

Implementation of Spherical Trigonometry Qibla Direction Formula with Modern Calculating Tools

Nuril Fathoni Hamas¹, Abdul Ghofur²
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang²³
Email: dimashamas18@gmail.com¹, aghofur2009@gmail.com²

Abstract: The determination of the direction of the Qibla can now be calculated using spherical trigonometry theory. However, in its application there are still shortcomings in the correct placement of quadrants related to the results, such as producing UB, SB, UT, ST, this will make the calculation results of the Qibla azimuth less precise. So this paper will examine the implementation of spherical trigonometry of the Qibla direction formula with modern calculating tools, so that errors in quadrant placement can be avoided. The research method used to complete this paper is a qualitative method literature study. Data sources are taken from books, journals and several articles from electronic media then analyzed using descriptive analysis techniques. The results of this study are the application of the spherical trigonometry formula for the direction of the Qibla can be done with modern calculating tools using the atan2 function which is already available in various programming including Excel. The use of this atan2 function will provide the results of the Qibla direction according to the correct quadrant, so that calculation errors can be minimized..

Keywords: *Qibla Direction, Spherical Trigonometry, Modern Calculating Tool.*

Abstract: Penentuan arah kiblat saat ini sudah dapat dihitung dengan menggunakan teori trigonometri bola. Akan tetapi dalam penerapannya masih terdapat kekurangan dalam penempatan kuadran yang benar terkait hasilnya, seperti akan menghasilkan UB, SB, UT, ST, hal ini akan menjadikan hasil perhitungan azimuth kiblat kurang tepat. Maka tulisan ini akan mengkaji implementasi trigonometri bola rumus arah kiblat dengan alat hitung modern, sehingga kesalahan penempatan kuadran dapat dihindari. Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan tulisan ini yaitu dengan studi pustaka metode kualitatif. Sumber data diambil dari buku-buku, jurnal dan beberapa artikel dari media elektronik kemudian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif. Hasil dari penelitian ini adalah penerapan rumus trigonometri bola arah kiblat dapat dilakukan dengan alat hitung modern dengan menggunakan fungsi atan2 yang sudah tersedia di berbagai pemrograman termasuk dalam excel. Penggunaan fungsi atan2 ini akan memberikan hasil arah kiblat sesuai dengan kuadran yang benar, sehingga kesalahan perhitungan dapat diminimalisir.

Kata Kunci: *Arah Kiblat, Trigonometri Bola, Alat Hitung Modern*

PENDAHULUAN

Salah satu metode penentuan arah kiblat yang umum dikenal yaitu menggunakan rumus segitiga bola (spherical trigonometry).¹ Rumus segitiga bola ini akan menghasilkan sudut yang berasal dari arctan B yang diukur dari arah utara bumi ke arah barat sebesar arah B tersebut.² Dengan adanya alat hitung modern yang ada dalam komputer, seperti excel dan lain sebagainya, perhitungan rumus trigonometri bola arah kiblat dapat dengan mudah dilakukan. Namun dalam penerapannya, rumus trigonometri bola arah kiblat masih terdapat 4 kategori untuk menghitung

¹ Youla Azkarrula and Zaki Mubarak, "Analysis of Qibla Direction Determination Algorithm in Android Application KESAN," *KULMINASI: Journal of Falak and Sharia* 3, no. 1 SE-Articles (August 2, 2024): 54, <https://journal.ar-raniry.ac.id/kulminasi/article/view/4196>.

² Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak: Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2011), 53.



selisih bujur dan azimuth kiblatnya.³ Sehingga hal tersebut kurang begitu efisien mengingat alat hitung yang digunakan saat ini sudah menggunakan komputer yang memiliki fungsi yang kompleks.

Kajian mengenai perhitungan arah kiblat dengan rumus trigonometri bola telah lama menjadi pembahasan peneliti. Setidaknya terdapat dua kecenderungan terhadap kajian ini. Pertama, melihat analisis rumus trigonometri bola dalam penentuan arah kiblat seperti yang dilakukan oleh Muhammad Taufik Hikayat, dkk.⁴ Selain itu juga dilakukan oleh Raihanny Nadira Amriely dkk.⁵ Kedua, kajian yang membahas aplikasi rumus trigonometri bola arah kiblat, seperti yang dilakukan oleh Iwan Kuswidi⁶. Dari tulisan tersebut tampak bahwa pembahasan seputar trigonometri arah kiblat hanya membahas terkait analisis dan aplikasi. Belum ada tulisan yang membahas secara khusus implementasi rumus trigonometri bola arah kiblat dengan menggunakan alat hitung modern. Sehingga implementasi rumus ini perlu untuk dikaji dengan seksama.

Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana implementasi rumus trigonometri arah kiblat dengan menggunakan alat hitung modern. Selain bertujuan untuk memberikan gambaran terkait implementasi rumus trigonometri arah kiblat, tulisan ini menganalisis efektifitas penggunaan alat hitung modern dalam penerapan rumus trigonometri bola arah kiblat. Jawaban terhadap kedua tujuan tersebut memberikan gambaran implementasi rumus trigonometri bola arah kiblat untuk menghasilkan azimuth kiblat dengan lebih praktis.

Tulisan ini berargumen bahwa implementasi rumus trigonometri arah kiblat dengan alat hitung modern dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi atan2. Penggunaan fungsi atan2 dapat memberikan keefektifan dalam perhitungan karena tidak perlu membagi perhitungan selisih bujur kepada empat kategori. Sehingga kesalahan dalam proses perhitungan arah kiblat dapat diminimalisir. Selain itu, fungsi atan2 saat ini sudah tersedia dalam fungsi bawaan pada setiap pemrograman yang berkembang saat ini.

³ sebagai mana terpapar dalam buku-buku ilmu falak. Lihat Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, Cetakan Pe (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012); Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, Cet. I (Malang: UIN Malang Press, 2008); Khazin, *Ilmu Falak: Teori Dan Praktik*; Abdul Karim and M R J Nasir, "Mengenal Ilmu Falak: Teori Dan Implementasi," ed. Qoni, *Yogyakarta: Qudsi Media* (Yogyakarta: Qudsi Media, 2012); A. Jamil, *ILMU FALAK TEORI & APLIKASI (Arab Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun)* (Jakarta: AMZAH, 2018).

⁴ Mohamad Taufik Hikayat, Indah Nursupriana, and Muhamad Ali Misri, "Analisis Rumus Trigonometri Dalam Penentuan Arah Kiblat," *PEDLAMATIKA: Journal of Mathematical Science and Mathematics Education* 1, no. 1 (2018).

⁵ Raihanny Nadira Amriely, Rahma Syifa Nurhanifah, and Muhammad Ali Husaeni, "Dinamika Penentuan Arah Kiblat Dengan Perhitungan Trigonometri Bola Di Desa Pasirjambu," *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung* 3, no. 8 (2024).

⁶ Iwan Kuswidi, "Aplikasi Trigonometri Dalam Penentuan Arah Kiblat" (UIN Sunan Kalijaga, 2003).

METODE PENELITIAN

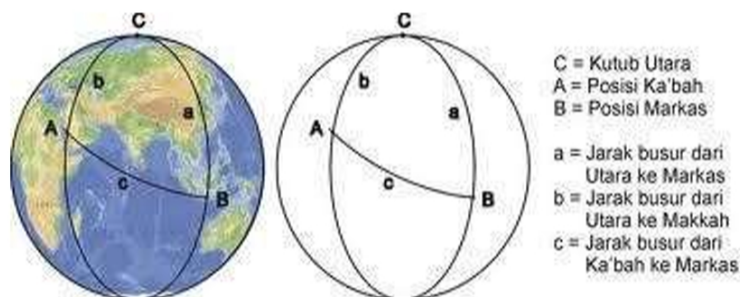
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kepustakaan (library research) dalam penulisannya. Tulisan ini menggambarkan penerapan rumus trigonometri bola arah kiblat dengan menggunakan alat hitung modern yang ada dalam komputer. Sumber data yang digunakan bersumber dari buku-buku, jurnal dan beberapa artkrl dari media elektronik yang berkaitan dengan perhitungan arah kiblat tersebut. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dimana setiap prosesnya akan dilaksanakan pengumpulan data dari sumber-sumber yang telah disebutkan kemudian data yang sudah ada akan disusun dan diolah untuk mendapatkan gambaran mengenai implementasi trigonometri bola rumus arah kiblat dengan alat hitung modern.⁷

HASIL DAN PEMBAHASAN

Trigonometri Bola Dalam Perhitungan Arah Kiblat

Penentuan arah kiblat pada dasarnya adalah menghitung sudut yang dibentuk dari titik daerah yang diukur arah kiblatnya menuju ke titik ka'bah. Shingga dalam penentuan arah kiblat terdapat beberapa titik yang digunakan, titik kutub utara, titik koordinat ka'bah dan titik koordinat tempat yang diukur arah kiblatnya.⁸ Ketiga titik tersebut jika dihubungkan akan membentuk segitiga bola, karena bumi digambarkan berbentuk bola. Ilustrasi sudut kiblat suatu tempat atau daerah tertentu terlihat pada gambar berikut.

Gambar 1. Ilustrasi Segitiga Bola Arah Kiblat



Pada Gambar 1 nampak bola bumi yang membentuk segitiga bola ABC. Busur-busur segitiga bola itu adalah abc. Unsur-unsur yang ada pada segitiga bola, dapat dihitung dengan kaidah-kaidah ilmu ukur segitiga bola atau spherical trigonometri. Perbandingan unsur-unsur yang ada pada segitiga bola, dinamakan perbandingan-perbandingan geniometri atau fungsi-fungsi geniometri. Adapun ketentuan dasar segitiga bola adalah bahwa apabila salah satu sudut segitiga

⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif Dan R&D* (Bandung: CV. ALFABETA, 2013), hlm.147

⁸ Mohd. Kalam Daud and Muhammad Kamalussafir, "Akurasi Arah Kiblat Komplek Pemakaman Ditinjau Menurut Kaidah Trigonometri (Studi Kasus Di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh)," *Samarah: Jurna Hukum Keluarga Dan Hukum Islam* 2, no. 2 (2018): 517.

bola besarnya 90° , maka segitiga bola itu dinamakan segitiga bola siku-siku. Sedangkan bila salah satu sisi (busur) besarnya 90° , maka namanya segitiga bola kuadran.⁹

Perhitungan arah kiblat dilakukan dengan ilmu ukur trigonometri bola atau spherical trigonometri. Terdapat tiga titik pada perhitungan segitiga bola dalam pengukuran arah kiblat, diantaranya:

Titik A adalah lokasi Ka'bah yaitu $LK = 21^\circ 25' 20''$ (LU) dan $BK = 39^\circ 49' 34''$ (BT);

Titik B adalah lokasi pengamat yang akan dihitung arah kiblatnya;

Titik C adalah posisi kutub utara.

Titik A dan C adalah dua titik yang tidak berubah, sedangkan titik B senantiasa berubah tergantung lokasi mana yang dihitung arah kiblatnya, misalnya kota Semarang ($LT = -7^\circ 0'$, $BT = 110^\circ 24'$). Apabila ketiga titik tersebut dihubungkan dengan garis lengkung, maka jadilah segitiga bola. Titik A adalah lokasi ka'bah (Makkah), titik B adalah lokasi pengamat di Semarang dan C adalah lokasi kutub utara.

Berdasarkan uraian diatas, diketahui bahwa perhitungan arah kiblat merupakan suatu perhitungan untuk mengetahui berapa besar nilai sudut θ yang diapit oleh sisi a dan sisi c . Pembuatan gambar segitiga bola berguna untuk membantu menentukan nilai arah kiblat/azimuth kiblat suatu lokasi, dihitung dari arah barat ke utara (B-U), utara ke barat (U-B) atau dari utara putar searah jarum jam (U-T-S-B).

Perhitungan arah kiblat dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\cos(b) = \cos(a) \cos(c) + \sin(a) \sin(c) \cos(B) \quad (1)$$

$$\cos(a) = \cos(a) \cos(b) + \sin(a) \sin(b) \cos(C) \quad (2)$$

$$\frac{\sin(A)}{\sin(a)} = \frac{\sin(B)}{\sin(b)} = \frac{\sin(C)}{\sin(c)} \quad (3)$$

Dengan menggabungkan ketiga persamaan diatas, diperoleh persamaan berikut :

$$\tan(B) = \frac{\sin(C)}{\sin(a) \cot(b) - \cos(a) \cos(C)}$$

Dari persamaan diatas dapat dimasukkan komponen-komponen yang digunakan untuk menghitung arah kiblat yaitu sebagai berikut : $C = \text{Selisih Bujur (Bujur Tempat - Bujur Ka'bah)}$ $a = 90 - LT$, $b = 90 - \text{Lintang Ka'bah}$, serta mengingat dalam aturan trigonometri bahwa $\cos(90-x) = \sin(x)$, $\sin(90-x) = \cos(x)$, dan $\cot(90-x) = \tan(x)$, maka rumus arah kiblat diatas menjadi :

⁹ Hikmawati Pathuddin, Try Azisah Nurman, and Sitti Saleha, "Perbandingan Rumus Trigonometri Dan Metode Tongkat Istiwa' Untuk Mengakurasi Arah Kiblat," *Jurnal Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya* 11, no. 1 (2023): 15.

$$\tan(B) = \frac{\sin(C)}{\cos(LT) \tan(LK) - \sin(LT) \cos(C)}$$

Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut¹⁰:

$BT > BK$; $C = BT - BK$. Maksudnya yaitu, jika BT lebih besar dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT - BT Ka'bah (BT Ka'bah adalah $39^{\circ} 49' 34,33''$).

$BT_x < BT_k$; $C = BT - BT$. Maksudnya yaitu, jika BT lebih kecil dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Ka'bah - BT.

$BB 0^{\circ}$ s.d $BB 140^{\circ} 10' 25,67''$; $C = BB_x + BTK$. Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 0^{\circ}$ sampai dengan $BB 140^{\circ} 10' 25,67''$, maka $C = BB + BT$ Ka'bah.

$BB 140^{\circ} 10' 25,67'' - BB 180^{\circ}$; $C = 360 - BB_x - BTK$ Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 140^{\circ} 10' 25,67''$ sampai dengan $BB 180^{\circ}$, maka $C = 360^{\circ} - BB_x - BT$ Ka'bah.

Perkembangan Alat Hitung Dalam Perhitungan Arah Kiblat

Dalam menerapkan perhitungan arah kiblat diperlukan yang namanya alat hitung sebagai pembantu dalam proses perhitungan arah kiblat. Dalam perkembangannya alat hitung yang digunakan untuk perhitungan arah kiblat terdapat beberapa generasi diantaranya sebagai berikut :

a. Rubu' Mujayyab

Secara bahasa, Rubu' Mujayyab berasal dari bahasa arab yang terdiri dari susunan dua kata yaitu Rubu' yang berarti seperempat dan Mujayyab yang berarti sinus. Penggunaan kata rubu' atau seperempat karena rubu' mujayyab memang berbentuk seperempat lingkaran dan mujayyab karena dalam bentuk seperempat lingkaran tersebut diberi suatu konstruksi yang dalam tataran praktis teoritis digunakan untuk menghitung nilai sinus.¹¹ Sehingga dengan demikian, rubu' mujayyab adalah suatu benda seperempat lingkaran yang diberi suatu konstruksi untuk menghitung nilai sinus.¹²

Dalam praktiknya, rubu' mujayyab merupakan suatu alat yang berbentuk seperempat lingkaran yang memiliki banyak fungsi, termasuk memecahkan masalah trigonometri.¹³ Meskipun sederhana, rubu' mujayyab merupakan instrument falak klasik yang dapat dijadikan sebagai alat ukur atau observasi dan juga alat hitung. Salah satu praktek penggunaan trigonomtri yang dapat

¹⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arab Kiblat Setiap Saat*, Cet. 1 (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2017), 18.

¹¹ Lutfi Nur Fadhilah Indraswati, "Rubu' Mujayyab Sebagai Alat Hisab Rashdul Kiblat," *Abkam: Jurnal Hukum Islam* 8, no. 1 (2020): 73.

¹² Ahmad Syifaul Anam, *Perangkat Rukyat Non Optik* (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015), 90.

¹³ Sakirman, "Spirit Budaya Islam Nusantara Dalam Konstruks Rubu' Mujayyab," *Endogami: Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi* 1, no. 2 (2018): 117.

diaplikasikan yaitu sebagai alat hitung untuk menentukan arah kiblat suatu tempat.¹⁴ Hisab arah kiblat dengan menggunakan rubu' mujayyab memerlukan beberapa data. Adapun data yang dibutuhkan dalam perhitungan arah kiblat menggunakan rubu' mujayyab yaitu sama seperti hisab arah kiblat pada umumnya, yaitu lintang tempat, bujur tempat, litang ka'bah serta bujur ka'bah.¹⁵

Perhitungan arah kiblat dengan menggunakan isntruen rubu' mujayyab sedikit lebih sukar disbanding dengan alat modern. Karena angka-angka yang tertera dalam rubu' mujayyab kurang gamblang dan jelas, hanya menampilkan angka derajat saja untuk menit detiknya sulit untuk dibaca sehingga akan berpengaruh pada keakuratan hasil perhitungan.¹⁶ Oleh karena itu, ketika melakukan perhitungan arah kiblat dengan menggunakan instrument rubu' mujayyab diperlukan kehati-hatian dalam menetapkan angka yang tertera dala rubu' tersebut. Meskipun demikian, rubu' mujayyab merupakan alat hitung yang multifungsi dan memiliki tingkat akurat yang bagus pada masanya.

b. Daftar Logaritma

Daftar logaritma atau juga disebut tabel logaritma merupakan tabel yang berisi kumpulan nilai-nilai logaritma dari suatu bilangan. Daftar logarithma terdiri dari dua jenis, yaitu daftar logaritma biasa dan daftar logaritma sinus.¹⁷ Penggunaan daftar logaritma umum dalam perhitungan ilmu falak menggantikan metode rubu' mujayyab pasca periode tersebut. Akurasi tinggi dalam perhitungan fungsi trigonometri menjadi keunggulan utama logaritma. Selain itu, sifat logaritma yang mampu mereduksi operasi perkalian menjadi penjumlahan dan pembagian menjadi pengurangan secara signifikan menyederhanakan proses perhitungan. Dengan demikian, daftar logaritma dapat digunakan sebagai alat bantu hitung dalam perhitungan arah kiblat dengan akurat pada masanya.¹⁸

c. Kalkulator Sainifik

Kalkulator saintifik merupakan salah satu alat bantu dalam menghitung, terutama bilangan yang berkaitan dengan trigonometri, seperti persamaan sinus, cosinus, tangen, dan lain-lain. Dengan menggunakan alat bantu hitung ini, berbagai keuntungan akan didapatkan, di antaranya memudahkan penyelesaian perhitungan dan dapat menghasilkan perhitungan yang akurat. Alat

¹⁴ Ahmad Nadirin et al., "Rancang Bangun Rubu' Mujayyab Sebagai Instrumen Falak Klasik," *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 7, no. 2 (2023): 196.

¹⁵ Muhammad Ansori and Sapri Ali, "Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Rubu' Mujayyab," *El-Faqih: Jurnal Pemikiran Dan Hukum Islam* 8, no. 1 (2022): 137.

¹⁶ Ansori and Ali, 144.

¹⁷ Alfian Maghfuri, "Analisis Hisab Waktu Salat Menggunakan Daftar Logaritma Dalam Kitab Al-Durus Al-Falakiyah Karya Muhammad Ma'sum Bin Ali" (UIN Walisongo Semarang, 2018), 62.

¹⁸ Dwi Putra Jaya, "Dinamika Penentuan Arah Kiblat," *Jurnal Ilmiah Mizani: Wacana Hukum, Ekonomi Dan Keagamaan* 4, no. 1 (2018): 63–76.

hitung akan sangat membantu user/hasib dalam melakukan perhitungan apabila dalam mengaplikasikannya sesuai dengan prosedur dan benar.¹⁹

Dalam perhitungan arah kiblat, kalkulator saintifik merupakan bagian yang tidak terpisahkan. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan arah kiblat sangat berkaitan banyak dengan fungsi-fungsi trigonometri. Kalkulator saintifik atau scientific calculator berarti kalkulator yang bisa digunakan untuk perhitungan trigonometri. Jenis kalkulator ini berbeda dengan jenis yang biasa, yaitu memiliki fungsi yang lebih kompleks dan banyak. Diantara perbedaan yang paling dominan adalah tersedianya fungsi untuk menyelesaikan fungsi sinus, cosinus, tangen, dan lain-lain. Kalkulator jenis ini yang akan membantu menyelesaikan perhitungan arah kiblat.

Dalam penggunaan kalkulator saintifik untuk menghitung arah kiblat perlu diketahui beberapa hal untuk didapatkan azimuth kiblat, diantaranya sebagai berikut :

Jika arah kiblat U ke T maka azimuth kiblat = arah kiblat

Jika arah kiblat S Ke T maka Azimuth Kiblat = 180 + arah kiblat

Jika arah kiblat U ke B maka Azimuth Kiblat = 360 – arah kiblat

Jika arah kiblat S ke B maka Azimuth Kiblat 180 – arah kiblat

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam penggunaan kalkulator saintifik untuk perhitungan arah kiblat terdapat 4 kategori untuk dapat mendapatkan azimuth kiblat yaitu tergantung kepada arah mana yang dituju sesuai dengan hasil perhitungan arah kiblat dan ketentuan perhitungan selisih bujur tempat dan bujur mekkah. Dengan demikian, dengan menggunakan alat kalkulator saintifik perhitungan arah kiblat dapat dilakukan dengan akurat.

d. Komputer

Perkembangan teknologi komputer telah membawa revolusi signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam perhitungan astronomi, khususnya dalam penentuan arah kiblat. Sebelumnya, perhitungan arah kiblat seringkali dilakukan secara manual menggunakan alat-alat tradisional seperti rubu' mujayyab. Namun, dengan adanya komputer, proses perhitungan menjadi jauh lebih cepat, akurat, dan mudah.

Komputer, dengan bantuan software khusus, telah menjadi alat yang sangat powerful untuk melakukan perhitungan trigonometri. Jika dulu kita hanya mengandalkan tabel trigonometri atau kalkulator saku sederhana, kini komputer mampu menghitung nilai-nilai trigonometri dengan tingkat akurasi yang jauh lebih tinggi dan kecepatan yang sangat cepat.

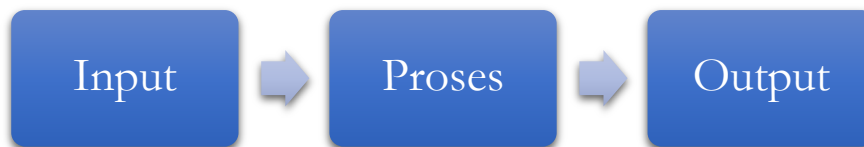
Ada banyak sekali software yang dapat digunakan untuk perhitungan trigonometri, mulai dari yang sederhana hingga yang sangat kompleks. Beberapa contohnya antara lain: Spreadsheet

¹⁹ Encep Abdul Rojak, *Ilmu Falak Hisab Pendekatan Microsoft Excel* (Jakarta: Prenada Media, 2020), 33.

(misal: Microsoft Excel, Google Sheets): Software spreadsheet memiliki fungsi-fungsi bawaan untuk menghitung nilai-nilai trigonometri seperti SIN, COS, TAN, dan lain-lain.

Secara umum perhitungan arah kiblat dengan komputer meliputi tiga proses yang diilustrasikan dalam gambar 2 berikut :

Gambar 2. Proses perhitungan dengan Komputer



Dalam gambar tersebut prinsip dasar dalam perhitungan dengan komputer yaitu :

1. Input Data: pengguna memasukkan data-data yang diperlukan diantaranya data koordinat meliputi lintang dan bujur tempat.
2. Proses Perhitungan: Komputer akan melakukan perhitungan berdasarkan algoritma yang telah diprogram sebelumnya. Perhitungan ini melibatkan rumus-rumus trigonometri yang cukup kompleks.
3. Output: Hasil perhitungan berupa sudut azimuth (arah) kiblat yang ditampilkan dalam bentuk derajat, menit, dan detik.

Fungsi Atan2 Sebagai Penghitung Rumus Arah Kiblat

Fungsi atan2 adalah sebuah fungsi matematika yang sering digunakan dalam pemrograman, terutama dalam bidang geometri dan grafik komputer. Fungsi ini merupakan perluasan dari fungsi arctangen (atau invers tangen) biasa. Perbedaan utama adalah atan2 menerima dua argumen, yaitu nilai y dan nilai x. Sedangkan arctangen biasa hanya menerima satu argumen, yaitu perbandingan y/x. Atan2 adalah inverse tangent yang mempunyai empat kuadran. Nilai yang dihasilkan dari fungsi ini berada dalam interval $[-\pi, \pi]$. Atan2 menggunakan tanda positif dan negatif dari (Y) dan (X) untuk menentukan quadrant tertentu.²⁰

Fungsi atan2 pertama kali muncul dalam bahasa pemrograman Fortran pada tahun 1961. Awalnya dimaksudkan untuk mengembalikan nilai yang benar dan tidak ambigu untuk sudut e dalam mengonversi dari koordinat Cartesian (x, y) ke koordinat kutub (r, 0). Kalau $\theta = \text{atan2}(y, x)$ dan $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ kemudian $x = r \cos \theta$ dan $y = r \sin \theta$.

²⁰ Nur Yuliani et al., "Pendekatan Kode Rantai Sebagai Dasar Pengenalan Karakter," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2009.

Jika $x > 0$, ukuran sudut yang diinginkan adalah $\theta = \text{atan2}(y, x) = \arctan(y/x)$. Namun, ketika $x < 0$, sudutnya $\arctan(y/x)$ secara diametris berlawanan dengan sudut yang diinginkan, dan $\pm\pi$ (setengah putaran) harus ditambahkan untuk menempatkan titik di kuadran yang benar.²¹ Menggunakan metode atan2 fungsi menghilangkan koreksi ini, menyederhanakan kode dan rumus matematika. Fungsi atan2 tersedia dalam banyak bahasa pemrograman dan perangkat lunak yang berbeda, karena ini adalah fungsi dasar dalam matematika komputasi dan grafik.

Fungsi atan2 dapat digunakan dalam perhitungan arah kiblat karena memberikan hasil yang lebih akurat dan robust saat menghitung sudut berdasarkan koordinat kartesian. Dalam konteks arah kiblat, atan2 digunakan untuk menghitung sudut arah kiblat dari lokasi tertentu menuju Ka'bah. Sehingga, penggunaan atan2 memungkinkan kita untuk menghindari masalah terkait penentuan kuadran dari sudut yang dihasilkan, yang seringkali bisa menjadi sumber kesalahan dalam perhitungan sudut dengan atan biasa.

Sebagaimana disebutkan diatas bahwa rumus arah kiblat ialah sebagai berikut :

$$\tan(B) = \frac{\sin(C)}{\cos(LT) \tan(LK) - \sin(LT) \cos(C)}$$

Sehingga dalam menggunakan fungsi atan2 dapat didefinisikan sebagai berikut :

Nilai x dan y sebagai berikut :

$$x = \cos(LT) \tan(LK) - \sin(LT) \cos(C)$$

$$y = \sin(C)$$

Penggunaan atan2 untuk menghitung arah kiblat:

$$\text{Arah kiblat} = \text{atan2}(x, y)$$

Dalam beberapa pemrograman mungkin berbeda posisi x dan y .

Konversi hasil dari radians ke derajat jika diperlukan dan pastikan sudut positif antara 0 hingga 360°.

Implementasi Trigonometri Bola Rumus Arah Kiblat Dengan Alat Hitung Modern

Untuk menghitung arah kiblat (azimuth) menggunakan trigonometri bola, kita dapat memanfaatkan fungsi atan2 dalam alat hitung modern seperti perangkat lunak pemrograman atau spreadsheet. Arah kiblat dihitung dari lokasi geografis seseorang menuju Ka'bah di Makkah.

Langkah-langkah dan rumus yang digunakan ialah sebagai berikut:

²¹ "The Argument of a Complex Number," accessed August 9, 2024, https://scipp.ucsc.edu/~haber/ph116A/arg_19.pdf.

Diberikan lokasi seseorang dengan koordinat lintang (φ) dan bujur (λ), serta koordinat Ka'bah dengan lintang (φ_0) dan bujur (λ_0), arah kiblat B dapat dihitung dengan rumus trigonometri bola berikut:

$$B = \text{atan2}(\cos(LT) \cdot \tan(LK) - \sin(LT) \cdot \cos(C), \sin(C))$$

Dimana:

- C = Bujur Ka'bah – Bujur Tempat, adalah perbedaan bujur antara lokasi dan ka'bah
- LT dan BT adalah lintang tempat dan bujur tempat.
- LK dan BK adalah lintang dan bujur ka'bah.

Catatan :

- φ , λ , φ_0 , dan λ_0 biasanya dalam derajat, namun harus dikonversi ke radian jika menggunakan fungsi trigonometri standar dalam alat hitung modern.
- Arah kiblat B yang dihasilkan oleh fungsi atan2 biasanya dalam radian, dan bisa dikonversi ke derajat dengan mengalikan hasil dengan $180/\pi$.

Implementasi Trigonometri Bola Rumus Arah Kiblat Dengan Alat Hitung Modern

Berikut adalah contoh implementasi dalam Python menggunakan fungsi atan2 :

```
import math

def arah_kiblat(lat_user, lon_user, lat_kaabah, lon_kaabah):
    # Konversi derajat ke radian
    lat_user = math.radians(lat_user)
    lon_user = math.radians(lon_user)
    lat_kaabah = math.radians(lat_kaabah)
    lon_kaabah = math.radians(lon_kaabah)

    # Hitung perbedaan bujur
    delta_lon = lon_kaabah - lon_user

    # Rumus arah kiblat
    x = math.sin(delta_lon)
    y = math.cos(lat_user) * math.tan(lat_kaabah) - math.sin(lat_user) *
math.cos(delta_lon)

    # Hitung azimuth menggunakan atan2
    Q = math.atan2(x, y)

    # Konversi hasil ke derajat
    Q = math.degrees(Q)

    # Pastikan azimuth adalah nilai positif
    if Q < 0:
        Q += 360
```

```

return Q

# Contoh penggunaan
latitude_user = -6.1751    # Koordinat Jakarta
longitude_user = 106.8650
latitude_kaabah = 21.4225 # Koordinat Ka'bah
longitude_kaabah = 39.8262

arah = arah_kiblat(latitude_user, longitude_user, latitude_kaabah,
longitude_kaabah)
print(f"Arah Kiblat: {arah:.2f} derajat")

```

Implementasi dalam Excel

Selain dalam pemrograman Python juga bisa menghitung arah kiblat menggunakan fungsi ATAN2 di Excel dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Masukkan koordinat lokasi Anda:
 - Lintang lokasi di sel A1
 - Bujur lokasi di sel A2
2. Masukkan koordinat Ka'bah:
 - Lintang Ka'bah di sel B1
 - Bujur Ka'bah di sel B2
3. Hitung perbedaan bujur:

```
=RADIANS (B2 - A2)
```

4. Hitung arah kiblat menggunakan formula berikut di sel lain:

```
=DEGREES (ATAN2 (SIN (RADIANS (B2 - A2)), COS (RADIANS (A1)) *
TAN (RADIANS (B1)) - SIN (RADIANS (A1)) * COS (RADIANS (B2 - A2))))
```

5. Pastikan hasilnya berada dalam rentang 0 hingga 360 derajat dengan:

```
=MOD (<sel_hasil_kiblat>, 360)
```

Ini akan menghasilkan arah kiblat dalam derajat dari utara.

Fungsi atan2 sangat berguna dalam kasus ini karena memperhitungkan tanda dari masing-masing argumen sehingga kita mendapatkan hasil yang benar dan konsisten, terutama ketika titik lokasi berada di kuadran yang berbeda terhadap titik acuan (Ka'bah). Ini memungkinkan perhitungan arah kiblat yang akurat.

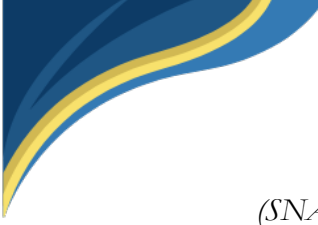


KESIMPULAN

Kemajuan teknologi, alat hitung modern seperti komputer dan perangkat lunak pemrograman (misalnya Excel), yang dilengkapi dengan fungsi atan2, menawarkan solusi yang lebih akurat dan efektif. Fungsi atan2 ini mampu menghitung sudut arah kiblat dengan tepat sesuai kuadran yang benar, menghindari kesalahan yang mungkin terjadi dalam metode tradisional. Kesimpulannya, penggunaan alat hitung modern dalam penerapan rumus trigonometri bola memberikan hasil perhitungan arah kiblat yang lebih akurat dan efisien.

BIBLIOGRAPHY

- Amriely, Raihanny Nadira, Rahma Syifa Nurhanifah, and Muhammad Ali Husaeni. "Dinamika Penentuan Arah Kiblat Dengan Perhitungan Trigonometri Bola Di Desa Pasirjambu." *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung* 3, no. 8 (2024).
- Anam, Ahmad Syifaul. *Perangkat Rukyat Non Optik*. Semarang: CV. Karya Abadi Jaya, 2015.
- Ansori, Muhammad, and Sapri Ali. "Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Rubu' Mujayyab." *El-Faqih: Jurnal Pemikiran Dan Hukum Islam* 8, no. 1 (2022).
- Azkarrula, Youla, and Zaki Mubarak. "Analysis of Qibla Direction Determination Algorithm in Android Application KESAN." *KULMINASI: Journal of Falak and Sharia* 3, no. 1 SE-Articles (August 2, 2024): 45–64. <https://journal.ar-raniry.ac.id/kulminasi/article/view/4196>.
- Daud, Mohd. Kalam, and Muhammad Kamalussafir. "Akurasi Arah Kiblat Komplek Pemakaman Ditinjau Menurut Kaidah Trigonometri (Studi Kasus Di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh)." *Samarah: Jurna Hukum Keluarga Dan Hukum Islam* 2, no. 2 (2018).
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak Arab Kiblat Setiap Saat*. Cet. 1. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2017.
- Hikayat, Mohamad Taufik, Indah Nursupriah, and Muhamad Ali Misri. "Analisis Rumus Trigonometri Dalam Penentuan Arah Kiblat." *PEDLAMATIKA: Journal of Mathematical Science and Mathematics Education* 1, no. 1 (2018).
- Indraswati, Lutfi Nur Fadhillah. "Rubu' Mujayyab Sebagai Alat Hisab Rashdul Kiblat." *Ahkam: Jurnal Hukum Islam* 8, no. 1 (2020).
- Izzudin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*. Cetakan Pe. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012.
- Jamil, A. *ILMU FALAK TEORI & APLIKASI (Arab Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun)*. Jakarta: AMZAH, 2018.
- Jaya, Dwi Putra. "Dinamika Penentuan Arah Kiblat." *Jurnal Ilmiah Mizani: Wacana Hukum, Ekonomi Dan Keagamaan* 4, no. 1 (2018): 63–76.
- Karim, Abdul, and MR J Nasir. "Mengenal Ilmu Falak: Teori Dan Implementasi." Edited by Qoni. Yogyakarta: Qudsi Media. Yogyakarta: Qudsi Media, 2012.
- Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak: Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2011.
- Kuswidi, Iwan. "Aplikasi Trigonometri Dalam Penentuan Arah Kiblat." UIN Sunan Kalijaga, 2003.
- Maghfuri, Alfian. "Analisis Hisab Waktu Salat Menggunakan Daftar Logaritma Dalam Kitab Al-Durus Al-Falakiyah Karya Muhammad Ma'sum Bin Ali." UIN Walisongo Semarang, 2018.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*. Cet. I. Malang: UIN Malang Press, 2008.
- Nadirin, Ahmad, Edy Setyawan, Akhmad Faiz Wiguna, and M. Syaoqi Nahwandi. "Rancang Bangun Rubu' Mujayyab Sebagai Instrumen Falak Klasik." *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 7, no. 2 (2023).
- Pathuddin, Hikmawati, Try Azisah Nurman, and Sitti Saleha. "Perbandingan Rumus Trigonometri Dan Metode Tongkat Istiwa' Untuk Mengakurasi Arah Kiblat." *Jurnal Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya* 11, no. 1 (2023).
- Rojak, Encep Abdul. *Ilmu Falak Hisab Pendekatan Microsoft Excel*. Jakarta: Prenada Media, 2020.
- Sakirman. "Spirit Budaya Islam Nusantara Dalam Konstruksi Rubu' Mujayyab." *Endogami: Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi* 1, no. 2 (2018).
- "The Argument of a Complex Number." Accessed August 9, 2024. https://scipp.ucsc.edu/~haber/ph116A/arg_19.pdf.
- Yuliani, Nur, Lulu C Munggaran, Sarifudin Madenda, and Michel Paindavoine. "Pendekatan Kode Rantai Sebagai Dasar Pengenalan Karakter." In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*



(SNATI), 2009.