

Implementasi Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Metode Vincenty dalam Bahasa Pemrograman C++

Muhammad Mundhir

mundhirmuhammad3@gmail.com
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Submitted Apr 12, 2025 Accepted Aug 30, 2025 Published Des 31, 2025 Keywords: Qibla Direction, Vincenty, C++ Programming. This is an open-access article under the CC-BY-SA License. 	<i>Determining the direction of the Qibla is an important aspect of Islamic worship practices. To accurately determine the Qibla direction, geodesic calculations that take into account the Earth's ellipsoidal shape are required. The Vincenty method, designed to calculate the distance and azimuth between two points on the surface of an ellipsoid, is a suitable choice for this calculation. This research aims to implement the Qibla direction calculation using the Vincenty method in the C++ programming language. The C++ programming language was chosen because it is a strongly-typed and flexible programming language, widely used for software development, IoT systems, computer systems, and robotic systems. This implementation utilizes the geographic coordinates of the user's location (latitude and longitude) and the coordinates of the Kaaba in Mecca (latitude 21.4225° N, longitude 39.8262° E) as input. The Vincenty method is used to calculate the azimuth from the user's location to the Kaaba, which is then interpreted as the Qibla direction. The implementation results are validated by comparing the calculations with tested Qibla direction applications. The results show that the Vincenty method provides high accuracy in determining the Qibla direction, with a difference of less than 2 minutes of longitude. This implementation can serve as a foundation for developing accurate digital Qibla direction applications or even simple microcontroller-based systems.</i>
ARTICLE INFO	ABSTRAK
	<i>Penentuan arah kiblat merupakan hal penting dalam praktik ibadah umat Islam. Untuk menentukan arah kiblat secara akurat, diperlukan perhitungan geodesi yang mempertimbangkan bentuk bumi yang elipsoid. Metode Vincenty, yang dirancang untuk menghitung</i>

jarak dan azimuth antara dua titik di permukaan elipsoid, menjadi pilihan tepat untuk perhitungan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan perhitungan arah kiblat menggunakan metode Vincenty dalam bahasa pemrograman C++. Pemilihan Bahasa Pemrograman C++ adalah karena bahasa pemrograman komputer yang strongly-typed dan fleksibel, serta banyak digunakan untuk pengembangan perangkat lunak, sistem IOT, sistem computer dan sistem Robotik. Implementasi ini memanfaatkan koordinat geografis lokasi pengguna (lintang dan bujur) serta koordinat Ka'bah di Mekkah (lintang 21.4225° LU, bujur 39.8262° BT) sebagai input. Metode Vincenty digunakan untuk menghitung azimuth dari lokasi pengguna ke Ka'bah, yang kemudian diinterpretasikan sebagai arah kiblat. Hasil implementasi divalidasi dengan membandingkan hasil perhitungan dengan aplikasi perhitungan arah kiblat yang sudah teruji. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Vincenty memberikan akurasi yang tinggi dalam menentukan arah kiblat, dengan selisih 2 menit busur. Implementasi ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi penentu arah kiblat berbasis digital yang akurat maupun berbasis mikrokontroler sederhana.

Pendahuluan

Penentuan arah kiblat merupakan aspek fundamental dalam pelaksanaan ibadah umat Islam, khususnya dalam salat. Arah kiblat merujuk pada arah yang menghadap ke Ka'bah di Mekkah, yang menjadi pusat orientasi ibadah. Setiap lokasi di permukaan bumi memiliki arah kiblat yang berbeda-beda. Bagi umat Islam yang berada di Mekkah dan sekitarnya, hal ini tidak menjadi masalah karena mereka lebih mudah dalam menentukan arah saat melaksanakan salat. Namun, bagi umat Islam yang tinggal jauh dari Mekkah, menentukan arah Ka'bah dengan tepat menjadi

tantangan.¹ Bahkan, para ulama memiliki perbedaan pendapat mengenai arah yang seharusnya diikuti. Hal ini disebabkan oleh kewajiban menghadap Ka'bah secara *haqiqi* (sebenarnya) sebagai salah satu syarat sahnya salat.² Menentukan arah kiblat pada dasarnya adalah menentukan perhitungan arah antara dua lokasi dari suatu titik tertentu menuju Ka'bah. Dalam hal ini, arah yang dimaksud merujuk pada jalur terpendek di permukaan bumi. Dengan kata lain, perhitungan dilakukan berdasarkan jarak terdekat antara kedua lokasi tersebut.³

Secara Umum penentuan arah kiblat umumnya dilakukan dengan dua metode. Metode pertama adalah dengan mengamati arah bayangan yang dihasilkan oleh *gnomon* atau tongkat yang ditancapkan secara tegak lurus pada permukaan datar. Cara ini hanya bisa digunakan ketika matahari berada diatas Ka'bah (*Rashdul Kiblat*) yang bertepatan pada tanggal 27 / 28 Mei dan tanggal 15 / 16 Juli tiap tahun. Cara kedua yaitu melalui proses perhitungan matematika dengan menggunakan rumus segitiga bola (trigonometri bola). Rumus yang dipakai pada teori

¹Arwin Juli Rakhmadi et al., "Frequency-Based Analysis of Mosque Qibla Errors in Medan," *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 7, no. 1 (2025): 37–50, <https://doi.org/10.21580/AL-HILAL.2025.7.1.24203>.

²Ahmad Izzuddin, "Typology Jihatul Ka'bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang," *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam* 4, no. 1 (November 1, 2020): 1–15, <https://doi.org/10.30659/JUA.V4I1.12186>.

³Slamet Hambali, *Ilmu Falak: Penentuan Awal, Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Semarang: Semarang: Program Pascasarjan IAN Walisongo, 2002).

trigonometri bola dalam menentukan arah kiblat adalah rumus ilmu ukur segitiga bola dengan memodelkan bumi berbentuk bola. Salah satu titik sudut segitiga bola ini adalah lokasi kota Mekkah, titik sudut yang kedua adalah kutub utara, dan titik sudut yang ketiga adalah lokasi tempat yang hendak dihitung arah kiblatnya.⁴

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode geodesi modern menawarkan solusi yang lebih akurat untuk menentukan arah kiblat. Salah satu metode yang dianggap paling presisi adalah Metode Vincenty, yang dirancang khusus untuk menghitung jarak dan azimuth antara dua titik di permukaan bumi yang berbentuk elipsoid. Metode ini memperhitungkan kelengkungan bumi dan memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode lingkaran besar (*great-circle distance*) yang mengasumsikan bumi sebagai bola sempurna. Menurut hasil penelitian dari Ahmad Izzuddin, teori geodesi inilah teori yang paling akurat untuk menentukan arah kiblat.⁵ Mawardi mengungkapkan bahwa hasil perhitungan nilai sudut menggunakan teori vinecnty lebih kecil dibandingkan menggunakan teori trigonometri bola, perbedaan ini disebabkan perbedaan teori dasar yakni dalam teori trigonometri bola yang

⁴Cut Nazar Mutia Hanum and Ismail Ismail, "Pandangan Tokoh Agama Jungka Gajah Terhadap Arah Kiblat Bagi Orang Yang Jauh Dari Ka'bah," *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 1, no. 2 (December 28, 2022): 169–86, <https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V1I2.934>.

⁵Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017).

menganggap bahwa bumi berbentuk bulat penuh seperti bola, sedangkan teori vincenty menganggap bumi berbentuk ellips yakni mempunyai jari-jari yang berbeda anatar pusat ke ekuator dengan pusat ke kutub.⁶ Salma mengungkapkan untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam perhitungan vincenty perlu diperhatikan juga untuk input data koordinat tempat maupun koordinat Ka'bah harus menggunakan koordinat geodetik bukan koordinat geografis, yang mana keduanya memiliki selisih hingga 1.7" busur.⁷

Implementasi perhitungan arah kiblat menggunakan Metode Vincenty dalam bahasa pemrograman menjadi solusi praktis dan efisien untuk memenuhi kebutuhan umat Islam dalam menentukan arah kiblat secara akurat. Dengan memanfaatkan koordinat geografis lokasi pengguna (lintang dan bujur) serta koordinat Ka'bah, perhitungan azimuth dapat dilakukan secara komputasional. Hasil perhitungan ini kemudian dapat diinterpretasikan sebagai arah kiblat yang presisi.

Bahasa pemrograman sering disebut juga sebagai bahasa komputer merupakan teknik perintah atau intruksi standar dalam mengendalikan Komputer. Pemrograman C++ merupakan bahasa

⁶Ismail Ismail, Dikson T. Yasin, and Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam," *Al-Mizan* 17, no. 1 (June 30, 2021): 115–38, <https://doi.org/10.30603/am.v17i1.2070>.

⁷Satrio Wicaksono, Moehammad Awaluddin, and Hani'ah Hani'ah, "ANALISIS SPASIAL ARAH KIBLAT KOTA SEMARANG," *Jurnal Geodesi Undip* 5, no. 4 (November 1, 2016): 225–32, <https://doi.org/10.14710/JGUNDIP.2016.13980>.

pemrograman yang sangat populer dalam pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak terutama dalam dunia teknik elektro. Pemrograman C++ sering dipakai dalam proyek mikrokontroler, perangkat elektornik sederhana dan platform pengembangan yang mendukung bahasa pemrograman ini.⁸

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Metode Vincenty dalam bahasa pemrograman C++ guna menghitung arah kiblat secara akurat. Implementasi ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi atau alat digital yang membantu umat Islam menentukan arah kiblat dengan mudah dan tepat, baik untuk keperluan pribadi maupun komunitas. Selain itu, validasi hasil perhitungan akan dilakukan dengan membandingkannya terhadap alat penentu arah kiblat yang sudah teruji, sehingga keakuratan metode ini dapat diverifikasi.⁹

Melalui implementasi ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang teknologi, khususnya dalam menyediakan solusi berbasis komputasi yang akurat dan dapat diandalkan untuk penentuan arah kiblat. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem GPS atau aplikasi mobile yang

⁸ Restu M., Daniella N., Elya S., Fahmi N., dan Intan A. penerapan Pemrograman C++ dalam Pengembangan Alat Elektronik Sederhana untuk Mahasiswa Teknik Elektro, *Jurnal Majemuk*. Vol. 3 No. 1. 2024, p. 152-171.

⁹Evi Fitriana et al., "Detection of Viral Haemorrhagic Septicemia in Marine Fisheries Commodity Using Real Time-PCR at Fish Quarantine Inspection Agency Denpasar, Bali," *Journal of Marine and Coastal Science* 13, no. 1 (February 28, 2024): 1-8, <https://doi.org/10.20473/jmcs.v13i1.37425>.

memudahkan pengguna dalam menentukan arah kiblat secara real-time.

METODE

Penelitian ini tergolong dalam jenis penelitian yang menggunakan metode penelitian dan pengembangan, atau dikenal dengan istilah *Research and Development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan adalah suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menciptakan produk tertentu sekaligus menguji keefektifan produk tersebut.¹⁰ Metode ini dimulai dengan tahap penelitian (*research*) untuk mengumpulkan informasi, dilanjutkan dengan tahap pengembangan (*development*) untuk menghasilkan produk baru. Produk yang dihasilkan dapat berupa perangkat keras (*hardware*), seperti buku, atau perangkat lunak (*software*), seperti program komputer. Dalam penelitian ini, produk yang dihasilkan adalah sebuah coding Python untuk perhitungan arah kiblat. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang bersifat deskriptif, yaitu dengan menjelaskan metode pemrograman arah kiblat menggunakan Bahasa Pemrograman C++.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian Arah Kiblat

Secara etimologi, arah kiblat terdiri dari dua kata yaitu arah dan kiblat. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, arah berarti tujuan dan maksud.¹¹ Sedangkan kata kiblat memiliki arti arah menuju Ka'bah yang berada di Mekkah ketika waktu salat.¹² Kata kiblat secara harfiah berasal dari bahasa arab yakni *قبلة* yang merupakan

¹⁰ Sudaryono, *Metode Penelitian Pendidikan*, (Jakarta: Kencana, 2016), p. 15.

¹¹Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus Bahasa Indonesia* (Jakarta: Pusat Bahasa, 2008), p. 84.

¹² Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus Bahasa Indonesia*, p. 769.

masdar dari kata قبل – يقبل - قبله yang berarti menghadap.¹³ Dalam Ensiklopedia Hukum Islam, kiblat adalah konstruksi Ka'bah atau arah yang dituju umat Islam dalam melaksanakan sebagian ibadah.¹⁴ Slamet Hambali dalam buku *Ilmu Falak Arah: Kiblat Setiap Saat*, menjelaskan bahwa arah kiblat yakni arah terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola Bumi. Lingkaran bola Bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut dengan lingkaran kiblat, lingkaran ini dapat diartikan sebagai lingkaran bola Bumi yang melalui sumbu atau poros kiblat. Sumbu kiblat ini merupakan garis tengah bola Bumi yang menghubungkan Ka'bah dengan titik balik Ka'bah melalui pusat Bumi.¹⁵ Ahmad Izzuddin mendefinisikan arah kiblat dengan arah terdekat seseorang menuju Ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap kearahnya saat mengerjakan salat.¹⁶

Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa arah kiblat merupakan arah terdekat dari suatu tempat menuju Ka'bah di Mekkah, yang ditunjukkan melalui busur lingkaran besar bola Bumi dan merupakan kewajiban bagi setiap muslim menghadap kiblat ketika melaksanakan ibadah salat.¹⁷

Adapun dasar hukum arah kiblat yang tertuang dalam Al-Qur'an dan Hadis adalah sebagai berikut:

¹³Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), p. 1087-1088.

¹⁴ bdul Aziz Dahlan dkk, *Ensiklopedi Hukum Islam*, Jilid. III, (Jakarta: Ikhtiar Baru Van Hoeve, 1997), p. 944.

¹⁵Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), p. 14.

¹⁶Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2011), cet. 3, p. 20.

¹⁷Muhammad Awaludin, Ahamd Izzuddin, and Agus Nurhadi, "A Dialectical Analysis Of Fiqh And Scientific Perspectives On Qibla Direction Of Ancient Mosques In Lombok," *INJECT (Interdisciplinary Journal of Communication)* 10, no. 1 (June 23, 2025): 277–96, <https://doi.org/10.18326/inject.v10i1.4330>.

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ
الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ
مِنْ رَبِّهِمْ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ ﴿١٤٤﴾

"Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Dan dimana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab (Taurat dan injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan." (QS. Al-Baqarah 2:144).¹⁸

Ayat di atas merupakan perintah terkait pemindahan kiblat umat Islam dari Baitul Maqdis berubah dan kembali ke tempat asalnya yaitu Ka'bah.¹⁹ Perintah dalam ayat tersebut dapat dilihat pada kata *فَوَلِّ* yang merupakan bentuk fi'il 'amr (perintah) yang artinya palingkanlah.²⁰ Dalam tafsir al-Maraghi, kata *وَجْهِكَ* dalam ayat ini dimaksudnya untuk seluruh badan. Sedangkan kata *شَطْرَ* bermakna *jihhah* yang berarti arah.²¹

Adapun dasar hukum Arah kiblat dalam Hadis adalah sebagai berikut:

¹⁸ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Terjemahannya: Edisi Penyempurnaan 2019* (Jakarta: Lajnah Pentashihan Musaf Al-Qur'an, 2019), p. 29.

¹⁹Roslan Umar, "Accuracy of Qibla Direction: Evaluating Smartphone Apps with the Istiwa' Adzam Method," *Islamiyyat* 47, no. 1 (June 3, 2025): 3-14, <https://doi.org/10.17576/islamiyyat-2025-4701-01>.

²⁰Ardana Ash Siddiqi and Friska Linia Sari, "Implementation of Cattle Grazing Positions for Determining Cardinal Directions and the Qibla Direction," *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 180-98, <https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V4I1.3470>.

²¹Ahmad bin Muṣṭafa al-Marāghī, *Tafsir Al- Marāghī*, Jilid II (Kairo: Maktabah Muṣṭafa Al-Babi Al-halabi, 1946), p. 9-11.

عن أبي هريرة رضي الله تعالى عنه قال : قال رسول الله صلى الله عليه وسلم : استقبل
القبلة وكبر (رواه البخاري)

"Dari Abi Hurairah r.a. berkata Rasulullah saw bersabda: "menghadap kiblat lalu takbir". (H.R. Bukhari).²²

Kedua Hadis tersebut menguatkan kandungan hukum serta semakin menegaskan kewajiban untuk menghadap kiblat bagi orang yang melaksanakan salat. Berdasarkan dalil-dalil Al-Qur'an dan Hadis di atas dapat disimpulkan bahwa menghadap kiblat adalah suatu kewajiban yang telah ditetapkan dalam hukum dan syariat.²³ Sehingga para ahli fikih sepakat mengatakan bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sah salat. Maka tiadalah kiblat yang lain bagi umat Islam melainkan Ka'bah di Masjidil Haram.

Algoritma Vincenty

Metode hisab vincenty berawal dari teori geodesi. Geodesi diambil dari bahasa Yunani, $\gamma\eta$ (*geo*) yang berarti bumi dan $\delta\alpha\tau\omega$ (*daisia*) yang berarti membagi, sehingga kata *geodaisia* atau *geodeien* berarti membagi bumi.²⁴ Definisi klasik geodesi menurut Helmert adalah ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan Bumi. Menurut Torge, definisi di atas mencakup pula permukaan dasar laut.²⁵ Walaupun definisi klasik tersebut sampai batas tertentu masih dapat dipakai, tetapi definisi tersebut tidak

²²Abi Abdillah Muhammad bin Isma'il al-Bukhari, *Shahih al Bukhari*, Juz. I, (Beirut: Dar al- Kutub al-'Ilmiyyah, t.t.), p. 130.

²³Abdul Kohar, "Al-Biruni's Contribution To The Development Of Qibla Determination Methods: Historical Analysis And Scientific Relevance," *AJIS: Academic Journal of Islamic Studies* 10, no. 1 (May 31, 2025): 253-76, <https://doi.org/10.29240/ajis.v10i1.12600>.

²⁴Joenil Kahar, *Geodesi* (Bandung: ITB, 2008), p. 6.

²⁵Wicaksono, Awaluddin, and Hani'ah, "ANALISIS SPASIAL ARAH KIBLAT KOTA SEMARANG."

dapat menampung perkembangan ilmu geodesi yang terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu.²⁶

dikemukakan oleh Thaddeus Vincenty seorang ahli geodesi dari Polandia-Amerika yang mengasumsikan bentuk bumi ellipsoid (elips putar) yakni bumi mengalami pengepungan (f) pada kedua kutubnya sehingga jari-jari ke arah ekuator lebih panjang (a) dari pada jari-jari ke arah kutub (b), sehingga hubungan antara ketiganya adalah $f = (a-b)/a$.²⁷ Selanjutnya koordinat yang digunakan dalam teori ini berpedoman pada koordinat World Geodetic System 1984 (WGS 84) yang merupakan sistem koordinat kartesian tangan kanan.²⁸

Adapun rumus Vincenty untuk penentuan arah kiblat adalah

²⁶ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 2001), p. 1.

²⁷ Faruk Yıldırım et al., "The Qibla Direction Problem in Large-Scale Maps and Its Representation with Geodetic Accuracy: The Case of Türkiye," *International Journal of Engineering and Geosciences* 10, no. 2 (July 15, 2025): 151-63, <https://doi.org/10.26833/ijeg.1531806>.

²⁸ Anwar Anwar, Bukhari Bukhari, and Andi Mardika, "Bridging Law and Astronomy: The Influence of Astronomy on Islamic Law," *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 2 (December 1, 2024): 156-70, <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v3i2.3646>.

$$\sin \sigma = \frac{\sqrt{[(\cos U_2 \sin \lambda)^2 + \cos U_2 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda]^2}}{}$$

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos \lambda$$

$$\sigma = \arctan = \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma}$$

$$\sin \alpha = \frac{\cos U_1 \cos U_2 \sin \lambda}{\sin \sigma}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\cos (2\sigma_m) = \cos \sigma - \frac{2 \sin U_1 \sin U_2}{\cos^2 \alpha}$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [(4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha))]$$

$$\lambda = L + (1 - C)f \sin \alpha \sigma + C \sin \sigma [\cos(2\sigma_m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m))]$$

$$u^2 = \cos^2 \alpha \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} 4096 + u^2 [-768 + u^2 (320 - 175u^2)]$$

$$B = \frac{u^2}{1024} 256 + u^2 [-128 + u^2 974 - 47u^2]$$

$$\Delta \sigma = B \sin \sigma \cos (2\sigma_m) + \frac{1}{4} B [\cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m)) - \frac{1}{6} B \cos(2\sigma_m) (-3 + 4 \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \cos^2 \sigma (2\sigma_m))]$$

$$s = b A (\sigma - \Delta \sigma)$$

$$\alpha_1 = \arctan \frac{(\cos U_2 \sin \lambda)}{(\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda)}$$

$$\alpha_1 = \arctan \frac{(\cos U_2 \sin \lambda)}{(-\sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos \lambda)}$$

Keterangan:

- A : Panjang mayor axis dari ellipsoid atau radius Bumi di Equator (6378137.0 meter dalam WGS-84)
B : Panjang minor axis dari ellipsoid atau radius Bumi di Kutub (6356752.314 meter dalam WGS-84)

- F : $(a - b) / a$ Penggepengan ($1/298.257223563$ dalam WGS-84)
 ϕ_1, ϕ_2 : Koordinat lintang geografis
U1 : $\arctan [(1/f) \tan \phi_1] =$ Koreksi lintang
U2 : $\arctan [(1/f) \tan \phi_2] =$ Koreksi lintang
 $\lambda_1 \lambda_2$: Koordinat bujur geografis

Meskipun dalam perhitungannya sangat rumit namun tingkat akurasi sangat tinggi. Metode hisab ini harus melakukan iterasi (pengulangan hisab) hingga selisih L sama dengan nol (0). Persamaan metode vincenty dan trigonometri bola yaitu sama-sama menggunakan acuan garis *ortodrom* dengan sudut azimuth yang selalu berubah-ubah sesuai dengan letak lintang dan bujur suatu tempat. Persamaan lainnya ialah sama-sama terbentuk dari lingkaran besar (*great circle*) oleh sebuah lingkaran dalam hal ini bumi.²⁹

Perbedaan dari keduanya ialah, metode segitiga bola menggunakan pendekatan bahwa bentuk bumi bulat. Sedangkan dalam metode vincenty pendekatan yang digunakan adalah bentuk bumi elipsoid. Penelitian oleh Ahmad Izzudin menyatakan bahwa ada selisih metode hisab vincenty dan metode hisab segitiga bola sebesar $8'$ (delapan menit busur).³⁰ Jadi, antara metode vincenty dan segitiga bola tentulah yang lebih akurat adalah metode vincenty karena memperhitungkan bentuk Bumi yang

²⁹Kurniawan Kurniawan, "Respon Masyarakat Terhadap Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Keyakinan (Studi Kasus Desa Wora Kec. Wera Kab. Bima)," *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 122–41, <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v4i1.3440>.

³⁰Nurul Izza and Sartika Sartika, "Implementation of L-Qibla for Qibla Direction Indicators in Graves," *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 142–61, <https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V4I1.3938>.

sesungguhnya yaitu elipsoid, bukan berbentuk bulat bola (metode segitiga bola).³¹

Pemrograman Arah kiblat Vincenty Berbasis C++

1. Visual Code Studio

Visual Studio Code adalah editor teks yang ringan dan andal, dikembangkan oleh Microsoft untuk berbagai sistem operasi, sehingga dapat digunakan di Linux, Mac, dan Windows. Editor ini secara native mendukung bahasa pemrograman seperti JavaScript, TypeScript, dan Node.js, serta bahasa lain seperti C++, C#, Python, Go, dan Java melalui plugin yang bisa diinstal dari marketplace Visual Studio Code. Banyak fitur canggih tersedia di Visual Studio Code, termasuk Intellisense, integrasi Git, debugging, dan kemampuan ekstensi yang memperluas fungsionalitas editor. Fitur-fitur ini terus diperbarui dan ditambah seiring dengan rilis versi baru yang dilakukan secara berkala setiap bulannya. Hal inilah yang membuat Visual Studio Code unggul dibandingkan editor teks lainnya.³²

2. Tahapan Pemrograman

Untuk pembuatan coding arah kiblat vincenty menggunakan Visual Code Studio memerlukan beberapa langkah sebelum pemrograman, antara lain sebagai berikut:

1. Unduh dan Instal Aplikasi Visual Studio Code, kemudian Buka.
2. Install Ekstensi C/C++ dengan cara klik ikon Extensions pada kiri sidebar atau Klik (Ctrl+Shift+X).

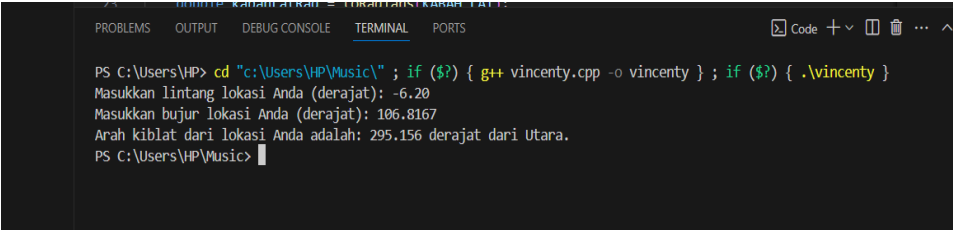
³¹Ahmad Izzudin, Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya, AICIS XII (Annual International Conference on Islamic Studies (Surabaya: t.p., 2012), p. 774-777

³²Rizkyellyasa Simon Martin and Yohanes Dewanto, "Prototipe Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Kamera Berbasis Raspberry," *Jurnal Teknologi IndustriM* 12, no. 1 (2023): 21-29.

3. Instal Compailer C++ seperti GCC (GNU Compailer Collection), untuk menjalankan Kode C++. Untuk windows menggunakan MinGW (Minimalist GNU for Windows).
4. Buat projecr baru dan berikan nama project (misalnya: qibla_Vincenty.cpp)
5. Tahap pembuatan coding dalam main.cpp.

```
1 #include <iostream>
2 #include <cmath>
3
4 // Konstanta untuk ellipsoid WGS84
5 const double a = 6378137.0; // Semi-major axis
6 const double f = 1 / 298.257223563; // Flattening
7 const double b = (1 - f) * a; // Semi-minor axis
8
9 // Koordinat Ka'bah di Mekkah
10 const double KABAH_LAT = 21.422487; // Lintang Ka'bah dalam derajat
11 const double KABAH_LON = 39.826206; // Bujur Ka'bah dalam derajat
12
13 // Fungsi untuk mengubah derajat ke radian
14 double toRadians(double degrees) {
15     return degrees * M_PI / 180.0;
16 }
17
18 // Fungsi untuk menghitung arah kiblat menggunakan metode Vincenty
19 double calculateQiblaDirection(double userLat, double userLon) {
20     // Konversi koordinat ke radian
21     double userLatRad = toRadians(userLat);
22     double userLonRad = toRadians(userLon);
23     double kabahLatRad = toRadians(KABAH_LAT);
24     double kabahLonRad = toRadians(KABAH_LON);
25
26     // Menghitung selisih bujur
27     double deltaLon = kabahLonRad - userLonRad;
28
29     // Menghitung arah kiblat
30     double y = sin(deltaLon);
31     double x = cos(userLatRad) * tan(kabahLatRad) - sin(userLatRad) * cos(deltaLon);
32     double qiblaDirection = atan2(y, x);
33
34     // Konversi hasil ke derajat dan pastikan positif (0-360 derajat)
35     qiblaDirection = qiblaDirection * 180.0 / M_PI;
36     qiblaDirection = fmod((qiblaDirection + 360.0), 360.0);
37
38     return qiblaDirection;
39 }
40
41 int main() {
42     // Input koordinat pengguna
43     double userLat, userLon;
44     std::cout << "Masukkan lintang lokasi Anda (derajat): ";
45     std::cin >> userLat;
46     std::cout << "Masukkan bujur lokasi Anda (derajat): ";
47     std::cin >> userLon;
48
49     // Hitung arah kiblat
50     double qiblaDirection = calculateQiblaDirection(userLat, userLon);
51
52     // Output hasil
53     std::cout << "Arah kiblat dari lokasi Anda adalah: " << qiblaDirection << " derajat dari Utara." << std::endl;
54
55     return 0;
56 }
```

6. Setelah selesai, compile dan jalankan program untuk mengetes keberhasilan program dengan klik Run code, kemudian muncul kolom Terminal untuk melakukan pengetesan. Adapun contoh tampilannya adalah sebagai berikut;



```
PS C:\Users\HP> cd "c:\Users\HP\Music\" ; if ($?) { g++ vincenty.cpp -o vincenty } ; if ($?) { .\vincenty }  
Masukkan lintang lokasi Anda (derajat): -6.20  
Masukkan bujur lokasi Anda (derajat): 106.8167  
Arah kiblat dari lokasi Anda adalah: 295.156 derajat dari Utara.  
PS C:\Users\HP\Music>
```

Perbandingan dengan Rumus Trigonometri Bola

Setelah program selesai dibuat tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan mengkomparasikan hasil perhitungan dengan metode lain yakni, Trigonometri Bola untuk mengetahui selisih perhitungannya. Adapaun hasil perbandingannya terdapat pada table berikut;

Tabel 1. Perbandingan Teori Vincenty dengan Trigonometri

No	Kota	Koordinat	Vincenty	Trigonometri Bola	Selisih
1	Jakarta	6°12'S, 106°49'E	295° 07' 12"	295° 06' 00"	0° 01' 12"
2	Semarang	6°58'S, 110°25'E	294° 16' 12"	294° 15' 00"	0° 01' 12"
3	Banyumas	7°28'S, 109°08'E	294° 37' 12"	294° 36' 00"	0° 01' 12"
4	Kudus	6°48'S, 110°50'E	294° 11' 24"	294° 10' 12"	0° 01' 12"
5	Surabaya	7°15'S, 112°45'E	293° 53' 24"	293° 52' 12"	0° 01' 12"
6	Aceh	5°33'N, 95°19'E	291° 58' 48"	291° 57' 00"	0° 01' 48"
7	Papua	2°30'S, 140°42'E	288° 21' 00"	288° 19' 12"	0° 01' 48"

Validasi Hasil

Selanjutnya, penulis juga melakukan uji akurasi hasil perhitungan dari program arah kiblat metode vincenty dengan aplikasi arah kiblat yang sering digunakan oleh user android yaitu Aplikasi Islamic Times yang diterbitkan oleh PT Someah Kreatif Nusantara. Adapun dalam segi akurasinya menurut Fatimah yang telah membandingkan dengan alat Theoolite mendapatkan ketelitian

hingga 8 menit busur.³³ Adapapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut;

Tabel 2. Verifikasi Rumus Vincenty dengan Aplikasi Islamic Times

No	Kota	Koordinat	Islamic Times	Vincenty	Selisih
1	Jakarta	6°12'S, 106°49'E	294° 56' 24"	295° 07' 12"	0° 10' 48"
2	Semarang	6°58'S, 110°25'E	294° 11' 24"	294° 16' 12"	0° 04' 48"
3	Banyumas	7°28'S, 109°08'E	294° 31' 48"	294° 37' 12"	0° 05' 24"
4	Kudus	6°48'S, 110°50'E	294° 06' 36"	294° 11' 24"	0° 04' 48"
5	Surabaya	7°15'S, 112°45'E	293° 48' 00"	293° 53' 24"	0° 05' 24"
6	Aceh	5°33'N, 95°19'E	291° 52' 48"	291° 58' 48"	0° 06' 00"
7	Papua	2°30'S, 140°42'E	288° 18' 36"	288° 21' 00"	0° 02' 24"

KESIMPULAN

Hasil penelitian menyatakan bahwa perhitungan arah kiblat menggunakan metode Vincenty dengan bahasa pemrograman C++ dengan metode Trigonometri Bola terjadi selisih antara 01' 12" hingga 01' 48" atau hanya 2 menit busur saja. Kemudian jika dibandingkan dengan aplikasi Android Islamic Times mendapatkan hasil selisih antara 02' 24" hingga 10' 48" atau hingga 11 menit Busur. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya selisih perhitungan diatas adalah pertama, adanya perbedaan teori antara Trigonometri bola dengan menganggap bahwa Bumi berbentuk Bola utuh yang berbeda dengan Teori Vincenty yang menganggap bahwa bentuk Bumi adalah Ellipsoid atau tidak bulat sempurna. Kedua, penggunaan titik koordinat juga mempengaruhi hasil

³³Fatimah Nur Aliyah, Uji Akurasi Aplikasi Islamic Times dalam penentuan Arah Kiblat, Skripsi, UIN Walisongo Semarang, 2021, p. 88.

perhitungan antara Koordinat Geografis dengan Koordinat Geodetik.

Berdasarkan temuan dari penelitian tersebut, perlu dilakukan pengukuran lapangan secara langsung dengan bantuan alat seperti istiwa'ain maupun Theodolite untuk menunjukkan arah kiblat sesuai dengan hasil perhitungan tersebut. Hasil pemrograman ini bisa diaplikasikan pada suatu alat mikrokontroler yang mana bisa digunakan sebagai alternatif alat ukur arah kiblat elektronik sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kohar. "Al-Biruni's Contribution To The Development Of Qibla Determination Methods: Historical Analysis And Scientific Relevance." *AJIS: Academic Journal of Islamic Studies* 10, no. 1 (May 31, 2025): 253–76. <https://doi.org/10.29240/ajis.v10i1.12600>.
- Ahmad Izzuddin. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017.
- Anwar, Anwar, Bukhari Bukhari, and Andi Mardika. "Bridging Law and Astronomy: The Influence of Astronomy on Islamic Law." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 2 (December 1, 2024): 156–70. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v3i2.3646>.
- Awaludin, Muhammad, Ahamd Izzuddin, and Agus Nurhadi. "A Dialectical Analysis Of Fiqh And Scientific Perspectives On Qibla Direction Of Ancient Mosques In Lombok." *INJECT (Interdisciplinary Journal of Communication)* 10, no. 1 (June 23, 2025): 277–96. <https://doi.org/10.18326/inject.v10i1.4330>.
- Cut Nazar Mutia Hanum, and Ismail Ismail. "Pandangan Tokoh Agama Jungka Gajah Terhadap Arah Kiblat Bagi Orang Yang Jauh Dari Ka'bah." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 1, no. 2 (December 28, 2022): 169–86. <https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V1I2.934>.
- Fitriana, Evi, Hapsari Kenconoajati, Mohammad Faizal Ulkhaq, Arif Habib Fasya, and Wahyu Nurlita. "Detection of Viral

- Haemorrhagic Septicemia in Marine Fisheries Commodity Using Real Time-PCR at Fish Quarantine Inspection Agency Denpasar, Bali." *Journal of Marine and Coastal Science* 13, no. 1 (February 28, 2024): 1-8. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v13i1.37425>.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak: Penentuan Awal, Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Semarang: Program Pascasarjan IAN Walisongo, 2002.
- Ismail, Ismail, Dikson T. Yasin, and Zulfiah. "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam." *Al-Mizan* 17, no. 1 (June 30, 2021): 115-38. <https://doi.org/10.30603/am.v17i1.2070>.
- Izza, Nurul, and Sartika Sartika. "Implementation of L-Qibla for Qibla Direction Indicators in Graves." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 142-61. <https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V4I1.3938>.
- Izzuddin, Ahmad. "Typology Jihatul Ka'bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang." *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam* 4, no. 1 (November 1, 2020): 1-15. <https://doi.org/10.30659/JUA.V4I1.12186>.
- Kurniawan, Kurniawan. "Respon Masyarakat Terhadap Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Keyakinan (Studi Kasus Desa Wora Kec. Wera Kab. Bima)." *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 122-41. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v4i1.3440>.
- Martin, Rizkyellyasa Simon, and Yohanes Dewanto. "Prototipe Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Kamera Berbasis Raspberry." *Jurnal Teknologi IndustriM* 12, no. 1 (2023): 21-29.
- Rakhmadi, Arwin Juli, Hariyadi Putraga, Marataon Ritonga, and Ismail Ismail. "Frequency-Based Analysis of Mosque Qibla Errors in Medan." *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 7, no. 1 (2025): 37-50. <https://doi.org/10.21580/AL-HILAL.2025.7.1.24203>.
- Siddiqi, Ardana Ash, and Friska Linia Sari. "Implementation of Cattle Grazing Positions for Determining Cardinal Directions and the Qibla Direction." *Astroislamica: Journal of Islamic*

- Astronomy* 4, no. 1 (June 1, 2025): 180–98.
<https://doi.org/10.47766/ASTROISLAMICA.V4I1.3470>.
- Umar, Roslan. "Accuracy of Qibla Direction: Evaluating Smartphone Apps with the Istiwa' Adzam Method." *Islamiyyat* 47, no. 1 (June 3, 2025): 3–14.
<https://doi.org/10.17576/islamiyyat-2025-4701-01>.
- Wicaksono, Satrio, Moehammad Awaluddin, and Hani'ah Hani'ah. "ANALISIS SPASIAL ARAH KIBLAT KOTA SEMARANG." *Jurnal Geodesi Undip* 5, no. 4 (November 1, 2016): 225–32.
<https://doi.org/10.14710/JGUNDIP.2016.13980>.
- Yıldırım, Faruk, Fatih Kadı, Şakir Levent Şahin, and Bayram Uzun. "The Qibla Direction Problem in Large-Scale Maps and Its Representation with Geodetic Accuracy: The Case of Türkiye." *International Journal of Engineering and Geosciences* 10, no. 2 (July 15, 2025): 151–63. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1531806>.