

ANALISIS KOMPUTASIONAL APLIKASI SUN COMPASS DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT MUSLIM*

Computational Analysis of Sun Compass Application in the Determination of Muslim Qibla Direction

Mohammaddin Abdul Niri**

Nurulhuda Ahmad Zaki***

Mohamad Luqman Hakim Mohd Nor****

ABSTRACT

Sun Compass is a smartphone app that was developed to determine the Muslim qibla direction around the world. The invention of the Sun Compass is said to be a solution to the inaccuracy problem in Qibla app due

-
- * Aspek komputasional dalam artikel ini merupakan sebahagian daripada penyelidikan geran UMG024L-2022, manakala aspek kiblat merupakan sebahagian daripada hasil penyelidikan geran BK006-2017. Pengkaji merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih khususnya kepada Akademi Pengajian Islam dan juga Universiti Malaya atas penajaan geran yang telah diberikan serta kepada semua pihak yang membantu secara langsung atau tidak langsung kepada penyelidikan ini.
- ** Senior Lecturer, Department of Fiqh and Usul, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur. mohammaddin@um.edu.my (Corresponding Author)
- *** Senior Lecturer, Department of Fiqh and Usul, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur. zafran@um.edu.my
- **** Graduate Student, Department of Fiqh and Usul, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur. hakim150499@gmail.com

to its susceptibility to magnetic interference. Based on the calibration technique of the sun's shadow and true north reference, the Sun Compass showed a high accuracy of the Qibla direction angle. Therefore, this study was conducted to check the Sun Compass's accuracy by comparing the Qibla direction display with the Qibla shadow. Data collection was carried out through field observation and the collected data were analysed computationally and comparatively. The results of the study found that the Sun Compass application has a deviation value of less than 0.5° with a 99%-confidence level of 0.1015 and it is still below the limit of deviation from the direction of the qibla (had al-tahawwul 'ani al-qiblah) which, in Malaysia, is allowed for not more than 3° . This study concludes that the application of Sun Compass in assisting Muslims to determine the direction of Qibla is more accurate empirically than other Qibla apps.

Keywords: *computational analysis, Sun compass, qibla direction, istiwa' 'adzam, astronomical jurisprudence*

PENDAHULUAN

Seluruh Muslim umumnya mengetahui arah kiblat adalah arah menghadap ke Kaabah yang terletak di Mekah. Menghadap ke arah kiblat ini sangat penting bagi Muslim kerana melibatkan sahnya ibadah solat, mengebumikan mayat dan beberapa perkara sunat yang lain seperti sembelihan dan membaca al-Quran. Namun dari segi perlaksanaan, ia bukanlah suatu perkara yang mudah terutama bagi negara-negara Islam yang jauh dari Mekah. Pada peringkat awal, para sahabat dan muslim yang jauh dari Kaabah berijtihad untuk menentukan arah kiblat. Tanda-tanda alam dijadikan rujukan arah seperti buruj, bintang, fasa bulan, arah angin dan

juga matahari.¹ Dalam penelitian lain oleh King,² ilmuwan terdahulu menjadikan musim sebagai asas kepada penentuan arah kiblat. Namun kaedah ini mengandungi cabaran dari aspek ketepatan dan kejitian arah kiblat yang ditunjukkan.

Perkembangan kajian ilmu astronomi sekitar awal abad ke-9M/3H telah melahirkan metode perhitungan matematik geografi yang menggunakan kaedah matematik berdasarkan formula trigonometri dan geometri. Walaupun terdapat perbezaan dari segi metode hitungan antara kaedah terdahulu dengan kaedah moden kini, namun formulanya masih berasaskan kepada trigonometri sfera. Metode hitungan berasaskan formula ini menekankan aspek ketepatan hasil hitungan sudut dan bersifat universal. Ini bermakna, sudut kiblat dapat dihitung dengan ketepatan yang tinggi berasaskan formula walau di mana jua lokasi perhitungan di permukaan bumi ini. Oleh kerana itu, formula trigonometri sfera masih kekal digunakan hingga kini untuk menghitung sudut azimut kiblat. Namun begitu, formula trigonometri sfera hanya berfungsi untuk menghitung sudut azimut arah kiblat. Manakala dari segi praktik, muslim bergantung kepada teknologi alat pengukuran dalam menunjukkan azimut arah kiblat tersebut. Dalam hal ini, ketepatan alat yang digunakan sangat penting agar arah yang ditunjukkan adalah tepat.³

Dalam sejarah Islam, pelbagai instrumen mula digunakan untuk menentukan arah kiblat. Begitu juga sehingga zaman moden kini, satu demi satu alat dihasilkan dan diaplikasikan untuk manfaat yang sama. Perkembangan penghasilan alatan untuk penentuan kiblat berkait rapat dan selari dengan perkembangan ilmu yang

-
- ¹ King, David A, "The Sacred Direction in Islam a Study of the Interaction of Religion and Science in the Middle Ages." *Interdisciplinary Science Reviews* 10, No. 4 (1985): 315-328; King, David A, "The sacred geography of Islam." *Mathematics and the Divine: A Historical Study* (2005): 161-78; Rius, Monica, "Finding the Sacred Direction: Medieval Books on the Qibla." *Cosmology Across Cultures*, Vol. 409, (2009): 177.
- ² King, David A, "Islamic Sacred Geography for Finding the Qibla by The Sun and Stars." *Muslim Heritage* (2019), 6-67.
- ³ *Ibid*, 66-67.

sedang berlaku.⁴ Secara umumnya, kita menjangkakan semakin terkehadapan masa berlalu maka semakin tepat alat pengukuran yang dihasilkan.⁵ Sebaliknya selagi mana kita menggunakan alat, tidak kira samada alat klasik atau moden pasti akan terdedah kepada ralat kerana alat tersebut adalah alat ciptaan manusia.

Setiap alat juga memiliki kelebihan dan kelemahan tertentu. Dalam konteks masa kini, terdapat alat yang dikatakan paling tepat untuk digunakan dalam pengukuran kiblat namun hanya sesuai digunakan oleh pakar dalam bidang pengukuran seperti teodolit dan kompas Ushikata. Maka ia tidak sesuai digunakan dan diaplikasikan oleh masyarakat. Sebaliknya alat yang paling mudah digunakan oleh masyarakat ialah telefon pintar kerana ia adalah alat utama komunikasi manusia masa kini.⁶ Dengan menggunakan telefon pintar, pengguna mampu melayari app kiblat dihujung jari sahaja untuk menentukan arah kiblat. Namun kelemahan utama app kiblat adalah tarikan magnetik yang memberi kesan besar terhadap ketepatan arah kiblat yang ditunjukkan. Dengan mengambil kira kemudahan untuk masyarakat serta keperluan kepada alat yang lebih tepat maka *Sun Compass* dicipta kerana fungsi pengukuran arahnya yang dikatakan lebih tepat.

Sun compass juga merupakan aplikasi yang dimuatkan dalam telefon pintar. Oleh demikian, *Sun Compass* mudah diakses oleh pengguna sama seperti app kiblat. *Sun compass* berfungsi menentukan arah kiblat berasaskan bayang matahari, tanpa adanya kebergantungan kepada magnetometer. Maka *Sun Compass* tidak terdedah kepada masalah tarikan magnet sepertimana berlaku

⁴ Ulyatun Nisa dan Titin Suprihatin, "Uji Akurasi Aplikasi Sun Qibla dalam Penentuan Arah Kiblat Praktis." *Prosiding Hukum Keluarga Islam* 7, No. 1 (2021): 11-15.

⁵ Sudirman Lubis, Faisal Irsan Pasaribu, Wawan Septiawan Damanik, Munawar Alfansury Siregar, Irpansyah Siregar, and Edi Sarman Hasibuan, "The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory (OIF)." *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal* 2, No. 3 (2020): 376-381.

⁶ Mushroor, Sumaiya, Shammin Haque, and A. Amir Riyadh, "The impact of smart phones and mobile devices on human health and life." *International Journal of Community Medicine and Public Health* (2020), 1: 9-15.

kepada app kiblat. Oleh kerana itu, *Sun Compass* dipercayai lebih tepat berbanding app kiblat. Namun begitu, *Sun Compass* juga adalah sejenis alat pengukuran yang pasti memiliki ralat tertentu. Di samping itu juga, timbul persoalan sejauh ketepatan *Sun Compass* jika dibandingkan dengan app kiblat tertentu? Bagaimana pula ketepatan *Sun Compass* jika dibandingkan dengan bayang *istiwa' adzam* yang mampu menunjukkan terus arah kiblat ke Kaabah dengan tepat? Oleh demikian, kajian ini dijalankan untuk melihat sejauh mana ketepatan *Sun Compass* tersebut dalam penentuan arah kiblat.

TINJAUAN LITERATUR

Sehingga artikel ini ditulis, dapat dilihat bagaimana alat pengukuran kiblat berkembang sejak zaman tamadun Islam lagi. Alat-alat tersebut berkembang berasaskan pengetahuan para pengkaji dikalangan ahli astronomi Islam dan perkembangannya selari dengan arus peredaran zaman. Dari sudut sejarah Islam, ramai pengkaji seperti David A. King,⁷ Muhammad Adnan Bakhit,⁸ J. Evans⁹ dan Julio Samsó.¹⁰ 'Ali ibn Sulaiman al-Hashimi (1987) menyimpulkan bahawa ahli falak zaman tamadun Islam dahulu telah mengkaji semula instrumen-instrumen sedia ada dari tamadun luar seperti Greek, India dan China untuk tujuan ketepatan. Mereka tidak terus menggunakan alat astronomi tamadun luar tersebut, sebaliknya melakukan pengkajian semula, menyemak dan mengubahsuai alat tersebut dengan fungsi yang

⁷ King, David A, "A Vetustissimus Arabic Treatise On the Quadrans Vetus," *Journal for The History of Astronomy* 33, no. 112 (2002), 3:237 – 255; King, David A, "In Synchrony with the Heavens" *Instruments of Mass Calculation: (Studies X-XVIII)* Vol. 2 (Boston: Brill, 2005), 655.

⁸ Muhammad Adnan Bakhit, *History of Humanity* (Routledge: United Nations Educational, Scientific & Cultural Organization, 2000).

⁹ Evans, J., *The History and Practice of Ancient Astronomy* (New York: Oxford University Press, 1998).

¹⁰ Samsó, Julio, and Eduardo Millás, "The computation of planetary longitudes in the *Zīj* of Ibn al-Bannā," *Arabic Sciences and Philosophy* 8, No. 2 (1998): 259-286.

lebih canggih.¹¹

Selain kuadran, beberapa instrumen lain digunakan dalam aspek pengukuran kiblat adalah sfera armila.¹² Namun menurut King,¹³ astrolab adalah instrumen yang menjadi pilihan dikalangan ahli falak zaman tamadun Islam berbanding instrumen lain kerana astrolab dicipta dengan fungsi yang pelbagai untuk cerapan langit disamping menunjukkan kemajuan matematik yang tinggi. Berdasarkan penelitian Mohd Hafiz Safiai,¹⁴ instrumen tradisional seperti astrolab dipertikaikan ketepatannya kerana metode hitungannya adalah dalam bentuk deskriptif, tidak dalam bentuk simbol matematik moden masa kini.

Selain itu, salah satu instrumen tradisional yang masih relevan digunakan hingga kini ialah tongkat istiwa'. Dalam kajian yang dijalankan oleh Arwin Juli dan Hasrian Rudi (2020) membuktikan bahawa tongkat istiwa' atau dikenali juga sebagai Mizwala Qibla adalah tepat dan disarankan supaya masyarakat menggunakannya untuk semakan kiblat. Kebiasaan tongkat istiwa' digunakan untuk cerapan bayang *istiwa'* *'adzam*. Ketika *istiwa'* *'adzam* berlaku, bayang matahari di seluruh dunia akan menunjukkan arah tepat ke Kaabah. Ini menjadi sebab kenapa tongkat istiwa' dikatakan tepat menunjukkan arah kiblat. Oleh kerana itu sehingga kini terdapat banyak kajian semakan kiblat masih dilakukan dengan

¹¹ 'Ali ibn Sulaiman al-Hashimi, "Book-Review: The Book of the Reason Behind Astronomical Table," *Journal History of Astronomy* 18, No. 4 (1987), 284.

¹² Ibsanoglu, E., "Science in The Ottomon Empire," *The Different Aspects of Islamic Culture: Science and Technology in Islam*, eds. al-Hassan A.Y. Maqbul Ahmed et al. (Beirut: UNESCO Publishing, 2001), 4: 571.

¹³ King, D. A., "World-Maps for Finding the Direction & Distance to Mecca," *Innovation & Tradition in Islamic Science* (Boston: Brill, 1999).

¹⁴ Mohd Hafiz Safiai, Ibnor Azli Ibrahim, Ezad Azraai Jamsari, Md Yazid Ahmad, and Badlihisham Mohd Nasir, "The Continuity of Astrolabe as A Multipurpose Astrofiqh Instrument." *International Journal of Applied Engineering Research* 11, No. 9 (2016): 6081-6086.

berpandukan kepada tongkat istiwa'.¹⁵ Ini disebabkan ketepatan metode *istiwa' adzam* sebagai penentu arah kiblat yang tepat. Namun, ketepatan penggunaan tongkat istiwa' juga dipengaruhi oleh ketepatan sudut tegak tongkat dan rujukan waktu *istiwa' adzam*.

Alat tradisional terdahulu jika diamati kurang praktikal digunakan dikalangan masyarakat kerana sukar digunakan disebabkan metode pengukuran yang rumit. Berbanding masa kini, teknologi memainkan peranan dalam penghasilan alat yang lebih canggih dan tepat. Antara alat diyakini ketepatan dalam pengukuran arah kiblat ialah teodolit.¹⁶ Tambahan, alat ini dikatakan sangat efektif dengan prinsip kerja yang sangat teliti dalam pengukuran yang dilakukan.¹⁷ Dalam kajian oleh Zainul Arifin yang membahaskan tentang kadar toleransi ralat sudut kiblat yang dibenarkan dari aspek kajian hukum adalah lingkungan antara $0^{\circ} 6'$ dan $-0^{\circ} 10'$. Dan beliau mencadangkan alat paling tepat digunakan untuk kadar toleransi tersebut ialah teodolit.¹⁸

Selain itu, banyak kajian daripada pengkaji menggunakan teodolit sebagai alat pengukur semakan kiblat kerana ketepatannya masa kini seperti kajian oleh M. Arbisora Angkat,¹⁹ Achmad Nur

¹⁵ Andi Molawaliada Patadongi, Muh Rasywan Syarif dan Zulhas'ari, "Uji Akurasi Arah Kiblat Mesjid Al-Mujahidin (Masjid Tua Watampone Menggunakan Qiblat Tracker, Tongkat Istiwa' dan Google Earth." *Hisabuna: Jurnal Ilmu Falak* 3, No. 2 (2022): 21-35.

¹⁶ Jaya, Dwi Putra, "Dinamika Penentuan Arah Kiblat." *Jurnal Ilmiah Mizani: Wacana Hukum, Ekonomi, dan Keagamaan* 4, no. 1 (2018): 63-76.

¹⁷ Arwin Juli Rakhmadi dan Hasrian Rudi Setiawan, "Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala dalam Pengukuran dan Pengakurasion Arah Kiblat," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2.

¹⁸ Zainul Arifin, "Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat," *Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 2, No. 1 (2018).

¹⁹ M. Arbisora Angkat, "Implementasi Theodolite dalam Penentuan Arah Kiblat Kampus STAIN Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau," *Bilancia* Vol. 16. No. 1 (2022).

Fahmi,²⁰ Qodam Arrasyid²¹ dan Furqan.²² Namun begitu, dari segi praktik masyarakat, app kiblat dalam telefon pintar menjadi pilihan masa kini. Ini berdasarkan kadar data dalam aplikasi *Play Store* sehingga mencapai lebih puluhan jutaan muat turun app kiblat setiap hari. Capaian muat turun yang tinggi ini menunjukkan kebergantungan masyarakat terhadap app kiblat untuk membantu menunjukkan arah kiblat walau di mana mereka berada. Walaupun ia memberi kemudahan kepada masyarakat, namun ketepatan app kiblat diragui kerana app kiblat terpengaruh dengan tarikan magnetik. Oleh demikian, banyak kajian yang dilakukan menguji ketepatan app kiblat.

Salah satu kajian oleh Fajri Zulia²³ menemukan aplikasi yang dikeluarkan oleh pengeluar bukan dalam bidang ilmu astronomi diragui ketepatannya. Kajian-kajian lain seperti Nilna Minakhah,²⁴

²⁰ Achmad Nur Fahmi, “Analisis Arah Kiblat Masjid Nurul Huda dengan Menggunakan Teodolit dan Mizwala Qibla Finder,” Tesis Sarjana (Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya: 2021).

²¹ Aro Qodam Arrasyid, “Perhitungan Arah Kiblat Masjid Menggunakan Theodolit di Kebonsari Madiun.” *Al-Manhaj: Jurnal Hukum dan Pranata Sosial Islam*, Vol. 2 (2) (2020), 195-215.

²² Ferry Nahdian Furqan, “Analisis Komparasi Penggunaan Theodolit Dengan Acuan Kompas dan Arah Matahari dalam Penentuan Arah Kiblat.” Skripsi Syariah (Universiti Islam Negeri Antasari Banjarmasin: 2019).

²³ Fajri Zulia Ramdhani, “Kontribusi Pemuda dalam Digitalisasi Ilmu Falak Pada Aplikasi Islamicastro dan Faza Haul”. Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Pascasarjana (Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya: 2020).

²⁴ Nilna Minakhah, “Studi Akurasi Aplikasi Android Ismicastro Versi 1.8.12 dalam Penentuan Arah Kiblat,” Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Indonesia: 2019).

Zahrotun Niswah,²⁵ Anisah Budiwati²⁶ dan Muhammad Nu'man²⁷ tertumpu kepada menguji ketepatan app kiblat. Ada sebahagian pengkaji menemui selisih dalam app kiblat seperti kajian Hikmatul Adhiyah,²⁸ manakala ada sebahagian lain menemui app kiblat yang diuji mengandungi selisih yang kecil. Kajian oleh Syazwan Faid²⁹ pula membuktikan walaupun kaedah tradisional iaitu bayang matahari digunakan dalam penentuan arah kiblat, tetapi kaedah tersebut lebih tepat berbanding kompas pada telefon pintar.

Tambahan, hasil kajian penulis pada tahun 2019 mendapati, ketepatan app kiblat bergantung kepada lokasi cerapan data iaitu jauh dari kawasan besi dan pengguna yang menceraap dengan kaedah yang betul. Selain itu, dalam kajian yang sama didapati

²⁵ Zahrotun Niswah, “Uji Akurasi Kompas Arah Kiblat dalam Aplikasi Android Digital Falak Versi 2.0. 8 Karya Ahmad Tholhah Ma’ruf,” Latihan Ilmiah Sarjana Fakultas Syariah dan Hukum (Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang: 2018).

²⁶ Anisah Budiwati, “Tongkat Istiwa’ Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Penentuan Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat,” *Jurnal Al-Ahkam* 26, No.1, (2016), 65–92.

²⁷ Muhammad Nu'man Alkarim, “Perancangan Aplikasi Perhitungan Rashdul Kiblat Harian dengan Java 2 Micro Edition (J2ME)) Pada Mobile Phone,” Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah (Universiti Islam Negeri Walisongo Semarang Indonesia: 2019)

²⁸ Hikmatul Adhiyah Syam dan Subehan Khalik Umar, “Harmonisasi Instrumen Arah Kiblat,” *Hisabuna: Jurnal Ilmu Falak* 1, no. 1 (2020): 129-137.

²⁹ Muhamad Syazwan Faid, Muhammad Syaoqi Nahwandi, Mohd Saiful Anwar Bin Mohd Nawawi, Nurulhuda Binti Ahmad Zaki, and Mohd Hafiz Mohd Saadon, “Development of Qibla Direction Determinant Using Sun Shadow,” *Online Journal of Research in Islamic Studies* 9, no. 1 (2022): 89-102.

terdapat app kiblat yang sememangnya mengandungi ralat walaupun diuji pada lokasi yang bebas tarikan magnet.³⁰

Selain app kiblat, satu lagi alat moden masa kini yang juga berfungsi di dalam telefon pintar ialah *Sun Compass*. *Sun compass* adalah aplikasi di dalam telefon pintar yang boleh digunakan untuk menunjukkan arah. Sarah Bollanti (2015) telah mengkaji ketepatan electro-optical *Sun Compass* dan mendapati alat ini mampu menunjukkan arah utara benar dengan ketepatan sehingga 1/100 darjah, iaitu suatu nilai ketepatan yang sangat tinggi. Menurut pengkaji terbabit, *Sun Compass* memiliki kejituan yang tinggi kerana fungsinya tidak bergantung kepada gps sebaliknya hanya menggunakan kedudukan matahari di langit.³¹ Selain itu, di Indonesia, terdapat satu aplikasi menyerupai *Sun Compass* iaitu Rashdul Kiblat yang menggunakan konsep kalibrasi dengan matahari untuk menunjukkan arah kiblat, namun bezanya ketika cerapan, arah utara benar perlu diketahui terlebih dahulu.³²

Dalam kajian lain oleh Ulyatun Nisa dan Titin³³ membandingkan semakan arah kiblat menggunakan *Sun Compass*, app kiblat dan teodolit. Hasil kajian mendapati *Sun Compass* adalah tepat menyamai peralatan teodolit. Dalam kajian lain oleh Muhaimin

³⁰ Nurulhuda Ahmad Zaki, Mohd Saiful Anwar Nawawi, Raihana Abdul Wahab dan Mohammaddin Abdul Niri, "Cerapan Istiwa' Matahari Dalam Penentuan Arah Kiblat di Malaysia." *Sains Humanika* 11, no. 2 (2019): 13-25; Nurulhuda Ahmad Zaki, Raihana Abdul Wahab dan Mohammaddin Abdul Niri, "Kesan Revolusi IR 4.0 Terhadap Perkembangan Dan Ketepatan Aplikasi Kiblat Dalam Telefon Pintar," *Jurnal Fiqh* 17, no. 2 (2020): 267-308.

³¹ Sarah Bollanti, Domenico De Meis, Paolo Di Lazzaro, Francesco Flora, Gian Piero Gallerano, Luca Mezi, Daniele Murra, Amalia Torre, and Davide Vicca, "Electro-optical Sun Compass with a very high degree of accuracy," *Opt. Lett.* 40, 3619-3622 (2015), <https://opg.optica.org/ol/abstract.cfm?URI=ol-40-15-3619>

³² Ila Nurmila, "Metode Azimuth Kiblat dan Rashd al-Qiblat dalam Penentuan Arah Kiblat," *Istinbath*, Vol. 15, No. 2 (2020).

³³ Ulyatun Nisa dan Titin Suprihatin, "Uji Akurasi Aplikasi Sun Qibla dalam Penentuan Arah Kiblat Praktis," *Prosiding Hukum Keluarga Islam* 7, No. 1 (2021): 11-15.

Marsono³⁴ menunjukkan arah kiblat yang ditunjukkan oleh *Sun Compass* adalah sejajar dengan arah kiblat masjid yang disemak. Malah menghasilkan petunjuk arah kiblat yang selari dengan teodolit. Dalam kajian lain oleh Nailur Rahmi dan Yoga Agustio,³⁵ pengkaji menyemak arah kiblat menggunakan app kiblat dan azimut matahari. Kaedah semakan menggunakan azimut matahari ini menyamai kaedah *Sun Compass* iaitu menjadikan matahari sebagai panduan penentu azimut kiblat. Kajian ini mendapati kaedah rujukan matahari ini lebih tepat jika dibandingkan app kiblat. Namun begitu, daripada sorotan kajian lepas, sukar menjumpai kajian yang menyemak ketepatan *Sun Compass* dengan bayang *istiwa* 'adzam.

KERANGKA TEORI

1. Waktu Lintasan Harian Matahari

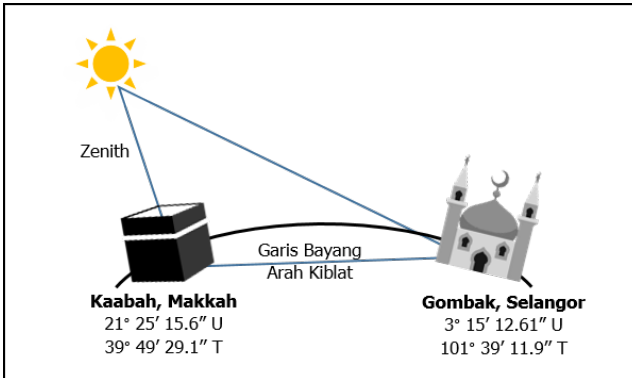
Istiwa 'adzam adalah peristiwa ketika matahari berada tepat di atas Kaabah. Kesannya, seluruh bayang di dunia ini akan mengadap ke arah bangunan Kaabah. Keadaan ini hanya berlaku kepada negara yang menerima matahari ketika itu. Di Malaysia, keadaan ini berlaku hanya dua kali setahun, iaitu Mei dan Julai. Menerusi kaedah ini, arah kiblat yang tepat dapat diketahui dengan hanya mencerap bayang objek tegak di bumi ketika berlaku *istiwa* 'adzam.³⁶

³⁴ Muhaimin Marsono, "Akurasi Arah Kiblat menggunakan Kiblat Tracker Berbasis Software Sun Compas dan Star Walk di Masjid Islamic Center Dato Tiro Kabupaten Bulukumba," Tesis PhD (Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar: 2020).

³⁵ Nailur Rahmi dan Yoga Agustion, "Pengukuran Arah Kiblat Tempat Ibadah Dengan Aplikasi Kiblat dan Azimut Matahari," (Batusangkar International Conference Moderate Islam: Research and Cultural Perspectives, 2020).

³⁶ Moedji Raharto dan Dede Jaenal Arifin Surya, "Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari," *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Vol. 11 (2011), 1: 23 – 29.

Rajah 1: Garisan bayang arah kiblat



Daripada peristiwa *istiwa* 'adzam, dapat dirumuskan ketika mana kedudukan matahari tegak atas Kaabah, maka garisan bayang arah kiblat terhasil. Dalam masa yang sama, jika kedudukan matahari melalui garisan bayang arah kiblat maka bayang arah kiblat yang sama juga akan terhasil. Berdasarkan konsep ini, maka waktu lintasan harian matahari (*Wlhm*) digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan tepat. Menurut Baharuddin Zainal (2003),³⁷ *Wlhm* adalah waktu ketika matahari harian melintasi garisan arah kiblat. Ia berlaku setiap hari di meridian samawi tempatan, kecuali beberapa tarikh dalam setahun, *Wlhm* tidak berlaku disebabkan beberapa sebab antaranya bayang yang terhasil terlalu pendek untuk dicerap. Namun, menerusi *Wlhm* ini manfaatnya umat Islam dapat menyemak arah kiblat dengan tepat bukan sahaja ketika *istiwa* 'adzam, tetapi semakan dapat dibuat hampir setiap hari.

Secara teorinya, *Wlhm* ini berlaku pada waktu yang berbeza di setiap lokasi di muka bumi ini. Oleh demikian, setiap lokasi perlu dikira *Wlhm* masing-masing serta tidak berkongsi waktu yang sama. Setiap hari juga matahari kelihatan bergerak dan berubah kedudukan di langit. Oleh demikian, pada suatu masa tertentu, kedudukan matahari pasti akan melintasi dan berada di atas garisan bayang arah kiblat. Ketika itu, arah bayang yang terhasil menunjukkan arah kiblat yang tepat. Dengan kaedah ini,

³⁷ Baharuddin Zainal, *Ilmu Falak, Teori, Praktik dan Hitungan* (Kuala Terengganu: Kolej Ugama Sultan Zainal Abidin, 2003), 68.

maka kita dapat mencerap arah kiblat setiap hari, tanpa perlu menunggu peristiwa *istiwa* ' *adzam* yang berlaku hanya dua kali dalam setahun. Namun waktu berlakunya lintasan matahari atas garisan Kaabah hendaklah diketahui. Secara hitungan, jika sudut jam matahari dapat memberikan nilai sudut kiblat, maka masa berlakunya *Wlhm* dapat dihitung menggunakan konsep segi tiga sfera yang terbentuk.³⁸

2. Kaedah hitungan *Wlhm*

Nilai deklinasi dan Greenwich Hour Angle (GHA) disemak menerusi Almanak Falak Syarie 2022, JUPEM. *Wlhm* hanya berlaku jika memenuhi syarat $|\delta| < (90^\circ - \theta)$. Jika memenuhi syarat ini, maka matahari berada di atas garisan arah kiblat atau di atas Kaabah sendiri. Jika hasil semakan menunjukkan $|\delta| \geq (90^\circ - \theta)$, maka *Wlhm* tidak berlaku.

Berikut adalah formula hitungan *Wlhm*:³⁹

$$\text{Waktu Istiwa: } [(LHA - \lambda) - GHA^1] / (GHA^2 - GHA^1) \times 24 \text{ jam} \quad (1)$$

$$\alpha, \text{ sudut kiblat dari Utara: } \tan \theta = [\sin \Delta\lambda / (\tan \theta^m \cos \theta^t - \sin \theta^t \cos \Delta\lambda)] \quad (2)$$

$$\delta, \text{ sudut istiswa' matahari } \delta = \delta 1 + \left[\frac{12j}{24j} \times (\delta 2 - \delta 1) \right] \quad (3)$$

$$\text{Semak syarat: } Wlhm \text{ hanya berlaku jika } |\delta| < (90^\circ - \alpha) \quad (4)$$

$$\text{Sudut waktu matahari, } S = - (Q-L) + P, \text{ di mana, } [\tan P = 1 / \sin \theta^t \tan \alpha] \text{ dan } [\cos (Q-L) = \tan \delta \cos P / \tan \theta^t] \quad (5)$$

$$Wlhm = \text{Waktu Istiwa}' + S \quad (6)$$

Di mana:

Waktu Istiwa'	= waktu matahari transit atas meridian samawi tempatan
GHA ¹	= <i>Greenwich Hour Angle</i> pada tarikh hitungan
GHA ²	= <i>Greenwich Hour Angle</i> pada tarikh berikutnya
LHA	= <i>Local Hour Angle</i> = 24 jam
θ^m	= latitud Mekah
θ^t	= latitud tempatan yang dihitung

³⁸ *Ibid*, 68.

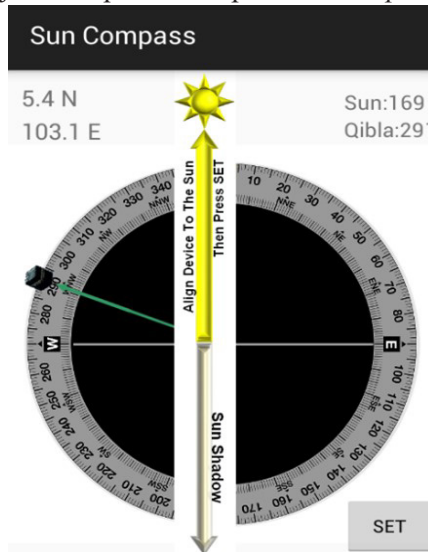
³⁹ *Ibid*, 68.

- $\delta 1$ = deklinasi pada tarikh hitungan
- $\delta 2$ = deklinasi pada tarikh berikutnya
- α = sudut kiblat dari Utara

3. Sun Compass

Sun compass adalah aplikasi di dalam telefon pintar yang boleh digunakan untuk menentukan arah kiblat yang dihasilkan oleh Encik Ahmad Taufan dengan bekerjasama Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA). *Sun compass* secara rasminya telah dikeluarkan daripada *Play Store* pada Disember 2015. Konsep utama operasi *Sun Compass* ini ialah kaedah penjajaran dengan bayang matahari. Selagi mana bayang objek tegak terhasil, maka penjajaran tersebut dapat dilakukan. Dari segi hitungan pula, *Sun Compass* beroperasi dengan cara mendapatkan beza sudut antara matahari pada waktu semasa atau pada waktu pilihan dengan arah kiblat.⁴⁰

Rajah 2: Paparan hadapan *Sun Compass*



⁴⁰ Lebih lanjut mengenai app ini rujuk pautan: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.service.atr.pedoman&hl=en&gl=US>

Rajah 3: Pengoperasian *Sun Compass*

1. Aktifkan GPS dan app *Sun Compass*. Pastikan cahaya matahari kelihatan di tempat cerapan.

2. Letak telefon pintar pada permukaan rata. Selarikan paparan tanda panah matahari berwarna kuning pada telefon pintar dengan bayang objek tegak yang terhasil di permukaan rata.

3. Tekan button SET dan lihat tanda panah arah kiblat yang dipaparkan.

METODOLOGI KAJIAN

Dalam kajian ini, satu lokasi dipilih untuk semakan arah kiblat iaitu sebuah lokasi di Gombak dengan koordinat latitud $3^{\circ} 15' 12.61''$ U dan longitud $101^{\circ} 39' 11.9''$ T. Perbandingan arah kiblat menerusi *Wlhm*, *Sun Compass* dan *Easy Qibla* dilaksanakan. Kedua-duanya dipilih berasaskan persampelan bertujuan bagi mewakili penggunaan app kiblat di Malaysia.

1. Penandaan Arah Kiblat Sebenar Menggunakan Kaedah *Wlhm*

Dalam kajian ini, arah kiblat sebenar perlu diketahui terlebih dahulu sebagai rujukan. Pengkaji menentukan arah kiblat sebenar menggunakan kaedah observasi bayang objek tegak yang terhasil ketika berlakunya *Wlhm*. 5 tarikh diambil iaitu bermula 19 September hingga 29 September 2022 iaitu diantara 22 Safar hingga 2 Rabi'ulawwal 1444 H. Hasil semakan menggunakan formula *Wlhm*, kesemua tarikh tersebut adalah memenuhi syarat untuk berlakunya *Wlhm* ; $| \theta | < (90^{\circ} - \delta)$. Maka cerapan dalam kajian ini dapat dilaksanakan pada semua tarikh tersebut. Seterusnya untuk tujuan hitungan *Wlhm*, data deklinasi matahari dan *Greenwich Hour Angle* bagi tarikh hitungan diperolehi dalam Almanak Falak 2022 terbitan Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM).

Jadual 1: Hitungan *Wlhm* pada September 2022

Tarikh	Hitungan <i>Wlhm</i>
19.09.2022	12: 49: 19.97
23.09.2022	12: 32: 31.24
26.09.2022	12 : 30 : 47.55
27.09.2022	12 : 30 : 13.53
29.09.2022	12 : 29 : 9.3

Salah satu aspek penting untuk mendapatkan ketepatan arah kiblat ketika cerapan dilaksanakan ialah rujukan objek tegak yang digunakan hendaklah tepat dan Waktu Standard Malaysia (*Malaysian Standard Time*) yang diselenggara oleh SIRIM dirujuk ketika proses cerapan bayang dilakukan. Dalam kajian ini, satu objek tegak iaitu pembaris berukuran 30 cm digunakan. Pembaris ini di pasang secara tegak 90° pada *magnet bubble spirit level* yang dijadikan sebagai “*tripod*” (pemegang). Ketepatan pembaris pada sudut tegak ini ditentukan menggunakan pembaris sudut. Penggunaan *magnet bubble spirit level* pula kelebihanannya adalah dapat memastikan permukaan tempat cerapan adalah rata. Ketika cerapan dilaksanakan, keadaan cuaca sangat mempengaruhi. Keberkesanan penandaan arah kiblat yang tepat bergantung kepada jelasnya bayang arah kiblat yang terhasil. Ketika cuaca panas, bayang terhasil adalah jelas dan terang. Manakala ketika cuaca mendung, keadaan sebaliknya akan berlaku menyebabkan kesukaran mengesan arah bayang yang terhasil. Berikut adalah proses cerapan arah kiblat menggunakan *Wlhm* di lapangan, ditunjukkan dalam gambarajah di bawah.

Rajah 4: Proses Cerapan Arah Kiblat



- a) Permukaan kawasan yang rata dipilih. Semakan keadaan permukaan dilakukan menggunakan *magnet bubble spirit level*. Satu pembaris kemudian dilekatkan pada pembaris air pada sudut tepat 90° bagi memastikan bayang terhasil tegak.
- b) Jam sirim diperhatikan bagi memastikan waktu cerapan adalah tepat dengan *Wlhm* yang dihitung. Ketika berlakunya *Wlhm*, bayang objek tegak (pembaris) terhasil. Bayang arah kiblat sebenar berdasarkan *Wlhm* ditanda menggunakan benang putih. Benang ini diikat pada paku yang diletakkan pada permukaan tanah untuk tujuan ketepatan. Bayang arah kiblat juga dilakarkan pada kertas A4 bagi 5 tarikh cerapan.

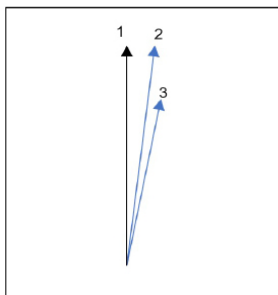
2. Penandaan Arah Kiblat menggunakan Aplikasi *Sun Compass* dan *Easy Qibla*

Cerapan menggunakan *Sun Compass* dan *Easy Qibla* boleh dilakukan pada bila-bila masa (dengan kehadiran matahari), tapi

tanpa terikat kepada waktu seperti *Wlhm*. Ini kerana kebergantungan utama untuk akses terhadap kedua-dua aplikasi ini bergantung kepada jenis telefon pintar yang digunakan. Dalam kajian ini, REALME 6 Pro digunakan. Telefon pintar ini memenuhi ciri-ciri pilihan pengkaji kerana merupakan versi android, memiliki fungsi GPS dan magnetometer. Menurut Mohd Zambri Ibrahim,⁴¹ data arah kiblat dapat diproses dalam telefon pintar melalui 3 bahagian utama iaitu input (GPS dan Kompas magnetik), microcontroller (pemprosesan) dan output (*Bluetooth* yang menghantar maklumat kepada PDA. Oleh demikian, telefon pintar yang tidak memiliki bahagian-bahagian ini tidak dapat berfungsi untuk memproses paparan arah kiblat.

Ketika cerapan penandaan arah kiblat dilakukan, aspek utama yang dititikberatkan selain peralatan ialah keadaan cuaca yang panas, kelihatan bayang yang jelas serta jauh dari kawasan besi agar tidak berlaku tarikan magnet ketika cerapan menggunakan aplikasi *Easy Qibla* dilakukan. Juga dalam masa yang sama, keadaan internet dan GPS dipastikan berfungsi dengan baik. Dalam proses cerapan menggunakan aplikasi *Sun Compass* dan *Easy Qibla*, benang yang dipasang berdasarkan kaedah *Wlhm* dijadikan rujukan arah kiblat sebenar.

Rajah 5: Lakaran arah kiblat yang terhasil hasil cerapan yang dilakukan



1. Rujukan arah kiblat sebenar berdasarkan *Wlhm*
2. Paparan arah kiblat menggunakan *Sun Compass*
3. Paparan arah kiblat menggunakan *Easy Qibla*

⁴¹ Mohd Zambri Ibrahim dan Norashikin, "Mobile Qibla and Prayer Time Finder Using External GPS and Digital Compass," Proceeding of the 9th WSEAS International Conference on Applications of Electrical Engineering Mac 23-25, (Penang, Malaysia: 2010).

2. Proses cerapan arah kiblat menggunakan *Sun Compass*

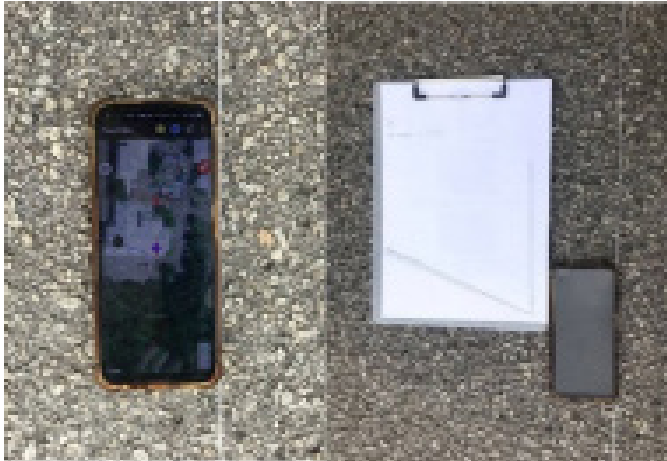
Rajah 6: Proses Cerapan Arah Kiblat Menggunakan *Sun Compass*



1. App *Sun Compass* dan GPS pada telefon pintar ditetapkan ON.
2. Setelah *Sun Compass* ON, selarikan paparan tanda anak panah matahari pada app *Sun Compass* dengan bayang objek tegak (pembaris). Dalam masa yang sama, benang putih yang menunjukkan arah kiblat sebenar dijadikan rujukan.
3. Telefon pintar diletakkan selari dengan benang yang menjadi rujukan arah kiblat sebenar. Arah kiblat yang ditunjukkan oleh app *Sun Compass* ditanda pada kertas A4. Hasil perbezaan sudut antara arah kiblat *Wlhm* dengan arah kiblat *Sun Compass* diukur menggunakan jangka sudut digital (*digital protector*).

3. Proses Cerapan Arah Kiblat menggunakan *Easy Qibla*

Rajah 7: Proses Cerapan Arah Kiblat menggunakan *Easy Qibla*



1. Aplikasi *Easy Qibla* dan GPS pada telefon pintar ditetapkan ON. Letakkan telefon pintar selari dengan benang yang dijadikan rujukan arah kiblat sebenar. Ketika cerapan dilakukan, pengkaji memastikan lokasi cerapan tersebut jauh daripada kawasan besi supaya tidak berlaku tarikan magnet.
2. Setelah *Easy Qibla* ON, tanpa mengambil masa yang lama, app tersebut memaparkan arah kiblat yang terhasil. Seterusnya arah kiblat yang ditunjukkan dilakarkan pada kertas A4. Hasil perbezaan sudut antara arah kiblat *Wlhm* dengan arah kiblat daripada aplikasi *Easy Qibla* diukur menggunakan jangka sudut digital.

ANALISIS DATA DAN PERBINCANGAN

Dalam kajian ini, arah kiblat sebenar ditentukan menerusi kaedah *Wlhm*. Berdasarkan cerapan selama 5 hari, arah kiblat yang ditunjukkan ketika *Wlhm* tidak menunjukkan sebarang perbezaan. Kedudukan arah kiblat yang ditunjukkan bagi kelima-lima tarikh tersebut adalah sangat selari antara satu sama lain. Selain itu, dalam kajian ini, nilai azimut kiblat tidak diambilkira. Fokus pengumpulan data adalah terhadap selisih ralat yang terjadi antara

lakaran arah kiblat sebenar menerusi *Wlhm* dengan paparan arah kiblat *Sun Compass* dan *Easy Qibla*. Berikut adalah hasil selisihan yang diperolehi:

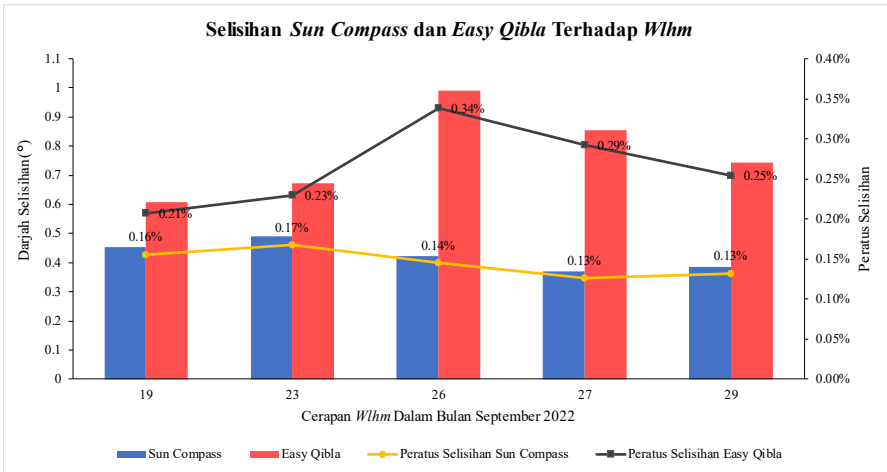
Jadual 2: Selisihan Sudut Antara Arah Kiblat dari bayang *Wlhm*

No.	Tarikh	<i>Wlhm</i> j:m:s	Azimuth kiblat pada paparan <i>Sun Compass</i>	Selisihan arah kiblat antara <i>Wlhm</i> dengan <i>Sun Compass</i>	Selisihan arah kiblat antara <i>Wlhm</i> dengan <i>Easy Qibla</i>	Kedudukan Persekitaran	Kedudukan GPS dan Capaian Internet
1	19.9.2022	12 : 49 : 19.97	292° 28' 19"	00° 27' 15"	00° 36' 25"	Panas & bayang jelas	Baik
2	23.9.2022	12 : 32 : 31.24	292° 28' 19"	00° 29' 25"	00° 40' 21"	Panas & bayang jelas	Baik
3	26.9.2022	12 : 30 : 47.55	292° 28' 19"	00° 25' 25"	00° 59' 25"	Panas & bayang jelas	Baik
4	27.9.2022	12 : 30 : 13.53	292° 28' 19"	00° 22' 10"	00° 51' 12"	Panas & bayang jelas	Baik
5	29.9.2022	12 : 29 : 9.3	292° 28' 19"	00° 23' 10"	00° 44' 37"	Panas & bayang jelas	Baik

Jadual 2 di atas menunjukkan nilai bacaan selisih sudut arah kiblat yang terhasil antara arah kiblat merujuk kaedah *Wlhm* dengan arah kiblat dari paparan *Sun Compass* dan *Easy Qibla* selama 5 hari cerapan bermula 19 September hingga 29 September 2022 iaitu diantara 22 Safar hingga 2 Rabi'ulawwal 1444 H. Pada ketika cerapan dilakukan pada kelima-lima tarikh di atas, keadaan internet dan GPS adalah beroperasi dengan baik tanpa sebarang masalah. Cerapan hanya dilakukan keadaan cuaca benar-benar panas dan bayang jelas kelihatan. Beberapa tarikh seperti 20 dan 22 September, keadaan cuaca mendung dan hujan menyebabkan cerapan tidak dapat dilaksanakan. Keadaan cuaca berawan, mendung, hujan serta ketiadaan bayang menyebabkan *Sun Compass* tidak mampu beroperasi dan tidak menunjukkan arah kiblat yang dicerap.

Hasil hitungan menggunakan formula trigonometri menunjukkan nilai azimuth kiblat ialah $292^{\circ} 29' 9.41''$. Paparan azimuth kiblat pada *Sun Compass* selama 5 hari ialah $292^{\circ} 28' 19''$. Oleh demikian, perbezaan antara azimuth kiblat hitungan dengan paparan azimuth *Sun Compass* ialah $0^{\circ} 0' 50.41''$. Maka selisih hitungan kiblat dengan paparan *Sun Compass* perlu diambil kira dalam selisih ralat dalam jadual di atas. Seterusnya, arah kiblat yang terhasil daripada aplikasi *Sun Compass* dan *Easy Qibla* dilakarkan pada tarikh cerapan 19, 23, 26, 27 dan 29 September. Arah kiblat yang terhasil daripada *Sun Compass* dan *Easy Qibla* kemudiannya dibandingkan dengan arah kiblat yang terhasil daripada *Wlhm*.

Graf 1: Perbandingan selisih arah kiblat antara *Sun Compass* dan *Easy Qibla* terhadap *Wlhm*



Daripada Graf 1 di atas menunjukkan selisih arah kiblat *Sun Compass* dengan arah kiblat sebenar yang paling tinggi berlaku pada 23 September dengan peratus selisihan 0.17% iaitu 00° 29' 25'', diikuti pada 19 September, 0.16% iaitu 00° 27' 15'' dan 26 September, 0.14% iaitu 00° 25' 25''. Selisih terendah azimuth kiblat ialah pada 27 September sebanyak 0.13% iaitu 00° 22' 10''. Nilai selisih masih menunjukkan kurang daripada 30' arka minit. Manakala selisih arah kiblat pada *Easy Qibla* melebihi 0.5°. Selisih tertinggi berlaku pada 26 September dengan nilai ralat sebanyak 0.34% iaitu 00° 59' 25'', manakala selisih terendah adalah pada 19 September sebanyak 0.21% iaitu 00° 36' 25''. Secara keseluruhan menunjukkan selisih yang dipaparkan pada *Easy Qibla* lebih besar berbanding *Sun Compass* walaupun lokasi cerapan jauh dari kawasan bangunan dan besi, iaitu tidak terdedah kepada tarikan magnetik.

Jadual 3: Statistik Deskriptif *Sun Compass* dan *Easy Qibla*

	<i>Sun Compass</i>	<i>Easy Qibla</i>
Purata	0.424722	0.773333
Ralat Piawai	0.022036523	0.067897235
Median	0.423611	0.743611
Sisihan Piawai	0.049275164	0.151822832
Varians Sampel	0.002428042	0.023050172
Kurtosis	-1.473836981	-0.643952395
Skewness	0.281308594	0.602985938
Julat	0.120833	0.383333
Minimum	0.369444	0.606944
Maksimum	0.490277	0.990277
Bilangan	5	5
Tahap Keyakinan (99.0%)	0.101458242	0.312605310

Berdasarkan statistik deskriptif dalam Jadual 3 di atas, kadar ralat *Sun Compass* adalah lebih kecil iaitu dibawah 0.5° dengan tahap keyakinan 99% adalah 0.1015 yang lebih tinggi berbanding *Easy Qibla*. Ini menunjukkan kadar ketepatan *Sun Compass* adalah lebih baik. Sepertimana dinyatakan dalam Muzakarah Jawatankuasa Fatwa Kebangsaan Bagi Hal Ehwal Ugama Islam Malaysia kali ke-79 yang bersidang pada 6-8 September 2007 bersamaan 24-26 Sya'ban 1428 H, had berpaling selisih arah kiblat (*Had al-Tahawwul 'Ani al-Qiblat*) dibenarkan di Malaysia ialah tidak melebihi 3° bagi pesongan mihrab yang dibenarkan⁴². Maka penggunaan instrumen seperti *Sun Compass* adalah memenuhi tuntutan tersebut kerana kadar ralat kurang daripada 0.5° . Walaupun muzakarah memutuskan bahawa had berpaling yang dibenarkan dari kiblat tidak perlu difatwakan, hanya garis panduan dalam pembinaan masjid dan surau baharu, tetapi untuk praktik masyarakat, ia sangat membantu dalam aspek ketepatan arah kiblat yang dipaparkan oleh *Sun Compass*. Malah, *Sun*

⁴² Keputusan Muzakarah Jawatankuasa Fatwa Kebangsaan Bagi Hal Ehwal Ugama Islam Malaysia kali ke-79 yang bersidang pada 6-8 September 2007 bersamaan 24-26 Sya'ban 1428 H, Diakses pada 17 Oktober 2022, <http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/fatwa/fatwa/find/pr/10250>

Compass lebih tepat berbanding app kiblat yang terdedah kepada tarikan magnetik.

Tambahan, kaedah operasi *Sun Compass* yang mudah adalah mesra pengguna. Pengguna hanya perlu memuat turun aplikasi *Sun Compass* di dalam Play Store, dan paparkan arrow *Sun Compass* pada bayang objek tegak. Kemudian arah kiblat akan dipaparkan setelah SET button ditekan. Selain itu, kelebihan *Sun Compass* ini ialah tiada masalah gangguan magnetik. Hal ini demikian kerana aplikasi *Sun Compass* hanya menggunakan bayang matahari untuk menentukan arah kiblat. Oleh sebab itu, aplikasi ini boleh digunakan untuk menentukan arah dalam premis selagi ianya boleh mendapatkan cahaya matahari. Disebabkan *Sun Compass* ini tidak mempunyai masalah gangguan magnetik, ianya boleh memberikan nilai arah yang sangat jitu. Seterusnya, *Sun Compass* ini juga boleh digunakan untuk menentukan arah yang lain seperti arah utara benar. Menurut Encik Ahmad Taufan kaedah jajaran sisi dengan bayang adalah kaedah termudah yang boleh dibuat. Oleh yang demikian, beliau beranggapan bahawa aplikasi *Sun Compass* merupakan aplikasi yang mesra pengguna. Walau bagaimanapun, aplikasi ini juga mempunyai beberapa kelemahan seperti paparan skrin yang kecil sehingga boleh mengurangkan kejituan arah. Oleh itu, walaupun aplikasi ini mempunyai kejituannya yang tinggi tetapi pesongan arah kiblat juga boleh terjadi kerana wujudnya masalah penjarangan oleh pengguna. Akhir sekali, aplikasi *Sun Compass* ini juga memerlukan internet untuk tetapan GPS. Hal ini demikian kerana ianya merupakan sistem A-GPS di mana aplikasi ini tetap memerlukan internet untuk memperoleh lokasi sesebuah tempat.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian ini jelas menunjukkan *Sun Compass* adalah app yang memiliki ketepatan yang lebih tinggi digunakan oleh pengguna muslim jika dibandingkan dengan app kiblat atau kompas yang mudah terdedah kepada tarikan magnet. Namun hasil semakan dalam *Play Store* menunjukkan, muat turun dikalangan pengguna terhadap aplikasi *Sun Compass* masih rendah dengan kadar sebanyak 10,000 jumlah muat turun saja. Jumlah ini masih kecil jika dibandingkan dengan muat turun app kiblat lain yang

sangat tinggi sehingga mencecah lebih 10 juta muat turun seperti *Muslim: Prayer Time, Qibla*. Ini menunjukkan app kiblat masih menjadi pilihan dikalangan masyarakat muslim. Oleh demikian, masyarakat perlu didedahkan dengan kemahiran analitikal untuk membezakan penggunaan app kiblat yang memiliki ketepatan lebih baik seperti *Sun Compass* berbanding penggunaan app kiblat yang lain dalam telefon pintar.

RUJUKAN

- ‘Ali ibn Sulaiman al-Hashimi, “Book-Review: The Book of the Reason Behind Astronomical Table,” *Journal History of Astronomy* 18, no. 4 (1987), 284.
- Achmad Nur Fahmi, Analisis Arah Kiblat Masjid Nurul Huda dengan Menggunakan Teodolit dan Mizwala Qibla Finder. Tesis Sarjana (Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya: 2021).
- Andi Molawaliada Patadongi, Muh Rasywan Syarif dan Zulhas’ari. 2022. Uji Akurasi Arah Kiblat Mesjid Al-Mujahidin (Masjid Tua Watampone Menggunakan Qiblat Tracker, Tongkat Istiwa’ dan Google Earth. *Jurnal Ilmu Falak* 2, No. 2 (2022).
- Anisah Budiwati, “Tongkat Istiwa’ Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Penentuan Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat,” *Jurnal Al-Ahkam* 26, No.1, (2016), 65–92.
- Aro Qodam Arrasyid. “Perhitungan Arah Kiblat Masjid Menggunakan Theodolit di Kebonsari Madiun.” *Al-Manhaj: Jurnal Hukum dan Pranata Sosial Islam* 2, no. 2 (2020), 195-215.
- Arwin Juli Rakhmadi dan Hasrian Rudi Setiawan, “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran dan Pengakurasian Arah Kiblat,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1, No. 2.
- David A. King, *World-Maps for Finding the Direction & Distance to Mecca: Innovation & Tradition in Islamic Science* (Boston: Brill, 1999).

- David A. King. 1985. *The Sacred Direction in Islam a Study of the Interaction of Religion and Science in the Middles Ages. Interdisciplinary Science Review* 10, no. 4 (1985).
- David A. King. *The Sacred Geography of Islam. Mathematics and Divine: A Historical Study*. T. Koetsier & L. Bergmans (eds). Elsevier, 2005.
- David A. King. Finding the qibla by the sun and stars. A Survey of the Sources of Islamic Sacred Geography, dalam *Muslim Heritage* (2019).
- David A. King., “A Vetustissimus Arabic Treatise On the Quadrans Vetus,” *Journal for The History of Astronomy* 33, no. 112 (2002), 3: 237-255.
- Evans, J., *The History and Practice of Ancient Astronomy*. New York: Oxford University Press, 1998.
- Fajri Zulia Ramdhani. “Kontribusi Pemuda dalam Digitalisasi Ilmu Falak Pada Aplikasi Islamicastro dan Faza Haul”. Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Pascasarjana (Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya: 2020).
- Ferry Nahdian Furqan. “Analisis Komparasi Penggunaan Theodolit Dengan Acuan Kompas dan Arah Matahari dalam Penentuan Arah Kiblat.” Skripsi Syariah (Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin: 2019).
- Ibsanoglu, E., “Science in The Ottomon Empire,” dalam *The Different Aspects of Islamic Culture: Science and Technology in Islam*, eds. al-Hassan A.Y. Maqbul Ahmed et al. Beirut: UNESCO Publishing, 2001.
- Ila Nurmila, “Metode Azimuth Kiblat dan Rashd al-Qiblat dalam Penentuan Arah Kiblat,” *Istinbath* 15, no. 2 (2020).
- Keputusan Muzakarah Jawatankuasa Fatwa Kebangsaan Dalam Isu Kiblat, 17 Oktober 2022, <http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/fatwa/fatwa/find/pr/10250>
- King, David. In *Synchrony with the Heavens, Volume 2 Instruments of Mass Calculation* (2 Vols.) : (Studies X-XVIII). Boston: Brill, 2005.

- Lubis, Sudirman, Faisal Irsan Pasaribu, Wawan Septiawan Damanik, Munawar Alfansury Siregar, Irpansyah Siregar, and Edi Sarman Hasibuan. "The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory (OIF)." *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal 2*, no. 3 (2020): 376-381.
- M. Arbisora Angkat, "Implementasi Theodolite dalam Penentuan Arah Kiblat Kampus Stain Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau," *Bilancia* Vol. 16. No. 1 (2022).
- Moedji Raharto dan Dede Jaenal Arifin Surya, "Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari," *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Vol. 11 (2011), 1: 23-29.
- Mohd Hafiz Safiai, Ibnor Azli Ibrahim, Ezad Azraai Jamsari & Md Yazid Ahmad. The Continuity of Astrolabe as Multipurpose Astrofiqh Instrument. *International Journal of Applied Engineering Research* 11, no. 9 (2016), 6081-6086.
- Mohd Zambri Ibrahim dan Norashikin. Mobile Qibla and Prayer Time Finder Using External GPS and Digital Compass. Proceeding of the 9th WSEAS International Conference on Applications of Electrical Engineering, 23-25 Mac 2010, Penang.
- Monica Rius. 2009. Finding the Sacred Direction: Medieval Books on the Qibla. *Cosmology Across Cultures*. ASP Conference Series, Vol 409 @ 2009.
- Muhaimin Marsono, "Akurasi Arah Kiblat menggunakan Kiblat Tracker Berbasis Software Sun Compas dan Star Walk di Masjid Islamic Center Dato Tiro Kabupaten Bulukumba," Tesis PhD (Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar: 2020).
- Muhamad Syazwan Faid, Muhammad Syaoqi Nahwandi, Mohd Saiful Anwar Mohd Nawawi, Nurulhuda Ahmad Zaki, and Mohd Hafiz Mohd Saadon. Development of Qibla Direction Determinant Using Sun Shadow. *Online Journal of Research in Islamic Studies* 9, no. 1 (2022), 89-102.

- Muhammad Adnan Bakhit, *History of Humanity*. Routledge: United Nations Educational, Scientific & Cultural Organization, 2000.
- Muhammad Nu'man Alkarim, "Perancangan Aplikasi Perhitungan Rashdul Kiblat Harian dengan Java 2 Micro Edition (J2ME)) Pada Mobile Phone," Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah (Universiti Islam Negeri Walisongo Semarang Indonesia: 2019).
- Mushroor, Sumaiya, Shammin Haque, and A. Amir Riyadh. "The impact of smart phones and mobile devices on human health and life." *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 1 (2020): 9-15.
- Nailur Rahmi dan Yoga Agustion, "Pengukuran Arah Kiblat Tempat Ibadah Dengan Aplikasi Kiblat dan Azimut Matahari," *Batusangkar International Conference Moderate Islam: Research and Cultural Perspectives* (2020).
- Nilna Minakhah, "Studi Akurasi Aplikasi Android Ismicastro Versi 1.8.12 dalam Penentuan Arah Kiblat," Latihan Ilmiah Ijazah Sarjana Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Indonesia: 2019).
- Nisa, Ulyatun, and Titin Suprihatin. "Uji Akurasi Aplikasi Sun Qibla dalam Penentuan Arah Kiblat Praktis." *Prosiding Hukum Keluarga Islam* 7, no. 1 (2021): 11-15.
- Nurulhuda Ahmad Zaki, Mohd Saiful Anwar Nawawi, Raihana Abdul Wahab dan Mohammaddin Abdul Niri, "Cerapan Istiwa' Matahari Dalam Penentuan Arah Kiblat di Malaysia." *Sains Humanika* 11, no. 2 (2019).
- Nurulhuda Ahmad Zaki, Raihana Abdul Wahab dan Mohammaddin Abdul Niri, "Kesan Revolusi IR 4.0 Terhadap Perkembangan Dan Ketepatan Aplikasi Kiblat Dalam Telefon Pintar," *Jurnal Fiqh* 17, no. 2 (2020): 267-308.
- Samsó, Julio, and Eduardo Millás. "The computation of planetary longitudes in the Zīj of Ibn al-Bannā'." *Arabic Sciences and Philosophy* 8, no. 2 (1998): 259-286.

- Sarah Bollanti, Domenico De Meis, Paolo Di Lazzaro, Francesco Flora, Gian Piero Gallerano, Luca Mezi, Daniele Murra, Amalia Torre, and Davide Vicca, “Electro-optical *Sun Compass* with a very high degree of accuracy,” *Opt. Lett.* 40, 3619-3622 (2015), <https://opg.optica.org/ol/abstract.cfm?URI=ol-40-15-3619>.
- Ulyatun Nisa dan Titin Suprihatin, “Uji Akurasi Aplikasi Sun Qibla dalam Penentuan Arah Kiblat Praktis,” *Prosiding Hukum Keluarga Islam* 7, No. 1 (2021): 11-15.
- Zahrotun Niswah, “Uji Akurasi Kompas Arah Kiblat dalam Aplikasi Android Digital Falak Versi 2.0. 8 Karya Ahmad Tholhah Ma’ruf,” *Latihan Ilmiah Sarjana Fakultas Syariah dan Hukum (Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang: 2018)*.
- Zainul Arifin, “Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat,” *Jurnal Ilmu Falak* 2, no. 1 (2018).

