

TELAAH KETEPATAN DAN KEAKURATAN DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT

Miswanto

*IAIN Tulungagung, Jl. Mayor Soejadi No. 46 Tulungagung
miswanto_stainta@yahoo.com*

ABSTRACT

In determining the position of kiblat, commonly there are two techniques: calculation and measurement. One of the calculation techniques is the use of spherical trigonometry formula. Spherical trigonometry utilizes the formula of spherical triangle with earth as model. Another formula useful for determining of kiblat is the formula of analogy by Napier. The function of the formula is to calculate one angle between two places in the spherical triangle. This research is comparing the implementation of spherical trigonometry and Napier's analogy. The finding reveals that spherical trigonometry is more accurate in determining the position of kiblat than Napier's analogy. Key word: Arah Kiblat, Teori Trigonometri dan Rumus Analogi Napier.

Pendahuluan

Membahas penentuan arah kiblat pada hakikatnya adalah membahas perhitungan arah dua tempat dari suatu tempat tertentu menuju Ka'bah, dan arah dalam hal ini merupakan jarak sferis. Jarak sferis antara dua tempat A dan B adalah jarak terpendek pada permukaan bola di tempat tersebut, artinya jarak yang digunakan adalah jarak terdekat antara dua tempat tersebut.¹ Selaras dengan hal diatas, penentuan arah kiblat merupakan bagian dari khazanah keilmuan agama yang dipelajari dalam ilmu falak; sedangkan kaidah-kaidah syar'i tentang hal tersebut dipelajari serta dijelaskan dalam ilmu fiqih. Dua hal antara ilmu fiqih dengan ilmu falak adalah bagian integral

¹Kusdiono, *Ilmu Ukur Segitiga Bola*, (Bandung : Jurusan Teknik Geodesi, 2002), hal. 38.

yang saling terkait atau koheren antara yang satu dengan yang lain.

Secara definisi Kiblat berasal dari bahasa arab yakni qibala yang berarti mengarah atau mengarahkan. Yang dimaksud dengan arah Kiblat yaitu besar sudut dari suatu tempat terhadap Ka'bah di dalam Masjidil Haram yang berada di kota Makkah di Negara Saudi Arabia². Jadi, dalam hal ini perlu usaha untuk menentukan arah Kiblat dengan tepat dan akurat, tidak hanya sekedar mengarah ke barat bagi umat Islam di Indonesia. Secara umum posisi geografis kota Makkah berada pada BT (Bujur Timur) dan LU (Lintang Utara) dan berdasarkan data GPS map dengan ordo titik meter adalah BT dan LU.³

Menentukan arah kiblat di suatu tempat perlu ketelitian yang sangat tinggi, sebab secara matematis kesalahan sebesar 1° saja dari arah yang sebenarnya untuk suatu tempat yang jaraknya 1000 kilometer dari kota Mekah akan melenceng sekitar 1,75 kilometer dari arah sebenarnya⁴. Dengan demikian semakin jauh jarak mengakibatkan pengaruh sudut deviasi terhadap jarak simpang arah kiblat semakin signifikan. Oleh karena itu, untuk tempat-tempat yang jauh dari Ka'bah, seperti wilayah Indonesia semakin menuntut perhitungan dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

Dalam penentuan arah kiblat salah satunya dikenal dengan ilmu perhitungan (arithmetic), dengan demikian ilmu penentuan arah kiblat tentunya tidak bisa lepas dari kaidah-kaidah pengukuran dan perhitungan yang ada dalam matematika. Sedangkan pemahaman atau pendeskripsian akan bentuk bumi akan berimplikasi terhadap rumus perhitungan yang akan digunakan dalam menghitung obyek. Misal, jika ingin diketahui arah kiblat dari kota X ke Ka'bah, maka rumus yang digunakan untuk menghitung arah kiblat tersebut sangat dipengaruhi oleh pemodelan/pendeskripsian bentuk bumi, yang dalam hal ini diyakini bumi berbentuk bola, maka rumus yang

²M. Arkanudin, *Teknik Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta : LP2IF, 2009), hal. 45.

³Khafid, *Telaah Pedoman Buku Hisab Arah Kiblat*, (Cibinong : RHI, 2013), hal. 8.

⁴*Ibid*, hal. 64.

digunakan adalah rumus-rumus yang ada dalam matematika diantaranya teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier yang keduanya merupakan perhitungan arah kiblat berlandaskan pada ilmu Geometri⁵.

Berdasarkan pemaparan diatas penentuan arah kiblat terdiri dari dua cara, yakni: perhitungan dan pengukuran⁶. Salah satu contoh penentuan arah kiblat yang menggunakan perhitungan adalah teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*). Rumus yang dipakai pada teori trigonometri bola dalam menentukan arah kiblat adalah rumus ilmu ukur segitiga bola dengan memodelkan bumi berbentuk bola. Salah satu titik sudut segitiga bola ini adalah lokasi kota Mekah, titik sudut yang kedua adalah kutub utara dan titik sudut yang ketiga adalah lokasi tempat yang hendak ditentukan arah kiblatnya. Rumus inilah yang oleh kebanyakan ahli falak diyakini akurat untuk menentukan arah kiblat, sehingga Kementerian Agama RI juga menggunakan rumus tersebut.⁷ Hal ini terlihat dalam buku “Pedoman Arah Kiblat” terbitan DEPAG RI tahun 2009.

Selain teori trigonometri bola terdapat rumus penentuan arah kiblat yang lain dan masih berhubungan dengan pengukuran dan perhitungan dalam matematika, salah satunya adalah rumus analogi Napier. Fungsi rumus analogi Napier diantaranya adalah menghitung salah satu sudut diantara dua tempat dalam segitiga bola. Berdasarkan hal ini, jika bumi diyakini berbentuk seperti bola maka dengan menggunakan rumus analogi Napier sudut antara dua tempat dipermukaan bumi ini bisa diketahui secara ideal dan matematis.⁸

Senada dengan hal diatas, dalam kehidupan sehari-hari ada bagian kehidupan yang tidak bisa dilepaskan dengan nilai sudut antara dua tempat di permukaan bumi ini yaitu arah kiblat. Sehingga dengan kata lain, arah

⁵Ibn Khaldun, *Muqaddimah Ibnu Khaldun*, (Iskandariah : Daarul Baidhu, tt.), hal. 71.

⁶Khafid, *Telaah Pedoman Buku...*, hal. 28.

⁷DEPAG RI, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta: DIRJEN Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1995), hal 11.

⁸Agus Solikin, *Perhitungan Arah Salat*, (Semarang : Pascasarjana IAIN Semarang, 2013), hal. 3.

kiblat dapat ditentukan dengan rumus analogi Napier.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin canggih, berbagai teori dan metode penentuan arah kiblat terus ditemukan dan dikembangkan. Sehingga dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui ketepatan dan keakuratan antara penerapan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier dalam penentuan arah kiblat berdasarkan ilmu fiqih. Menurut penulis, teori penentuan arah kiblat merupakan kerangka teori atau rumus dasar yang diambil dari sebuah ilmu pengetahuan yang dihasilkan dari penelitian dan digunakan untuk mengetahui sudut arah kiblat. Sedangkan metode penentuan arah kiblat adalah langkah kerja di lapangan yang dimaksudkan untuk mengaplikasikan sudut arah kiblat yang telah diketahui untuk menentukan arah kiblat di lapangan.⁹

Seiring dengan hal diatas, bahwa hubungan segi emas antara fiqih, astronomi, dan matematika dapat dipahami secara sederhana yaitu fiqih berfungsi untuk memahami teks syar'i yang menjelaskan kewajiban untuk menghadapi kiblat dalam shalat. Sedangkan matematika berfungsi menyediakan rumus-rumus perhitungannya dan Astronomi berfungsi menyediakan data-data perhitungannya. Sehingga dengan demikian perpaduan antara matematika dan astronomi tersebut akan menghasilkan ketentuan ke arah mana yang tepat di dalam menghadap kiblat.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hubungan segi emas antara fiqih, astronomi, dan matematika dapat dipahami secara sederhana yaitu fiqih berfungsi untuk memahami teks syar'i yang menjelaskan kewajiban untuk menghadap kiblat dalam shalat. Sedangkan matematika berfungsi menyediakan rumus-rumus perhitungannya. Astronomi berfungsi menyediakan data-data perhitungannya. Sehingga dengan demikian perpaduan antara fiqih, matematika dan astronomi tersebut akan menghasilkan kajian ilmu pengetahuan yang dapat menjadi rujukan dalam menyelesaikan masalah sehari-hari yang berkaitan dengan fiqih,

⁹A. Izzudin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*. (Jakarta : Kemenag RI). hal. 26.

astronomi dan matematika.

Berdasarkan pemaparan di atas, dalam penelitian ini peneliti tertarik untuk mengetahui secara matematis dalam penentuan arah kiblat dengan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier. Adapun tujuan penelitian ini adalah: (1). mendeskripsikan definisi arah kiblat yang bagaimanakah dalam ilmu fiqih. (2). Mendeskripsikan penerapan teori trigonometri bola dalam menentukan arah kiblat. (3). Mendeskripsikan penerapan rumus analogi Napier dalam menentukan arah kiblat. (4). Mengetahui teori manakah yang lebih tepat dan akurat dalam penentuan arah kiblat berdasarkan ilmu fiqih. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah menentukan arah kiblat dengan menerapkan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier.

ARAH

Dalam kamus *Oxford (Oxford Dictionaries)* disebutkan bahwa: *Definition of direction is a course along which someone or something moves* (definisi arah adalah lintasan yang dilalui oleh seseorang atau benda yang bergerak/berpindah tempat). Jika demikian, definisi tersebut tidak mengikuti arah penglihatan mata, namun menekankan pada lintasan yang dilalui. Dalam hal ini, lintasan yang dimaksud melalui jarak terdekat.

KIBLAT

Kata kiblat yang berasal dari bahasa Arab, diambil dari kata muqabalah yang berarti muwajahah, artinya menghadap. Sehingga kata qiblah sendiri artinya hadapan, yaitu suatu keadaan (tempat) dimana orang-orang pada menghadap kepadanya. Secara harfiah, kiblat berarti al-Jihah yakni arah atau disebut syathrah.¹⁰

Pada hakikatnya, kiblat yang bermakna arah dan tempat, makna tersebut ibarat dua sisi mata uang yang tidak dapat dipisahkan. Sehingga jika menyebut kata kiblat pasti kedua makna tersebut sudah terkandung di dalamnya, atau dalam bahasa nahwunya “al-Lafdzu al-Mufrad wa Muraduhu

¹⁰A. Alkalali, *Kamus Indonesia Arab*. (Jakarta : Bulan Bintang, 1981).

al-Jam'u".¹¹

Beberapa definisi kiblat yaitu: ¹²

The direction that should be faced when a Muslim prays during salat. (arah dimana umat muslim menghadap ketika shalat).

The direction of the sacred shrine of the Ka 'bah in Mecca, Saudi Arabia, toward which Muslims turn five times each day when performing the salat (daily ritual prayer). Soon after Muhammad's emigration (hijrah, or Hegira) to Medina in 622, he indicated Jerusalem as the qiblah, probably influenced by Jewish tradition. When Jewish-Muslim relations no longer seemed promising, Muhammad changed the qiblah to Mecca. (Arah tempat suci Ka'bah di Makkah, Saudi Arabia, dimana kaum muslim menghadap ketika shalat lima waktu. Dimulai sejak Nabi Muhammad saw hijrah pada tahun 622 M, sebelumnya Nabi Muhammad saw menjadikan Masjid al-Aqsha di Jerusalem sebagai kiblat namun dikarenakan ke-tidak harmonis-an hubungan muslim dan Yahudi kala itu Nabi Muhammad mengubah arah kiblat ke Makkah). Arah yang merujuk ke suatu tempat di mana bangunan Ka'bah di Masjidil Haram berada. Arah menuju Ka'bah (Makkah) lewat jalur terdekat yang mana setiap muslim dalam mengejakan shalat harus menghadap ke arah tersebut.

TEORI PENENTUAN ARAH KIBLAT

Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengetahui arah kiblat diantaranya dengan menggunakan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier. Adapun rumus dari metode yang telah disebutkan diatas adalah:

1. Teori Trigonometri Bola

Perhitungan arah kiblat dilakukan dengan menggunakan prinsip trigonometri bola. Untuk perhitungan arah kiblat, ada 3 buah titik yang diperlukan, yaitu :

Keterangan :

1. Titik A, terletak di Ka'bah.

¹¹*Ibid.*

¹²*Ibid.*

Titik B, terletak di lokasi yang akan dihitung arah kiblatnya.

Titik C, terletak di kutub Utara¹³.

Titik A dan titik C adalah dua titik yang tidak berubah, karena titik A tepat di Ka'bah dan titik C tepat di kutub Utara. Sedangkan titik B senantiasa berubah tergantung pada tempat dimana yang dihitung arah kiblatnya.

$$\sin c = \frac{\sin b}{\sin B} \cdot \sin C$$
$$d = c \cdot R$$

Bila ketiga titik tersebut dihubungkan dengan garis lengkung pada lingkaran besar (*Great Circle*), maka akan diperoleh segitiga bola ABC. Sedangkan perhitungan arah kiblat dirumuskan sebagai berikut :

$$\tan B = \frac{\sin b \sin C}{\cos b \sin a - \cos a \sin b \cos C}^{15}$$

Atau
$$\cot B = \frac{\cos(\varphi B) \tan(\delta A) - \sin(\varphi B) \cos(\delta B - \delta A)}{\sin(\varphi B - \varphi A)}$$

Jarak ke kiblat adalah:
$$\sin c = \frac{\sin b}{\sin B} \cdot \sin C$$

dan
$$d = c \cdot R$$

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

Rumus Analogi Napier¹⁴

Analogi Napier didefinisikan sebagai berikut :

$$\tan \frac{1}{2}(A + B) = \frac{\cos \frac{1}{2}(a-b)}{\cos \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \cotan \frac{1}{2}C \quad \text{dan} \quad \tan \frac{1}{2}(A - B) = \frac{\sin \frac{1}{2}(a-b)}{\sin \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \cotan \frac{1}{2}C$$

¹³*Ibid.*

¹⁴Agus Solikin, *Perhitungan Arah Salat...*, hal. 34.

Dimana arah kiblat dari barat ke utara adalah

$$\tan \frac{1}{2}(A + B) - \tan \frac{1}{2}(A - B)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis komparatif, yakni menggunakan logika perbandingan. Dengan melakukan perbandingan penerapan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier dalam perhitungan arah kiblat. Melakukan perbandingan perhitungan ketepatan dan akurasi metode-metode penentuan arah kiblat dengan referensi titik koordinat Ka'bah, titik koordinat Masjidil Haram dan titik koordinat Mekah. Dari komparasi tersebut dapat dianalisis bahwa definisi arah yang dikehendaki oleh arah kiblat berdasarkan ilmu Fiqih. Dengan proses kerja verifikasi dan falsifikasi dalam struktur sains modern, penulis berusaha untuk menganalisis data dan teori yang ada menjadi sebuah formula: apakah menumbangkan teori yang lama atau memperkokoh keberadaan teori yang lama (corroboration).¹⁵

Data dalam penelitian ini bersifat analitis–matematis. Analitis matematis dimaksudkan agar penelitian ini selalu memperhatikan segi matematis (perhitungan) dari metode-metode penentuan arah kiblat yang ada, dengan berupaya melakukan perhitungan matematis, menerapkan teori-teori yang dibandingkan yakni teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier. Juga melakukan perhitungan matematis dengan memperhitungkan cakupan sudut akurasi dalam penerapan perhitungan pada metode-metode penentuan arah kiblat yang ada.

Sedangkan sumber-sumber kepustakaan itu berupa sumber primer (primary sources) berupa buku-buku dan kitab-kitab tentang metode-metode penentuan arah kiblat dan sumber sekunder (secondary sources) berupa buku-buku yang berhubungan trigonometri bola, Napier formula dan buku-buku fiqih tentang menghadap kiblat.

Penelitian ini menggunakan metode pustaka, sehingga teknik

¹⁵Rizal Mustansyir, *Filsafat Ilmu*, (Yogyakarta: UGM Press, 2001). hal. 117.

pengumpulan data menggunakan teknik membaca buku atau kitab yang membahas tentang arah kiblat, buku-buku tentang teori-teori yang terkait dengan pengukuran dan perhitungan arah kiblat diantaranya teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier dengan memperhatikan metode-metode pengukuran arah kiblat yang ada dalam perpustakaan kampus, perpustakaan umum dan juga library digital, kemudian mencatat dan mengklasifikasinya, terutama di perpustakaan pusat dan perpustakaan fakultas Syari'ah IAIN Tulungagung serta beberapa perpustakaan yang memiliki buku-buku yang berhubungan dengan ilmu Falak, Fiqih dan Astronomi.

Proses analisis data yang akan dilakukan adalah mengumpulkan data primer maupun data sekunder, kemudian data tersebut dianalisis dengan langkah-langkah berikut: Pertama, diklasifikasikan terlebih dahulu data yang termasuk dalam kategori data primer, dan sekunder. Kedua, data yang masuk sebagai data primer akan digunakan terlebih dahulu untuk menjawab persoalan berkenaan dengan beberapa pertanyaan utama yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah. Ketiga, data yang masuk dalam kategori data sekunder akan dijadikan sebagai penopang analisis data primer mengenai masalah tersebut.¹⁶

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kata al-Qiblah terulang sebanyak 4 kali di dalam al-Qur'an yaitu QS.2 : 142 – 145 yang berarti kiblat dan QS. 10: 87 yang berarti tempat sholat. Dari segi bahasa, kata tersebut terambil dari akar kata qabala-yaqbulu yang berarti menghadap. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, kiblat diartikan arah ke ka'bah di Mekah (pada waktu shalat)¹⁷ dan dalam kamus al-Munawwir diartikan sebagai ka'bah.¹⁸ Sedangkan dalam Ensiklopedi Hukum Islam, kiblat diartikan sebagai bangunan ka'bah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.

¹⁶Noeng Muhadjir, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Edisi IV, (Yogyakarta: Rake Sarasin, 2000), hal. 123.

¹⁷Alkalali, *Kamus Indonesia Arab...*, hal. 45.

¹⁸*Ibid.*

Kata Arah Kiblat, dua kata ini yang akan dicari formulasi dan hitungan penentuannya. Kata arah berarti jurusan, tujuan dan maksud, yang lain memberi arti jarak terdekat yang diukur melalui lingkaran besar pada permukaan bumi dan yang lain artinya jihat, syathrah dan azimuth. Sedangkan kata Kiblat berarti Ka'bah yang terletak di dalam Masjidil Haram kota Mekah. Para ulama sepakat menghadap ke arah kiblat merupakan syarat sahnya shalat, maka kaum muslimin wajib menghadap ke arah kiblat dalam melakukan ibadah shalat. Dengan demikian arah kiblat adalah suatu arah (kiblat di Mekah) yang wajib dituju oleh umat Islam ketika ibadah shalat.¹⁹

Kiblat bagi Umat Islam telah dijelaskan oleh nabi Muhammad SAW dalam Haditsnya. Sabda Nabi SAW :

Artinya: Ka'bah (Baitullah) adalah kiblat bagi orang-orang di masjidil haram, masjidil haram adalah kiblat bagi orang-orang penduduk tanah haram (Mekah), dan tanah haram (Mekah) adalah kiblat bagi semua umatku di bumi, baik di barat maupun di timur (HR. Al-Baihaqi dari Abu Hurairah).

Dalam Dictionary of Islam dijelaskan bahwa ka'bah (Baitul Makmur) pertama kali dibangun 2000 tahun sebelum penciptaan dunia. Batu-batu yang dijadikan bangunan ka'bah saat itu diambil dari lima sacred mountains, yakni Sinai, al-Judi, Hira, Olivet dan Lebanon. Setelah Adam a.s wafat, bangunan itu diangkat ke langit. Lokasi itu dari masa ke masa diagungkan dan disucikan oleh umat para nabi.²⁰

Bangunan berbentuk kubus ini berukuran 12 x 10 x 15 meter. Berdasarkan ayat al-Qur'an rumah ibadah yang pertama dibangun adalah ka'bah. Dijelaskan dalam ayat berikut:

Artinya : Sesungguhnya rumah yang mula-mula dibangun untuk (tempat beribadat) manusia, ialah Baitullah yang di Bakkah (Mekah) yang diberkahi dan menjadi petunjuk bagi semua manusia. (Q.S Ali' Imran : 96)

Dijelaskan pula dalam Q.S al-Baqarah ayat 125 berikut ini :

Artinya : Dan (ingatlah), ketika kami menjadikan rumah itu (Baitullah)

¹⁹<http://groups.yahoo.com/group/rukyatulhilar/>, diakses 23 Agustus 2015

²⁰Solikin, *Perhitungan arah Shalat...*, hal. 7.

tempat berkumpul bagi manusia dan tempat yang aman. Dan jadikanlah sebahagian maqam Ibrahim tempat shalat. Dan telah kami perintahkan kepada Ibrahim dan Ismail : “Bersihkanlah rumah-Ku untuk orang-orang yang thawaf, yang i'tikaf, yang ruku' dan yang sujud.”

Dalam pembangunan ka'bah Nabi Ismail AS menerima hajar aswad (batu hitam) dari Jibril di Jabal Qubais, lalu meletakkannya di sudut tenggara bangunan. Bangunan itu berbentuk kubus yang dalam bahasa arab disebut muka'ab. Dari kata ini muncul sebutan ka'bah. Ketika itu ka'bah belum berdaun pintu dan belum ditutupi kain. Orang yang pertama membuat daun pintu ka'bah dan menutupinya dengan kain adalah Raja' Tubba' dari Dinasti Himyar (pra Islam) di Najran (kawasan Yaman sekarang).²¹

Untuk mengetahui kerangka teoritik yang tepat dan akurat dari hasil perhitungan pada metode-metode penentuan arah kiblat, maka perlu dilakukan perbandingan perhitungan teori-teori tersebut. Tabel 4.1 di bawah ini merupakan hasil perhitungan arah kiblat menggunakan teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier. Berikut hasil perhitungan pada beberapa masjid di kabupaten Tulungagung:

TABEL 1

Ket : Arah Bujur dari Utara ke Barat.

Teori Trigonometri Bola

Rumus Analogi Napier

Ka'bah berada pada titik koordinat $21^{\circ} 25' 20.95''$ LU dan $111^{\circ} 55' 31.5''$ BT.

Adapun penjelasan dari tabel di atas tentang besar sudut arah kiblat adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Ikhlas Kecamatan Karangrejo Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 10' 5.9''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
2. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Faqih

²¹Depag RI, Pedoman Penentuan Arah Kiblat..., hal. 34.

- Kecamatan Kkalidawir Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 5' 19.1''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
3. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Falah Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 5' 55.4''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 4. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Baitul Khoir Kecamatan Bandung Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 7' 28.8''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 5. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Sabilul Muttaqin Kecamatan Pakel Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 18' 15.5''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 6. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Hikmah Kecamatan Gondang Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $0^{\circ} 48' 4.4''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 7. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Nurur Ridlo Kecamatan Kauman Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $0^{\circ} -22' -36.5^{\wedge}''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 8. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Islah Kecamatan Ngantru Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 9' 16.5''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.
 9. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Al-Huda Kecamatan Sendang Kabupaten Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 13' 9.6''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.

10. Hasil pengukuran dan perhitungan pada masjid Baitul Hakiim Institut Agama Islam Negeri Tulungagung, bahwa rumus analogi Napier memiliki selisih sudut sebesar $2^{\circ} 8' 2.3''$, lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan teori trigonometri bola.

Berdasarkan hasil perhitungan secara umum, selisih sudut arah kiblat antara teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier untuk wilayah kabupaten Tulungagung tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu berkisar antara 0° sampai dengan 2° .

Sehingga perbandingan sudut arah kiblat di beberapa masjid yang ada di kabupaten Tulungagung, dapat disimpulkan bahwa teori trigonometri bola dan rumus analogi Napier menghasilkan selisih yang tidak jauh berbeda, hal ini disebabkan karena yang digunakan rumus analogi Napier adalah bukan arah perjalanan. Hal tersebut sesuai dengan definisi arah kiblat yang dikehendaki fiqh menghadap kiblat adalah arah menghadap, bukan arah perjalanan.

Dengan demikian, kerangka teoritik yang tepat dan akurat dalam perhitungan arah kiblat hendaknya menggunakan pendekatan bumi yang sebenarnya dengan bentuk matematis *ellipsoid* yaitu yang ada dalam ilmu geodesi. Pada teori trigonometri bola yang digunakan dalam perhitungan arah kiblat menggunakan pusat bumi sebagai acuannya. Sedangkan dengan rumus analogi Napier masih ada perbedaan/selisih, maka teori ini tidak dapat dikategorikan sebagai kerangka teoritik yang paling tepat dan akurat. Dengan demikian, kerangka teoritik yang tepat dan akurat dalam perhitungan arah kiblat adalah menggunakan teori trigonometri bola.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- (1). Arah kiblat adalah suatu arah (kiblat di Mekah) yang wajib dituju oleh umat Islam ketika ibadah shalat.
- (2). Penerapan dari teori trigonometri bola langkah-langkahnya adalah

sebagai berikut: a). Menentukan garis lintang dan garis bujur dari masing-masing subyek dan ka'bah. b). Menghitung besar sudut arah Kiblat dengan menggunakan rumus :

c). Menkonversi hasil perhitungan ke dalam bentuk sudut.

(3). Penerapan dari rumus analogi Napier langkah-langkahnya adalah

$$\cot B = \frac{\cos(\varphi B) \tan(\delta A) - \sin(\varphi B) \cos(\delta B - \delta A)}{\sin(\varphi B - \varphi A)}$$

sebagai berikut: a). Menentukan garis lintang dan garis bujur dari masing-masing subyek dan ka'bah. b). Menghitung besar sudut arah Kiblat dengan menggunakan rumus :

Dimana arah kiblat dari barat ke utara adalah ;

c). Menkonversi hasil perhitungan ke dalam bentuk sudut.

$$\tan \frac{1}{2}(A + B) = \frac{\cos \frac{1}{2}(a-b)}{\cos \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \cotan \frac{1}{2} C \quad \text{dan} \quad \tan \frac{1}{2}(A - B) = \frac{\sin \frac{1}{2}(a-b)}{\sin \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \cotan \frac{1}{2} C$$

(4). Berdasarkan perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan,

$$\tan \frac{1}{2}(A + B) - \tan \frac{1}{2}(A - B)$$

dapat disimpulkan bahwa teori trigonometri bola lebih tepat dan akurat dibandingkan dengan rumus analogi Napier dalam menentukan arah kiblat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, 2010. “Metode Menentukan Arah Kiblat”. Jurnal Al-Risalah, Volume 10 Nomor 2 Nopember 2010. Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Alaudin Makasar.
- Alkalali, Asad M, 1981, Kamus Indonesia Arab, Jakarta: Bulan Bintang.
- Arkanudin, Mutoha. 2008. “Teknik Penentuan Arah Kiblat”. Jakarta: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak dan Rukyatul Hilal Indonesia.
- DEPAG RI. 2005. Al-Qur’an dan Terjemahannya. Bandung : JUMANATUL’ALI-ART.
- Izzuddin, A. Prosiding : Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya. Disampaikan dalam AICIS ke XII.
- Jamil, A. 2009. Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi). Jakarta: AMZAH.
- Khafid, I. 2013. Telaah Pedoman Buku Hisab Arah Kiblat. Cibinong : RHI.
- Kholdun, Ibn, 2005, Muqaddimah Ibnu Khaldun, Iskandariah: Daarul Baidhu”.
- Kusdiono, 2002, Ilmu Ukur segitiga Bola, Bandung: Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Bandung.
- Solikin, Agus. 2013. “Perhitungan Arah salat (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 Trigonometry*. London: Macmillan and co.
- Wijaya, Ariyadi. 2009, “Matematika Astronomi: Bagaimana Matematika Mempelajari Alam”. Yogyakarta: Seminar Nasional MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.