

SIMULASI PENENTUAN SUDUT ARAH KIBLAT DENGAN METODE SEGITIGA BOLA MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN GUI MATLAB R2009

Asih Melati, Dwi Rohayati, Tatik Juwariyah

State Islamic University Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jln Maksda Adi Sucipto No 1 Yogyakarta

Email : asih.melati@gmail.com, anak_chalem@yahoo.co.id,

Abstract

This reseach is about qibla location measurement using analytical mathematics of spherical trigonometry. The analytical mathematics of spherical trigonometry is simulated using mathematics software. In This research using MATLAB R2009 mathematics software. Since this software user easily to use by newbie user, the language of this software simulated in GUI MATLAB R2009 programmer language. This programmer language make interactif learning between the user and the program. The important input parameter of this software are coordinat location of area then the user can measument angle magnitude qibla location convenient with coordinat location.

Keywords: *Qibla Location, Spherical Trigonometry, GUI MATLAB*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern dewasa ini dan dengan dukungan teknologi yang semakin modern, mengetahui arah kiblat semakin mudah. Pengukuran arah kiblat dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai alat bantu pemograman. Pentingnya mengukur arah kiblat ini sangat berpengaruh terhadap kekhusuan kita dalam beribadah dan ketika menentukan lokasi pembangunan Masjid atau Mushala. Walaupun saat ini sudah ada kompas kiblat dan sudah beredarnya perhitungan yang di terbitkan oleh Departemen Agama untuk beberapa lokasi, akan lebih baik sebagai scientist yang religi kita mengetahui cara dan bagaimana menentukan arah kiblat yang sebenarnya.

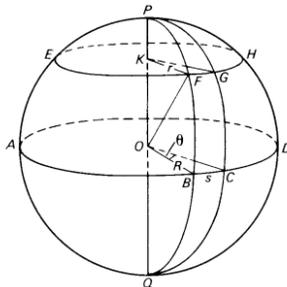
Dan dari mana saja kamu (keluar), Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu (sekalian) berada, Maka Palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku (saja). dan agar Ku-sempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk.(QS. Al Baqarah : 150)

Latar Belakang

Penentuan arah kiblat di berbagai belahan bumi tentu saja sudut nya berbeda. Hal ini dikarenakan letak lintang dan bujur yang berbeda. Pengukuran arah kiblat dilakukan dari arah utara kearah barat, yang bergerak berlawanan arah dengan jarum jam. Karena sebagai dasar dari pengukuran arah kiblat ini adalah pergerakan bumi sehingga tidak terlepas

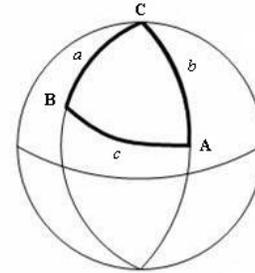
dari mekanika hukum Kepler sehingga tools Fisika Komputasi berperan disana untuk memudahkan user memahami dan mengetahui peristiwa fenomena alam apa yang sebenarnya terjadi. Fisika komputasi merupakan idealisasi fenomena fisis dengan bantuan komputer. Pemanfaatan MatLab untuk fisika komputasi diperlakukan sebagai kalkulator tercanggih yang dapat diprogram. Kerumitan metode komputasi sistem fisika dapat direduksi oleh kemampuan software MatLaB, dengan *software* tersebut penentuan arah kiblat akan lebih mudah dilakukan karena tidak perlu melakukan eksperimen menggunakan alat dan tidak terikat dengan cuaca, sehingga lebih praktis dan dapat dilakukan dimana saja, kapan saja dengan siapa saja.

Geometri Bola



Gambar 1. Geometri Bola (Rinto A, 2012)

Bola (*sphere*) adalah benda tiga dimensi yang unik, dimana jarak antara setiap titik di permukaan bola dengan titik pusatnya selalu sama. Permukaan bola itu berdimensi dua. Karena bumi sangat mirip dengan bola, maka cara menentukan arah dari satu tempat (misalnya masjid) ke tempat lain (misalnya Ka'bah) dapat dilakukan dengan mengandaikan bumi seperti bola. Posisi di permukaan bumi seperti posisi di permukaan bola.



Gambar 2. Segitiga bola ABC yang menghubungkan titik A (Ka'bah), titik B (lokasi) dan titik C (kutub Utara). (Rinto Anugraha, 2012)

Elemen penting dari rumus segitiga bola menurut Rinto Anugraha adalah

- Lingkaran besar (*great circle*) adalah irisan bola yang melewati titik pusat O. Dari Gambar 2. ABCDA adalah lingkaran besar.
- Jika irisan bola tidak melewati titik pusat O maka disebut lingkaran kecil (*small circle*). EFGHE adalah lingkaran kecil.
- Jari-jari bola = $OB = OC = OP = OF$ dan sebagainya. Besar jari-jari bola adalah R. Besar sudut BOC adalah θ (dengan satuan radian). Karena itu panjang busur BC = $s = \theta * R$. Jika $R = 1$, maka $s = \theta$.

Setiap titik di permukaan bumi dapat dinyatakan dalam dua koordinat, yaitu bujur (*longitude*) dan lintang (*latitude*). Semua titik yang memiliki bujur nol terletak pada garis meridian Greenwich (setengah lingkaran besar yang menghubungkan kutub utara dan selatan dan melewati Greenwich). Sementara itu semua titik yang memiliki lintang nol terletak pada garis ekuator (Khatulistiwa). Bujur timur terletak di sebelah timur Greenwich, sedangkan bujur barat terletak di sebelah barat Greenwich. Sesuai kesepakatan umum, bujur positif bernilai positif, sedangkan bujur barat bernilai negatif. Sementara itu semua titik yang terletak di sebelah utara ekuator disebut

lintang utara, demikian juga untuk titik di selatan ekuator disebut lintang selatan. Lintang utara bernilai positif, sedangkan lintang selatan bernilai negatif.

Dari Gambar 2 di atas, segitiga bola ABC menghubungkan antara tiga titik A (Ka'bah), titik B (lokasi) dan titik C (Kutub Utara). Titik A (Ka'bah) memiliki koordinat bujur Ba dan lintang La. Titik B memiliki koordinat bujur Bb dan lintang Lb. Titik C memiliki lintang 90 derajat. Busur a adalah panjang busur yang menghubungkan titik B dan C. Busur b adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan C. Busur c adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan B. Sudut C tidak lain adalah selisih antara bujur Ba dan bujur Bb. Jadi sudut C = Ba - Bb. Sementara sudut B adalah arah menuju titik A (Ka'bah). Jadi arah kiblat dari titik B dapat diketahui dengan menentukan besar sudut B. Selanjutnya, jari-jari bumi dianggap sama dengan 1. Sudut yang menghubungkan titik di khatulistiwa, pusat bumi dan kutub utara adalah 90 derajat. Karena lintang titik A adalah La, maka busur b sama dengan 90 - La. Karena lintang titik B adalah Lb, maka busur a sama dengan 90 - Lb.

Untuk perhitungan arah kiblat, ada 3 buah titik yang diperlukan, yaitu :

1. Titik A, terletak di Ka'bah ($\phi = 21^\circ 25' 25''$ LU dan $\lambda = 39^\circ 49' 39''$ BT)
2. Titik B, terletak di lokasi yang akan dihitung arah kiblatnya.
3. Titik C, terletak di kutub Utara.
4. Titik A dan titik C adalah dua titik yang tidak berubah.

Sedangkan titik B senantiasa bergantung pada tempat mana yang akan dihitung arah kiblatnya, misalnya kota Yogyakarta ($\phi = -7^\circ 48''$ dan $\lambda = 110^\circ 21'$).

Perhitungan arah kiblat dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

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

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

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

Dimana : a, b, c adalah panjang busur yang menghubungkan titik B-C, A-C, A-B (secara berurutan) yang dihitung dari pusat geometri bola (bumi)

Dengan menggabungkan ketiga persamaan di atas, diperoleh persamaan

$$\tan(B) = \frac{\sin(C)}{\sin(a) \cot(b) - \cos(a) \cos(c)} \quad (4)$$

Karena $C = Ba - Bb$, $a = 90 - Lb$, $b = 90 - La$, serta mengingat $\cos(90 - x) = \sin(x)$, $\sin(90 - x) = \cos(x)$ dan $\cot(90 - x) = \tan(x)$, maka persamaan di atas menjadi

$$\tan(B) = \frac{\sin(Ba - Bb)}{\cos(Lb) \tan(La) - \sin(Lb) \cos(Ba - Bb)} \quad (5)$$

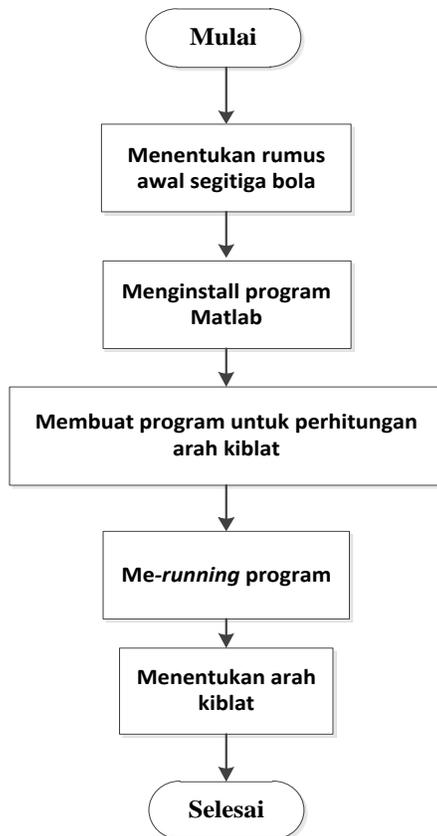
Sehingga sudut B adalah

$$B = \arctan(\tan B) \quad (6)$$

Azimuth arah kiblat ditunjukkan oleh sudut B. Azimuth 0 derajat menunjukkan arah utara (*true north*). Arah sudut azimuth searah dengan jarum jam. Azimuth 90° , 180° dan 270° masing-masing menunjukkan arah timur, selatan dan barat.

METODOLOGI

Setelah diperoleh formula matematis segitiga bola maka di simulasikan dalam MatLab kemudian digunakan bahasa pemrograman GUI untuk lebih terasa user interface. Matlab memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan komputasi, visualisai, dan pemrograman.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah memasukkan formula matematis segitiga bola ke dalam software pemrograman MatLab menggunakan bahasa pemrograman GUI MatLab dengan memasukkan koordinat lokasi yang diinginkan. Hanya dengan memberikan masukkan berupa derajat, menit dan detik dari lokasi, program tersebut akan memberikan hasil berupa sudut arah kiblat dalam satuan derajat ($^{\circ}$), yang diukur sesuai dengan tanda pada hasil sudut yang diberikan.



Gambar 3. Hasil Visualisasi Simulasi Akhir Pengukuran Arah Kiblat Metode Segitiga Bola

Setelah dilakukan running program dengan memberi input lokasi di Laboratorium Agama masjid UIN Sunan Kalijaga yang memiliki lokasi lintang dan bujur sebagai berikut : ($07^{\circ} 48' 0''$ LS, $110^{\circ} 21' 0''$ BT) maka akan didapat hasil arah sudut $65,28^{\circ}$ seperti gambar di bawah ini



Gambar 4. Hasil Pengukuran arah kiblat untuk lokasi Masjid UIN Sunan Kalijaga

Sebagai contoh kasus lain akan diberikan lokasi di kota New York yang terletak di ($40^{\circ} 45' 0''$ LU, $74^{\circ} 0' 0''$ BB) maka akan didapatkan hasil pengukuran arah kiblat $-58,4826^{\circ}$.



Gambar 5. Hasil Pengukuran arah kiblat untuk kota New York

Pembahasan

Pada penelitian ini rumus segitiga bola tersebut dimasukkan dalam program Matlab, sebagai program simulasi untuk alat bantu perhitungan sudut arah kiblat yang mempermudah para pengguna untuk menentukan sudut arah kiblat sesuai dengan lokasi yang diinginkan, dengan hanya memasukkan nilai koordinat (lintang dan bujur) berupa derajat, menit dan detik dari lokasi tersebut. Setelah dibuat algoritma pemrograman menggunakan program MatLab R2009, diperoleh hasil running program berupa simulasi alat perhitungan dengan masukan nilai derajat, menit dan detik dari koordinat lokasi yang ingin dihitung sudut arah kiblatnya. Dan keluarannya (*output*) adalah nilai sudut dalam satuan derajat.

Algoritma program tersebut dimasukkan dalam program aplikasi yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman GUI Matlab, dan menghasilkan program simulasi penentuan sudut arah kiblat yang lebih sederhana, yang dengan memberikan masukan koordinat dari lokasi dan dengan menekan tombol hitung pada program simulasi tersebut, pengguna dapat menentukan/menghitung nilai sudut arah kiblat sesuai dengan lokasi yang keluaran (*output*)

program tersebut adalah nilai sudut arah kiblat yang berupa derajat sudut lokasi ke arah kiblat. Dalam program simulasi tersebut dilengkapi dengan informasi/keterangan tentang peraturan tanda negatif (-) atau positif (+) dari koordinat lokasi sebagai masukan program tersebut. Yakni peraturan tanda untuk lokasi dengan koordinat Lintang Selatan (LS) dan Bujur Barat (BB), nilai masukan koordinat diberi tanda negatif (-).

Pada program penelitian ini dilengkapi juga dengan keterangan tentang hasil keluaran dari nilai sudut arah kiblatnya. Yaitu, jika nilai sudut positif (+) maka arah kiblat diukur dari utara ke barat. Dan jika nilai sudut negatif (-) maka arah kiblat diukur dari arah utara ke timur. Pada hasil penelitian ini peneliti memberikan 2 (dua) contoh hasil perhitungan, yaitu yang pertama contoh perhitungan untuk masjid UIN Sunan kalijaga Yogyakarta dengan koordinat $07^{\circ} 48' 0''$ LS, $110^{\circ} 21' 0''$ BT dan memperoleh hasil sudut arah kiblat sebesar $65,2816^{\circ}$, yang diukur dari arah utara kearah barah atau berlawanan dengan arah jarum jam. Dan yang kedua adalah peneliti mengambil contoh perhitungan untuk kota New York (Amerika Serikat) yang mempunyai koordinat $40^{\circ} 45' 0''$ LU, $74^{\circ} 0' 0''$ BB dan memperoleh hasil sudut arah kiblat sebesar $-58,4826^{\circ}$, yang diukur dari arah utara kearah timur atau searah dengan arah jarum jam.

Dari kedua contoh hasil perhitungan dengan simulasi program penentuan sudut arah kiblat tersenut dapat dilihat perbedaan yang signifikan yang terdapat pada nilai masukan dan juga pada nilai keluaran hasil perhitungan. Untuk daerah Yogyakarta berada pada koordinat lintang selatan (LS) dan bujur timur (BT), pada masukan koordinat lintang lokasi harus diberi tanda negatif (-) karena peraturan

tanda, dan mempunyai hasil keluran perhitungan sudut dengan nilai positif (+) tersebut menunjukkan bahwa sudut arah kiblat harus diukur dari arah utara kearah barat. Untuk contoh yang kedua kota New York yang berada pada lintang utara (LU) dan bujur barat (BB), pada masukkan koordinat bujur lokasi harus diberi tanda negatif (-) karena peraturan tanda, dan mempunyai hasil keluaran dengan nilai negatif (-) menunjukkan bahwa sudut arah kiblat diukur dari arah utara kearah timur.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan cara yang lebih sederhana yang digunakan untuk menentukan sudut arah kiblat daripada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Toyyib di Bandung. Penelitian yang dilakukan Toyyib juga menggunakan metode segitiga bola, tetapi hanya menggunakan kalkulator sebagai alat bantu perhitungan. Karena pada penelitian ini menggunakan simulasi perhitungan, maka dirasa lebih memprmudah pengguna dalam menentukan sudut arah kiblat tanpa perlu menghitung secara analitik dengan rumus segitiga bola. Hanya dengan memberikan masukkan berupa koordinat (derajat, menit, detik) lokasi, pengguna dengan mudah dan cepat akan mendapatkan nilai sudut arah kiblat yang dicari.

Dan semestinya arah kiblat selalu berubah pertahunnya walaupun derajatnya sangat sedikit, hal ini bisa dilakukan bersama sama dengan metode yang lain pada ijtima' kubro penentuan arah kiblat dengan bayangan matahari dikoreksi 2 kali dalam satu tahun yakni bulan Mei dan April.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh simulasi visualisasi yang memudahkan user untuk menghitung arah kiblat sesuai lokasi yang diinginkannya.

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan masjid UIN Sunan kalijaga Yogyakarta dengan koordinat $07^{\circ} 48' 0''$ LS, $110^{\circ} 21' 0''$ BT mempunyai sudut arah kiblat sebesar $65,2816^{\circ}$, yang diukur dari arah utara kearah barat atau berlawanan dengan arah jarum jam. Dan yang kedua adalah peneliti mengambil contoh perhitungan untuk kota New York (Amerika Serikat) yang mempunyai koordinat $40^{\circ} 45' 0''$ LU, $74^{\circ} 0' 0''$ BB dan memperoleh hasil sudut arah kiblat sebesar $-58,4826^{\circ}$. Lokasi-likasi lain bisa di cari juga arah kiblat nya dengan memebrikan inputan lokasi berupa letak lintang dan bujur.

Saran

Program yang digunakan untuk simulasi akan lebih mudah dalam pengoperasiannya jika menggunakan *software* yang lebih canggih dibandingkan Matlab dan akan lebih bagus lagi apabila di koneksikan dengan PHP sehingga bisa diakses secara online.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan banyak terimakasih atas dukungan dana untuk penelitian ini dari pengembangan bidang minat astronomi jurusan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini yang tidak bisa kami sebutkan satu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arkhanuddin, Mutoha. 2009. *Ilmu Falak : Menentukan Waktu Shalat*. Jakarta : Tintamas.
- [2] Cecep Nurwenda. 2008. *Aplikasi Segitiga Bola Langit*. Jakarta : Dimenti DKI.
- [3] Departemen Agama RI. 1994. *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*. Jakarta : Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama.

- [4] Dr. Rinto Anugraha, *Cara Menghitung Waktu Shalat*, Download 24 Maret 2013, <http://www.erasuslim.com/syariah/ilmu-hisab/cara-menghitung-waktu-shalat.html>
- [5] Dr. Rinto Anugraha, *Segitiga Bola dan Arah Kiblat*, Download 24 Maret 2013, <http://www.erasuslim.com/syariah/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.html>
- [6] Duane Hanselman & Bruce Littlefield, 2000, *MATLAB Bahasa Komputasi Teknis*, Andi, Yogyakarta.
- [7] Moedji Raharto. *Tata Koordinat Astronomi ; Segitiga Bola*. Bandung : Institute Teknologi Bandung
- [8] Saluki, 2010, *Modul Praktikum Matlab Versi 6.5*, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer CIC