

APLIKASI SISTEM KOORDINAT DALAM PENENTUAN ARAH SALAT UMAT ISLAM

Agus Solikin

Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

agussolikin2@gmail.com

ABSTRAK

Kegunaan sistem koordinat dalam bidang datar diantaranya adalah menunjukkan letak atau posisi dari suatu titik. Berdasarkan hal ini, jika Bumi digambarkan dalam bidang datar (peta) maka dengan menggunakan konsep sistem koordinat maka suatu tempat di permukaan Bumi ini bisa diketahui secara matematis. Selaras dengan hal itu, dalam aktifitas kehidupan umat Islam sehari-hari ada bagian ibadah yang merupakan manifestasi ketaatan terhadap Tuhan-Nya yang tidak bisa terpisah dengan konsep sistem koordinat tersebut yaitu dalam hal penentuan arah salat umat Islam. Sehingga dengan redaksi yang berbeda, arah salat umat Islam secara sederhana bisa ditentukan dengan rumus perhitungan yang ada dalam kaidah ilmu falak dengan syarat data awal sudah terpenuhi dengan menggunakan konsep sistem koordinat. Berdasarkan hal tersebut, makalah ini bertujuan untuk mengetahui kegunaan dari sistem koordinat dalam penentuan arah umat Islam. Pada pekerjaan ini makalah dirancang dalam bentuk deskriptif kualitatif, dengan sumber data literatur-literatur yang terkait dengan fokus pembahasan dan data dikumpulkan dengan cara penelaahan dokumen-dokumen tersebut. Selanjutnya data yang terkumpul dianalisis dengan cara deskriptif analitis induktif yang menggunakan pendekatan *grounded theory*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa konsep sistem koordinat memberikan informasi atau data awal dalam perhitungan arah salat umat Islam berkenaan dengan lintang dan bujur suatu tempat.

Kata kunci: sistem koordinat, Perhitungan Arah Salat Umat Islam

ABSTRACT

The usefulness of the coordinate system in the horizontal plane of which is to show the location or position of a point. Based on this, if the Earth is depicted in a horizontal plane (map) then using the concept of the coordinate system somewhere on the surface of the Earth can be known mathematically. In harmony with it, in the activities of Muslim life everyday there is a part of worship which is the manifestation of His obedience to God can not separate the concept of coordinate systems is that in terms of determining the direction of praying Muslims. So that the different editors, the Muslim direction of prayer simply be determined by calculation formulas contained in the rules of astronomy at the beginning of the data requirements are met by using the concept of coordinate systems. Based on this, this paper aims to determine the usefulness of the coordinate system in determining the direction of Muslims. This work is designed on paper in the form of descriptive qualitative data sources literature related to the focus of discussion and data collected by review of these documents. Furthermore, the data were analyzed with descriptive analytical method that uses inductive grounded theory approach. Based on research that has been done can be concluded that the concept of coordinate systems to provide information or data early in

the calculation of the Muslim direction of prayer regarding the latitude and longitude of a place.

Keywords: coordinate systems, Calculation Direction pray Muslims

Pendahuluan

Permasalahan penentuan arah salat umat islam yang *familiar* dengan istilah *qiblat*, pernah mencuri perhatian khusus dalam kalangan umat Islam Indonesia. Hal ini terjadi pasca Majelis Ulama' Indonesia (MUI) melalui fatwa no. 3 tahun 2010 tentang arah arah salat umat Islam Indonesia yang letaknya berada di timur makah maka yaitu kearah barat. Fatwa yang dimaksudkan sebagai jalan penyelesaian dan kemudahan di masyarakat ini justru menimbulkan masalah lagi. Menurut sebagian kalangan masyarakat muslim, fatwa MUI no 3 ini dianggap telah mengebirikan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah berkembang pada saat ini.

Menanggapi gejala tersebut, maka MUI melalui fatwanya No 5 Tahun 2010 merevisi tentang arah salat umat Islam di Indonesia yang sebelumnya dijelaskan hanya *menghadap ke arah barat* menjadi *menghadap ke barat laut dengan posisi bervariasi sesuai dengan letak kawasan masing-masing*. (Budiwati, 2011:1)

Berpijak dari dua fatwa tersebut, menurut hemat penulis, tidak akan muncul jika setiap masyarakat muslim di Indonesia ini memahami tentang

pengertian arah qiblat yang dipelajari dalam ilmu *falak* dan konsep sistem koordinat yang dipelajari dalam ilmu matematika.

Arah salat umat Islam dalam ilmu falak dijelaskan bahwa arah kiblat umat Islam yaitu ka'bah. Khazin (2005:69) bahwa kiblat adalah arah ka'bah di Makkah yang harus dituju oleh orang yang sedang melakukan salat, sehingga semua gerakan salat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujud senantiasa berimpit dengan arah itu.

Selaras dengan hal itu, maka berkenaan dengan penentuan arah salat umat Islam, secara tidak langsung sarat utama yang harus dipenuhi yaitu telah ditemukannya posisi ka'bah dan tempat yang akan ditentukan. Untuk mengetahui posisi suatu tempat di dunia ini, maka hal ini tidak bisa dilepaskan dengan konsep dasar sistem koordinat dalam matematika.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka makalah ini mencoba untuk membahas tentang aplikasi konsep sistem koordinat dalam perhitungan arah salat umat Islam. Agar lebih sistematis dalam pembahasan makalah ini disusun dengan rancangan pembahasan yang meliputi

rumus perhitungan arah salat umat Islam beserta dengan ketentuan-ketentuannya, Analisis Matematis rumus perhitungan arah salat umat Islam, sistem koordinat, aplikasi sistem koordinat dalam perhitungan arah salat umat Islam, kesimpulan.

Rumus dan Ketentuan Perhitungan Arah Salat Umat Islam

Berkenaan dengan perhitungan arah salat umat Islam, sebagaimana dijelaskan sebelumnya dalam pendahuluan data utama yang paling dibutuhkan yaitu berkenaan dengan posisi tempat, yaitu posisi Ka'bah yang menjadi pusat dari arah salat umat Islam dan posisi tempat yang akan dilakukan perhitungan. Posisi tempat dalam sistem astronomi ditunjukkan dengan Lintang dan Bujur tempat. Lintang maupun bujur terbagi dua yaitu lintang utara (LU) dan Lintang selatan (LS), bujur barat (BB), Bujur selatan (BS). Sedangkan. Lintang dan Bujur tempat Ka'bah dalam makalah ini ditetapkan lintang $21^{\circ} 25' 21.04''$ LU dan bujur $39^{\circ} 49' 34.33''$ BT (Hambali 2011: 183). Sedangkan relasi antara bujur tempat (λ_A) yang akan dihitung dengan ketentuan perhitungan arah salat umat Islam yaitu

1. Jika (λ_A) < $39^{\circ} 49' 34.33''$ BT, maka
 $C = 39^{\circ} 49' 34.33'' - \lambda_A$ dengan arah kiblat menghadap kearah Timur
2. Jika (λ_A) > $39^{\circ} 49' 34.33''$ BT, maka

- $C = \lambda_A - 39^{\circ} 49' 34.33''$ dengan arah kiblat menghadap kearah barat
3. Jika (λ_A) < $140^{\circ} 10' 25.06''$ BB, maka
 $C = \lambda_A + 39^{\circ} 49' 34.33''$ dengan arah kiblat menghadap kearah Timur
4. Jika (λ_A) > $140^{\circ} 10' 25.06''$ BB, maka
 $C = 360^{\circ} - \lambda_A - 39^{\circ} 49' 34.33''$
 dengan arah kiblat menghadap kearah Barat.

Berdasarkan empat kemungkinan arah kiblat tersebut dan selanjutnya direlasikan dengan kemungkinan posisi tempat di Bumi, maka akan memiliki delapan kemungkinan arah kiblat yaitu

1. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurnya berada pada kategori satu maka arah kiblatnya menghadap selatan timur
2. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurnya berada pada kategori satu maka arah kiblatnya menghadap utara timur
3. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap selatan barat
4. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap utara barat
5. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujurnya berada pada kategori tiga maka arah kiblatnya menghadap selatan timur
6. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujurnya berada pada

kategori tiga maka arah kiblatnya menghadap utara timur

7. Tempat yang berada di utara ka'bah tapi bujuurnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap selatan barat
8. Tempat yang berada di selatan ka'bah tapi bujuurnya berada pada kategori dua maka arah kiblatnya menghadap utara barat

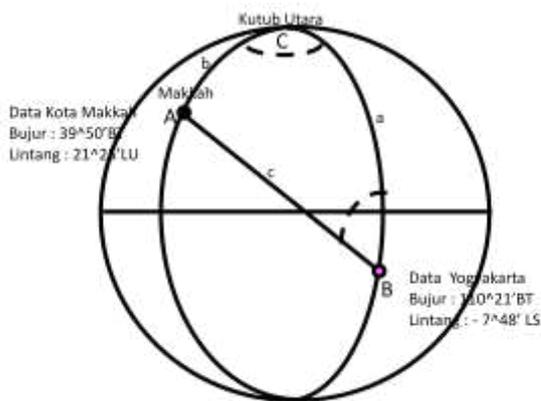
Sedangkan rumus perhitungan arah kiblat yang sering digunakan yaitu

$$\text{Cotan } B = \frac{\text{Sin } a \text{ cotan } b}{\text{sin } c} - \text{cos } a \text{ cotan } C$$

Rumus tersebut dalam perhirungan arah salat umat Islam dikenal dengan rumus aturan cosinus dan sinus.

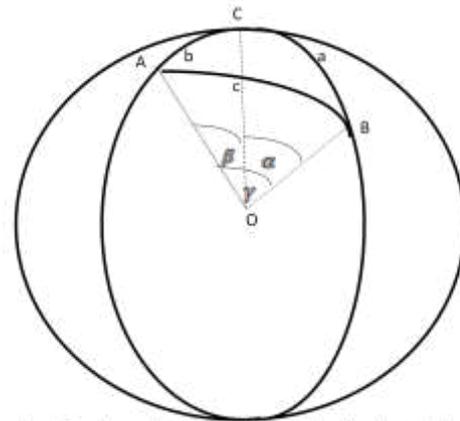
Analisis Matematis Rumus Perhitungan Arah Saat Umat Islam

Sebelum memulai analisis rumus perhittungan arah salat umat Islam terlebih dahulu perlu dipahami tentang posisi tempat yang akan dilakukan perhitungan kiblatnya, yang dalam hal ini sebagai contoh yaitu Yogyakarta dengan posisi ka'bah. Posisi dua tempat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi.

Sebagaimana dijelaskan dalam segitiga bola, maka gambar di atas bisa disederhanakan untuk memudahkan analisis matematisnya sebagai berikut:



Gambar 2. Gambar sederhana Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi

Dari gambar di atas pula akhirnya diperoleh segitiga bola ABC dengan panjang sisi a, b, dan c serta sudut-sudutnya yaitu CAB, ABC, dan BCA. Berdasarkan gambar tersebut pula diketahui bahwa:

1. Dalam gambar tersebut ada dua tempat yaitu A dan B. A berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutnya ditulis dengan ϕ_A dan λ_A . begitu pula dengan B juga berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutnya ditulis dengan ϕ_B dan λ_B
2. Berdasarkan gambar tersebut di atas pula, dapat di ambil sebuah segitiga bola ABC, dengan sisi-sisinya yaitu a, b, dan c. Panjang masing-masing sisi secara matematis dapat ditentukan dengan rumus:

$$a = 90^\circ - \text{lintang tempat yang akan diukur} = 90^\circ$$

$$\begin{aligned}
 & - \phi_B \\
 b & = 90^\circ - \text{lintang tempat} \\
 & \text{Ka'bah} = 90^\circ - \phi_A \\
 C & = \text{Selisih bujur tempat} \\
 & \text{ayang akan diukur} \\
 & \text{dengan bujur ka'bah } (\lambda_A \\
 & - \lambda_B)
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan aturan cosinus dalam segitiga bola maka akan diperoleh sebuah persamaan:

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

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

Persamaan (2) disubstitusikan kepersamaan (1)

$$\begin{aligned}
 \cos b & = \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B \\
 & = \cos a (\cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C) + \sin a \sin c \cos B \\
 & = \cos^2 a \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B
 \end{aligned}$$

Karena $\cos^2 a = 1 - \sin^2 a$, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned}
 \cos b & = \cos^2 a \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C \\
 & + \sin a \sin c \cos B \\
 & = (1 - \sin^2 a) \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B \\
 & = \cos b - \sin^2 a \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cos b + \sin^2 a \cos b & \\
 & = \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C \\
 & + \sin a \sin c \cos B
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sin^2 a \cos b & \\
 & = \cos b - \cos b + \cos a \sin a \sin b
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cos C + \sin a \sin c \cos B \\
 & = \cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B
 \end{aligned}$$

Selanjutnya kedua ruas dibagi dengan $\sin a \sin b$, dan diperoleh

$$\begin{aligned}
 \frac{\sin^2 a \cos b}{\sin a \sin b} & \\
 & = \frac{\cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B}{\sin a \sin b}
 \end{aligned}$$

$$\sin a = \frac{\cos a \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B}{\frac{\cos b}{\sin b}}$$

Sedangkan menurut aturan sinus dalam segitiga bola, $\frac{\sin c}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin B}$ maka

Sedangkan menurut aturan sinus dalam segitiga bola,

$$\frac{\sin c}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin B} \text{ maka}$$

$$\sin a \frac{\cos b}{\sin b} = \cos a \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B$$

$\sin a \cotan b$

$$= \cos a \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B$$

$$= \cos a \cos C + \sin C \cotan B$$

$\cos a \cos C + \sin C \cotan B$

$$= \sin a \cotan b$$

$\sin C \cotan B$

$$= \sin a \cotan b - \cos a \cos C$$

$$\cotan B = \frac{\sin a \cotan b - \cos a \cos C}{\sin C}$$

$$\cotan B = \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} - \frac{\cos a \cos C}{\sin C}$$

$$\cotan B = \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} - \cos a \cotan C$$

Persamaan (3) inilah yang kemudian dikenal dengan rumus arah kiblat rumus cosinus dan rumus sinus. Dimana,

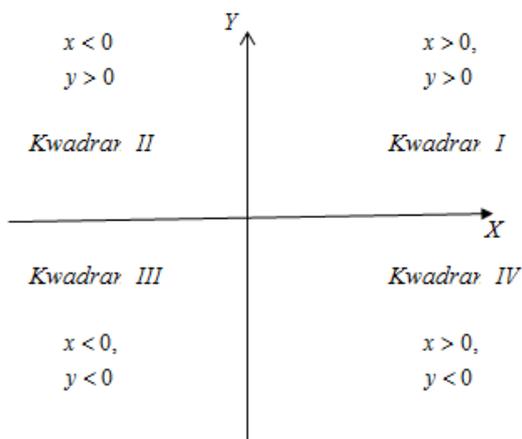
$$a = 90^\circ - \text{lintang tempat yang akan diukur} = 90^\circ - \phi_A$$

$$b = 90^\circ - \text{lintang tempat Ka'bah} = 90^\circ - \phi_A$$

$$C = \text{Selisih bujur tempat ayang akan diukur dengan bujur ka'bah } (\lambda_A - \lambda_B)$$

Sistem Koordinat

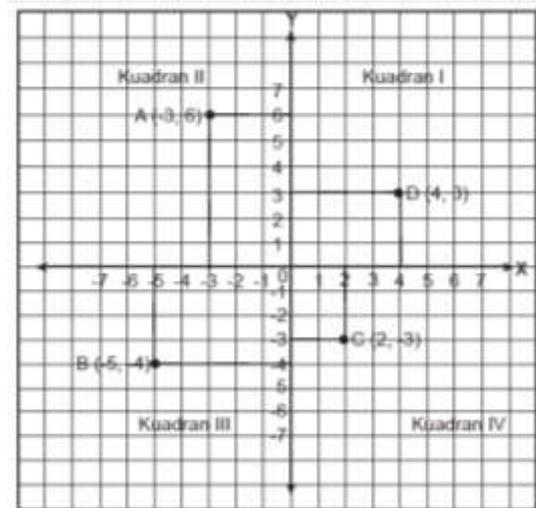
Sistem koordinat yang dimaksud dalam tulisan ini yaitu sistem koordinat kartesius yang digunakan untuk menentukan letak suatu titik pada bidang (R^2) atau ruang (R^3) Secara umum sistem koordinat kartesius dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Gambar Sistem koordinat kartesius

Berdasarkan di atas, terdapat 4 bidang simetris yang dibatasi oleh sumbu-sumbu koordinat X yang disebut dengan absis dan Y yang disebut dengan ordinat, pertemuan sumbu X dan sumbu Y membentuk empat daerah yang disebut dengan kwadran. Kwadran I dibatasi dengan nilai absis positif ($X > 0$) dan Y juga positif ($Y > 0$), Kwadran II dibatasi X negatif ($X < 0$) dan Y positif ($Y > 0$). Kwadran III X negatif ($X < 0$) dan Y negatif ($Y < 0$). Kwadran IV X positif ($X > 0$) dan Y negatif ($Y < 0$).

Selanjutnya, sebagai contoh untuk menunjukkan posisi suatu tempat dalam sistem koordinat yaitu dapat dilihat dalam gambar berikut.



Gambar 4. Posisi Dalam Sistem koordinat kartesius

Berdasarkan gambar diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa A berada pada posisi (-3,6), dan secara berturut-turut posisi B, C, D yaitu (4,3), (2,-3) dan (-5,-4).

Aplikasi Sistem Koordinat Dalam Perhitungan Arah Salat Umat Islam

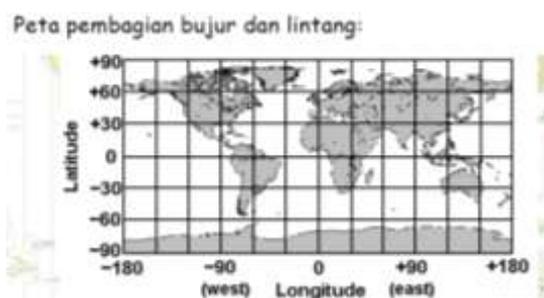
Sebagaimana matematika dalam mendiskripsikan letak atau posisi digunakan sistem koordianat, di Bumi posisi suatu tempat juga menggunakan sistem koordinat. Secara sederhana sistem koordianat bumi dalam bidang datar dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 5. sistem koordianat bumi dalam bidang datar

Berdasarkan gambar di atas maka suatu tempat posisi ditunjukkan dengan Bujur dan lintang.

Seirama dengan hal itu, maka relasi sistem koordinat yang dibahas sebelumnya dengan bujur dan lintang yaitu dalam sistem koordinat bumi, sumbu x yang ada dalam sistem koordinat kartesius digantikan dengan garis ekuator atau khatulistiwa, sedangkan sumbu Y digantikan dengan garis meridian yang melewati kota Greenwich yang ada di Inggris. Untuk memahami tentang relasi dan aplikasi sistem koordinat dalam hal ini penentuan posisi suatu tempat yaitu bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Peta Pembagian Bujur dan Lintang Bumi

Berdasarkan gambar tersebut maka dapat Garis ekuator/khatulistiwa yang dalam sistem koordinat merupakan sumbu X adalah garis yang posisinya tepat di tengah-tengah antara kutub utara dan kutub selatan, sehingga garis ekuator ini membagi bumi dalam dua belahan bumi yaitu belahan bumi utara dan belahan bumi selatan (Hambali,2013:12) yang dalam aplikasinya dalam

perhitungan arah salat umat Islam garis ekuator (khatulistiwa) merupakan garis acuan lintang (ϕ), yang mengakibatkan Bumi yang berada di belahan utara disebut dengan lintang utara dan bertanda positif. sedangkan bumi yang berada di belahan selatan disebut dengan lintang selatan dengan tanda negatif. Sehingga besar lintang di permukaan bumi secara keseluruhan berada antara -90 hingga 90 (Anugraha,2012:28),

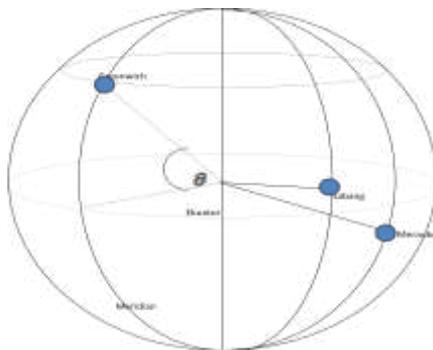
Garis meridian yang dalam sistem koordinat disebut dengan sumbu Y adalah garis yang melalui sumbu atau poros bumi dan membelah bumi menjadi dua bagian yaitu bagian barat dan bagian timur yang dalam aplikasinya Garis meridian yang menjadi acuan bujur (λ) yang dimulai dari garis yang melewati kota Greenwich di London, Inggris. Sehingga, garis meridian (bujur) yang berada di barat meridian tersebut disebut dengan Bujur barat, sedangkan yang berada di timurnya disebut dengan bujur timur. bujur timur bernilai positif dan bujur barat bernilai negatif. (Catatan: ada sejumlah literatur yang menulis sebaliknya, bujur barat bernilai positif, seperti Astronomical Algorithm karya Jean Meeus) (Anugraha,2012:27) Seluruh bujur permukaan bumi dibagi ke dalam 360 derajat, yaitu dari -180 hingga 180 .

Sedangkan untuk satuan perhitungan, dalam sistem koordinat bumi, satuan koordinat yang dipakai yaitu derajat. Satu derajat = 60 menit

busur (arcminute) = 3600 detik busur (arcsecond). Seringkali menit busur dan detik busur cukup disebut menit dan detik saja. Namun demikian harap dibedakan dengan menit dan detik sebagai satuan waktu (Anugraha,2012:27).

Sebagai contoh aplikasi sistem koordinat dalam penentuan letak suatu tempat di bumi selalu dituliskan dengan dua buah koordinat yaitu lintang dan bujur. Contoh: Yogyakarta diketahui memiliki lintang tempat : $-7^{\circ}48'$ LS (lintang selatan) dan bujur tempat : $110^{\circ}21'$ BT (bujur timur).

Secara astronomi dalam bola dunia, sistem koordinat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7. Sistem Koordianat Bumi Dalam Bola Dunia

Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dikaji pada point-point sebelumnya dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa aplikasi sistem koordinat dalam perhitungan arah salat umat Islam yaitu dalam hal penyajian data berkenaan dengan letak posisi tempat yang akan

dihitung dan posisi ka'bah yang menjadi acuan salat umat Islam yang di nyatakan dalam lintang dan bujur. Secara umum kesimpulan dari analisa tersebut yaitu

1. Dalam sistem koordinat, sumbu X (absis) dalam aplikasi perhitungan arah salat umat Islam disebut dengan equator yang membagi bumi dalam dua belahan bumi yaitu belahan bumi utara dan belahan bumi selatan yang selanjutnya disebut dengan Lintang Utara dan Lintang selatan
2. Dalam sistem koordinat, sumbu Y (ordinat) dalam aplikasi perhitungan arah salat umat Islam disebut dengan meridian yang membagi bumi menjadi dua bagian yaitu bagian barat dan bagian timur yang selanjutnya disebut dengan Bujur Barat dan Bujur Timur.

DAFTAR PUSTAKA

Alvin K. Bettinger & John A. Englund, 1963, *Algebra and Trigonometry*, USA: The Haddon Craftsmen INC.

Anugraha, Rinto, 2012, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada.

Azhari, Susiknan, 2007, *Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta:Suara Muhammadiyah.

Barlow and Bryan, 1900, *Elementery Mathematical Astronomy*, London: W, B. Clive.

- _____, 1946, *Elementary Mathematical Astronomy*, London. University tutorial press ltd.
- Brenke, William C, 1943, *Plane and Spherical Trigonometry*, USA: THE DRYDEN PRESS
- Federal editorial Board. *Mathematics Enrichment Questions IA*. Hongkong:Allion printing.
- Hambali, Slamet, 2011, *Ilmu Falak*, Semarang: Program pascasarjana IAIN Walisongo Semarang
- Johnson, Rob, *Spherical Trigonometry*, West hills instintute of mathematics. Tanpa tahun terbit
- Kusdiono, 2002, *Ilmu Ukur Segitiga Bola*, Bandung: Jurusan teknik geodesi, Institut Teknologi Bandung.
- Murray, Daniel A., 1899, *Plane Trigometry*, New York: Longmans, green, and co.
- _____, 1908, *spherical trigometry*, New York:Longmans, Green, And Co.
- Purwanto, Agus,2011, “*Penentuan arah Kiblat*”, makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 10 Juli 2011
- _____,2012, “*Makalah Falak*”, makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 17 Juli 2011
- Smart, 1997, *Text Book On Spherical Astronomy*, Cambride: Cambridge University Press
- Solikin, Agus.2013. “*Perhitungan Arah Kiblat (Tinjauan Matematika Dan Astronomi Dalam Buku Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern Karya Susiknan Azhari)*”. Semarang: Program pascasarjana IAIN Walisongo Semarang
- ”Thodhunter , I., 1886, *Spherical Trigometry*, London:Macmilllan and co.

