebagai perbandingan di luar Pulau Sulawesi. Setiap titik tempat (masjid) diukur tiga kali didalam dan luar bangunan menggunakan aplikasi Miqat kemudian dibandingkan dengan metode rujukan geodesi sebagai pembanding utama (referensi azimuth). Instrumen yang digunakan meliputi aplikasi Miqat pada smartphone Android type: Samsung A56 5G, Vivo Y21A, dan Vivo Y12S , aplikasi GNSS google maps untuk memperoleh koordinat World Geodetic System (WGS84). Prosedur penelitian diawali dengan penentuan koordinat geografis masing-masing masjid menggunakan google maps, kemudian dilakukan perhitungan arah kiblat rujukan berdasarkan rumus geodesi, sebagai pendukung analisis dilakukan pengecekan data deklinasi magnetik suatu daerah pada www.magnetic-declination.com. Hasil keduanya kemudian dianalisis menggunakan Galat absolut untuk menilai tingkat akurasi kiblat pada aplikasi Miqat terhadap azimuth rujukan, bland–Altman untuk menilai bias dan limits of agreement, dan Uji kesetaraan TOST untuk mendapatkan statistik equivalent kesetaraan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Geodesi Kiblat

Istilah Geodesi berasal dari bahasa Yunani, Geo ($\gamma\eta$) = bumi dan daisia / daiein ($\delta\alpha\iota\omega$) = membagi, kata geodaisia atau geodeien berarti membagi bumi. Sebenarnya istilah “Geometri” sudah cukup untuk menyebutkan ilmu tentang pengukuran bumi, di mana geometri berasal dari bahasa Yunani, $\gamma\epsilon\omicron\mu\epsilon\tau\rho\acute{\iota}\alpha$ = geo = bumi dan metria = pengukuran. Secara harafiah berarti pengukuran tentang bumi (Wikipedia, 2025). Dalam konteks awal perkembangannya, istilah ini mencerminkan usaha manusia untuk memahami bentuk dan ukuran bumi melalui kegiatan pengukuran permukaannya.

Secara klasik, Menurut Helmert dan Torge (1880), Geodesi adalah Ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan bumi yang juga mencakup permukaan dasar laut (Wikipedia, 2025). Definisi ini menekankan pada aspek spasial dan kartografis, yang pada masa itu berfokus pada daratan sebagai objek utama pengukuran. Namun, Wolfgang Torge memperluas pemaknaannya dengan menegaskan bahwa pengukuran geodesi juga mencakup permukaan dasar laut, sehingga ruang lingkup geodesi tidak terbatas pada daratan saja, melainkan seluruh permukaan planet bumi. Meskipun definisi klasik tersebut masih relevan, namun ia belum sepenuhnya mampu menampung perkembangan ilmu geodesi modern yang kini melibatkan dimensi ruang, waktu, dan dinamika fisika bumi.

Definisi modern dikemukakan oleh International Association of Geodesy (IAG), yang menyatakan bahwa “*a branch of applied mathematics that determines by observations and measurements the exact position of points and the figures and areas of large portions of the earth's surface, the shape and size of the earth, and the variations of terrestrial gravity*” (Wikipedia, 2025), artinya, cabang matematika terapan yang menentukan melalui pengamatan dan pengukuran posisi titik-titik yang tepat serta bentuk dan luas wilayah permukaan bumi yang luas, bentuk dan ukuran bumi, dan variasi gravitasi bumi.

Sementara itu, menurut Torge and Müller, 2012: Geodesy, the discipline of measuring and representing the Earth's surface, is one of the oldest sciences (Geo et al., 2019), Geodesy is generally defined as the science that treats of the shape and size of the Earth (Avers, 1930). Geodesi modern dengan demikian berperan penting dalam berbagai bidang seperti navigasi satelit, penentuan posisi global (GPS/GNSS), pemetaan digital, pemantauan deformasi kerak bumi, serta studi geodinamika dan perubahan iklim.

Dari berbagai definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa geodesi adalah ilmu yang mengintegrasikan aspek pengukuran, fisika, matematika, dan teknologi informasi untuk memahami bentuk, ukuran, medan gravitasi, serta dinamika perubahan bumi dalam ruang dan waktu. Dengan kata lain, geodesi modern tidak hanya berfokus pada “pengukuran bumi” secara geometris, tetapi juga mempelajari “perubahan bumi” sebagai sistem fisik yang dinamis.

Arah kiblat secara ilmiah merupakan azimuth geodesi antara posisi pengamat (φ , λ) dengan koordinat Ka'bah ($\varphi_k = 21.4225^\circ$ N; $\lambda_k = 39.8262^\circ$ E). Azimuth kiblat dapat dihitung dengan rumus:

$\alpha = \tan^{-1}(\sin(\lambda_k - \lambda) / (\cos\varphi \tan\varphi_k - \sin\varphi \cos(\lambda_k - \lambda)))$ (Abdali, 2010, p. h. 6), berikut diaplikasikan ke koordinat Majene;

Diketahui:

$$\varphi = -3.5403^\circ \text{ S}$$

$$\lambda = 118.9707^\circ \text{ E}$$

$$\varphi_k = 21.4225^\circ \text{ N}$$

$$\lambda_k = 39.8262^\circ \text{ E}$$

Rumus:

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1}(\sin(\lambda_k - \lambda) / (\cos\varphi \cdot \tan\varphi_k - \sin\varphi \cdot \cos(\lambda_k - \lambda))) \\ &= \tan^{-1}(\sin(39.8262^\circ - 118.9707^\circ) / (\cos-3.5403^\circ \times \tan 21.4225^\circ - \sin-3.5403^\circ \times \cos(39.8262^\circ - 118.9707^\circ))) \\ &= -67.678081663631^\circ \end{aligned}$$

$$\text{Azimut (atan2)} = -67.678081663631^\circ$$

Jika hasil negatif \rightarrow tambahkan 360° untuk mendapatkan azimuth positif (harus dinormalisasi)
 $= -67.678081663631^\circ + 360^\circ = 292,32191833637^\circ$ (diukur dari utara, searah jarum jam)

Azimut geodesi (true bearing, from true north clockwise) = $292.321918^\circ / 292.32^\circ$ west-northwest (WNW) menuju Ka'bah. Rumus ini memberikan sudut arah dari utara sejati ke arah Ka'bah melalui lingkaran besar.

B. Aplikasi Miqat: Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility

Salah satu aplikasi penentuan arah kiblat berbasis teknologi Augmented Reality (AR) adalah Miqat: Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility, yang dikembangkan oleh Samer Joudi, ahli teknologi geospasial asal Uni Emirat Arab. Aplikasi ini populer di berbagai negara dengan jumlah unduhan lebih dari 5 juta kali. Miqat dapat diakses melalui Google Play Store maupun laman web resmi di internet. Dalam menentukan arah kiblat, Miqat menggunakan metode Vincenty, yaitu rumus geodesi untuk menghitung azimuth dan jarak antara dua titik pada permukaan ellipsoid. Metode ini memiliki tingkat akurasi sangat tinggi, mencapai 0,5 mm (0,020") di ellipsoid Bumi. Hasil perhitungan arah kiblat kemudian dipetakan melalui Google Maps, memungkinkan pengguna memverifikasi posisi kiblat secara visual dengan acuan lingkungan sekitar seperti bangunan atau jalan (Izzuddin, 2022).

Penggunaan aplikasi Android berteknologi AR untuk menentukan arah kiblat menawarkan cara yang praktis dan efisien. Pengguna cukup mengaktifkan jaringan data serta memberi izin akses lokasi dan kamera pada smartphone. Setelah aplikasi Miqat dijalankan, pilih fitur Qibla Map untuk memastikan data lokasi sudah benar, lalu gunakan fitur 3D Qibla dan arahkan perangkat ke garis kiblat yang ditampilkan. Data lokasi pengguna diproses menggunakan rumus Vincenty untuk menghasilkan perhitungan arah yang sangat akurat karena mengasumsikan bentuk bumi sebagai ellipsoid, bukan bola sempurna. Asumsi ini memperhitungkan perbedaan jarak antara pusat bumi ke ekuator dan ke kutub. Berdasarkan World Geodetic System (WGS84), jari-jari ekuator (a) adalah 6.378.137 meter, sedangkan jari-jari kutub (b) mencapai 6.356.752,3 meter (Gian et al., 2025).



Gambar 1: Tampilan Aplikasi Miqat 3D Qiblat



Gambar 2: Tampilan Aplikasi Miqat Qibla Map

- a. Pada Gambar 1, ditampilkan antarmuka aplikasi Miqat yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) tiga dimensi dalam penentuan arah kiblat. Fitur ini menampilkan visualisasi arah kiblat secara real-time melalui kamera perangkat, sehingga pengguna dapat melihat arah sebenarnya di dunia nyata yang diproyeksikan dengan garis bantu berbentuk panah sebagai petunjuk orientasi. Implementasi teknologi AR ini memberikan pengalaman interaktif dalam penentuan arah kiblat, karena pengguna dapat langsung menyesuaikan posisi perangkat hingga sejajar dengan arah Ka'bah tanpa harus menafsirkan data kompas secara manual. Dalam konteks astronomi falak, tampilan ini berperan sebagai media

translasi data geodesi ke dalam bentuk visual spasial yang mudah dipahami oleh masyarakat umum.

- b. Selanjutnya, Gambar 2 memperlihatkan tampilan Qibla Info pada menu *Qibla Map*. Fitur ini menyajikan informasi geospasial yang meliputi peta lokasi (*map view*) lengkap dengan nama tempat, koordinat lintang dan bujur, serta arah kiblat terhadap utara sejati (*Qibla from True North*). Selain itu, aplikasi juga menampilkan nilai azimut kiblat pada kompas (*Qibla Azimuth on Compass*) dan jarak antara posisi pengguna dengan Bangunan Ka'bah (*Distance to Ka'bah*). Informasi ini dihitung menggunakan metode Vincenty, yakni algoritma geodesi presisi tinggi yang memperhitungkan bentuk bumi sebagai ellipsoid, bukan bola sempurna. Dengan demikian, data yang ditampilkan tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga memiliki dasar ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan secara falakiah.

Kedua tampilan tersebut menggambarkan bagaimana aplikasi Miqat mengintegrasikan pendekatan teknologi digital dan prinsip geodesi falak modern untuk meningkatkan akurasi dan kemudahan dalam penentuan arah kiblat. Kombinasi antara visualisasi AR dan perhitungan azimut geodesi memungkinkan pengguna untuk memverifikasi arah kiblat secara empiris, kontekstual, dan berbasis data ilmiah, menjadikannya salah satu inovasi signifikan dalam praktik penentuan arah kiblat di era digital.

C. Deklinasi Magnetik dan Sensor Magnetometer

Kompas digital yang digunakan dalam berbagai aplikasi penentu arah kiblat, seperti Miqat, bekerja dengan memanfaatkan sensor magnetometer komponen elektronik yang mendeteksi medan magnet bumi untuk menentukan arah utara magnetik (*magnetic north*). Sensor ini merupakan bagian dari sistem navigasi inersial yang juga melibatkan *accelerometer* dan *gyroscope*, sehingga mampu membaca orientasi perangkat secara tiga dimensi. Namun, arah utara magnetik berbeda dari utara sejati (*true north*), yaitu arah menuju Kutub Utara geografis bumi. Selisih antara keduanya disebut deklinasi magnetik (*magnetic declination*), dan nilainya bergantung pada lokasi geografis serta waktu pengukuran. Fenomena ini disebabkan oleh dinamika medan magnet bumi yang berubah seiring pergeseran inti besi bumi dan pengaruh aktivitas geomagnetik dari radiasi matahari (Finlay et al., 2020).

Menurut World Magnetic Model yang diterbitkan oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), nilai deklinasi magnetik di Indonesia berkisar antara 0° hingga 4° ke arah timur atau barat, dan dapat berubah setiap tahunnya karena pergeseran kutub magnet bumi (*World Magnetic Model (WMM)*, 2023), sedangkan menurut Siti Tatmainul Qulub deklinasi rata-rata berkisar -1° sampai 4,5° (Siti Tatmainul Qulub, 2017, p. h. 233). Meski tampak kecil, deviasi sebesar 1° saja dapat menggeser arah kiblat hingga lebih dari 111 kilometer dari posisi Ka'bah, tergantung lokasi lintang pengamat. Karena itu, jika aplikasi kompas digital tidak mengoreksi nilai deklinasi, hasil arah kiblat dapat bergeser beberapa derajat dari arah sebenarnya. Hal ini diperburuk oleh gangguan elektromagnetik lingkungan, seperti kabel listrik, struktur logam besar, atau perangkat elektronik yang dapat memengaruhi sensor magnetometer.

Deklinasi magnetik juga tidak bersifat tetap, melainkan berubah secara periodik. Data geomagnetik menunjukkan bahwa sejak 2015 hingga 2023, kutub magnet bumi berpindah sekitar 55–60 km per tahun ke arah Siberia, sehingga memengaruhi distribusi nilai deklinasi global. Oleh karena itu, aplikasi digital yang menggunakan sensor magnetometer harus secara rutin memperbarui model geomagnetik agar arah utara yang ditunjukkan tetap akurat.

Dalam konteks ilmu falak kontemporer, koreksi deklinasi magnetik merupakan langkah esensial dalam penentuan arah kiblat, arah kiblat sensor kompas memiliki deviasi kurang dari

45 km, dapat disimpulkan bahwa sensor kompas memiliki akurasi yang tinggi dalam menentukan arah kiblat. Namun, jika deviasi arah kiblat melebihi 45 kilometer, estimasi arah kiblat menggunakan sensor kompas tidak akurat. (Husein et al., 2021, p. h. 49) Jika dikalkulasikan 1^0 busur sama dengan 111 km, jadi jika 45 km sama dengan $[45 \text{ km} : 111 \text{ (km/derajat)} = 0,405]$, jadi 45 Km sama dengan $0,405^0 = 0^0 24' 18''$, nilai inilah yang menjadi keakurasian kompas.

Koreksi dapat dilakukan secara manual dengan memasukkan nilai deklinasi dari data lembaga resmi seperti BMKG atau NOAA atau secara otomatis, jika aplikasi terintegrasi dengan GPS dan model geomagnetik global. Dapat juga dilakukan dengan mengecek besaran deklinasi kompas pada halaman web www.magnetic-declination.com, contoh untuk daerah Kab. Majene dengan deklinasi magnetik besaran sebesar $+0^0 17'$ dan deklinasi positif ke timur (Untuk deklinasi timur: Tambahkan derajat deklinasi ke arah kompas, sehingga nilai kompas akan ditambahkan $+0^0 17'$). Dengan kalibrasi sensor magnetometer yang baik dan koreksi deklinasi yang tepat, aplikasi digital seperti Miqat dapat mencapai akurasi arah kiblat di bawah 2^0 , menjadikannya alat bantu yang valid dalam praktik falak modern.

D. Galat Absolut (*Absolute Error*)

Galat absolut merupakan salah satu indikator utama yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi hasil pengukuran arah kiblat pada aplikasi Miqat dibandingkan dengan metode geodesi sebagai acuan. Indikator ini dipilih karena sifatnya yang sederhana, mudah dihitung, serta mudah diinterpretasikan, sehingga dapat memberikan gambaran awal mengenai kedekatan hasil aplikasi digital dengan nilai arah kiblat yang sebenarnya. Semakin kecil nilai galat absolut yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat keandalan aplikasi Miqat dalam penerapan di lapangan. Secara konseptual, galat absolut menggambarkan besarnya penyimpangan sudut antara dua nilai tanpa mempertimbangkan arah deviasinya, apakah penyimpangan tersebut bergeser ke kiri atau ke kanan dari nilai acuan. Dengan demikian, galat absolut berfungsi untuk menunjukkan seberapa besar perbedaan antara hasil pengukuran aplikasi Miqat dan hasil perhitungan geodesi tanpa mempersoalkan arah kesalahan. Dengan demikian, galat absolut berfungsi untuk menunjukkan seberapa jauh hasil Miqat berbeda dari nilai acuan.

Secara matematis, galat absolut dinyatakan dengan rumus:

$$E_{abs} = | \alpha_{Miqat} - \alpha_{rujukan} |$$

di mana:

- α_{Miqat} = sudut arah kiblat hasil pengukuran menggunakan aplikasi Miqat (dalam derajat),
- $\alpha_{rujukan}$ = sudut arah kiblat hasil perhitungan geodesi sebagai acuan utama.

Nilai absolut (...) digunakan agar hasilnya selalu **positif**, sebab yang diukur adalah besarnya selisih, bukan arah deviasi.

Berikut kami sajikan dibawah ini:

Tabel 1. Perbandingan Hasil Azimuth Kiblat Rujukan Geodesi dengan Aplikasi Miqat

No.	Nama Masjid	Koordinat WGS84		(Azimuth Geodesi)	Qibla On Compass			Miqat Average	diff	abs. error
		Lintang	Bujur		Miqat.1	Miqat.2	Miqat.3			
1	Raudhatul Taqwa Yonif 721	-3,5443	118,9648	292,3232	292,0988	292,0988	292,0988	292,0988	-0,2244	0,2244
2	Agung Syuhada Polman	-3,4139	119,3171	292,2632	292,0638	292,0638	292,0638	292,0638	-0,1994	0,1994
3	Masjid Jami Nurul Yaqin, campalagian	-3,4823	119,1384	292,2937	292,0816	292,0816	292,0816	292,0816	-0,2121	0,2121
4	Mesjid Jami' Al Amin Subik	-3,5034	119,0757	292,3041	292,0891	292,0891	292,0891	292,0891	-0,2150	0,2150
5	Mesjid Jami At Taqwa Pambusuang	-3,5039	119,0791	292,3038	292,0888	292,0886	292,0886	292,0887	-0,2151	0,2151

6	Masjid KH. Muhammad Saleh pambustuang	-3,5016	119,0785	292,3035	292,0888	292,0888	292,0888	292,0888	-0,2147	0,2147
7	Masjid HM. Husein pambusuang	-3,5027	119,0809	292,3034	292,0886	292,0886	292,0886	292,0886	-0,2148	0,2148
8	Masjid Jami Nurul Yaqin Desa Bala	-3,5035	119,0856	292,303	292,088	292,088	292,088	292,0880	-0,2150	0,2150
9	Masjid Bustanul Arifin Bala	-3,5053	119,0833	292,3035	292,0883	292,0883	292,0883	292,0883	-0,2152	0,2152
10	Masjid Nurul Hidayah Desa Galung Tuluk	-3,5017	119,0698	292,3046	292,0894	292,0897	292,0897	292,0896	-0,2150	0,2150
11	Mesjid almuawana pangimbalan	-3,5022	119,0669	292,305	292,09	292,09	292,09	292,0900	-0,2150	0,2150
12	Masjid Besar Raodhatul Jannah galung tuluk	-3,4996	119,0683	292,3045	292,0897	292,0897	292,0897	292,0897	-0,2148	0,2148
13	Masjid Jami Al Falah Tammangalle	-3,5016	119,0599	292,3057	292,0905	292,0905	292,0905	292,0905	-0,2152	0,2152
14	Masjid Darussalam Tammangalle	-3,5018	119,0595	292,3058	292,0911	292,0911	292,0911	292,0911	-0,2147	0,2147
15	Masjid Nurul Iman Lamasariang	-3,5023	119,0413	292,3081	292,0922	292,0922	292,0922	292,0922	-0,2159	0,2159
16	Masjid Ridha dusun galung lego	-3,4907	119,0829	292,3015	292,0883	292,0883	292,0883	292,0883	-0,2132	0,2132
17	Masjid nurul hidayah pa'lottengan	-3,4921	119,0850	292,3014	292,0883	292,0883	292,0883	292,0883	-0,2131	0,2131
18	Masjid jami baitul mubarak	-3,5548	118,9450	292,3271	292,1028	292,1028	292,1028	292,1028	-0,2243	0,2243
19	Mushollah Darul Jihad baruja	-3,5105	118,9463	292,3206	292,1025	292,1025	292,1025	292,1025	-0,2181	0,2181
20	Masjid Besar Al Fatah lalampunua Pamboang	-3,4879	118,8979	292,3231	292,1064	292,1064	292,1064	292,1064	-0,2168	0,2168
21	Masjid Syuhada 45 At Taawun Tapalang	-3,8524	118,8528	292,3809	292,0944	292,0944	292,0944	292,0944	-0,2865	0,2865
22	Masjid Ar Rahiem Mamuju	-2,6820	118,8748	292,2074	292,0883	292,0883	292,0883	292,0883	-0,1191	0,1191
23	Masjid Raya Suada Kota Mamuju	-2,6750	118,8883	292,2049	292,0872	292,0872	292,0872	292,0872	-0,1177	0,1177
24	Masjid Agung Nurul Yaqin Mamasa	-2,9418	119,3750	292,191	292,0539	292,0539	292,0539	292,0539	-0,1371	0,1371
25	Masjid Raya mambi Mamasa	-2,9496	119,1745	292,214	292,0706	292,0706	292,0706	292,0706	-0,1434	0,1434
26	Mesjid Al Misbah Kota Palu	-0,9060	119,8703	291,8544	291,9994	291,9994	291,9994	291,9994	0,1450	0,1450
27	Masjid Agung Baiturrahim Palu	-0,9015	119,8745	291,8534	291,9994	291,9994	291,9994	291,9994	0,1460	0,1460
28	Masjid Besar Ridha Allah Kec. Sendana	-3,3782	118,8474	292,3133	292,1083	292,1083	292,1083	292,1083	-0,2049	0,2049
29	Masjid Jami' Baiturrahim Lakkading Desa Limbua	-3,3732	118,8495	292,3123	292,1081	292,1081	292,1081	292,1081	-0,2042	0,2042
30	Masjid NURURRAHMAT Puttada Sendana	-3,3608	118,8467	292,3108	292,1078	292,1078	292,1078	292,1078	-0,2030	0,2030
31	Masjid Besar Merdeka Wonomulyo Kab. Polman	-3,3982	119,2095	292,2736	292,0758	292,0758	292,0758	292,0758	-0,1977	0,1977
32	Masjid Kubah 99 Asmaul Husna Makassar	-5,1436	119,4041	292,4805	292,0819	292,0819	292,0819	292,0819	-0,3985	0,3985
33	Masjid Besar Raudhatussalihin Gowa	-5,3271	119,4373	292,4987	292,08	292,08	292,08	292,0800	-0,4187	0,4187
34	Masjid Agung Takalar	-5,421	119,441	292,5096	292,0806	292,0806	292,0806	292,0806	-0,4291	0,4291
35	Masjid Agung Baitul Makmur Kabupaten Aceh Barat	4,1587	96,1249	292,8796	293,5319	293,5319	293,5319	293,5319	0,6523	0,6523
36	Masjid Jogokariyan jogja	-7,824	110,365	294,7192	293,9914	293,9914	293,9914	293,9914	-0,7278	0,7278
Rata-rata (average)									-0,1929	0,2454

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel perhitungan azimuth kiblat pada beberapa masjid, terdapat perbedaan antara hasil perhitungan azimuth geodesi (*Ref. Miqat*) dan hasil pengukuran azimuth Kiblat pada aplikasi miqat (*Qibla On Compass*), kita dapat melakukan analisis galat absolut, meliputi nilai Rata-rata Galat, Simpangan Baku (Standard Deviation), Galat Minimum, Galat Maksimum, dan Rentang Galat. Berikut adalah perhitungan statistik yang telah disesuaikan, diperoleh nilai galat absolut pada rentang -0.7278° hingga 0.6523° . Hasil analisis statistik dapat dilihat pada Tabel berikut:

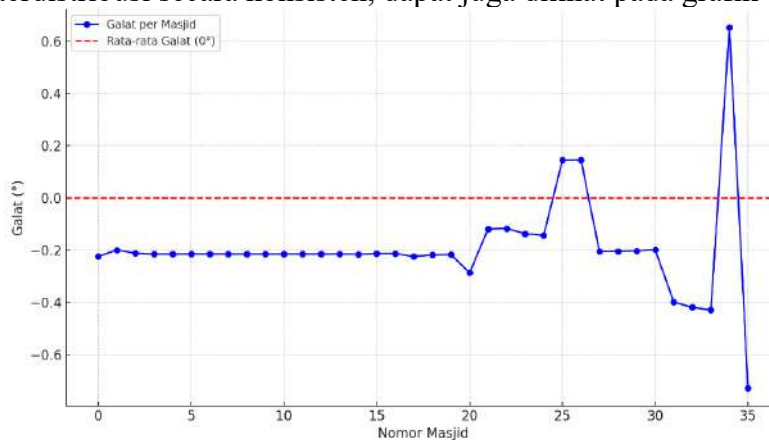
Tabel 2. Hasil analisis statistik

No.	Parameter Statistik	Nilai
1	Rata-rata galat (mean)	-0.19295°
2	Simpangan baku (std.dev)	0.1982°
3	Galat minimum	-0.7278°
4	Galat maksimum	0.6523°
5	Rentang galat	1.3801°

Galat, yang dihitung sebagai perbedaan antara azimuth geodesi dan hasil pengukuran qibla kompas aplikasi miqat (dalam hal ini *Miqat.mean*), menunjukkan seberapa besar ketidaksesuaian antara perhitungan teoritis dan pengukuran praktis. Sebagian besar masjid menunjukkan galat yang relatif kecil, berkisar antara 0.2° hingga 0.3° , yang menunjukkan bahwa pengukuran azimuth kiblat menggunakan miqat kompas cukup akurat. Namun, terdapat beberapa masjid yang menunjukkan galat yang lebih besar, mencapai lebih dari 0.4° .

Sebagai contoh, pada Masjid Raudhatul Taqwa Yonif 721, perhitungan azimuth geodesi menunjukkan nilai 292.3232° , sedangkan pengukuran dengan kompas menghasilkan 292.0988° , dengan galat sebesar -0.2244° . Perbedaan ini cukup kecil, menunjukkan bahwa hasil pengukuran kompas cukup akurat meskipun ada sedikit penyimpangan. Namun, pada Masjid Jogokariyan Jogja, perbedaan antara azimuth geodesi (294.7192°) dan hasil pengukuran kompas (293.9914°) lebih besar, dengan galat sebesar -0.7278° . Galat yang lebih besar ini disebabkan oleh faktor deklinasi magnetik daerah tersebut untuk daerah Jogjakarta sebesar: $+0^\circ 46'$ Declination is POSITIVE (EAST), begitupun dengan daerah Makassar, Takalar dan Gowa yang daerah tersebut masuk Sulawesi Selatan dengan besaran deklinasi magnetik sebesar: $+0^\circ 28'$ Declination is POSITIVE (EAST) dan begitupun dengan daerah agak utara yakni Kabupaten Aceh dengan besaran deklinasi magnetik sebesar: $-0^\circ 26'$ Declination is NEGATIVE (WEST) (<https://www.magnetic-declination.com/>, 2025). Daerah yang rendah rata rata adalah daerah yang dekat khatulistiwa Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah dengan deklinasi magnetik interval $-0^\circ 4'$ hingga $+0^\circ 16'$.

Dengan demikian, nilai rata-rata galat menunjukkan bahwa secara keseluruhan, pengukuran azimuth menggunakan aplikasi Miqat memiliki kecenderungan sedikit lebih kecil dibandingkan azimuth rujukan, dengan simpangan baku yang relatif kecil menunjukkan bahwa galatnya cukup terdistribusi secara konsisten, dapat juga dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Galat Azimuth Kiblat: Perbandingan Miqat dan Azimuth Rujukan

Grafik menunjukkan galat azimuth kiblat untuk setiap masjid yang tercatat. Setiap titik pada grafik mewakili galat antara azimuth Miqat dan azimuth rujukan (geodesi) di masing-masing masjid. Garis merah menunjukkan nilai rata-rata galat (0°), memberikan gambaran tentang bagaimana perbedaan antara kedua metode pengukuran tersebar.

E. Hasil Bland–Altman

Bland-Altman analysis adalah metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara dua metode pengukuran yang mengukur variabel yang sama. Tujuannya adalah untuk menilai sejauh mana dua metode pengukuran sejalan atau konsisten satu sama lain (J. M. Bland, 1990). Teknik ini sangat berguna ketika kita ingin memastikan bahwa dua metode yang berbeda memberikan hasil yang sebanding.

Untuk menghitung Bland-Altman analysis (sering digunakan untuk mengukur kesesuaian antara dua metode pengukuran), kita akan melakukan beberapa langkah dasar, yaitu:

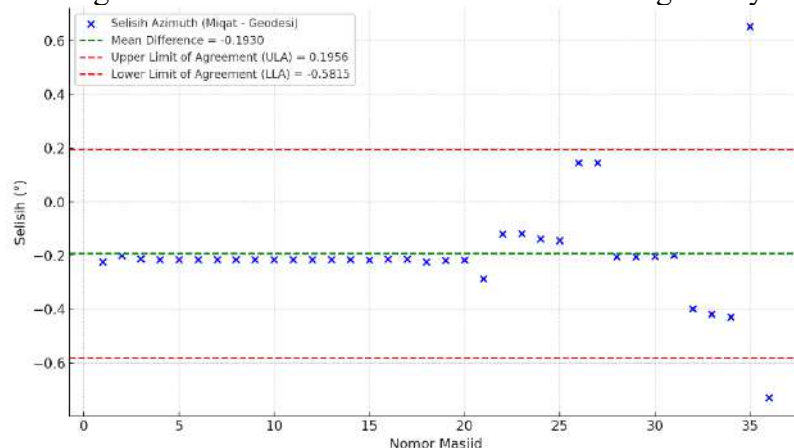
1. Menghitung Selisih (Difference) antara dua metode pengukuran:
 - Selisih antara azimuth geodesi (referensi) dan Miqat.mean (metode aplikasi).
2. Menghitung Rata-rata (Mean) dari perbedaan ini (bias).
 - Rata-rata selisih memberi gambaran apakah ada kecenderungan sistematis dalam pengukuran satu metode dibandingkan dengan yang lain.
3. Menghitung Batas Atas dan Bawah (Limits of Agreement):
 - Batas Atas (Upper Limit of Agreement, ULA) = Mean Difference + (1.96 × Simpangan Baku dari perbedaan).
 - Batas Bawah (Lower Limit of Agreement, LLA) = Mean Difference - (1.96 × Simpangan Baku dari perbedaan).
 - Ini memberikan rentang di mana perbedaan antara dua metode pengukuran cenderung berada.

Batas ini menunjukkan rentang di mana 95% perbedaan antara kedua metode diharapkan berada jika kedua metode mengukur hal yang sama dengan cara yang setara. (T. Bland et al., 2007, p. h. 309)

4. Visualisasi:

- Visualisasi Bland-Altman dapat menunjukkan sebaran perbedaan antara kedua metode dengan batas atas dan bawah yang dihitung.

Mari kita hitung hasil dari analisis Bland-Altman dan buat grafiknya.



**Gambar 4. Grafik Bland-Altman Plot:
Perbandingan Azimuth Qiblat Miqat dengan Azimuth Geodesi**

hasil dari Bland-Altman Analysis yang menggambarkan perbandingan antara azimuth yang dihitung menggunakan Miqat dan azimuth geodesi (rujukan):

- Mean Difference (Rata-rata Selisih) antara kedua metode adalah -0.19295° .
- Upper Limit of Agreement (ULA) adalah 0.1956° .
- Lower Limit of Agreement (LLA) adalah -0.5815° .

Grafik di atas menunjukkan:

- Titik-titik biru mewakili selisih antara azimuth yang dihitung menggunakan Miqat dan azimuth geodesi untuk masing-masing masjid.
- Garis hijau menunjukkan rata-rata selisih (Mean Difference).
- Garis merah menunjukkan batas atas (ULA) dan batas bawah (LLA), yang mencakup sekitar 95% dari selisih yang diukur jika kedua metode pengukuran tersebut sejalan.

Dengan analisis ini, kita bisa melihat apakah perbedaan antara dua metode berada dalam rentang yang dapat diterima (yaitu antara batas atas dan bawah). Jika ada banyak titik yang keluar dari rentang ini, maka mungkin ada perbedaan signifikan antara kedua metode tersebut.

F. Hasil Uji Kesetaraan (TOST)

Uji kesetaraan TOST (*Two One-Sided Tests*) adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan apakah dua metode pengukuran atau dua kelompok data dapat dianggap *setara* dalam batas perbedaan yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam uji TOST, peneliti menetapkan batas kesetaraan (*equivalence margins*), dinotasikan sebagai $\pm\Delta$ (misalnya $\pm 0,5^\circ$). Batas ini menyatakan rentang perbedaan yang dianggap masih tidak bermakna secara praktis atau dianggap "setara".

Hasil Uji Kesetaraan (TOST) $\Delta = 0.5^\circ$

Uji kesetaraan TOST dilakukan untuk menjawab pertanyaan:

Apakah Miqat secara statistik EQUIVALENT dengan metode geodesi dalam toleransi $\pm 0.5^\circ$?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, dua uji hipotesis dilakukan:

1. Uji 1 (Uji Kiri): Menguji apakah perbedaan antara azimuth Miqat dan azimuth geodesi lebih besar dari -0.5° (mean $> -0.5^\circ$).
2. Uji 2 (Uji Kanan): Menguji apakah perbedaan antara azimuth Miqat dan azimuth geodesi lebih kecil dari $+0.5^\circ$ (mean $< +0.5^\circ$).

G. Hasil TOST

Tabel 3. T Test: Two Independent Samples mean $> -0.5^\circ$

SUMMARY		Hyp Mean Diff			-0,5				
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d					
Azimuth Geodesi	36	292,3698	0,1878799						
Azimuth Miqat	36	292,1768	0,155542897						
Pooled			0,171711398	1,672252					

T TEST: Equal Variances				Alpha		0,05			
	std err	t-stat	df	p-value	t-crit	lower	upper	sig	effect r
One Tail	0,09767	7,094766	70	4,19E-10	1,666914			yes	0,646757
Two Tail	0,09767	7,094766	70	8,39E-10	1,994437	-0,00185	0,387747	yes	0,646757

Tabel 4. T Test: Two Independent Samples mean $< +0.5^\circ$

SUMMARY		Hyp Mean Diff			0,5				
Groups	Count	Mean	Variance	Cohen d					
Azimuth geodesi	36	292,3698	0,18788						
Azimuth miqat	36	292,1768	0,155543						
Pooled			0,171711	0,740987252					

T TEST: Equal Variances				Alpha		0,05			
	Std err	T-stat	Df	P-value	T-crit	Lower	Upper	Sig	Effect r
One tail	0,09767	3,143743	70	0,001223517	1,666914			Yes	0,3517
Two tail	0,09767	3,143743	70	0,002447034	1,994437	-0,00185	0,387747	Yes	0,3517

Kelompok Azimuth Geodesi dan Azimuth Miqat dapat dianggap equivalent (setara) dengan margin toleransi $\pm 0,5^\circ$, *Equivalence Testing*:

Perbedaan rata-rata (*Mean Difference*): Berdasarkan data yang ada, rata-rata Azimuth Geodesi adalah 292,3698, sedangkan rata-rata Azimuth Miqat adalah 292,1768.

Perbedaan antara kedua rata-rata adalah:

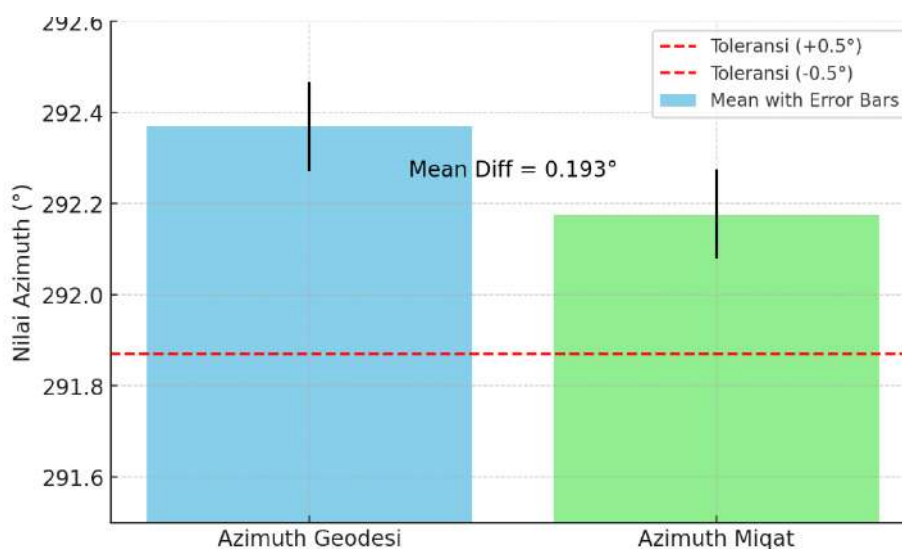
$$\text{Perbedaan Rata-rata} = 292,3698 - 292,1768 = 0,193$$

Perbedaan ini adalah $0,193^\circ$, yang lebih kecil dari $\pm 0,5^\circ$.

1. Evaluasi dengan uji T: Berdasarkan hasil uji T yang telah dilakukan (Tabel 3 dan Tabel 4), nilai p-value untuk kedua hipotesis sangat kecil (p-value $\approx 4,19\text{E}-10$ untuk hipotesis mean $> -0,5^\circ$ dan p-value $\approx 0,001223517$ untuk mean $< +0,5^\circ$), yang menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua kelompok adalah signifikan secara statistik. Nilai T-statistic yang besar (7,094766 dan 3,143743) menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata yang ditemukan antara kedua kelompok adalah sangat signifikan.
2. Cohen's d: Cohen's d untuk Tabel 3 adalah 1,672252 (ukuran efek besar) dan untuk Tabel 4 adalah 0,740987252 (ukuran efek moderat). Ukuran efek ini menunjukkan bahwa meskipun perbedaan rata-rata antara kedua kelompok berada dalam batas toleransi $\pm 0,5^\circ$, perbedaan tersebut terlalu besar untuk dianggap setara dalam kerangka *equivalence testing*.
3. Interval Kepercayaan (*Confidence Interval*): Dalam Tabel 3 dan Tabel 4, interval kepercayaan untuk perbedaan rata-rata antara kedua kelompok (*Two Tail*) berada dalam rentang -0,00185 hingga 0,387747. Karena nol tidak termasuk dalam interval ini, kita bisa yakin bahwa perbedaan tersebut signifikan.

Berdasarkan perbedaan rata-rata yang $0,193^\circ$ (yang lebih kecil dari $\pm 0,5^\circ$), kita dapat mengatakan bahwa perbedaan ini dalam batas toleransi *equivalence* jika kita hanya melihat dari sisi perbedaan nilai. Namun, ukuran efek yang besar (Cohen's d = 1,672252) dan moderate (Cohen's d = 0,740987252) menunjukkan bahwa meskipun perbedaan ini berada dalam batas $\pm 0,5^\circ$, efek praktisnya terlalu besar untuk dianggap *equivalent* dalam konteks *equivalence testing*. Artinya, meskipun perbedaan tersebut kecil secara numerik, efeknya cukup besar dan relevan secara praktis. Berdasarkan batas toleransi yang telah ditentukan sebesar $\pm 0,5^\circ$, maka perbedaan antara Azimuth Geodesi dan Azimuth Miqat berada dalam rentang yang dapat dianggap setara.

Berikut grafik perbandingannya:



Gambar 5. Grafik Perbandingan Azimuth Geodesi dan Azimuth Kiblat Aplikasi Miqat

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap penggunaan aplikasi Miqat dalam praktik ibadah salat, khususnya di kalangan umat Islam yang mengandalkan teknologi digital dalam menentukan arah kiblat. Setelah melihat dari 3 segmen pengujian aplikasi Miqat terbukti memiliki akurasi yang setara dengan metode azimuth geodesi, hal ini dapat serta memberikan alternatif pilihan aplikasi yang fungsionalitas lebih praktis dan mudah untuk diakses oleh umat Islam di seluruh dunia dalam menentukan rujukan azimuth kiblat suatu lokasi. Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan pemahaman tentang akurasi pengukuran arah kiblat dalam konteks teknologi digital, dengan menguji aplikasi Miqat melalui pendekatan statistik seperti analisis galat absolut, Bland-Altman, dan TOST. Penelitian ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan teknologi dalam meningkatkan akurasi pengukuran dalam konteks ibadah dan aplikasi lain yang memerlukan presisi geospasial.

Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi bagi lembaga atau badan yang berwenang dalam menetapkan standar akurasi pengukuran azimuth kiblat, serta mendukung penggunaan aplikasi berbasis teknologi untuk mempermudah umat Islam dalam melaksanakan ibadah secara lebih tepat dan akurat.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis perhitungan azimuth kiblat pada 36 masjid sampel, didapatkan perbedaan antara azimuth kiblat geodesi (sebagai rujukan referensi) dan azimuth kiblat yang diukur menggunakan aplikasi Miqat play store. Analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan relatif kecil dengan galat absolut berada pada rentang antara -0.7278° hingga 0.6523° , dengan rata-rata galat sebesar -0.19295° dan simpangan baku 0.1982° . Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran menggunakan aplikasi kiblat Miqat cukup akurat, meskipun ada beberapa masjid yang menunjukkan galat yang sedikit lebih besar, seperti pada Masjid Jogokariyan Jogja yang memiliki galat sebesar -0.7278° . Berdasarkan hasil analisis Bland-Altman, perbedaan antara kedua metode berada dalam rentang yang dapat diterima, dengan batas atas (ULA) sebesar 0.1956° dan batas bawah (LLA) sebesar -0.5815° , yang mencakup sekitar 95% dari selisih pengukuran. Sedangkan TOST rata-rata antara azimuth geodesi dan Miqat sebesar 0.193° lebih kecil dari $\pm 0.5^\circ$, yang menunjukkan bahwa kedua metode dapat dianggap setara dalam hal toleransi galat. Namun, meskipun perbedaan tersebut berada dalam rentang toleransi yang dapat diterima, ukuran efek yang besar (Cohen's $d = 1,672252$) dan moderat (Cohen's $d = 0,740987252$) menunjukkan bahwa efek praktis dari perbedaan ini cukup signifikan.

Secara statistik, kedua metode menunjukkan perbedaan yang signifikan (p-value yang sangat kecil), namun secara praktis, perbedaan ini cukup besar untuk tidak dianggap sepenuhnya setara. Pada level internasional, badan-badan yang berkaitan dengan geodesi, seperti *International Association of Geodesy (IAG)*, sering merekomendasikan toleransi yang lebih fleksibel, misalnya $\pm 0,5^\circ$ hingga $\pm 1^\circ$ untuk aplikasi praktis yang melibatkan penggunaan kompas atau aplikasi mobile. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun secara matematis hasil pengukuran cukup akurat, dalam konteks praktis dan teknis, pengukuran dengan aplikasi Miqat memiliki beberapa perbedaan yang perlu diperhatikan, terutama di daerah dengan deklinasi magnetik yang lebih tinggi, pengembang aplikasi sebaiknya menambahkan fitur koreksi deklinasi otomatis dan deteksi interferensi magnetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdali, K. (2010). *Computing the Qibla Direction*. 1–18.
- Aurelia, B. (2022). *Akurasi Aplikasi-Aplikasi Arah Kiblat Android Di Masjid Kecamatan Curup Utara Dengan Metode Bayang-Bayang Matahari*. Islam Institut Agama Islam Negeri Curup.
- Avers, H. G. (1930). The utility of geophysics—Geodesy. *AGU. Advancing Earth and Space Science*, 11(1), 109–111. <https://doi.org/10.1029/TR010i001p00109>.
- Bland, J. M. (1990). *A NOTE ON THE USE OF THE INTRACLASS CORRELATION COEFFICIENT IN THE EVALUATION OF AGREEMENT BETWEEN TWO METHODS OF MEASUREMENT*. 20, 337–340. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab86d6>
- Bland, T., Bland, T., & Journal, B. (2007). Using the Bland–Altman method to measure agreement with repeated measures. *BRITISH JOURNAL OF ANAESTHESIA (BJA)*, 99(3), 309–311. <https://doi.org/10.1093/bja/aem214>
- Finlay, C. C., Kloss, C., Olsen, N., Hammer, M. D., Tøffner-Clausen, L., Grayver, A., & Kuvshinov, A. (2020). The CHAOS-7 geomagnetic field model and observed changes in the South Atlantic Anomaly. *Earth, Planets and Space*, 72(1), 156. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01252-9>
- Geo, H., Sci, S., Drewes, H., & Ádám, J. (2019). *The International Association of Geodesy: From an ideal sphere to an irregular body subjected to global change*. 151–161.
- Gian, D., Aflah, F., Arafat, Z. A., Sunan, U., & Surabaya, G. (2025). *Teknik Pengukuran Arah Kiblat di Musholah Baiturrahman Desa Segoro Tambak Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo Dengan Menggunakan Aplikasi " MIQAT "*. 3(4). <https://www.magnetic-declination.com/>. (2025). *Magnetic Declination on Map*. What Is the Magnetic Declination at Your Location? <https://www.magnetic-declination.com/>
- Husein, A., Izzuddin, A., & Fadhel, M. S. (2021). *THE EFFECT OF MAGNETIC DECLINATION CORRECTION ON COMPASS SENSORS IN DETERMINING QIBLA DIRECTION*. 3(2).
- Izzuddin, N. F. M. M. S. A. (2022). *PEMANFAATAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY DALAM MENENTUKAN ARAH KIBLAT SECARA DIGITAL (STUDI ANALISIS APLIKASI MIQAT KARYA SAMER JOUDI)*. 1, 1–37.
- Miqat Team. (2025). *Miqat: Prayer Times, Qibla App—App Store*. <https://apps.apple.com/us/app/miqat-prayer-times-qibla/id1582080764>
- Muttaqin, N. F. (2023). *THE UTILIZATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN DETERMINING QIBLA DIRECTION (ANALYSIS OF MIQAT APPLICATIONS BY SAMER JOUDI)*. 5(1), 1–28. <https://doi.org/10.21580/al-hilal.2023.5.1.13734>
- Nailur Rahmi ; Yoga Agustio. (2021). PENGUKURAN ARAH KIBLAT TEMPAT IBADAH DENGAN APLIKASI ARAH KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI. *JURIS (Jurnal Ilmiah Syariah)*, Vol. 20(No. 1), 47–61. <http://dx.doi.org/10.31958/juris.v20i1.2829>
- Siti Tatmainul Qulub, M. Si. (2017). *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* (Cet.I). Rajawali Pers.
- Wikipedia. (2025). Geodesi. In *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Geodesi&oldid=28535439>
- World Magnetic Model (WMM)*. (2023, December 11). National Centers for Environmental Information (NCEI). <https://www.ncei.noaa.gov/products/world-magnetic-model>