

Aplikasi rumus sinus kosinus pada segitiga bola dalam penentuan arah kiblat masjid di Kota Medan

Dini Rahmadani S^{1*}, Hariyadi Putraga²

¹Universitas Negeri Medan

²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Penulis Korespondensi: rahmadani_dini@yahoo.com

Abstract. Facing the Qibla towards the Ka'bah is one of the requirements for the validity of a prayer for Muslims. People in the area of Mecca and around Saudi Arabia, they have it easy to find out the position of the Qibla because there are still visible clues that can be used to determine the exact direction of the Qibla. Unlike people who are in areas that far from the Ka'ba and Arabia, geographic clues and exact directions are difficult to find, so a concept emerged that could help determine the direction of the Qibla. In Indonesia, prior to 2010, the direction of the Qibla was conveyed to the Indonesian people to be in the west direction, which was recently corrected back to the west-northwest direction. The determination of the Qibla direction cannot be separated from the mathematical concept, and in this study we re-tested the use of the cosine and sine formula in spherical triangle to determine the direction of the Qibla. It is hoped that by calculating and measuring the direction angle and the azimuth of the Qibla and the estimation of the number of mosques experiencing errors in that are not correctly facing the actual direction of the Qibla. In the city of Medan, it was found that the direction resulted from the calculation was $67^{\circ} 14'$ from north to the west or the azimuth qibla value is $292^{\circ} 45'$ with an estimate that 54% of mosques in the city of Medan had a directional error that was still incorrectly facing the Qibla direction.

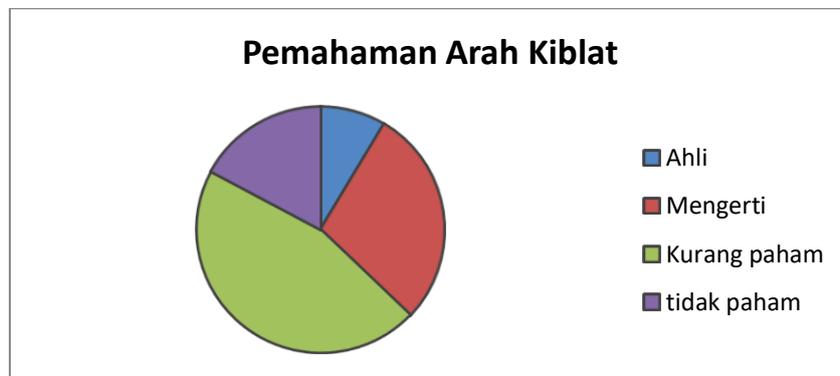
Keywords: qibla; spherical triangle; trigonometry

1. Pendahuluan

Shalat adalah suatu kebutuhan rohaniah yang dimiliki umat muslim. Lima shalat utama menjadi kewajiban yang dilakukan pada waktu-waktu yang ditandai dengan posisi ketinggian matahari disetiap harinya. Allah SWT berfirman “*Dan darimana saja engkau keluar (untuk mengerjakan shalat) hadapkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram (Ka’bah). Sesungguhnya perintah berkiblat ke Ka’bah itu benar dari Allah (Tuhanmu) dan ingatlah, bahwa Allah tidak sekali-kali lalai akan segala apa yang kamu lakukan.*” (Q.S. Al-Baqarah:149). Ayat diatas jelas menyebutkan menghadap ke arah Kiblat (Ka’bah) adalah suatu keharusan dan menjadi syarat utama dalam melakukan shalat. Bagi masyarakat yang berdomisili di sekitar tanah arab, akan sangat mudah mendapatkan arah yang tepat untuk menuju ke arah kiblat Ka’bah. Dengan melihat dan menyesuaikan posisi masjid terdekat dengan ka’bah, akan bisa dibangun tempat ibadah yang memiliki arah yang tepat. Namun kesulitan akan muncul pada posisi-posisi yang berada jauh dari tanah arab hingga ke belahan dunia lainnya.

Masjid sebagai prasarana yang memberikan tempat bagi umat islam untuk melaksanakan ibadahnya memberikan sebuah fasilitas yang sama di setiap tempat, yaitu arah kiblat. Sehingga jamaah tidak harus bertanya-tanya lagi kemana harus menghadap dan bisa segera melaksanakan ibadahnya. Dalam pengalaman penulis saat bersinggah ke beberapa masjid di kota Medan, penulis mendapati masih terdapat masjid-masjid yang dibangun yang arah kiblatnya dimiringkan tidak sesuai dengan arah bangunan. Dalam wawancara kepada salah satu pengurus masjid menyatakan pergeseran arah shaf ini adalah salah satu solusi dari membenarkan arah kiblat yang tidak sesuai dengan arah bangunan. Keadaan ini didapat setelah dilakukan pengukuran ulang dan mendapati selisih arah kiblat masjid tersebut. Pada Kota Medan, selisih 1° mengakibatkan pergeseran sejauh 90 Km dari Ka’bah kiblat sebenarnya.

Dalam penelitiannya, Kresnadjaja (2014) menyatakan dalam kehidupan nyata hanya segelintir orang yang mengetahui tentang pemahaman arah shalat menghadap, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Koresponden Masyarakat Terhadap Pemahaman Arah Kiblat

Azhari (2007) menyebutkan pada saat ini metode yang sering digunakan dalam pengukuran kiblat ada tiga macam, yakni: (1) memanfaatkan bayang-bayang kiblat, (2) memanfaatkan arah utara geografis (true north), dan (3) mengamati/ memperhatikan ketika matahari tepat berada diatas ka'bah atau lebih dikenal dengan momen Rashdul Kiblat. Metode yang menggunakan ilmu matematika dalam penentuannya adalah metode yang kedua.

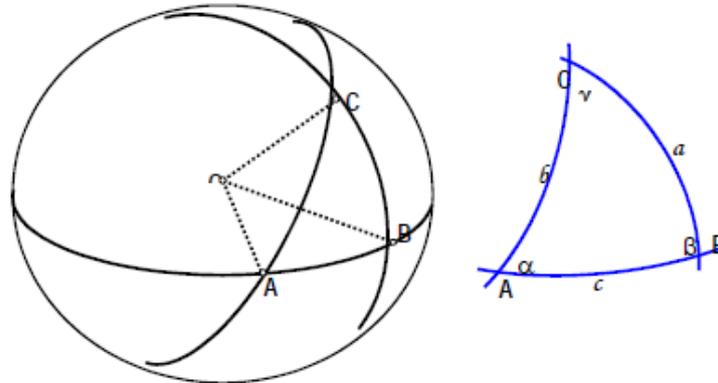
Bumi yang bulat (sedikit pepat di kedua kutubnya) dan sistem koordinat bola dunia pun diperkenalkan, Sehingga mempermudah menentukan posisi tiap daerah berdasarkan garis lintang dan garis bujurnya. Pendekatan matematis pun bisa dibentuk untuk mendapatkan arah kiblat. Berpatokan pada tiga titik koordinat (ka'bah, utara bumi, dan posisi pengamat) dapat terbentuk suatu bangun lengkung yang berbentuk segitiga lengkung. Dari ide tersebut, peneliti ingin mencoba kembali sebuah rumus yang bernama segitiga bola yang dapat memberikan besaran sudut dan arah yang akurat dari suatu daerah.

Susherri (2012: 9) menjelaskan trigonometri sebagai suatu metode dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan perbandingan-perbandingan pada bangun geometri, khususnya dalam bangun yang berbentuk segitiga. Pada prinsipnya trigonometri merupakan salah satu ilmu ukur yang berhubungan dengan besar sudut, yang bermanfaat untuk menghitung ketinggian suatu tempat tanpa mengukur secara langsung sehingga bersifat praktis dan efisien.

Segitiga bola merupakan rumus matematika yang digunakan dalam ilmu pelayaran dalam menentukan arah suatu titik dari lokasi berada, ilmu bumi (Geodesi) dalam menentukan jarak antarlokasi, dan astronomi dalam menentukan besar sudut yang dibentuk benda langit terhadap permukaan bumi ditarik dari arah utara bumi (Putraga, 2016). Toyiyb (2009) dalam jurnalnya menjelaskan Segitiga bola merupakan segitiga di permukaan bola yang sisi-sisinya merupakan bagian dari lingkaran besar. Berbeda dengan segitiga linier atau segitiga biasa yang kita kenal, segitiga bola memiliki tiga sudut dalam satuan serajat busur dan tiga sisi busur berbentuk garis yang berdimensi panjang seperti kilometer atau meter, sehingga segitiga bola seluruh elemennya hanya dalam satuan derajat busur.

Parseno, dkk (2013:114) menyebutkan segitiga bola ialah segitiga pada permukaan bola yang dibentuk dengan cara menghubungkan tiga titik pada permukaan bola dengan busur lingkaran besar. Jadi sisi-sisi segitga bola ialah segmen-segmen busur lingkaran besar. Pada Gambar 2, titik AB, AC, dan BC adalah segmen-segmen busur lingkaran besar.

Unsur-unsur segitiga bola terdiri dari tiga sudut dan tiga sisi. Pada gambar segitiga bola *ABC* tersebut, unsur-unsur segitiga bola adalah sudut α, β, γ dan sisi a, b, c . Berbeda dengan segitiga datar yang jumlah ketiga sudutnya 180 derajat, jumlah ketiga sudut dalam segitiga bola ialah 180 derajat ditambah ekkses sferis.



Gambar 2. Segitiga Bola ABC

Toyyib (2009:2-3) menuliskan beberapa rumus segitiga bola yang paling mudah untuk difahami diantaranya :

Rumus cosinus:

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

Untuk sisi-sisi segitiga bola:

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

Rumus sinus:

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

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian ilmiah untuk menjelaskan kebenaran penggunaan rumus sinus dan kosinus pada Segitiga Bola dan menentukan arah kiblat di Kota Medan, dan membantu memberikan besaran arah kiblat yang sebenarnya bagi masjid-masjid di kota Medan.

Penelitian ini dilakukan di Masjid di sekitar Kota Medan, berlokasi di sekitar wilayah Medan Kota sebagai acuan yang paling mendekati pusat kota Medan yang memiliki Koordinat (98°40'9.17") Bujur Timur dan (3°35'28.88") Lintang Utara. Lokasi diambil secara acak ke berbagai arah mata angin dari bagian timur hingga ke bagian barat kota, meliputi kawasan utara dan selatan Kota Medan, Sumatera Utara.

Populasi penelitian ini adalah masjid-masjid yang berada di kawasan Medan Kota yang meliputi daerah yang disebutkan di atas. Selanjutnya sampel diambil secara acak (Random Sampling) yang diambil dari Arah Timur – Barat dan Utara – Selatan dari kawasan Medan Kota, yang memberikan gambaran luas Medan kota, Kota Medan, Sumatera Utara.

Alat pengumpul data pada penelitian ini adalah lembar observasi, alat hitung, data posisi, serta instrumen berupa bidang lingkaran 360 derajat dan busur derajat. Lembar observasi digunakan untuk pengumpulan data lokasi, arah bangunan, dan arah yang telah dihitung untuk melihat perbedaan atau kesamaan arah bangunan dengan perhitungan. Bidang 360 derajat dan busur derajat menjadi instrumen untuk mengukur selisih arah bangunan dan arah kiblat yang didapatkan.

Peneliti menggunakan alat lain untuk menentukan koordinat berupa *GPS*, ataupun *Google earth*, alat bantu hitung berupa kalkulator *Scientifik* dan *microsoft mathematics* data lokasi diambil dengan

mengunjungi secara acak pada daerah yang telah dibatasi sebelumnya. Melihat dan mencatat kondisi bangunan dan hal terkait lainnya.

Perhitungan yang didahulukan adalah mendapatkan nilai sudut setiap titik, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \text{Mekah} = 39^\circ 50' \text{ BT}, 21^\circ 25' \text{ LU} \\ B &= \text{Lokasi} = \text{bujur tempat } (\lambda), \text{ lintang tempat } (\phi) \\ C &= |\lambda_b - \lambda_a| = |\lambda - 39^\circ 50'| \\ a &= (90^\circ - \phi) \\ b &= (90^\circ - \phi_k) = (90^\circ - 21^\circ 25') = 68^\circ 35' \\ c &= \text{didapat dari :} \\ \cos c &= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos c &= \cos (90^\circ - \phi) \cos (68^\circ 35') + \sin (90^\circ - \phi) \sin (68^\circ 35') \cos |\lambda - 39^\circ 50'| \dots\dots(1) \\ c &= \text{arc cos} \end{aligned}$$

Persamaan (1) menjadi dasar awal untuk menentukan nilai c yang selanjutnya akan dimasukkan nilai-nilai yang telah didapatkan diatas ke dalam rumus segitiga bola yang akan digunakan. Rumus cos dan rumus sin, untuk mendapatkan besar sudut arah kiblat (B).

Dengan rumus cosinus :

$$\begin{aligned} \cos b &= \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B \\ \cos B &= \frac{\cos b - \cos a \cos c}{\sin a \sin c} \\ \cos B &= \frac{\cos(68^\circ 35') - \cos(90^\circ - \phi) \cos c}{\sin(90^\circ - \phi) \sin c} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

maka, $B = \text{arc cos} (\text{hasil diatas})$

Besar sudut B diambil dari nilai arc cos persamaan (2) dan nilai yang dihasilkan ditarik dari arah utara ke barat yang menjadi arah kiblat. Sedangkan dalam menentukan besaran azimuth adalah $360^\circ - B$.

Dengan rumus sinus:

$$\begin{aligned} \sin B &= \frac{\sin b \sin C}{\sin c} = \frac{\sin(68^\circ 35') \sin(\lambda - 39^\circ 50')}{\sin c} \\ B &= \arcsin \left(\frac{\sin(68^\circ 35') \sin(\lambda - 39^\circ 50')}{\sin c} \right) \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

Persamaan (3) menjelaskan bagaimana perhitungan menggunakan rumus Sinus menghasilkan besaran sudut arah kiblat B.

3. Hasil dan Pembahasan

Praktik penghitungan arah kiblat biasanya menggunakan teknik segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat. Dengan mengetahui besar *Azimuth* Matahari pada saat pengukurannya. Dalam pengukuran arah kiblat, mencari titik utara sejati (*True North*) menjadi titik mula perhitungan.

Setelah mendapatkan titik awal, dimulai perhitungan menentukan arah kiblat dengan menentukan titik koordinat masjid. Dalam penelitian ini yang diambil sebagai sampel utama adalah Masjid Taqwa Sidorame Barat Jl. Pelita 2 Medan dengan Koordinat :

$$\text{Lintang: } 3^\circ 36' 21.11" \text{ Utara} \qquad \text{Bujur: } 98^\circ 40' 58.21" \text{ Timur}$$

Selanjutnya akan digunakan sebagai titik B pada perhitungan

Perhitungan yang didahulukan adalah mendapatkan nilai sudut setiap titik, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \text{Mekah} = 39^\circ 49' 34" \text{ BT}, 21^\circ 25' 20" \text{ LU} \\ B &= \text{Lokasi} = 98^\circ 40' 58" \text{ BT}, 3^\circ 36' 21" \text{ LU} \end{aligned}$$

$$C = |\lambda b - \lambda a| = |98^{\circ}40'58'' - 39^{\circ}49'34''| = 58^{\circ}51'24''$$

$$a = (90^{\circ} - \phi) = (90^{\circ} - 3^{\circ}36'21'') = 86^{\circ}23'39''$$

$$b = (90^{\circ} - \phi_k) = (90^{\circ} - 21^{\circ}25'20'') = 68^{\circ}34'40''$$

c didapat dari:

$$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$$

$$\cos c = \cos (86^{\circ}23'39'') \cos (68^{\circ}34'40'') + \sin (86^{\circ}23'39'') \sin (68^{\circ}34'40'') \cos (58^{\circ}51'24'')$$

$$\cos c = (0,062892).(0,365238) + (0,998020).(0,930914).(0,517180)$$

$$\cos c = 0,503468$$

$$c = \arccos (0,503468)$$

$$c = 59,77026 = \mathbf{59^{\circ}46'13''}$$

Langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai-nilai yang telah didapatkan diatas ke dalam rumus segitiga bola yang akan digunakan. Rumus cos dan rumus sin, untuk mendapatkan besar sudut arah kiblat (B).

Dengan rumus cosinus:

$$\cos b = \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B$$

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

$$\cos B = \frac{\cos(68^{\circ}34'40'') - \cos(86^{\circ}23'39'')\cos(59^{\circ}46'13'')}{\sin(86^{\circ}23'39'')\sin(59^{\circ}46'13'')}$$

$$\cos B = \frac{0,365238 - (0,062892)(0,503468)}{(0,998020)(0,864013)}$$

$$\cos B = 0,386840$$

$$\text{Maka, } B = \arccos (0,386840) = 67,241962 = \mathbf{67^{\circ}14'31''}$$

$B = 67^{\circ}14'31''$ ditarik dari arah utara ke barat merupakan arah kiblat masjid Taqwa Muhammadiyah Sidorame Barat. Dengan Azimuth Kiblat = $(360^{\circ} - 67^{\circ}14'31'') = 292^{\circ}45'29''$

Dengan rumus sinus:

$$\sin B = \frac{\sin b \sin C}{\sin C}$$

$$\sin B = \frac{\sin(68^{\circ}34'40'')\sin(58^{\circ}51'24'')}{\sin(59^{\circ}46'13'')}$$

$$\sin B = \frac{(0,930915)(0,855876)}{0,864013}$$

$$\sin B = 0,923090$$

$$\text{Maka, } B = \arcsin (0,922147) = 67,242143 = \mathbf{67^{\circ}14'31''}$$

$B = 67^{\circ}14'31''$ ditarik dari arah utara ke barat merupakan arah kiblat masjid Taqwa Sidorame Barat. Dengan Azimuth Kiblat = $(360^{\circ} - 67^{\circ}14'31'') = 292^{\circ}45'29''$

Masjid Taqwa Muhammadiyah Sidorame Barat menunjukkan arah kiblat yang akurat dan dijadikan patokan perhitungan. Masjid ini dibangun dengan menggunakan metode bayangan matahari pada Rashdul Kiblat. Arah bangunan yang diambil adalah arah dari keramik masjid yang sejajar masjid.

Selanjutnya pengukuran yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan Penggunaan Rumus Segitiga Bola dapat diterapkan dalam menentukan Arah Kiblat Masjid Di Kota Medan Secara Akurat hingga ke detail derajatnya. Secara ringkas pengukuran arah kiblat di beberapa masjid di kota medan dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada Sampel Penelitian

Nama Masjid	Arah Kiblat	Arah Bangunan	Selisih
Masjid TAQWA PCM Sidorame Barat	292°45'52"	292°45'	0°
Masjid Thaharah	292°45'28"	289°10'	3° 25'
Masjid Al-Amin	292°45'35"	289°45'	3°
Masjid Ar-Ridho	292°45'28"	310°57'	18° 12'
Masjid Taqqarub	292°46'23"	275°26'	17° 20'
Masjid Al-Ikhsaniyah	292°45'34"	284°45'	8°
Masjid Ar-Ridwan	292°46'11"	289°30'	3° 16'
Masjid Al-Mukhlisin	292°44'59"	277°	15°
Masjid Ikhlasiyah	292°45'31"	267°	25°
Masjid Jami	292°45'34"	274°	18°
Masjid Al Falah	292°45'52"	272°45'	20°
Rata-rata	292°45'	360°-292°45'=67°15'	11°55'

4. Penutup

Arah bangunan masjid di kota Medan banyak mengarah ke arah barat, sehingga arah kiblat perlu koreksi sesuai selisih yang didapatkan. Besar arah kiblat yang dapat digunakan sebagai patokan adalah sebesar 67°15' ditarik dari Utara ke Barat atau dengan besar azimuth dapat dirata-ratakan sebesar 292°45' yang dapat digunakan dan membantu dalam perhitungan ataupun perbaikan arah kiblat masjid ataupun tempat peribadahan di kota Medan. Masjid yang mengalami kemelencengan arah kiblat di kota Medan adalah sebanyak 54% dengan besar arah kiblatnya melenceng sejauh 17,7% dari arah sebenarnya.

Daftar Pustaka

- Azhari, S. (2007). *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sain Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Kresadjaja, W. G. (2014). *Mengakurasikan Arah Kiblat Seribu Masjid Se-Bandung Raya Dengan Menggunakan Kompas Kiblat Berbasis Digital*. Bandung: UIN Sunan Gunung Jati.
- Parseno, dkk. (2013). *Draft Modul Matematika Geodesi*. Yogyakarta: UGM.
- Putraga, H. (2016). *Astronomi Dasar*. Medan: Prima Utama.
- Susheri. (2012). *Analisis Rumus Trigonometri Dalam Penentuan Arah Kiblat*. Semarang: UIN Walisongo.
- Toyyib. (2009). *Menghitung Arah Kiblat Dengan Rumus Segitiga Bola*. Bandung: Jurnal Pengajaran Sains.