PEDIAMATIKA: Journal of Mathematical Science and Mathematics Education, Vol.01(01), Maret 2018
ISSN: xxxx-xxxx
URL : http://syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/pmat

Analisis rumus trigonometri dalam penentuan arah kiblat

Mohamad Taufik Hikayat[1*], Indah Nursuprianah [2], Muhamad Ali Misri [3]

[1]*Department of Mathemtics Education, Syekh Nurjati Islamic State University ,Cirebon, Indonesia*
[2]*Department of Mathemtics Education, Syekh Nurjati Islamic State University ,Cirebon, Indonesia*
[3]*Department of Mathemtics Education, Syekh Nurjati Islamic State University ,Cirebon, Indonesia*
**Corresponding author: hikayattaufik@gmail.com*

Abstractt

This research was conducted to find out the trigonometric formula used in the theory of determining the direction of Qibla and to know the application of trigonometric formulas in the theory of determining the direction of Qibla. This research is Library Research. Research technique used in this research is the documentation by doing the searching and studying by reading the books related to this research. As for analysis technique using induction logic to get the conclusion that can answer problem in this problem.

This research resulted in the conclusion; First, theory of determining the direction of Qiblah to date that is already known to exist three, namely spherical trigonometry (Spherical Trigonometry), geodesy and navigation. In theory of spherical trigonometry, trigonometric rules used are trigonometric rules in curved fields. More precisely the spherical field, because theory used is trigonometric theory of ball. So existing trigonometric formula also varies, ranging from the rules of sine, cosine, tangent formula, secan, cosecan and cotangen. Second, application of trigonometric ball formula (Spherical Trigonometry), can not be separated from the tool in calculating the direction of Qibla. In ball trigonometry theory (Spherical Trigonometry), in order to facilitate the calculation / determination of Qibla direction then can use the calculator tool. Thirdly, the precise determination of Qibla direction using spherical trigonometric formula can not be said exactly 100% facing Qibla. However, all circles today use the formula in determining the direction of the Qiblah considering the earth is shaped like a ball.

Keywords: *Trigonometry; spherical trigonomeetry; Qibla; celestial sphere;*

Abstrak

Mohamad Taufik Hikayat, Analisis Rumus Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat, *Jurnal, Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Tadris Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Syekh Nurjati Cirebon.*

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui rumus trigonometri yang digunakan dalam teori penentuan arah kiblat dan mengetahui penerapan rumus-rumus trigonometri dalam teori penentuan arah kiblat. Penelitian ini adalah penelitian kepustakaan (Library Research). Teknik penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi dengan melakukan penelusuran dan penelaahan dengan cara membaca buku-buku yang terkait dengan penelitian ini. Adapun dalam teknik analisis menggunakan logika induksi untuk memperoleh kesimpulan yang dapat menjawab permasalahan dalam permasalahan ini.

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan; pertama, Teori penentuan arah kiblat sampai saat ini yang sudah diketahui ada tiga, yaitu trigonometri bola (Spherical Trigonometry), geodesi dan navigasi. Dalam teori trigonometri bola (Spherical Trigonometry), aturan trigonometri yang dipakai adalah aturan trigonometri pada bidang lengkung. Lebih tepatnya bidang bola, karena teori yang digunakan adalah teori trigonometri bola. Sehingga rumus trigonometri yang ada juga bervariasi, mulai dari aturan sinus, cosinus, rumus tangen, secan, cosecan dan cotangen. Kedua, Adapun aplikasi/penerapan rumus trigonometri bola (Spherical Trigonometry), tidak terlepas dari alat bantu dalam perhitungan arah kiblat. Pada teori trigonometri bola (Spherical Trigonometry), supaya mempermudah perhitungan/penentuan arah kiblat maka bisa menggunakan alat bantu kalkulator. Ketiga, Ketepatan penentuan arah kiblat menggunakan rumus trigonometri bola tidak bisa dikatakan tepat 100% menghadap kiblat. Namun, semua kalangan saat ini menggunakan rumus tersebut dalam menentukan arah kiblat mengingat bumi bentuknya seperti bola.

Kata kunci: trigonometri, trigonometri bola, arah kiblat, ilmu falak

Pendahuluan

Matematika adalah sebuah disiplin ilmu yang telah kita pelajari pada jenjang pendidikan, dimulai dari jenjang Sekolah Dasar (SD/Sederajat) sampai pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA/Sederajat). Ketika kita mempelajari matematika, banyak yang beranggapan bahwa matematika hanyalah sebuah ilmu abstrak, bersifat teoritis dan hanya berbicara tentang rumus-rumus. Fenomena inilah yang sering kita temui di kalangan Masyarakat. Sebagian orang mengetahui kebermanfaatan matematika hanya pada materi Aritmatika sosial karena di jenjang pendidikan, materi ini diajarkan dengan mengaitkan matematika pada fenomena-fenomena sosial. Namun pada dasarnya, matematika adalah sebuah disiplin ilmu yang penerapannya sangat luas, karena hampir di setiap ilmu pengetahuan menggunakan matematika.

Dalam penerapannya, banyak terdapat teori dan konsep matematika yang sangat berguna dalam kehidupan manusia. Salah satunya adalah konsep/rumus trigonometri yang terdapat dalam teori penentuan arah kiblat. Menurut Azhari (2007), Rumus trigonometri dalam perkembangan sains islam sangat berperan pada aplikasi ilmu falak. Hal ini dapat diketahui dengan banyaknya ilmuwan muslim yang turut mengembangkan ilmu falak, seperti Al-Khawarizmi (305 H/917 M) dengan *magnum opusnya dalam kitab al- Mukhtashar fi Hisab al-Jabr wa al-Muqabalah.* Selain Al-Khawarizmi, tokoh Islam yang ikut membangun ilmu falak juga banyak sekali, diantaranya ialah, Abu Ma'syar al-Falaky (wafat 272 H/885 M) dengan karyanya yang berjudul *Isbatul Ulum* dan *Haiatul Falak,* Jabir Batany (wafat 319 H/931 M) dengan karyanya *Kitabu Ma'rifati Mathli'il Buruj Baina Arbail Falak,* Abu Raihan al- Biruni (wafat 363 H-440 H/973 M-1048 M) dengan karyanya *al-Qonun al-Mas'udi.*

Tokoh ilmuwan muslim yang berkontribusi dalam ilmu trigonometri ialah Abul Wafa Muhammad Ibnu Muhammad Ibnu Yahya Ibnu Ismail al Buzjani yang lahir pada tahun 940 M. Abul Wafa Muhammad Ibnu Muhammad Ibnu Yahya Ibnu Ismail al Buzjani dikenal sebagai peletak dasar dari rumus-rumus trigonometri. Generasi berikutnya adalah Abu Nasr Mansur ibnu Ali ibnu Iraq atau akrab disapa Abu Nasr Mansur 960 M - 1036 M), dikenal sebagai penemu hukum sinus. Seiring dengan berkembangnya ilmu matematika, rumus trigonometri yang digunakan saat ini diantaranya adalah rumus trigonometri jumlah dan selisih dua sudut, rumus trigonometri sudut rangkap dan sudut tengahan, rumus perkalian sinus dan kosinus, rumus penjumlahan dan pengurangan sinus dan kosinus, hukum/aturan sinus dan hukum/aturan kosinus.

Rumus trigonometri tersebut pada dasarnya terlihat sederhana karena telah dipelajari di jenjang SMA/sederajat. Seperti pada penelitian Syukur (2013) siswa mulai dikenalkan

triogonometri dengen mempelajarinya menggunakan bantuan media papan koordinat kartesius. Siswa yang menggunakan koordinat media tersebut prestasi belajarnya lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tidak menggunakan media apapun. Begitu pula pada penelitian Darwan (2014) yang membandingkan hasil belajar siswa dalam topik trigonometri. Siswa diajarkan trigonometri dengan menggunakan kalkulator dan tabel trigonometri sebagai alat bantu hitung. Hasilnya siswa yang menggunakan alat bantu kalkulator mendapat rata-rata nilai lebih tinggi dibanding dengan siswa yang menggunakan alat bantu tabel trigonometri.

Hal ini tentunya sangat menarik untuk dikaji terutama penerapannya terhadap teori penentuan arah kiblat. Sampai saat ini teori penentuan arah kiblat yang sudah diketahui diantaranya ialah: teori trigonometri bola *(spherical trigonometry),*teori geodesi, dan teori Navigasi (Azhari: 2011). Dari ketiga teori tersebut dua diantaranya (teori trigonometri bola dan geodesi) mengacu pada tipologi makna arah sudut tetap/tidak konstan (*ortodrom*) dengan jarak tempuh terdekat. Namun keduanya memiliki perbedaan dalam hal perhitungannya. Masing-masing teori tersebut memiliki kriteria sesuai dengan dasar-dasar teorinya.

Rumus trigonometri memang sangat besar kontribusinya terhadap teori penentuan arah kiblat. Hal ini dikarenakan trigonometri membahas mengenai sudut-sudut, sementara dalam penentuan arah kiblat (ka'bah) tentunya harus menghitung sudut tempat dan sudut kiblatnya. Dari sinilah terdapat korelasi antara ilmu matematika (bidang trigonometri) dan ilmu falak (teori penentuan arah kiblat). Kerangka teoritis pada teori-teori penentuan arah kiblat tersebut tidak lepas dari konsep trigonometri, salahsatunya adalah teori trigonometri bola. Menurut Kementrian Agama RI dalam Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon, konsep penentuan arah kiblat salahsatunya menggunakan rumus yang dihasilkan dari perhitungan teori trigonometri bola.

Menurut penulis, masih sedikit yang meneliti secara mendalam tentang rumus trigonometri dalam teori penentuan arah kiblat. Atas dasar inilah penulis membuat penelitian guna menambah pengetahuan akan kebermanfaatan matematika pada umumnya dan materi trigonometri pada khususnya dalam kehidupan kita sehari-sehari. Harapannya penelitian ini akan menjadi sumber untuk penelitian teori matematika selanjutnya. Mengingat masih sedikit di jurusan Tadris Matematika IAIN Syekh Nurjati Cirebon yang mengkaji rumus-rumus matematika secara mendalam.

LANDASAN TEORI

Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yaitu trigonon yang artinya tiga sudut dan metro artinya mengukur. Oleh karena itu trigonometri adalah sebuah cabang dari ilmu matematika yang berhadapan dengan sudut segi tiga dan fungsi trigonometri seperti sinus, cosinus, dan tangen. Sedangkan definisi dari trigonometri menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah ilmu ukur mengenai sudut dan sempadan dengan segitiga (digunakan dalam astronomi).

Istilah trigonometri juga sering kali diartikan sebagai ilmu ukur yang berhubungan dengan segitiga. Tetapi masih belum jelas yang dimaksudkan apakah itu segitiga sama kaki (siku-siku), segitiga sama sisi, atau segitiga sembarang. Namun, biasanya yang dipakai dalam perbandingan trigonometri adalah menggunakan segitiga sama kaki atau siku-siku. Dikatakan berhubungan dengan segitiga karena sebenarnya trigonometri juga masih berkaitan dengan geometri. Baik itu geometri bidang maupun geometri ruang.

Trigonometri sebagai suatu metode dalam perhitungan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan perbandingan-perbandingan pada bangun geometri, khususnya dalam bangun yang berbentuk segitiga. Pada prinsipnya geometri adalah salahsatu ilmu yang berhubungan dengan besar sudut, dimana bermanfaat untuk menghitung ketinggian suatu tempat tanpa mengukur secara langsung sehingga bersifat lebih praktis dan efisien.

Kesimpulan dari beberapa definisi di atas bahwa trigonometri adalah cabang dari ilmu matematika yang mengkaji masalah sudut, terutama sudut segitiga yang masih ada hubungannya dengan geometri. Sedangkan dalam aplikasinya, trigonometri dapat diaplikasikan dalam bidang astronomi. Dalam hal ini adalah ilmu falak, yaitu dalam praktik perhitungan arah kiblat.

Kata al-Qiblah terulang sebanyak 4 kali di dalam al-Qur'an. Dari segi bahasa, kata tersebut terambil dari akar kata qobala-yaqbulu yang berarti menghadap. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, kiblat diartikan arah ke Ka'bah di Makkah (pada waktu sholat) dan di dalam kamus al-Munawwir diartikan sebagai Ka'bah. Sementara itu, dalam ensiklopedi hukum Islam kiblat diartikan sebagai bangunan Ka'bah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.

Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, yakni arah Ka'bah di Makkah. Arah Ka'bah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat dipermukaan bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Oleh sebab itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah perhitungan untuk mengetahui guna menetapkan ke arah mana Ka'bah di Makkah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan bumi ini. Sehingga semua gerakan orang yang sedang

melaksanakan ibadah sholat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujud selalu berimpit dengan arah yang menuju Ka'bah.

Menurut Izzuddin (2010) arah kiblat setiap tempat itu berbeda-beda, tergantung pada letak tempat tersebut. Apakah tempat tersebut terletak di sebelah timur, selatan, barat, ataukah utara bangunan Ka'bah yang terletak di kota Makkah. Bila suatu tempat itu terletak di sebelah barat Ka'bah maka arah kiblatnya adalah mengahadap ke timur, bila terletak di sebelah timur Ka'bah maka arah kiblatnya adalah menghadap ke barat. Begitu juga dengan tempat yang terletak di sebelah utara dan selatan Ka'bah maka arah kiblatnya menghadap ke selatan dan utara. Hal demikian didasarkan pada peta atau gambar bumi yang ada. Akan tetapi sebenarnya tidak mesti demikian. Salah satu contohnya adalah arah kiblat kota Sanfransisco ($\emptyset = +37^0 45'\text{LU dan } \lambda = -122^0 30''\text{BB}$) sebesar $18^0 45' 38.11''(\text{U} - \text{T})$, artinya orang-orang di Sanfransisco ketika melaksanakan sholat menghadap ke arah utara serong ke timur sebesar $18^0 45' 11''$. Padahal kota Sanfransisco berada di sebelah barat kota Makkah. Hal demikian dapat terjadi karena bentuk bumi yang tidak datar seperti di peta.

Sementara yang dimaksud dengan arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Makkah (Ka'bah) dengan tempat kota yang bersangkutan. Dengan demikian tidak dibenarkan misalkan orang-orang Jakarta melakukan sholat menghadap ke arah timur serong ke selatan sekalipun bila diteruskan juga akan sampai kota Makkah. Sebab jarak terdekat ke Makkah bagi orang yang di Jakarta adalah arah barat serong ke utara sebesar $24^0 12' 39''(B - U)$.

Persoalan arah kiblat erat kaitanya dengan letak geografis suatu tempat, berapa derajat jarak suatu tempat dari khatulistiwa yang lebih dikenal dengan istilah lintang (φ) dan berapa derajat letak suatu tempat dari garis bujur (λ) (Khazin, 2004). Lintang tempat (φ) diukur dari garis khatulistiwa ke arah kutub bumi (dari khatulistiwa sampai ke suatu tempat), lintang yang berada di sebelah utara khatulistiwa disebut lintang utara diberi tanda (+) yang berarti positif. Sedangkan yang berada di sebelah selatan khatulistiwa disebut lintang selatan dan diberi tanda (-) yang berarti negatif. Sementara garis khatulistiwa adalah 0°. Bujur tempat (λ) biasanya diukur dari meridian Greenwich di Inggris sebagai titik pusat garis bujur. Garis bujur dari kota Greenwich ke arah barat di sebut dengan bujur barat dan bertanda positif (+) dari 0° sampai dengan 180°. Sebaliknya, garis bujur dari kota Greenwich ke arah timur di sebut bujur timur yang bertanda (-). Jadi garis bujur diukur dari 0° sampai dengan 180°, baik ke arah barat maupun ke arah timur. Hal ini berarti bujur timur dan bujur barat yang diukur dari 0°

berlawanan arah bertemu pada meridian 180° sebagai batas penanggalan (date line) internasional (Jamil, 2009).

Kesimpulan yang dapat diterik dari uraian di atas adalah bahwa definisi arah kiblat pada dasarnya adalah arah menghadap sebuah bangunan yang bernama Ka'bah yang berada di kota Makkah. Bagi orang muslim, ketika mereka sedang melaksanakan sholat maka wajib hukumnya menghadap kiblat. Sedangkan untuk menentukan arah kiblat tidak hanya sekadar ditentukan berdasarkan arah pada peta saja. Namun, perlu adanya perhitungan dan prosedur untuk menentukan arah kiblat tersebut. Teori untuk perhitungan arah kiblat yang sudah ada adalah trigonometri bola, geodesi dan navigasi.

Teori trigonometri bola dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan rumus segitiga bola untuk menentukan sudut yang dibentuk dari dua titik yang berada di atas bumi. Keberadaan bumi yang mendekati bentuk bola memudahkan penentuan perhitungan arah atau jarak sudut suatu tempat dihitung dari tempat lain. Oleh karena itu, teori trigonometri bola dapat digunakan dalam penentuan arah kiblat.

Teori trigonometri bola berbeda dengan trigonometri bidang datar. Dalam trigonometri bola membahas sudut-sudut segitiga yang diaplikasikan pada bidang bola. Sedangkan trigonometri bidang datar membahas sudut-sudut segitiga yang diaplikasikan pada bidang datar. Trigonometri bidang datar hanya terbatas pada perhitungan segitiga siku-siku bidang datar. Sedangkan trigonometri bola lebih komplek karena banyak berkaitan dengan posisi bumi, matahari, bulan dan sebagainya. Saat ini teori trigonometri bola banyak digunakan untuk perhitungan arah kiblat, waktu sholat, awal bulan qamariyah dan lain-lain. Teori ini juga sangat bermanfaat sekali terkait dengan aplikasi dalam perhitungan ilmu falak dan astronomi.

Metode Penelitian

Lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon yang beralamat di Jalan Raya Pande, Lemahabang, Sindanglaut, kabupaten Cirebon.

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini, yaitu untuk menganalisis rumus trigonometri dalam penentuan arah kiblat, maka jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kualitatif serta menggunakan pendekatan kepustakaan.

Sugiyono (2015) mengemukakan bahwa penggunaan metode kualitatif yaitu bila permasalahan yang diangkat belum jelas, kompleks, dinamis dalam pengembangan teorinya dan biasa digunakan untuk memhami gejala sosial, interaksi sosial yang berkaitan dengan

memahami perasaan seseorang ataupun memahami makna di balik data yang tampak. Subjek pada penelitian ini ialah Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon.

Instrumen data pada penelitian ini yaitu berupa pedoman wawancara dan buku mengenai ilmu falak (penentuan arah kiblat) serta rangkuman yang berasal dari Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon (LFNU, 2018).

Pedoman wawancara ini berisi tentang garis besar permasalahan, tujuan, serta fokus wawancara yang diuraikan dalam materi wawancara. Pedoman wawancara disusun sesuai dengan materi wawancara. Pedoman ini digunakan sebagai kendali agar proses wawancara tidak keluar dari materi wawancara dan tetap mengarahkan pada tujuan wawancara dengan harapan dapat memberikan informasi yang mendalam dan bermakna. Wawancara dilakukan setelah mendapatkan data-data berupa kumpulan materi tentang penelitian dari Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon tepatnya ketika mengikuti acara pelatihan arah kiblat di kecamatan Lemah Abang, Kabupaten Cirebon. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui penggunaan trigonometri dalam penentuan arah kiblat.

Instrumen dokumentasi dalam penelitian ini berupa buku referensi terkait ilmu falak (penentuan arah kiblat) dan rangkuman materi dari Lembaga Falakiyah Nahdlotul Ulama Kabupaten Cirebon yang selanjutnya akan dilakukan analisis dokumen dengan cara mengkaji bahan-bahan atau dokumen yang sudah ada serta mengembangkannya.

Hasil dan Pembahasan

Adapun rumus-rumus dasar segitiga baik pada bidang datar maupun bidang lengkung atau permukaan bola yang sering digunakan dalam penentuan arah kiblat terutama dalam teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*) adalah sebagai berikut:

1) Segitiga pada bidang datar
2) Segitiga pada permukaan bola

Dalam penentuan arah kiblat menggunakan rumus trigonometri bola, yang pertama dicari adalah data Lintang dan Bujur dari tempat yang akan kita ukur arah kiblatnya. Disini penulis menggunakan bantuan aplikasi *google maps* yang ada di telepon genggam (*Handphone*). Tempat yang akan penulis cari arah kiblatnya adalah Masjid Al-Jamiah IAIN Syekh Nurjati Cirebon.

Data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Lintang Mekkah (l_m) $= 21{,}422544^0$

Bujur Mekkah (b_m) = $39{,}826164^0$

Lintang Tempat (l_O) = $-6{,}735432^0$

Bujur Tempat (b_O) = $108{,}533244^0$

Karena $b_O > b_m$, maka arah kiblat condong ke Barat

Sehingga:

$(b_O - b_m)$ = $108{,}533244^0 - 39{,}826164^0$

= $68{,}70708^0$

Jawab.

$$\cot O = \tan l_m . \cos l_o \div \sin(b_o - b_m) - \sin l_o \div \tan(b_o - b_m)$$

$$= (\tan(21{,}422544^0) . \cos(-6{,}735432^0) \div \sin(68{,}70708^0)) - (\sin(-6{,}735432^0) \div \tan(68{,}70708^0))$$

$$= (0{,}3896418^0 \div 0{,}93173611^0) - (-0{,}1172849^0 \div 2{,}56580414^0)$$

$$= 0{,}41818901^0 + 0{,}04571078^0$$

$$= 0{,}46389979^0$$

$$\tan O = \frac{1}{0{,}46389979^0}$$

$$= 2{,}15563797^0$$

$$O = 65{,}11342^0$$

Jadi arah kiblat Masjid Al-Jamiah IAIN Syekh Nurjati Cirebon adalah $65{,}11342^0$ dari titik Utara ke Barat.

Sampai saat ini, ada tiga teori yang dapat digunakan dalam perhitungan arah kiblat suatu tempat di permukaan bumi, yaitu teori trigonometri bola, teori geodesi, dan teori navigasi. Tiga teori ini merupakan suatu tawaran dalam perhitungan menentukan arah kiblat. Ketiga teori ini berdasar pada dua tipologi definisi arah yakni arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut tetap (*loxodrom*) dengan jarak tempuh yang jauh, dan arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut tidak tetap (*orthodrom*) dengan jarak tempuh terdekat. Definisi arah yang pertama merupakan definisi arah yang digunakan dalam teori navigasi. Sedangkan definisi arah yang kedua adalah definisi arah yang digunakan dalam teori trigonometri bola dan teori geodesi. Arah dalam teori navigasi memiliki sudut yang tidak berubah, tetap relatif terhadap garis bujur, yakni garis bujur bumi pada proyeksi datar. Sehingga arah terdekat dari suatu titik ke titik lain di permukaan bumi sama seperti pada gambaran peta.

Dalam teori navigasi, arah didefinisikan sebagai sebuah garis yang menunjukkan atau mengantarkan ke suatu tempat atau titik tanpa melibatkan jarak antara dua titik. Arah ini digunakan dalam bidang datar tanpa ada pertimbangan bumi yang berbentuk bola atau

ellipsoid. Dalam teori ini, bumi diposisikan dalam bidang datar, sehingga yang dijadikan acuan adalah arah yang ditunjukkan pada peta (dalam bidang datar) yaitu menggunakan titik koordinat pada bidang kartesius. Arah yang dihasilkan oleh teori navigasi akan membentuk sudut arah yang tetap (konstan) dengan jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan arah yang dihasilkan oleh teori trigonometri bola.

Menurut Izzudin (2010) berikut data Azzimuth Kiblat pada beberapa tempat dengan menggunaan teori trigonometri bola dan navigasi.

	Tempat	**Trigonometri Bola**	**Teori Navigasi**
1	Masjid agung jawa tengah	$294^0 29' 39''$	$292^0 16' 48''$
2	Masjid Agung Demak	$294^0 25' 39''$	$292^0 10' 12''$
3	Masjid Istiqlal Jakarta	$294^0 59' 50''$	$292^0 46' 12''$
4	Masjid Attin Jakarta	$294^0 10' 09''$	$292^0 50' 24''$

Tabel 4.1 Data Azzimuth pada beberapa tempat

Perhitungan navigasi merupakan perhitungan pada garis yang bukan pada lingkaran besar. Ia sama sekali tidak menggunakan jalur lingkaran besar, akan tetapi mengikuti rute perjalanan yang memiliki sudut garis yang konstan sepanjang lingkaran kecil (small circle). Sehingga jaraknya lebih jauh dibandingkan dengan jarak pada lingkaran besar. Berikut ini gambar-gambar perhitungan dengan menggunakan teori trigonometri bola dan navigasi.

Dalam penentuan Rashdul Kiblat, Rumus trigonometri bola juga digunakan untuk mencari Rashdul kiblat lokal/harian dimana hal ini adalah untuk menentukan waktu posisi matahari ketika tepat diatas ka'bah.

Jadi, berbicara ketepatan, menggunakan rumus trigonometri bola adalah cukup tepat dalam penentuan arah kiblat. Karena saat ini rumus trigonometri bola banyak digunakan oleh semua kalangan termasuk Kementrian Agama Republik Indonesia.

Kesimpulan

Penjelasan dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1) Teori penentuan arah kiblat sampai saat ini yang sudah diketahui ada tiga, yaitu trigonometri bola (*Spherical Trigonometry*), geodesi dan navigasi. Dalam teori trigonometri bola (*Spherical Trigonometry*), aturan trigonometri yang dipakai adalah aturan trigonometri pada bidang lengkung. Lebih tepatnya bidang bola, karena teori yang digunakan adalah teori trigonometri bola. Sehingga rumus trigonometri yang ada juga bervariasi, mulai dari aturan sinus, kosinus, rumus tangent, secan, kosecan dan kotangen. Rumusnya adalah:

$$\cot O = \tan l_m \cos l_o \div \sin(b_m - b_o) - \sin l_o \div \tan(b_m - b_o)$$

2) Adapun aplikasi/penerapan rumus trigonometri bola (Spherical Trigonometry), tidak terlepas dari alat bantu dalam perhitungan arah kiblat. Pada teori trigonometri bola (Spherical Trigonometry), supaya mempermudah perhitungan/penentuan arah kiblat maka bisa menggunakan alat bantu kalkulator.
3) Ketepatan penentuan arah kiblat menggunakan rumus trigonometri bola tidak bisa dikatakan tepat 100% menghadap kiblat. Namun, semua kalangan saat ini menggunakan rumus tersebut dalam menentukan arah kiblat mengingat bumi bentuknya seperti bola.

Ucapan Terima Kasih

Penulisan penelitian ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan semua pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada: Dr. Muhammad Ali Misri, M.Si selaku Ketua Jurusan Tadris Matematika Institut Agama Islam Negeri Syekh Nurjati Cirebon sekaligus Dosen Pembimbing II, Hj. Indah Nursuprianah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I, kedua orangtua penulis yang selalu mendukung baik moril maupun materil. Penulis juga berterima kasih kepada Tim Editor Pediamatika: JMSME yang sudah membantu dalam proses penerbitan.

Referensi

Azhari, S. 2007. *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*,Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.

Darwan. (2013). Perbandingan Hasil Belajar Matematika Antara Siswa Yang Menggunakan Kalkulator Dengan Siswa Yang Menggunakan Tabel Trigonometri Pada Pokok Bahasan Trigonometri. *Eduma*. Vol 3 No 2. Desember 2014. http://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/eduma/article/view/55/54

Izzuddin H. A. 2010. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Semarang: Walisongo Press.

Jamil A. 2009. *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)Arah Kiblat, Awal Waktu, dan Awal Tahun (Hisab Kontemporer)*. Jakarta: Amzah.

Khazin, M. 2004. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik Perhitungan Arah Kiblat,Waktu Salat, Awal Bulan dan Gerhana*, Yogyakarta: Buana Pustaka,

LFNU. 2018. *Konsep Dasar Penentuan Arah Kiblat*. Cirebon: Hand Out Pelatihan Arah Kiblat. Cirebon: LFNU Kabupaten Cirebon.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D.* Bandung: Alfabeta.

Syukur M. 2013. Perbandingan Prestasi Belajar Siswa Antara Yang Menggunakan Media Papan Koordinat Kartesius Dengan Yang Tidak Menggunakan Media Papan Koordinat Kartesius Pada Pembelajaran Matematika Pokok Bahasan Trigonometri. *Eduma*. Vol 2 No 1. Juli 2013. http://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/eduma/article/view/69/68