

RINGKASAN TESIS

ANALISIS METODE *RAŞD AL-QIBLAT*

DALAM TEORI ASTRONOMI DAN GEODESI



Oleh:
SITI TATMAINUL QULUB
NIM: 115112091

Dosen Pembimbing:
DRS. SLAMET HAMBALI, M.SI

PROGRAM MAGISTER
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2013

ABSTRAK

Para ulama' telah sepakat bahwa arah kiblat merupakan salah satu syarat sahnya shalat, sehingga mengetahui arah kiblat menjadi hal yang sangat penting bagi umat Islam. Mengetahui arah kiblat dapat dilakukan dengan perhitungan dan pengukuran. Ada dua teori perhitungan yang dapat digunakan untuk menghitung arah kiblat, yaitu teori trigonometri bola (astronomi) dan teori vincenty (geodesi). Teori trigonometri bola menggunakan asumsi bumi berbentuk bulat bola, sedangkan teori vincenty mempertimbangkan bentuk bumi ellipsoid.

Selain itu, ada metode pengukuran arah kiblat. Salah satu metode pengukuran arah kiblat yang paling sederhana, mudah dan akurat adalah *Raṣd al-Qiblat*. Metode ini memanfaatkan posisi matahari ketika berada di atas Ka'bah, dan ketika matahari berada di jalur yang menghubungkan antara tempat dan Ka'bah. Metode *Raṣd al-Qiblat* selama ini dihitung dengan rumus trigonometri bola (astronomi) dengan asumsi bumi bulat bola, sedangkan data yang digunakan geodetik. Adapun metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola dengan data geosentrik dan teori vincenty dengan data geodetik belum pernah dibahas.

Penelitian ini menggunakan sumber data primer yaitu karya W. M. Smart dan T. Vincenty yang membahas tentang teori trigonometri bola dan teori vincenty arah kiblat, serta hasil pengamatan matahari. Sumber data sekunder berupa tulisan ilmiah, penelitian dan buku-buku terkait *Raṣd al-Qiblat*. Sumber data tersebut dikumpulkan dengan teknik dokumentasi kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif komparatif matematis.

Dari penelitian ini diketahui bahwa metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola menggunakan data lintang geosentrik dan deklinasi geosentrik. Lintang geosentrik adalah data lintang yang diambil dengan asumsi bumi sebagai bola. Adapun data lintang yang diambil dari GPS merupakan data geodetik, sehingga harus dikonversi terlebih dahulu menjadi lintang geosentrik. Sedangkan data deklinasi yang ada pada tabel Ephemeris, dari hasil pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa data tersebut merupakan data geodetik. Metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori vincenty menggunakan data lintang dan deklinasi geodetik. Data tersebut diinputkan dalam rumus arah kiblat dan *Raṣd al-Qiblat* vincenty. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa antara metode *Raṣd al-Qiblat* menggunakan teori trigonometri bola dan vincenty terdapat selisih sebesar 1 sampai 2 menit untuk wilayah Indonesia. Di antara dua teori tersebut, dihasilkan bahwa metode *Raṣd al-Qiblat* dengan teori vincenty (geodesi) lebih akurat daripada teori trigonometri bola (astronomi).

Kata kunci: *Arah Kiblat, Raṣd al-Qiblat, Teori Astronomi, Teori Geodesi*

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Masalah penentuan arah kiblat mendapat perhatian khusus dan lebih dari para ilmuwan Muslim. Hal ini terbukti dengan banyaknya literatur yang mengkaji tentang teori dan metode penentuan arah kiblat sejak abad 8 M. Perhatian khusus para ilmuwan tersebut muncul karena arah kiblat merupakan salah satu syarat utama penentu keabsahan ibadah shalat (Rusyd, t.th.: 80). Oleh karena itu, arah kiblat menjadi hal yang sangat penting bagi umat Islam.

Urgensi menghadap arah kiblat termaktub dalam dalil-dalil al-Qur'an dan hadis. Di antaranya firman Allah swt yang menyebutkan tentang perintah menghadap kiblat ketika melaksanakan shalat sebagai berikut:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ﴿١٤٩﴾

Artinya : “Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah *Masjid al-Haram*. Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.” (QS. Al-Baqarah : 149) (Depag RI, t.th.: 44)

Sedangkan hadis Rasulullah yang menyebutkan tentang perintah menghadap kiblat adalah sebagai berikut:

ان النبي صلي الله عليه و سلم لَمَّا دَخَلَ الْبَيْتِ دَعَا فِي نَوَاحِيهِ وَلَمْ يُصَلِّ فِيهِ حَتَّى خَرَجَ رَكَعَ رَكَعَتَيْنِ فِي قِبَلِ الْقِبْلَةِ وَقَالَ هَذِهِ الْقِبْلَةُ

Artinya : “Bahwa sesungguhnya Nabi saw ketika masuk ke Baitullah Nabi berdo'a di sudut-sudutnya, dan tidak shalat di dalamnya sampai Nabi keluar. Kemudian setelah keluar Nabi shalat dua rakaat di depan Ka'bah, lalu berkata “inilah kiblat”. (HR. Muslim dari Usamah bin Zaid)

Ayat al-Qur'an dan hadis di atas menyebutkan tentang kewajiban menghadap ke arah Ka'bah ketika melaksanakan shalat.

Dalam agama Islam, yang dimaksud dengan kiblat adalah Ka'bah di Mekah yang berada pada titik koordinat 21° 25' 21.04" LU dan 39° 49' 34.33" BT (Hambali, 2011: 181-182)¹. Dilihat dari segi bahasa, kiblat bermakna *hadapan*, dan juga dapat berarti *pusat pandangan*. Kata kiblat ini juga sama dengan *arah menghadap* yang dalam bahasa Arab disebut *jihah* atau *syaṭrah* (Munawir, 1989: 1088 dan 770). Dalam definisi yang lain, kiblat disebut sebagai bangunan Ka'bah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah (Dahlan, 1996: 944) atau sebagai suatu arah tertentu bagi kaum muslimin untuk mengarahkan wajahnya dalam melakukan shalat (Nasution, 1992: 563).

¹Varian data titik koordinat Ka'bah sangat variatif. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data koordinat yang digunakan oleh Slamet Hambali yang diambil dari *Google Earth*.

Arah menghadap ke Ka'bah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di permukaan 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 Mekah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan Bumi ini, sehingga semua gerakan orang yang sedang melaksanakan shalat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujudnya selalu berhimpit dengan arah yang menuju Ka'bah (Khazin, 2004.: 47).

Dalam ilmu falak, penentuan arah kiblat menggunakan perhitungan besar sudut suatu tempat yang dihitung sepanjang lingkaran kaki langit dari titik utara hingga titik perpotongan lingkaran vertikal yang menuju ke tempat itu dengan lingkaran kaki langit searah dengan arah jarum jam yang dalam bahasa latin disebut dengan "*Azimuth*" (Depag RI, 1994/1995: 10, Duffet, 1981: 28-29, dan Roy, 1988: 46-47). Dalam bahasa Arab, arah kiblat biasa disebut dengan kata "*Simt al-Qiblah*".² Dari beberapa definisi kiblat tersebut, dapat disimpulkan bahwa masalah kiblat pada dasarnya merupakan masalah arah atau *azimuth*, yaitu arah menghadap ke Ka'bah³ di Mekah.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin canggih, berbagai teori dan metode penentuan arah kiblat terus ditemukan dan dikembangkan. Dalam penelitian ini, penulis membedakan antara teori dan metode penentuan arah kiblat. 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.

Saat ini, sudah ada beberapa teori yang digunakan untuk mengukur arah kiblat. Salah satunya adalah teori trigonometri bola yang dibahas dalam ilmu astronomi. Teori ini memposisikan Bumi dalam bentuk bola bulat, kemudian mengambil tiga titik di atas permukaan Bumi yang terhubung dengan lingkaran besar (Smart, 1977: 1-2). Dalam perhitungan arah kiblat, titik-titik tersebut adalah titik Utara Bumi sebagai titik acuan, titik lokasi yang diukur arah kiblatnya, dan titik Ka'bah di Mekah sebagai titik tujuan.

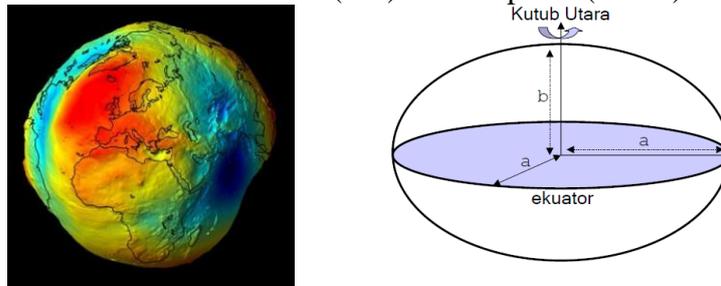
Selain itu, teori penentuan arah kiblat juga berkembang. Teori penentuan arah kiblat terbaru dikombinasikan dan dikomparasikan dengan berbagai keilmuan yang lebih akurat. Perkembangan terakhir tentang teori penentuan arah kiblat adalah ditemukannya rumus Vincenty yang dibahas dalam ilmu geodesi untuk penentuan arah kiblat. Rumus ini merupakan rumus penentuan azimuth kiblat yang memposisikan Bumi dalam bentuk *ellipsoid*, bukan bola sebagaimana yang digunakan dalam trigonometri bola.

²Kata *Simt al-Qiblah* ini disebutkan dalam beberapa kitab falak yang mengkaji tentang Arah Kiblat, seperti *Khulāṣah al-Wafīyah*, *Irsyād al-Murīd*, *Tibyān al-Mīqāt*, dsb.

³Keterangan Abdullah bin Zubair sebagaimana dinukil Muhammad Ilyas Abdul Ghani (1423 H: 68) Ka'bah artinya (kubus, dadu) juga disebut dengan nama *Baitullāh*, *Baitul 'Atīq* atau rumah tua yaitu bangunan berukuran 11.53 x 14 x 15 meter. Di atasnya ditutup oleh kain hitam yang disebut *kiswah*. Di bagian pojoknya terdapat hajar aswad (artinya batu hitam) terletak di bagian luar pojok selatan Ka'bah.

Rumus Vincenty berangkat dari pemahaman bahwa secara tiga dimensi bentuk Bumi sebenarnya tidak beraturan dengan benjolan-benjolan di permukaannya. Bentuk Bumi ini disebut dengan *geoid*. Geoid kemudian didekati lagi menjadi *ellipsoid biaksial* di mana penampang ekuatorialnya berupa lingkaran dan penampang meridiannya berupa ellips. Ellips atau *ellipsoid* merupakan pendekatan bentuk Bumi yang sebenarnya (Abidin, 2001: 17). Rumus Vincenty ini memperhitungkan sumbu panjang dan pendek Bumi (a dan b), serta pengepangan Bumi (f).

Gambar. Bentuk Geoid (kiri) dan Ellipsoid (kanan) Bumi



Dari beberapa penelitian, ditemukan bahwa hasil dari rumus Vincenty dan trigonometri bola dalam penentuan arah kiblat terdapat selisih sekitar 8 menit busur (Khafid, t.th: 3). Bila dilihat dari segi toleransi menghadap ke arah Ka'bah dari Indonesia, maka selisih 8 menit busur sudah keluar dari kota Mekah. Bila dilihat dari signifikansinya, selisih 8 menit menghasilkan arah yang jauh (Izzuddin, 2012b: 160). Pada perkembangan terakhir disebutkan bahwa rumus Vincenty dapat menghasilkan data yang mendekati akurat, karena pada dasarnya keadaan Bumi yang sebenarnya tidak bulat bola, tapi ellipsoid.

Selain teori perhitungan arah kiblat di atas, metode pengukuran arah kiblat juga dikembangkan untuk mendapatkan hasil sebaik mungkin agar kewajiban menghadap kiblat yang tepat ketika shalat dapat terpenuhi. Metode tersebut berkembang dari metode tradisional sampai digital dan software penentuan arah kiblat. Metode-metode tersebut adalah melihat rasi bintang (*orion, polaris*), kompas, rubu' mujayyab atau *kuadrant*, busur derajat, *mizwala*, segitiga kiblat, segitiga siku dari bayangan matahari setiap saat, *Raṣd al-Qiblat*, serta theodolit dan GPS. Adapun software penentuan arah kiblat antara lain *Qibla Locator*, *Google Earth*, *Mawaaqit 2001*, *al-Miqat*, dan sebagainya. Berbagai metode ini masih menggunakan trigonometri bola sebagai dasar teoritik perhitungan. Hanya ada beberapa software yang sudah memberikan pilihan perhitungan dengan teori Vincenty dalam azimuth kiblatnya.

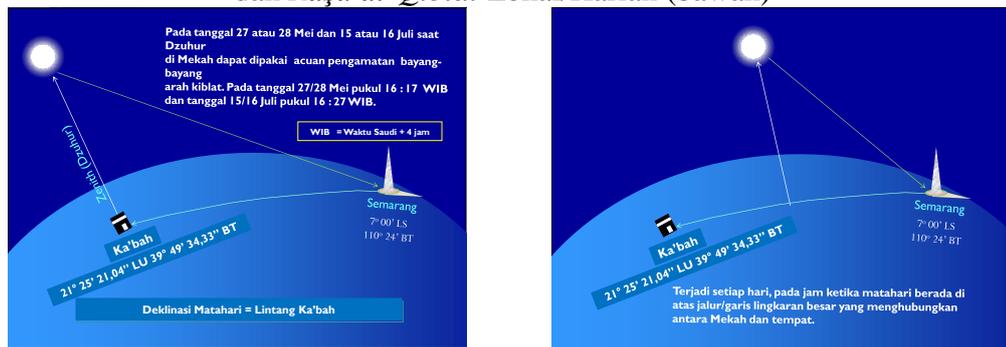
Untuk aplikasi di lapangan, *Raṣd al-Qiblat* merupakan metode yang paling praktis dan mudah digunakan di antara berbagai metode penentuan arah kiblat di atas. Hanya saja kajian tentang perhitungan teori Vincenty untuk penentuan waktu *Raṣd al-Qiblat* belum diaplikasikan.

Raṣd al-Qiblat adalah ketentuan waktu di mana bayangan benda yang terkena sinar matahari menunjuk ke arah kiblat (Azhari, 2008: 179). Dalam satu tahun, *Raṣd al-Qiblat* terjadi dua kali, yaitu setiap tanggal 27 Mei (Kabisa) / 28 Mei (Basithah) pukul 16.18 WIB dan 15 Juli (Kabisa) / 16 Juli (Basithah) pukul 16:28 WIB, sebagaimana yang ditulis oleh KH. Turaichan dalam kalender Menara

Kudus (Izzuddin, 2006: 46 dan Azhari, 2008: 179). Pada tanggal dan jam tersebut, bayangan benda yang tegak lurus di atas permukaan Bumi yang masih mendapatkan sinar matahari akan menghadap ke arah Ka'bah.

Raṣd al-Qiblat sebagaimana yang disebutkan di atas merupakan definisi *Raṣd al-Qiblat* Global/Tahunan, yakni ketika matahari berada di atas Ka'bah. Namun ada juga yang disebut *Raṣd al-Qiblat* Lokal/Harian. *Raṣd al-Qiblat* lokal terjadi setiap hari, namun jamnya berbeda. *Raṣd al-Qiblat* lokal terjadi ketika matahari berada pada garis lingkaran besar yang menghubungkan antara suatu tempat dengan Ka'bah. Hal ini terjadi karena posisi matahari selalu berpindah setiap harinya yang disebut dengan deklinasi matahari. Sebagaimana pula pada *Raṣd al-Qiblat* global, bayangan benda yang tegak lurus di atas permukaan Bumi ketika jam *Raṣd al-Qiblat* lokal, bayangannya akan menghadap ke arah Ka'bah.

Gambar. *Raṣd al-Qiblat* Global/Tahunan (atas) dan *Raṣd al-Qiblat* Lokal/Harian (bawah)



Sampai saat ini, *Raṣd al-Qiblat* dipercaya sebagai metode yang paling akurat dan murah, sehingga banyak digunakan oleh masyarakat. Hanya saja ada hal yang perlu diperhatikan yaitu ketika *Raṣd al-Qiblat* Global, matahari hampir tidak pernah *mer pass*⁴ tepat di titik zenith⁵ Ka'bah. Yang terjadi saat *Raṣd al-Qiblat*, matahari hanya dekat dengan titik zenith Ka'bah, terkadang lebih ke utara atau ke selatan dari titik zenith Ka'bah. Perhatikan tabel berikut ini:

Tabel. Posisi matahari pada tanggal 27 - 29 Mei 2010

Tanggal	Waktu Zawal	Deklinasi	Keterangan	Posisi matahari
27 Mei	11: 57: 08	21° 18' 13.81"	Deklinasi utara	00° 07' 7.23" selatan Ka'bah
28 Mei	11: 57: 15	21° 28' 03.90"	Deklinasi utara	00° 02' 42.86" utara Ka'bah
29 Mei	11: 57: 22	21° 37' 30.99"	Deklinasi utara	00° 12' 09.95" utara Ka'bah

⁴*Merr pass* merupakan singkatan dari Meridian Pass (MP), yaitu waktu pada saat matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit menurut waktu pertengahan, yang menurut waktu hakiki saat itu menunjukkan tepat jam 12 siang (Khazin, t.th.: 68-69).

⁵Zenith adalah titik perpotongan bola langit dengan garis vertikal atau garis unting-unting (*plumb line*) yang melalui lokasi pengamatan, di bagian atas. Sedangkan titik perpotongan bagian bawah yang melalui lokasi pengamatan di bagian bawah disebut dengan titik nadir (Ma'ruf, 2010: 45).

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa antara deklinasi dan lintang geografik⁶ Ka'bah ada perbedaan sampai 12 menit. Hal ini dapat mengurangi keakuratan hasil penentuan arah kiblat. Dari tabel di atas diketahui bahwa deklinasi yang paling mendekati lintang geografik Ka'bah adalah pada tanggal 28 Mei. Namun, jika kita mempertimbangkan Lintang geosentrik⁷ Ka'bah yaitu 21° 17' 31,12" LU⁸ kemudian dibandingkan dengan deklinasi Matahari, maka tanggal 27 Mei adalah tanggal yang paling tepat. Karena deklinasi 21° 18' 23".57" merupakan posisi Matahari berada di pinggiran Mekah bagian Utara dan mendekati nilai lintang geosentrik Ka'bah. Sebagaimana tabel berikut:

Tabel. Groundtrack Matahari saat transit di Ka'bah⁹
pada tanggal 27-29 Mei 2010

Tanggal (2010)	Matahari Transit di Ka'bah	Deklinasi Matahari	Lintang Geografik
27 Mei	16:18 WIB	21° 18' 23.57"	21° 26' 13.75"
28 Mei	16:18 WIB	21° 28' 12.61"	21° 36' 05.69"
29 Mei	16:18 WIB	21° 37' 39.39"	21° 45' 35.25"

Sedangkan dalam *Raṣd al-Qiblat* Lokal/Harian, karena deklinasi matahari sendiri berubah dalam setiap jam (Rachim, 1983: 8), maka kita bisa menentukan kapan azimuth bayangan matahari masih mendekati nilai azimuth kiblat suatu tempat (Nawawi, 2009: 44). Waktu/jam inilah yang akan dihitung dengan mempertimbangkan bentuk *ellipsoid* Bumi, yaitu dengan menggunakan lintang geosentrik Bumi. Sampai saat ini, teori vincenty *Raṣd al-Qiblat* yang mempertimbangkan bentuk *ellipsoid* Bumi belum terapkan.

Seiring dengan kajian tentang metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori vincenty (geodesi) yang belum terapkan, akurasi dari metode tersebut juga belum ada. Oleh karena itu, perlu ada kajian tentang metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori vincenty dan akurasinya. Kajian tersebut juga perlu dikomparasikan dengan metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola. Oleh karena itu penulis angkat dengan judul "*Analisis Metode Raṣd al-Qiblat dalam Teori Astronomi dan Geodesi*".

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori astronomi dan geodesi? 2) Bagaimana perbandingan akurasi metode *Raṣd al-Qiblat* dengan teori astronomi dan geodesi?

⁶Lintang geografik atau geodetik adalah lintang yang menggunakan ellipsoid sebagai permukaan acuan. Ellipsoid ini disebut dengan ellipsoid referensi, yaitu ellipsoid putaran yang dibentuk oleh suatu ellips yang berputar pada sumbu pendeknya. (Kahar, 2008: 12).

⁷Lintang geosentrik adalah lintang yang menggunakan bola Bumi sebagai permukaan acuan. Lintang geosentrik dapat dikonversikan ke dalam lintang geografik, demikian pula sebaliknya.

⁸Untuk mengubah dari lintang geografik ke geosentrik menggunakan rumus sebagai berikut : $\text{tg } \varphi' = \frac{b^2}{a^2} \times \tan \varphi$, dengan $a = 6378137$ meter, $b = 6356752$ meter, $\varphi =$ Lintang geografik, dan $\varphi' =$ Lintang geosentrik. Data a adalah jari-jari panjang Bumi, sedangkan data b adalah jari-jari pendek Bumi. Data ini merupakan ellipsoid referensi WGS 84.

⁹Perhitungan dilakukan dengan rumus teori VSOP87 dan koreksi aberasi dan Nutasi.

B. PEMBAHASAN

1) Data Perhitungan

Beberapa data yang digunakan untuk menghitung sudut arah kiblat dan *Raʿd al-Qiblat* adalah sebagai berikut:

1. Titik Koordinat

Titik koordinat yang dibutuhkan dalam penentuan arah kiblat adalah titik koordinat Ka'bah dan tempat yang akan diukur. Data titik koordinat terdiri dari data lintang dan bujur tempat. Data koordinat yang berasal dari *Global Positioning System* (GPS) geodetik merupakan data koordinat dengan lintang geodetik. Tipe receiver GPS yang digunakan untuk mendapatkan data titik koordinat adalah receiver GPS penentuan posisi tipe geodetik. (Abidin, 2001: 186). Lintang geodetik digunakan untuk mendapatkan arah kiblat dengan teori Vincenty, sedangkan yang digunakan dalam teori trigonometri bola adalah lintang geosentrik. Lintang geosentrik diambil dari data geodetik yang dikonversi. Demikian pula dengan lintang reduksi diambil dari data geodetik yang dikonversi.

Berikut ini adalah rumus konversi lintang Geodetik menjadi lintang geosentris dan reduksi sebagai berikut:

$$\tan \phi_c = \left(\frac{b}{a} \right)^2 \tan \phi$$
$$\tan \phi_r = \frac{a}{b} \tan \phi_c = \frac{b}{a} \tan \phi$$

Keterangan :

ϕ = Lintang Geodetik (Geografik)

ϕ_c = Lintang Geosentrik

ϕ_r = Lintang Reduksi

a = sumbu panjang pada ellipsoida (6378137 m)

b = sumbu pendek pada ellipsoida (6356752,3142 m)

Selisih paling besar antara lintang geodetik, geosentrik dan reduksi berada pada lintang 45°, yaitu 11 menit 32 detik untuk selisih lintang geodetik dan geosentrik, sedangkan selisih antara lintang geodetik dan reduksi sebesar 5 menit 46 detik. Hal ini karena sudut yang terbentuk antara titik tengah bola dengan titik tengah ellipsoid bumi paling besar berada pada lintang 45°.

Data lintang dan bujur Ka'bah yang digunakan dalam perhitungan ini adalah $\phi = 21^\circ 25' 21,04''$ LU dan $\lambda = 39^\circ 49' 34,33''$ BT. Bila data lintang dikonversi menjadi lintang geosentris dan geodetik adalah sebagai berikut:

$$\tan \phi_c = (6356752,3142 : 6378137)^2 \times \tan 21^\circ 25' 21,04'' = 21^\circ 17' 31,12''$$

$$\tan \phi_r = (6356752,3142 : 6378137) \times \tan 21^\circ 25' 21,04'' = 21^\circ 21' 25,79''$$

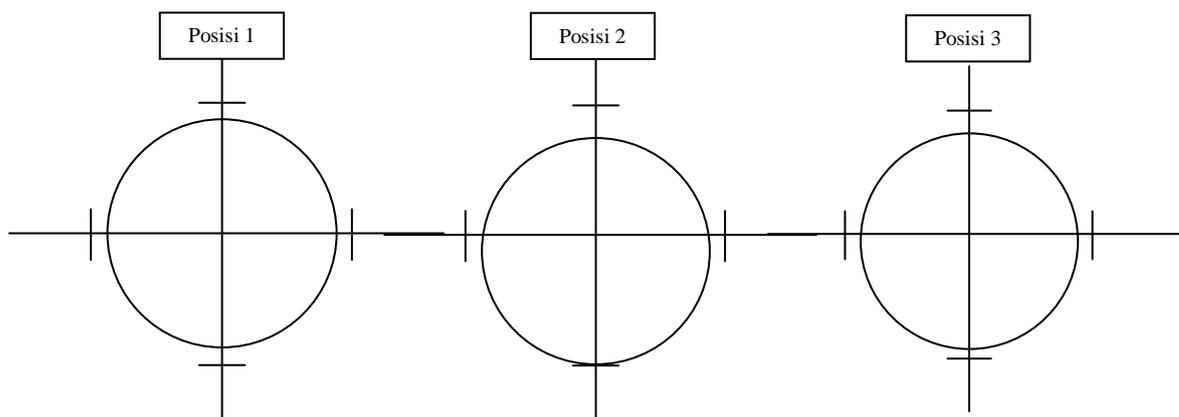
2. Deklinasi

Deklinasi adalah busur pada lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan lingkaran equator ke arah utara atau selatan sampai ke titik pusat benda langit. Data deklinasi bisa didapatkan dari perhitungan menggunakan buruj Matahari pada tanggal yang ingin diketahui deklinasinya. Data deklinasi bisa juga didapatkan dari data tabel Ephemeris.

Namun dari data deklinasi tersebut baik dari perhitungan maupun dari data tabel, belum jelas tentang jenis data tersebut, apakah data geodetik, geosentrik atau reduksi. Oleh karena itu, penulis melakukan pengamatan untuk mengetahui jenis data deklinasi yang terdapat dalam tabel Ephemeris.

Penulis melakukan observasi dengan menggunakan theodolit digital yang telah dilengkapi dengan filter. Pengamatan dilakukan beberapa kali, di antaranya pada tanggal 25 Mei 2013 di Pondok Pesantren Daarun Najaah Putri Selatan Jarakah Semarang pada lintang $-6^{\circ} 59' 08.1''$ dan bujur $110^{\circ} 21' 43.8''$. Pengamatan ini dilakukan dengan mencocokkan pengamatan dengan data, dan mencocokkan data dengan pengamatan. Berikut hasil pengamatannya:

Gambar. Posisi 1 adalah posisi Matahari dengan lintang geodetik dan deklinasi tabel, posisi 2 dengan lintang geosentrik dan deklinasi tabel, dan posisi 3 dengan lintang reduksi dan deklinasi tabel.



Dari hasil tersebut diketahui bahwa data Matahari adalah data geodetik, terbukti dengan hasil pengamatan ketika menggunakan lintang geodetik, dan data deklinasi dari tabel ephemeris, Matahari berada tepat di titik tengah theodolit.

Bila data-data yang diperlukan telah terkumpul, maka data-data tersebut siap untuk diinputkan ke dalam rumus perhitungan, baik perhitungan arah kiblat maupun *Raṣd al-Qiblat*. Namun yang harus diperhatikan adalah penempatan data-data tersebut. Berikut ini akan dipaparkan rumus-rumus perhitungan arah kiblat dan *Raṣd al-Qiblat* beserta perhitungan jaraknya.

2) Arah Kiblat

Arah kiblat merupakan arah yang menuju Ka'bah (*Baitullah*) yang berada di kota Mekah. Dalam menentukan arah kiblat, ada dua pendekatan teori yang dapat kita gunakan, yakni teori astronomis dan geodetis.

1. Teori Trigonometri Bola untuk Penentuan Arah Kiblat

Dalam penentuan arah kiblat, rumus trigonometri bola merupakan rumus yang paling sederhana dan mudah untuk diaplikasikan. Dalam penentuan arah kiblat rumus dasar yang digunakan adalah turunan dari rumus sinus dan cosinus. Rumus tersebut sebagai berikut (Khazin, 2004: 54):

$$\text{Cotan B} = \tan \phi^K \times \cos \phi^X : \sin C - \sin \phi^X : \tan C$$

Keterangan:

B = arah kiblat. Bila hasil perhitungan (B) positif, maka arah kiblat terhitung dari titik Utara. Bila hasil perhitungan (B) negatif, maka arah kiblat terhitung dari titik Selatan.

ϕ^K = lintang Ka'bah yaitu $21^\circ 25' 21.04''$ LU

ϕ^X = lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

λ^K = bujur Ka'bah yaitu $39^\circ 49' 34.33''$ BT

λ^X = bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya

C = jarak bujur, yaitu jarak bujur antara Ka'bah dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

Ada beberapa rumus ketentuan untuk menghitung C, sebagai berikut:

1. Jika $BT_x > BTK$, maka $C = BT_x - BTK$ (Kiblat = Barat)
2. Jika $BT_x < BTK$, maka $C = BTK - BT_x$ (Kiblat = Timur)
3. Jika $BB_x < BB 140^\circ 10' 25.06''$, maka $C = BB_x + BTK$ (Kiblat = Timur)
4. Jika $BB_x > BB 140^\circ 10' 25.06''$, maka $C = 360^\circ - BB_x - BTK$ (Kiblat = Barat)

Hasil dari perhitungan rumus di atas disebut arah kiblat. Namun untuk menghitung azimuth kiblat, diperlukan rumus sebagai berikut:

1. Jika $B = UT (+)$; Azimuth Kiblat = B (tetap)
2. Jika $B = UB (+)$; Azimuth Kiblat = $360^\circ - B$.
3. Jika $B = ST (-)$; Azimuth Kiblat = $180^\circ - B$.
4. Jika $B = SB (-)$; Azimuth Kiblat = $180^\circ + B$.

Catatan: B bernilai mutlak untuk perhitungan di atas.

Dalam perhitungan trigonometri bola ini lintang geodetik yang didapatkan dari GPS harus dikonversi menjadi lintang geosentrik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan \phi_c = (1 - e^2) \tan \phi = \left(\frac{b}{a}\right)^2 \tan \phi$$

Keterangan :

ϕ = Lintang Geodetik (Geografik)

ϕ_c = Lintang Geosentrik

a = sumbu panjang pada ellipsoida (6378137 m)

b = sumbu pendek pada ellipsoida (6356752,3142 m)

Setelah data lintang Ka'bah dan lintang tempat dikonversi menjadi lintang geosentrik, data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus trigonometri. Hasil perhitungan tersebut merupakan arah kiblat tempat tersebut dalam astronomi / trigonometri bola.

Dengan rumus dan perhitungan di atas, berikut data azimuth kiblat beberapa kota di Indonesia dengan rumus Trigonometri Bola.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Lintang Geosentris	Bujur Tempat	Azimuth Kiblat
1.	Semarang	$-07^\circ 00'$ LS	$-06^\circ 57' 12,96''$ LS	$110^\circ 24'$ BT	$294^\circ 21' 57,61''$
2.	Jakarta	$-06^\circ 10'$ LS	$-06^\circ 07' 32,52''$ LS	$106^\circ 49'$ BT	$295^\circ 00' 00,06''$
3.	Banda Aceh	$05^\circ 35'$ LU	$05^\circ 32' 46,28''$ LU	$95^\circ 20'$ BT	$292^\circ 00' 36,29''$
4.	Jayapura	$-02^\circ 28'$ LS	$-02^\circ 27' 00,63''$ LS	$140^\circ 38'$ BT	$291^\circ 13' 04,82''$

2. Teori Ellipsoida untuk Penentuan Arah Kiblat

Dalam teori vincenty atau formula vincenty ada dua soal pokok geodesi, yaitu *Pertama*, menentukan koordinat sebuah titik dari titik lain yang telah diketahui koordinatnya berdasarkan jarak dan azimuth dari titik lain itu ke titik tersebut (*direct geodetic problem*), *Kedua*, menentukan jarak dan azimuth dua titik yang diketahui koordinatnya (*inverse geodetic problem*).

Dalam hal penentuan arah kiblat termasuk dalam soal pokok geodesi yang kedua, yaitu menentukan jarak dan azimuth dua titik yang diketahui titik koordinatnya (*inverse geodetic problem*). Berikut ini adalah teori *inverse geodetic problem* yang dapat digunakan untuk menghitung azimuth kiblat sebuah tempat dan jaraknya dari Ka'bah.

Sebelum membahas rumus vincenty, berikut ini adalah nutasi yang digunakan dalam rumus Vincenty (Vincenty, 1975: 1):

a, b = jari-jari panjang dan jari-jari pendek ellipsoid. Dalam perhitungan ini menggunakan ellipsoid referensi WGS 1984, sehingga nilai a = 6378137 m, dan b = 6356752,3142 m.

f = pengepungan, di mana $f = (a - b) / a$

ϕ = lintang geodetik, bernilai positif bila di utara khatulistiwa, dan bernilai negatif bila di selatan khatulistiwa.

L = perbedaan garis bujur

s = panjang geodesik

α_1, α_2 = azimuth geodesi, dihitung dari utara dari posisi 1 (Tempat) ke posisi 2 (Ka'bah) dan sebaliknya.

α = azimuth geodesi di equator

U = lintang reduksi, didefinisikan dengan $\tan U = (1 - f) \tan \phi$

λ = perbedaan garis bujur pada bola tambahan

σ = jarak sudut posisi 1 ke posisi 2 pada bola

σ_1 = jarak sudut pada bola dari khatulistiwa ke posisi 1

σ_m = jarak sudut pada bola dari ekuator ke titik tengah garis

s = jarak di atas ellipsoid

Nutasi-nutasi tersebut akan digunakan pada perhitungan teori vincenty untuk menentukan azimuth dan jarak tempat (Vincenty, 1975: 89-90), sebagai berikut:

$$f = (a - b) / a$$

$$= (6378137 - 6356752,3142) / 6378137$$

$$= 0,00335281067183099 \text{ atau } 1/298.257223563$$

$$L = \text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Ka'bah} (\lambda_B - \lambda_A)$$

$$\tan U_1 = (1 - f) \cdot \tan \phi_A$$

$$\tan U_2 = (1 - f) \cdot \tan \phi_B$$

$$\sin \sigma = \sqrt{(\cos U_2 \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda)^2}$$

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos \lambda$$

$$\tan \sigma = \sin \sigma / \cos \sigma$$

$$\sin \alpha = \frac{\cos U_1 \cos U_2 \sin \lambda}{\sin \sigma}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\cos(2\sigma_m) = \cos \sigma - \frac{2 \sin U_1 \sin U_2}{\cos^2 \alpha}$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha)]$$

$$\lambda = L + (1 - C) f \sin \alpha \left\{ \sigma + C \sin \sigma [\cos(2\sigma_m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m))] \right\} \rightarrow \text{diperoleh melalui proses iterasi}$$

$$u^2 = \cos^2 \alpha \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} \left\{ 4096 + u^2 [-768 + u^2 (320 - 175u^2)] \right\}$$

$$B = \frac{u^2}{1024} \left\{ 256 + u^2 [-128 + u^2 (74 - 47u^2)] \right\}$$

$$\Delta \sigma = B \sin \sigma \left\{ \cos(2\sigma_m) + \frac{1}{4} B [\cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m)) - \frac{1}{6} B \cos(2\sigma_m) (-3 + 4 \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \cos^2(2\sigma_m))] \right\}$$

$$s = bA(\sigma - \Delta \sigma)$$

$$a_1 = \arctan \left(\frac{\cos U_2 \sin \lambda}{\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda} \right)$$

$$a_2 = \arctan \left(\frac{\cos U_1 \sin \lambda}{-\sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos \lambda} \right)$$

Untuk menghitung azimuth kiblat dengan teori vincenty ini, penulis menggunakan *Microsoft Office Excel*. Hal ini karena terdapat proses iterasi dalam perhitungannya. Dari hasil perhitungan menggunakan excel dengan rumus vincenty sebagaimana disebutkan di atas, diperoleh hasil azimuth kiblat untuk Pondok Pesantren Darun Najah adalah 294° 23' 23,00" UTSB.

Dengan rumus dan perhitungan di atas, didapatkan data azimuth kiblat beberapa kota di Indonesia sebagai berikut:

No.	Kota	Lintang Geodetik	Bujur Tempat	Azimuth Kiblat
1.	Semarang	-07° 00' LS	110° 24' BT	294° 23' 04,21"
2.	Jakarta	-06° 10' LS	106° 49' BT	295° 01' 08,76"
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	95° 20' BT	292° 02' 58,16"
4.	Jayapura	-02° 28' LS	140° 38' BT	291° 17' 30,60"

Hasil perhitungan azimuth kiblat dan jarak yang dihitung menggunakan excel ini sama dengan hasil dalam *Website Geodesic Calculation* dari Australia yang menyediakan perhitungan azimuth dengan teori Vincenty dan menggunakan ellipsoid referensi WGS 84, yaitu http://www.ga.gov.au/geodesy/datums/vincenty_inverse.jsp.

Gambar. Perhitungan *Raʿd al-Qiblat* Teori Geodesi pada Website Geodesic Calculation

The screenshot shows the 'Geodesic Calculations - Vincenty's Formulae, Inverse Method' page. It displays the input coordinates for two points and the resulting geodesic distance and azimuth.

Location	POINT I	POINT II
Name:	Darun Najah, Semarang	Ka'bah
Latitude:	-6° 59' 8.10000"	21° 25' 21.04000"
Longitude:	110° 21' 44.60000"	39° 49' 34.33000"
Forward Azimuth:		294° 23' 23.00"
Reverse Azimuth:		103° 54' 12.91"
Ellipsoidal Distance:	8311455.018 meters	

Perhitungan dalam website tersebut dilakukan dengan menggunakan ellipsoid referensi GRS80 yang digunakan untuk sistem koordinat baru Australia (The Geosentris Datum Australia - GDA) dan juga kompatibel dengan sistem koordinat global yang menggunakan jari-jari panjang Bumi ($a = 6,378,137.0$ meter, $1/f = 298,25722210$). Ellipsoid referensi ini sedikit berbeda dengan ellipsoid referensi WGS-84 yaitu 0.0000014. Formula Vincenty yang digunakan dalam perhitungan ini diambil dari buku T. Vincenty, Survey Review, 23, No 176, p 88-93,1975, untuk menghitung garis mulai dari beberapa cm hingga hampir 20.000 km, dengan akurasi milimeter. Invers formula ini tidak memberikan solusi terhadap garis antara dua titik hampir antipodal. Ini akan terjadi ketika perbedaan antara dua garis lintang lebih besar dari 180 derajat dalam nilai absolut. (Vincenty, 1975).

3. Teori Segitiga Bola Dengan Koreksi Ellipsoid

Teori ini digunakan untuk melihat perbedaan yang dihasilkan dari rumus yang menggunakan teori segitiga bola, namun data yang digunakan adalah data lintang dan bujur geodetik. Teori ini disebutkan karena mayoritas perhitungan arah kiblat yang ada saat ini adalah menggunakan teori ini. Data lintang Ka'bah dan lintang tempat yang didapatkan dari GPS, tidak dikonversi dulu menjadi lintang geosentrik. Data tersebut langsung digunakan untuk menghitung sudut arah kiblat, sehingga teori perhitungan ini perlu disebutkan. Rumus yang digunakan sama dengan rumus dalam teori trigonometri bola.

Dengan rumus dan perhitungan di atas, berikut data azimut kiblat beberapa kota di Indonesia dengan rumus Trigonometri Bola dengan koreksi Ellipsoid.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Bujur Tempat	Azimuth Kiblat
1.	Semarang	-07° 00' LS	110° 24' BT	294° 30' 31,74"
2.	Jakarta	-06° 10' LS	106° 49' BT	295° 08' 45,77"
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	95° 20' BT	292° 08' 34,3"
4.	Jayapura	-02° 28' LS	140° 38' BT	291° 20' 52,56"

4. Jarak Dua Tempat dengan Asumsi Bumi Bulat dan Ellipsoid

4.1. Jarak Dua Tempat dengan Asumsi Bumi Bulat

Jarak dari suatu kota ke Mekah dapat dihitung menggunakan jarak lingkaran besar (*great circle*), karena dalam trigonometri bola jalur yang dilewati adalah lingkaran besar. Jarak lingkaran besar (*great circle distance*) adalah jarak terdekat antara dua titik pada sebuah bola. Jarak ini disebut dengan jarak *geodesic*, yaitu jarak terpendek / terdekat antara dua titik pada suatu spheroid. Jarak bagian yang normal dibentuk oleh sebuah bidang pada suatu spheroid yang terdiri dari sebuah titik di salah satu ujung garis dan titik normal di ujung yang lain. Hal ini bertepatan / serupa dengan keliling sebuah lingkaran yang melalui dua titik dan pusat bola.

Berikut ini rumus menghitung jarak dua titik di atas permukaan Bumi dengan asumsi bumi berbentuk bulat bola (Anugraha, 29-30):

1. Perhitungan Jarak dengan Menggunakan Panjang Mil Laut

$$D = 1.852 \times 60 \times \text{Arcos} (\sin \phi^K \cdot \sin \phi^X + \cos \phi^K \cdot \cos \phi^X \cdot \cos \text{SBMD})$$

Keterangan:

ϕ^K = lintang Ka'bah

ϕ^X = lintang tempat yang diukur jaraknya

SBMD = Selisih Bujur didapatkan dari Bujur Tempat dikurangi Bujur Ka'bah

D = jarak yang dihitung (km)

Catatan:

Dalam perhitungan ini, jarak 1 menit busur adalah sebesar 1 mil laut, sedangkan 1 mil laut adalah 1,852 km.

Dengan rumus dan perhitungan di atas, berikut data azimut kiblat beberapa kota di Indonesia dengan rumus Trigonometri Bola.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Lintang Geosentris	Bujur Tempat	Jarak (m)
1.	Semarang	-07° 00' LS	-06° 57' 12,96" LS	110° 24' BT	8302138.915
2.	Jakarta	-06° 10' LS	-06° 07' 32,52" LS	106° 49' BT	7904280.532
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	05° 32' 46,28" LU	95° 20' BT	6214415.601
4.	Jayapura	-02° 28' LS	-02° 27' 00,63" LS	140° 38' BT	11218319,96

2. Perhitungan Jarak dengan Menggunakan Jari-Jari Bola (R=a)

Rumus ini hampir sama dengan rumus pertama, namun perbedaannya dalam penyebutan pertama. Rumus kedua sebagai berikut (Anugraha, 29-30):

$$\cos d = \sin \phi^K \cdot \sin \phi^X + \cos \phi^K \cdot \cos \phi^X \cdot \cos SBMD$$

$$s = 6378,137 \times d \times \pi/180$$

Keterangan:

d = Sudut antara kedua tempat

s = jarak dalam kilometer

Dalam perhitungan ini, jarak dua tempat mempertimbangkan jari-jari panjang Bumi (b) sebesar 6378,137 km.

Dengan rumus dan perhitungan di atas, berikut data azimuth kiblat beberapa kota di Indonesia dengan rumus Trigonometri Bola.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Lintang Geosentris	Bujur Tempat	Jarak (km)
1.	Semarang	-07° 00' LS	-06° 57' 12,96" LS	110° 24' BT	8317,043525
2.	Jakarta	-06° 10' LS	-06° 07' 32,52" LS	106° 49' BT	7918,470878
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	05° 32' 46,28" LU	95° 20' BT	6225,572177
4.	Jayapura	-02° 28' LS	-02° 27' 00,63" LS	140° 38' BT	11238,45991

4.2. Perhitungan Jarak dengan dengan Asumsi Bumi Ellipsoid

Ada rumus menghitung jarak dengan teori vincenty yang rumit, namun tingkat ketelitiannya sangat tinggi hingga orde milimeter. Rumus ini melanjutkan rumus penentuan azimuth kiblat Vincenty. Rumus tersebut adalah sebagai berikut (Vincenty, 1975: 5): $s = b.A.(\sigma - \Delta\sigma)$

Keterangan:

s = jarak, b = 6 356 752,3142 m, A = A Vincenty, σ = Sigma, $\Delta\sigma$ = Delta Sigma

Dengan rumus dan perhitungan yang sama, berikut data azimuth kiblat beberapa kota di Indonesia dengan rumus Vincenty.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Bujur Tempat	Jarak (m)
1.	PPDN Putri	-6° 59' 08,1" LS	110° 21' 44,6" BT	8311455,018
2.	Semarang	-07° 00' LS	110° 24' BT	8315898,431
3.	Jakarta	-06° 10' LS	106° 49' BT	7917370,067
4.	Banda Aceh	05° 35' LU	95° 20' BT	6224130,956
5.	Jayapura	-02° 28' LS	140° 38' BT	11236008,305

Dari beberapa rumus menghitung jarak di atas, dapat diketahui seberapa jauh penyimpangan yang akan dihasilkan bila perhitungan arah kiblat melenceng misalkan sebesar 1 derajat dari arah yang benar. Dari hasil perhitungan, jika jarak yang terpisah adalah 8000 km, maka penyimpangan arah kiblat 1 derajat memberikan penyimpangan posisi kiblat dari Ka'bah sebesar sekitar 140 km dari Ka'bah. Ini menunjukkan betapa pentingnya shalat menghadap ke arah kiblat yang benar.

3) *Raṣd al-Qiblat*

1. Definisi dan Konsep *Raṣd al-Qiblat*

Dalam Ensiklopedia Falak, *Raṣd al-Qiblat* didefinisikan sebagai waktu di mana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk ke arah kiblat. Dalam kalender menara Kudus yang disusun oleh KH. Turaihan

Ajhuri ditetapkan bahwa setiap tanggal 27/28 Mei dan tanggal 15/16 Juli dinamakan *Yaum ar-Raṣd al-Qiblat*, karena pada tanggal-tanggal tersebut dan jam yang ditentukan Matahari tepat berada di atas Ka'bah. *Raṣd al-Qiblat* pada tanggal-tanggal tersebut disebut *Raṣd al-Qiblat* global. (Azhari, 2008: 179). Selain tanggal-tanggal tersebut, dapat juga diketahui *Raṣd al-Qiblat* setiap harinya. *Raṣd al-Qiblat* setiap hari ini terjadi ketika posisi Matahari berada di jalur Ka'bah atau yang juga disebut dengan *Raṣd al-Qiblat* lokal (Khazin, 2004: 72-73).

Raṣd al-Qiblat Global disebut juga dengan *Istiwa' Utama* atau *Istiwa' A'zam*. *Istiwa'* adalah fenomena astronomis saat posisi Matahari melintasi meridian langit. Dalam penentuan waktu shalat, *Istiwa'* digunakan sebagai pertanda masuknya waktu shalat Dzuhur. Pada saat tertentu di sebuah daerah dapat terjadi peristiwa yang disebut *Istiwa' Utama* atau *Istiwa' A'zam* yaitu saat posisi Matahari berada tepat di titik Zenith (tepat di atas kepala) suatu lokasi di mana peristiwa ini hanya terjadi di daerah antara 23,5° Lintang Utara dan 23,5° Lintang Selatan.

Istiwa' Utama yang terjadi di Kota Mekah dapat dimanfaatkan oleh kaum Muslimin di negara-negara sekitar Arab khususnya yang berbeda waktu tidak lebih dari 5 (lima) jam untuk menentukan arah kiblat secara presisi menggunakan teknik bayangan Matahari. *Istiwa' A'zam* di Mekah terjadi dua kali dalam setahun yaitu pada tanggal 28 Mei sekitar pukul 12.18 Waktu Mekah dan 16 Juli sekitar pukul 12.27 Waktu Mekah pada tahun-tahun biasa. Sedangkan untuk tahun-tahun Kabisat tanggal ini dapat maju 1 hari (27 Mei dan 15 Juli).

Fenomena *Istiwa' Utama* terjadi akibat gerakan semu Matahari yang disebut gerak tahunan Matahari (musim) sebab selama bumi beredar mengelilingi Matahari sumbu bumi miring 66,5° terhadap bidang edarnya sehingga selama setahun terlihat di bumi, Matahari mengalami pergeseran 23,5° LU sampai 23,5° LS. Pergeseran Matahari ini disebut sebagai deklinasi Matahari. Saat nilai azimuth Matahari sama dengan nilai azimuth lintang geografis sebuah tempat maka di tempat tersebut terjadi *Istiwa' Utama* yaitu melintasnya Matahari melewati zenith lokasi setempat.

Di Indonesia, peristiwa *Raṣd al-Qiblat* terjadi pada sore hari karena posisi Indonesia berada di sebelah Timur Ka'bah, maka arah bayangan tongkat adalah ke Timur, sedangkan arah bayangan sebaliknya yaitu ke arah Barat agak serong ke Utara merupakan arah kiblat yang benar. Metode ini sangat sederhana dan mudah.

Penentuan arah kiblat menggunakan metode *Raṣd al-Qiblat* Global memang hanya berlaku untuk daerah-daerah yang pada saat peristiwa *Istiwa' Utama* dapat melihat secara langsung Matahari dan untuk penentuan waktunya menggunakan konversi waktu terhadap Waktu Mekah. Sementara untuk daerah lain di mana saat itu Matahari sudah terbenam misalnya wilayah Indonesia bagian Timur praktis tidak dapat menggunakan metode ini. Di Indonesia yang dapat menggunakan metode ini adalah wilayah Indonesia bagian Barat dan sebagian wilayah Indonesia bagian Tengah.

Adapun di separuh bola bumi yang telah mengalami malam ketika *Raṣd al-Qiblat* ini terjadi, maka dapat menggunakan fenomena lain yaitu tegak lurus Matahari dengan titik yang memiliki diameter sejajar di belahan dunia lain. Titik ini disebut “Kutub Mekah”. Titik ini terletak pada garis lintang $21^{\circ} 25' 21.04''$ LS, dan bujur $140^{\circ} 10' 25''$ BB. Ketika Matahari berada di atas titik ini, bayangan benda yang berdiri tegak lurus di atas muka Bumi menunjukkan arah kiblat. *Raṣd al-Qiblat* Kutub Mekah ini terjadi pada tanggal 29 November pukul 21.09 GMT, dan pada tanggal 14 Januari pukul 21.30 GMT.

2. Penentuan *Raṣd al-Qiblat* dengan Teori Trigonometri Bola

Untuk mengetahui kapan peristiwa *Raṣd al-Qiblat* global terjadi adalah dengan mengetahui kapan Matahari Mer Pass (*Meridian Pass*) atau zawal tepat di atas (titik zenith) Ka’bah atau yang juga biasa disebut dengan istilah *Istiwa’ A’dzam*. Pada saat *Raṣd al-Qiblat* global terjadi, semua bayangan benda di permukaan Bumi yang sedang mengalami waktu siang menunjuk ke arah kiblat.

Rumus perhitungan Waktu *Raṣd al-Qiblat*, sebagai berikut:

- a. Menentukan Bujur Matahari / *Ecliptic Longitude* atau *Ṭulusy Syamsi*, yakni jarak yang dihitung dari 0^{buruj} sampai dengan Matahari melalui lingkaran ekliptika menurut arah berlawanan dengan putaran jarum jam.

Data Bujur Matahari atau *Ecliptic Longitude* dibutuhkan untuk mendapatkan data deklinasi Matahari dan equation of time. Data deklinasi Matahari dan equation of time bisa juga didapatkan dalam data Almanac Nautica atau Ephemeris Hisab Rukyat. Namun, apabila data tersebut tidak didapatkan, bisa menggunakan alternatif rumus sebagai berikut:

I. Menentukan buruj :

Untuk bulan 4 s.d. bulan 12 dengan rumus (min) $- 4^{\text{buruj}}$.

Untuk bulan 1 s.d. bulan 3 dengan rumus (plus) $+ 8^{\text{buruj}}$.

II. Menentukan derajat :

Untuk bulan 2 s.d. bulan 7 dengan rumus (plus) $+ 9^{\circ}$.

Untuk bulan 8 s.d. bulan 1 dengan rumus (plus) $+ 8^{\circ}$.

Tabel. Buruj Matahari

No	Batas Tanggal	Bahasa Latin	Bahasa Indonesia	Bahasa Arab
0	21/03 -19/04	<i>Aries</i>	Domba	Haml
1	20/04 - 20/05	<i>Taurus</i>	Lembu Jantan	Saur
2	21/05 - 21/06	<i>Gemini</i>	Kembar	Jauza’
3	22/06 - 22/07	<i>Canser</i>	Kepiting	Saraṭān
4	23/07 - 22/08	<i>Leo</i>	Singa	Asad
5	23/08 - 22/09	<i>Virgo,</i>	Gadis	Sumbulah
6	23/9 - 23/10	<i>Libra</i>	Timbangan	Mīzān
7	24/10 - 21/11	<i>Scorpion</i>	Kalajengking	‘Aqrab
8	22/11 - 21/12	<i>Sagitaris</i>	Pemanah	Qaus
9	22/12 - 19/01	<i>Capricornus</i>	Kambing Batu	Jadyu
10	20/01- 18/02	<i>Aquarius</i>	Orang Air	Dalwu
11	19/02 - 20/03	<i>Pisces</i>	Ikan	Hūt

- b. Menentukan Selisih Bujur Matahari (SBM) yakni jarak yang dihitung dari Matahari sampai dengan buruj khatulistiwa (buruj 0 atau buruj 6 dengan pertimbangan yang terdekat), dengan rumus :
1. Jika $BM < 90^\circ$ maka rumusnya $SBM = BM$ yang diderajatkan
 2. Jika BM antara 90° s.d. 180° rumusnya $180 - BM$
 3. Jika BM antara 180° s.d. 270° rumusnya $BM - 180$
 4. Jika BM antara 270° s.d. 360° rumusnya $360 - BM$

- c. Menentukan Deklinasi Matahari (*Mail Awwal lisy Syamsi*), yakni jarak posisi Matahari dengan ekuator / khatulistiwa langit diukur sepanjang lingkaran deklinasi atau lingkaran waktu. Deklinasi sebelah utara ekuator diberi tanda positif (+) dan sebelah selatan ekuator diberi tanda negatif (-).

Ketika Matahari melintasi khatulistiwa, deklinasinya adalah 0° . Hal ini terjadi sekitar tanggal 21 Maret dan 23 September. Setelah melintasi khatulistiwa pada tanggal 21 Maret Matahari bergeser ke utara hingga mencapai garis balik utara (deklinasi $+23^\circ 27'$) sekitar tanggal 21 Juni kemudian kembali bergeser ke arah selatan sampai pada khatulistiwa lagi sekitar pada tanggal 23 September, setelah itu bergeser terus ke arah selatan hingga mencapai titik balik selatan (deklinasi $-23^\circ 27'$) sekitar tanggal 22 Desember, kemudian kembali bergeser ke arah utara hingga mencapai khatulistiwa lagi sekitar tanggal 21 Maret. Demikian seterusnya.

Rumus mencari deklinasi adalah sebagai berikut/

$$\text{Sin Deklinasi} = \sin \text{SBM} \times \sin \text{Deklinasi terjauh} (23^\circ 27')$$

Keterangan :

SBM = Selisih Bujur Matahari

Dengan ketentuan deklinasi positif (+) jika deklinasi sebelah utara ekuator, yakni BM pada 0^{buruj} sampai 5^{buruj} dan deklinasi negatif (-) jika deklinasi sebelah selatan ekuator, yakni BM pada 6^{buruj} sampai 11^{buruj}.

- d. Menentukan *Raṣd al-Qiblat*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rumus I : } \text{Cotg A} = \text{Sin LT} \times \text{Cotg AQ}$$

$$\text{Rumus II : } \text{Cos B} = \text{Tan Dekl} \times \text{Cotg LT} \times \text{Cos A} = + \text{A} = : 15 = + 12 = \text{Shift}^\circ$$

$$\text{Rumus III : Waktu Daerah} = \text{WH} - \text{PW} + (\text{BD}^{10} - \text{BT}) : 15$$

Keterangan:

A = Sudut Pembantu

LT = Lintang Tempat

AQ = Arah Kiblat dari Barat ke Utara

B = Sudut Bantu. Jika nilai A adalah positif, maka nilai B adalah negatif.

Begitu pula sebaliknya, jika nilai B adalah negatif, maka nilai A adalah positif.

RQ = *Raṣd al-Qiblat*

Catatan:

Data PW (Perata Waktu) di atas dapat diperoleh melalui tabel data Perata Waktu (lampiran) yang diambil dari Kitab *Khulaṣah al-Wafiyah*,

¹⁰ Waktu Indonesia Barat (WIB) dengan bujur daerah = 105° , Waktu Indonesia Tengah (WITA) dengan bujur daerah = 120° dan Waktu Indonesia Timur (WIT) dengan bujur daerah = 135°

atau dapat juga diambil dari data-data kontemporer yang sudah tersedia, seperti Ephemeris dan Almanac Nautika.

Ketika Matahari berada di jalur Ka'bah, bayangan Matahari berimpit dengan arah yang menuju Ka'bah untuk suatu lokasi atau tempat, sehingga pada waktu itu setiap benda yang berdiri tegak di lokasi yang bersangkutan akan langsung menunjukkan arah kiblat. Posisi Matahari seperti itu dapat diperhitungkan.

Selain menggunakan rumus di atas, menghitung waktu *Raʿd al-Qiblat* dengan trigonometri bola dapat juga menggunakan rumus seperti berikut ini (Dirjen Bimas Islam Kemenag RI, 2010: 126), sebagai berikut:

$$\text{Cotan } P = \text{Cos } b \text{ Tan } A$$

$$\text{Cos } (C-P) = \text{Cotan } a \text{ Tan } b \text{ Cos } P$$

$$C = (C-P) + P$$

$$\text{Bayangan} = C : 15 + MP$$

Keterangan:

P = sudut pembantu

C = sudut waktu Matahari, yakni busur pada garis edar harian Matahari antara lingkaran meridian dengan titik pusat Matahari yang sedang membuat bayang-bayang menuju arah kiblat

A = Arah kiblat (dihitung dari Titik Utara ke Arah Barat/Timur)

a = jarak antara kutub utara dengan δ_0 (deklinasi Matahari) diukur sepanjang lingkaran deklinasi/lingkaran waktu. Harga a dihitung dengan rumus $a = 90^\circ - \delta_0$

b = jarak antara kutub utara langit dengan zenit. (Besarnya zenit = besarnya ϕ atau lintang tempat). Harga b ini dihitung dengan rumus $b = 90^\circ - \phi$

MP = atau Meridian Pass yaitu waktu pada saat Matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit. MP ini dihitung dengan rumus $MP = 12 - e$

Intr = atau interpolasi waktu, yakni selisih waktu antara dua tempat (misalnya waktu setempat dengan waktu daerah, misalnya WIB)

Catatan :

- Jika harga mutlak deklinasi lebih besar dari harga mutlak ($90^\circ - A$) maka pada hari itu tidak akan terjadi bayang-bayang yang menunjuk ke arah kiblat, sebab antara lingkaran azimuth kiblat dengan lingkaran edaran harian Matahari tidak berpotongan.
- Jika harga deklinasi Matahari sama dengan harga lintang tempat, maka Matahari akan berkulminasi persis di titik zenith. Artinya pada hari itu tidak akan terjadi bayang-bayang menunjuk ke arah kiblat sebab pada titik zenithlah lingkaran azimuth kiblat berpotongan dengan lingkaran edaran harian Matahari.
- Bagi tempat-tempat yang berada di sebelah timur Ka'bah, maka:
 - Jika bayangan arah kiblat terjadi sebelum Matahari berkulminasi, maka arah kiblat yang ditunjukkannya adalah bayangan yang membelakangi bendanya.

- Jika bayangan arah kiblat terjadi sesudah Matahari berkulminasi, maka arah kiblat yang ditunjukkannya adalah bayangan yang menuju bendanya.
- Bagi tempat-tempat yang berada di sebelah barat Ka'bah, maka:
 - Jika bayangan arah kiblat terjadi sebelum Matahari berkulminasi, maka arah kiblat yang ditunjukkannya adalah bayangan yang menuju bendanya.
 - Jika bayangan arah kiblat terjadi sesudah Matahari berkulminasi, maka arah kiblat yang ditunjukkannya adalah bayangan yang membelakangi bendanya.

Kalau C hasilnya negatif (-) berarti pada waktu itu Matahari belum melewati MP (tengah siang hari). Kalau C hasilnya positif (+) berarti terjadi sesudah melewati MP. Harga mutlak C ini tidak boleh lebih besar dari setengah busur siangnya ($\frac{1}{2}$ BS), karena kalau lebih besar maka Matahari akan menempati posisi arah kiblat pada malam hari, sehingga bayangan arah kiblat tidak akan terjadi.

$$\text{Cos } \frac{1}{2} \text{ BS} = -\tan \delta_0 \tan \phi$$

Bayangan arah kiblat tidak akan terjadi jika:

- Harga mutlak deklinasi Matahari lebih besar dari harga mutlak $90 - A$
- Harga deklinasi Matahari sama besarnya dengan harga lintang tempat.
- Harga mutlak C lebih besar daripada harga setengah busur siangnya.

Menggunakan cara perhitungan di atas, berikut *Raʿd al-Qiblat* beberapa tempat dengan teori trigonometri bola.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Lintang Geosentris	Bujur Tempat	<i>Raʿd al-Qiblat</i>
1.	Semarang	-07° 00' LS	-06° 57' 12,96" LS	110° 24' BT	14 : 38 : 56,27
2.	Jakarta	-06° 10' LS	-06° 07' 32,52" LS	106° 49' BT	14 : 42 : 28,57
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	05° 32' 46,28" LU	95° 20' BT	14 : 03 : 50,66
4.	Jayapura	-02° 28' LS	-02° 27' 00,63" LS	140° 38' BT	12 : 32 : 49,04

3. Penentuan *Raʿd al-Qiblat* dengan Teori Ellipsoida

Untuk penentuan *Raʿd al-Qiblat* dengan teori Ellipsoida, yang membedakan dengan *Raʿd al-Qiblat* dengan teori Trigonometri Bola adalah data dan perhitungan. Data yang digunakan dalam perhitungan ini meliputi data lintang dan bujur tempat. Semua data tersebut harus menggunakan data geodetik yang memposisikan bumi dalam bentuk ellipsoid. Adapun untuk perhitungan meliputi dua hal, yaitu hasil perhitungan azimuth kiblat dan hasil perhitungan *Raʿd al-Qiblat*. Untuk perhitungan azimuth kiblat menggunakan hasil perhitungan dengan metode vincenty yang telah memposisikan bumi dalam bentuk ellipsoid.

Dengan menggunakan teori di atas, berikut *Raʿd al-Qiblat* di beberapa tempat lain menggunakan metode vincenty:

No.	Kota	Lintang Geodetik	Bujur Tempat	Azimuth Kiblat	<i>Raʿd al-Qiblat</i>
1.	Semarang	-07° 00' LS	110° 24' BT	294° 23' 04,21"	14 : 39 : 05,11
2.	Jakarta	-06° 10' LS	106° 49' BT	295° 01' 08,76"	14 : 42 : 36,04

3.	Banda Aceh	05° 35' LU	95° 20' BT	292° 02' 58,16"	14 : 03 : 13,79
4.	Jayapura	-02° 28' LS	140° 38' BT	291° 17' 30,60"	12 : 32 : 11,88

4. Penentuan *Raşd al-Qiblat* dengan Teori Segitiga Bola dengan Koreksi Ellipsoid

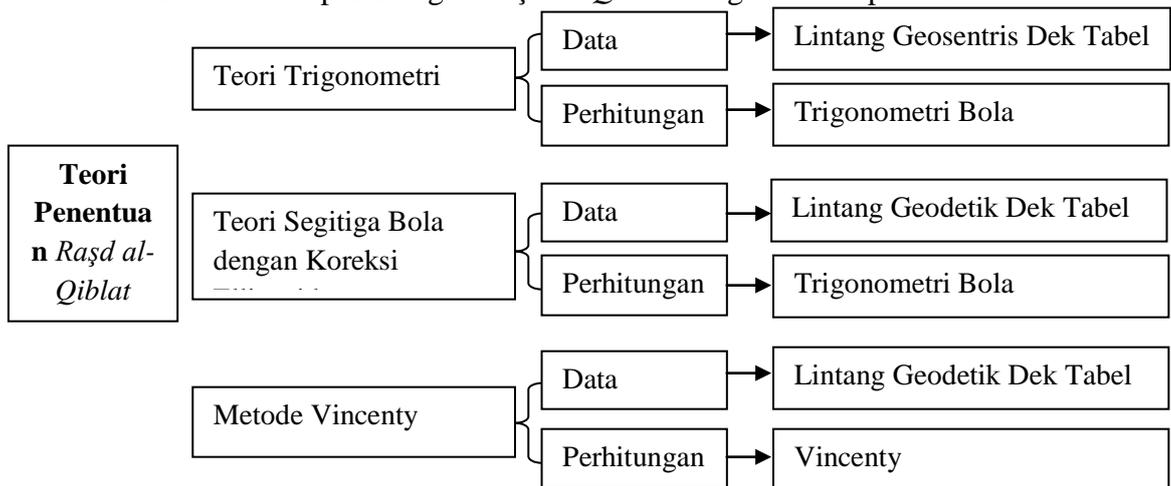
Sama halnya dalam perhitungan arah kiblat menggunakan teori segitiga bola dengan koreksi ellipsoid, metode *Raşd al-Qiblat* dengan teori ini dihitung dengan rumus trigonometri bola/segitiga bola dengan data lintang dan bujur geodetik, dan arah kiblat menggunakan arah kiblat teori segitiga bola dengan koreksi ellipsoid. *Raşd al-Qiblat* dengan teori ini disebutkan dan dihitung juga dalam penelitian ini, karena mayoritas perhitungan arah kiblat dan *Raşd al-Qiblat* yang ada di masyarakat menggunakan teori ini. Berikut contoh perhitungannya.

Menggunakan cara perhitungan di atas, berikut *Raşd al-Qiblat* beberapa tempat dengan teori segitiga bola dengan koreksi ellipsoid.

No.	Kota	Lintang Geodetik	Bujur Tempat	Azimuth Kiblat	<i>Raşd al-Qiblat</i>
1.	Semarang	-07° 00' LS	110° 24' BT	294° 30' 31,74"	14 : 38 : 01,65
2.	Jakarta	-06° 10' LS	106° 49' BT	295° 08' 45,77"	14 : 41 : 35,28
3.	Banda Aceh	05° 35' LU	95° 20' BT	292° 08' 34,3"	14 : 02 : 45,62
4.	Jayapura	-02° 28' LS	140° 38' BT	291° 20' 52,56"	12 : 31 : 37,01

Dari teori-teori tersebut yaitu teori trigonometri bola, teori vincenty, dan teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid dapat digambarkan dalam skema sebagai berikut:

Gambar. Skema perhitungan *Raşd al-Qiblat* dengan beberapa teori



C. ANALISIS

1) Analisis Metode *Raşd al-Qiblat* dalam Teori Astronomi dan Geodesi

Raşd al-Qiblat merupakan metode pengamatan bayangan pada saat posisi Matahari berada di atas Ka'bah atau ketika Matahari berada di jalur yang menghubungkan antara Ka'bah dengan suatu tempat. Sebagaimana telah dipaparkan pada bab sebelumnya bahwa *Raşd al-Qiblat* dibagi menjadi dua yaitu *Raşd al-Qiblat* global (tahunan) dan *Raşd al-Qiblat* lokal (harian).

Raṣd al-Qiblat lokal dapat dihitung setiap harinya. *Raṣd al-Qiblat* ini berubah-ubah setiap harinya tergantung pada posisi deklinasi Matahari. *Raṣd al-Qiblat* lokal pada dasarnya adalah menghitung kapan saat Matahari berada di jalur yang menghubungkan antara tempat tersebut dengan Ka'bah.

Raṣd al-Qiblat dalam teori trigonometri bola (astronomi) menggunakan data titik koordinat yang meliputi lintang dan bujur dengan pendekatan Bumi dalam bentuk *sphere*/bola. Sedangkan data deklinasi dan equation of time, menggunakan data yang ada dalam tabel Ephemeris. Dari pengamatan yang dilakukan penulis didapatkan bahwa data deklinasi Matahari yang terdapat pada data Ephemeris merupakan data geodetik. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan hasil *Raṣd al-Qiblat* dengan teori trigonometri bola harus menggunakan data geosentrik pula, sehingga data lintang tempat dan lintang Ka'bah dikonversi menjadi data geosentrik.

Setelah data lintang tempat dan lintang Ka'bah dikonversi, disiapkan data deklinasi Matahari dan equation of time dari Ephemeris. Bila data-data sudah disiapkan, kemudian dilakukan perhitungan azimuth kiblat menggunakan rumus trigonometri bola (astronomi). Dari hasil azimuth kiblat tersebut, lalu digunakan untuk menghitung *Raṣd al-Qiblat* dengan menggunakan rumus trigonometri bola (astronomi).

Adapun *Raṣd al-Qiblat* global (tahunan) terjadi ketika Matahari transit di atas Ka'bah. *Raṣd al-Qiblat* ini dalam proses perhitungannya perlu menghitung *Meridian Pass* pada hari tersebut, caranya dengan mengurangi waktu zawal hakiki dengan equation of time.

Sebagai contoh, waktu *Raṣd al-Qiblat* global (tahunan) tahun 2013 terjadi pada tanggal 28 Mei dan tanggal 16 Juli. Waktu zawal di Mekah pada tanggal 28 Mei 2013 adalah pukul 11:57:17 MMT¹¹, sehingga untuk mengetahui deklinasi pada saat Matahari zawal di Mekah adalah dengan mengambil data dari Ephemeris kemudian diinterpolasi. Deklinasi tersebut adalah sebagai berikut :

$$\delta_0 \text{ pkl. 11.00 MMT (08 GMT)} = 21^\circ 30' 06''$$

$$\delta_0 \text{ pkl. 12.00 MMT (09 GMT)} = 21^\circ 40' 30''$$

Dengan interpolasi diperoleh data deklinasi Matahari pada pukul 11:57:17 MMT adalah $21^\circ 40' 01,75''$. Deklinasi Matahari pada saat zawal tersebut mendekati lintang geodetik Ka'bah ($21^\circ 25' 21,04''$), agak jauh dari lintang reduksi Ka'bah ($21^\circ 21' 25,79''$), dan jauh sekali dari lintang geosentrik Ka'bah ($21^\circ 17' 31,12''$). Bila diposisikan di bola langit, saat itu Matahari berada di atas sebelah utara Ka'bah namun masih di Kota Mekah.

Data perhitungan *Raṣd al-Qiblat* lokal dan global, serta gambaran posisi Matahari dan arah kiblat tempat dapat dilihat melalui website www.petabandung.net/kiblat/kiblat_solar.php sebagaimana Gambar di bawah ini. Website ini menghitung waktu *Raṣd al-Qiblat* suatu tempat dengan menggunakan teori trigonometri bola (astronomi) dan deklinasi tabel, namun untuk data lintang dan bujur menggunakan data geografik/geodetik. Pada website tersebut arah kiblat

¹¹Hasil ini diperoleh dari, MP = Pkl. 12.00 – e = Pkl. 12.00 – 00j 02m 43d = Pkl. 11:57:17 MMT.

akan digambarkan dengan garis merah, sedangkan untuk *Raṣd al-Qiblat* (dalam website ini disebut dengan arah Matahari) digambarkan dengan garis biru.

Dari gambar di bawah ini terlihat bahwa Matahari berada di sebelah utara Ka'bah, bahkan sudah keluar dari Kota Mekah yang memiliki batas titik koordinat paling utara pada lintang $21^{\circ} 28' 39''$ LU dan bujur $39^{\circ} 50' 28''$ BT sebagaimana yang telah disebutkan dalam bab II tentang batas-batas Kota Mekah.



Gambar. Posisi Matahari di atas Kota Mekah ketika *Raṣd al-Qiblat* Tgl 28 Mei 2013 pukul 11:57:17 MMT (pukul 16:17:58,71 WIB¹)

Namun apabila *Raṣd al-Qiblat* terjadi pada tanggal 27 Mei 2013, berikut gambarannya.

Tanggal	MP	WD	Deklinasi	Posisi Matahari
27/05/2013	11:57:10	16:17:51,71	$21^{\circ} 20' 29,14''$	Sebelah Selatan Ka'bah namun Masih di Mekah

Perhatikan gambar berikut ini:



Gambar. Posisi Matahari di atas Kota Mekah ketika *Raṣd al-Qiblat* Tgl 27 Mei 2013 pukul 11:57:10 MMT (pukul 16:17:51,71 WIB)

Dari gambar di atas terlihat bahwa posisi Matahari berada di sebelah selatan Ka'bah dan masih berada di dalam Kota Mekah karena sebagaimana disebutkan dalam Bab II, batas paling selatan dari Mekah adalah lintang $21^{\circ} 23' 02''$ LU dan Bujur $39^{\circ} 50' 02''$ BT. Dari gambaran di atas, pada tanggal 27 dan 28 Mei tidak berada di atas Ka'bah tepat, namun mendekati agak ke utara dan ke selatan dari Ka'bah. Berikut ini selisih perhitungannya:

Tabel. Selisih Posisi Matahari dengan Lintang Geografik Ka'bah pada tanggal 27 dan 28 Mei 2013

Tanggal	Lintang Geografik Ka'bah	Deklinasi Matahari	Selisih
27 Mei 2013	21° 25' 21,04"	21° 20' 29,14"	00° 04' 51,9"
28 Mei 2013	21° 25' 21,04"	21° 40' 01,75"	00° 14' 40,71"

Dari tabel di atas, terlihat bahwa Matahari lebih dekat dengan lintang geografik Ka'bah pada tanggal 27 Mei 2013. Selisih antara deklinasi Matahari dengan lintang geografik Ka'bah sebesar 00° 04' 51,9".

Bila dibandingkan dengan lintang geosentrik Ka'bah (21° 17' 31,12") antara tanggal 27 dan 28 Mei, Matahari juga lebih dekat pada tanggal 27 Mei 2013. Berikut ini perhitungannya:

Tabel. Selisih Posisi Matahari dengan Lintang geosentrik Ka'bah pada tanggal 27 dan 28 Mei 2013

Tanggal	Lintang geosentrik Ka'bah	Deklinasi Matahari	Selisih
27 Mei 2013	21° 17' 31,12"	21° 20' 29,14"	00° 02' 58,02"
28 Mei 2013	21° 17' 31,12"	21° 40' 01,75"	00° 22' 30,63"

Bila dibandingkan dengan lintang reduksi Ka'bah (21° 21' 25,79") antara tanggal 27 dan 28 Mei, Matahari juga lebih dekat pada tanggal 27 Mei 2013.

Tabel. Selisih Posisi Matahari dengan Lintang Reduksi Ka'bah pada tanggal 27 dan 28 Mei 2013

Tanggal	Lintang Reduksi Ka'bah	Deklinasi Matahari	Selisih
27 Mei 2013	21° 21' 25,79"	21° 20' 29,14"	00° 00' 56,65"
28 Mei 2013	21° 21' 25,79"	21° 40' 01,75"	00° 18' 35,96"

Dari gambaran di atas, untuk *Raṣd al-Qiblat* global (tahunan) baik menggunakan data lintang geografik, lintang geosentrik, dan lintang reduksi yang dikombinasikan dengan deklinasi tabel, maka yang paling mendekati Ka'bah adalah pada tanggal 27 Mei 2013.

Adapun untuk tanggal 15 dan 16 Juli 2013, perhitungannya sebagai berikut:

Tanggal	MP	Deklinasi	Selisih Lintang Geografik	Selisih Lintang Geosentrik	Selisih Lintang Reduksi
15/07/'13	12:05:59	21° 28' 25,61"	00° 03' 04,57" Utara Ka'bah	00° 10' 54,49" Utara Ka'bah	00° 06' 59,82" Utara Ka'bah
16/07/'13	12:06:05	21° 18' 41,47"	00° 06' 39,57" Selatan Ka'bah	00° 01' 18,35" Utara Ka'bah	00° 02' 44,32" Selatan Ka'bah

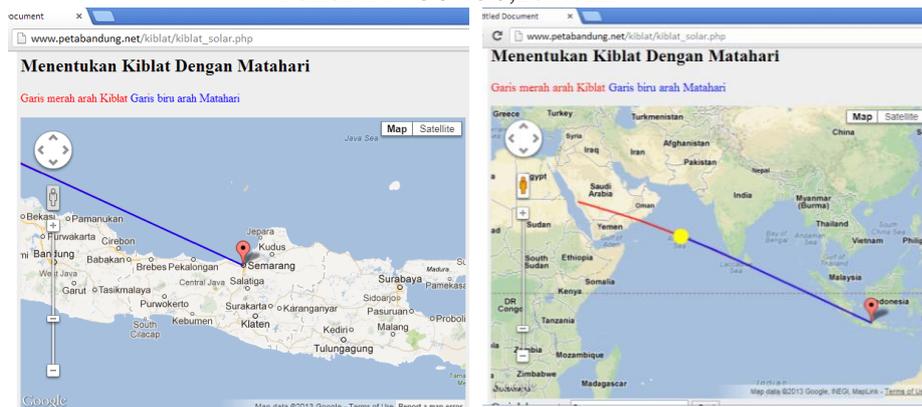
Dari gambaran di atas, untuk *Raṣd al-Qiblat* global antara tanggal 15 dan 16 Juli 2013 dilihat dari data lintang geografik, lintang geosentrik, lintang reduksi dengan deklinasi dari tabel, maka yang paling mendekati Ka'bah adalah menggunakan pada tanggal 16 Juli 2013.

Dengan demikian, *Raʿsd al-Qiblat* global dengan data geosentrik yang paling akurat untuk tahun 2013 adalah pada tanggal 27 Mei 2013 dan 16 Juli 2013. Adapun waktunya, pada tanggal 27 Mei 2013 terjadi pada pukul 11:57:10 MMT atau 16:17:51 WIB. Sedangkan pada tanggal 16 Juli 2013 terjadi pada pukul 12:06:05 MMT atau 16:26:46 WIB.

Akurasi perhitungan di atas masih sebatas pada perhitungan data. Untuk melihat kebenaran dari perhitungan tersebut, harus dengan pengamatan langsung di Ka'bah pada tanggal-tanggal dan waktu-waktu tersebut. Pengamatan dilakukan dengan melihat posisi Matahari saat itu, atau dengan melihat sisi sebelah utara dan sebelah selatan Ka'bah. Apabila pada tanggal 27 Mei, bayangan mengarah ke sisi sebelah utara dan sisi sebelah selatan Ka'bah masih tersinari Matahari, maka posisi Matahari saat itu masih di selatan. Namun apabila pada tanggal 27 Mei tersebut, bayangan sisi sebelah utara yang tersinari dan bayangan mengarah ke sebelah selatan, maka Matahari berada di sebelah utara. Namun, apabila tidak ada bayangan sama sekali di sisi Ka'bah, maka pada saat itu Matahari benar-benar tepat di atas Ka'bah.

Adapun untuk perhitungan *Raʿsd al-Qiblat* lokal (harian) dengan teori trigonometri bola (astronomi), posisi Matahari *Raʿsd al-Qiblat* pada tanggal 26 April 2013 untuk kota-kota yang telah dihitung pada pembahasan dapat digambarkan sebagai berikut:

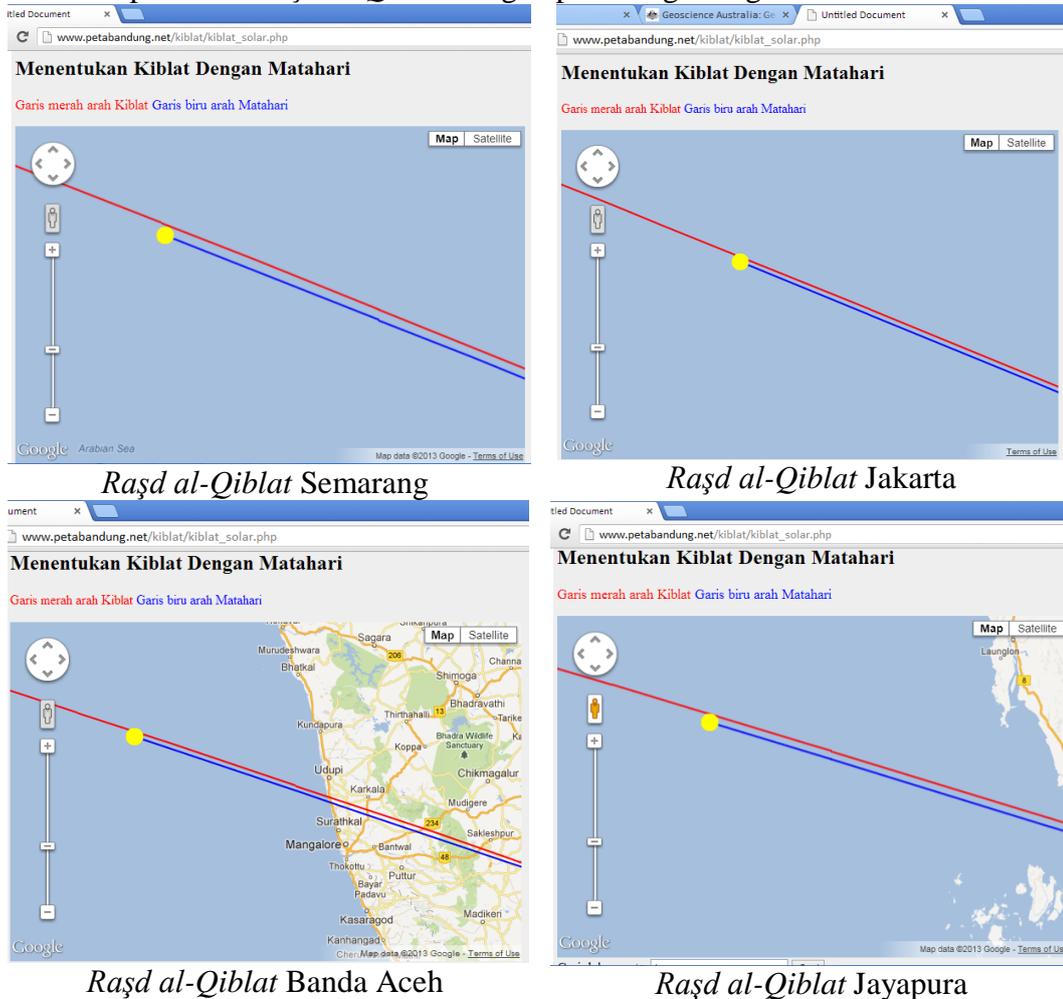
Gambar. *Raʿsd al-Qiblat* Kota Semarang pada tanggal 26 April 2013
Pukul 14 : 38 : 56,27 WIB



Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada pukul 14:38:56,27 WIB, posisi Matahari hampir berhimpit dengan arah kiblat. Demikian pula dengan kota-kota lainnya.

Namun, dari hasil gambar tersebut masih terdapat selisih pada garisnya. Garis biru dan garis merah tidak benar-benar berhimpit, namun ada sedikit sudut yang terbentuk. Hal ini berarti antara azimuth kiblat dan azimuth Matahari yang didapatkan dari waktu pembedikan yakni waktu *Raʿsd al-Qiblat* kurang tepat. Berikut gambarannya:

Gambar. Selisih sudut antara arah kiblat dan arah posisi Matahari pada saat *Raṣd al-Qiblat* dengan perhitungan trigonometri bola.



Dari gambaran di atas, diketahui bahwa perbedaan sedikit saja dalam sudut azimuth kiblat dan waktu *Raṣd al-Qiblat*, maka arah yang dituju tidak akan menuju ke Ka'bah di Mekah, namun menghasilkan arah yang cukup jauh. Hal ini karena posisi Indonesia jauh dari Ka'bah. Oleh karena itu, perhitungan yang akurat diperlukan.

Metode *Raṣd al-Qiblat* dengan teori geodesi, menggunakan data titik koordinat lintang bujur tempat dan deklinasi Matahari dengan pendekatan Bumi dalam bentuk ellipsoid. Data deklinasi Matahari yang ada pada tabel Ephemeris merupakan data geodetik sebagaimana hasil pengamatan Matahari yang dilakukan penulis menggunakan theodolit yang telah dilengkapi filter. Perhitungan azimuth kiblat dengan metode vincenty (geodesi) juga menggunakan lintang geodetik. Data deklinasi dari tabel dan data lintang geodetik tersebut kemudian diinputkan ke dalam rumus perhitungan teori vincenty (geodesi) untuk menghitung arah kiblat dan *Raṣd al-Qiblat*.

Perhitungan *Raṣd al-Qiblat* global (tahunan) dengan teori geodesi menggunakan deklinasi Matahari geodetik (tabel), sedangkan data lintang yang

digunakan adalah data lintang yang diambil dari GPS yang merupakan data geodetik. Dari data-data tersebut kemudian dibandingkan mana yang lebih dekat dengan lintang Ka'bah geodetik. Data ini mewujudkan sebuah sinkronisasi data karena semua data yang digunakan merupakan data geodetik baik titik koordinat maupun data deklinasi Matahari.

Sebagaimana telah disebutkan pada analisis metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola (astronomi), bahwa waktu *Raṣd al-Qiblat* Global tahun 2013 terjadi pada tanggal 27 Mei dan 16 Juli 2013 karena kedudukan Matahari lebih dekat dengan Ka'bah baik dilihat dari lintang geosentrik maupun dari lintang geodetik dan reduksi. Namun ada perbedaan posisi Matahari bila dilihat dari lintang Ka'bah, yaitu lintang geodetik, geosentrik dan reduksi. Dari tiga jenis lintang tersebut, selisih yang paling sedikit didapatkan dengan menggunakan lintang reduksi yaitu sebesar $00^{\circ} 00' 56,65''$ sebelah selatan Ka'bah.

Dalam perhitungan azimuth kiblat teori vincenty, lintang tempat yang diinputkan adalah lintang geodetik. Namun dalam proses perhitungannya terdapat rumus konversi dari geodetik ke reduksi. Konversi tersebut dilakukan untuk mempermudah dalam proses perhitungan matematisnya. Dari hasil perhitungan lintang reduksi tidak jauh berbeda dengan hasil lintang geodetik. Hasil lintang reduksi ini berada di antara lintang geodetik dan geosentrik.

Dari hasil analisis di atas, didapatkan kesimpulan bahwa perbedaan teori dalam perhitungan waktu *Raṣd al-Qiblat* menyebabkan perbedaan tidak hanya waktu 1 sampai 2 menit, namun juga bisa menyebabkan perbedaan hari *Raṣd al-Qiblat* (khusus untuk *Raṣd al-Qiblat* global (tahunan)). Hal ini karena yang dicari adalah posisi Matahari (deklinasi Matahari) ketika tepat di atas Ka'bah. Adapun metode *Raṣd al-Qiblat* lokal (harian) selisih hanya pada waktu yakni 1 sampai 2 menit. Namun demikian, bila waktu *Raṣd al-Qiblat* itu terjadi pada jam-jam yang mendekati waktu Meridian Pass maka selisih arah bayangan Matahari yang menunjukkan azimuth kiblat akan sangat besar. Oleh karena itu, perhitungan *Raṣd al-Qiblat* dengan teori yang tepat dan akurat harus dipertimbangkan.

2) Analisis Perbandingan Akurasi Metode *Raṣd al-Qiblat* dengan Teori Astronomi dan Geodesi

Metode *Raṣd al-Qiblat* merupakan metode perhitungan dan pengukuran arah kiblat. Dalam perhitungannya, metode *Raṣd al-Qiblat* terkait erat dengan teori azimuth kiblat. Teori azimuth kiblat dengan beberapa teori memiliki keakuratan berbeda-beda. Dalam bab sebelumnya, sudah dihitung beberapa azimuth kiblat beberapa kota di Indonesia baik dengan teori astronomi, teori geodesi dan teori astronomi dengan koreksi ellipsoid.

Tabel. Azimuth Kiblat Beberapa Kota dengan Tiga Teori

No.	Kota	AQ 1	AQ 2	AQ 3
1.	Semarang	$294^{\circ} 21' 57,61''$	$294^{\circ} 23' 04,21''$	$294^{\circ} 30' 31,74''$
2.	Jakarta	$295^{\circ} 00' 00,06''$	$295^{\circ} 01' 08,76''$	$295^{\circ} 08' 45,77''$
3.	Banda Aceh	$292^{\circ} 00' 36,29''$	$292^{\circ} 02' 58,16''$	$292^{\circ} 08' 34,3''$
4.	Jayapura	$291^{\circ} 13' 04,82''$	$291^{\circ} 17' 30,60''$	$291^{\circ} 20' 52,56''$

Keterangan:

Teori 1 = Teori trigonometri bola murni (astronomi)

Teori 2 = Teori vincenty (geodesi)

Teori 3 = Teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa di Indonesia selisih antara azimuth kiblat dengan teori trigonometri bola dan vincenty adalah antara 1 sampai 5 menit. Sedangkan azimuth kiblat teori vincenty dan azimuth kiblat teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid memberikan selisih antara 5 sampai 8 menit. Adapun azimuth kiblat antara teori trigonometri bola dan teori trigonometri bola koreksi ellipsoid selisih antara 7 sampai hampir 9 menit.

Dari ketiga teori di atas, perhitungan yang paling mendekati sebenarnya adalah dengan teori vincenty karena mempertimbangkan bentuk Bumi sebenarnya dengan pendekatan ellipsoid, serta teori ini memiliki keakuratan hingga ordo milimeter.

Adapun selisih dalam perhitungan azimuth kiblat tersebut juga menghasilkan jarak yang berbeda, sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel. Jarak Beberapa Kota dengan Beberapa Teori

No.	Kota	Jarak 1 (m)	Jarak 2 (m)	Jarak 3 (m)
1.	Semarang	8302138,915	8315898,431	8317043,525
2.	Jakarta	7904280,532	7917370,067	7918470,878
3.	Banda Aceh	6214415,601	6224130,956	6225572,177
4.	Jayapura	11218319,96	11236008,305	11238459,91

Dari perhitungan tersebut, diketahui bahwa perhitungan jarak yang paling jauh adalah trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid. Perhitungan jarak dengan vincenty menghasilkan jarak di tengah-tengah antara teori trigonometri bola dan teori trigonometri bola koreksi ellipsoid. Jarak dengan vincenty menghasilkan selisih sebesar 1145,094 meter.

Dalam perhitungan *Raṣd al-Qiblat*, jarak sangat berpengaruh terhadap keberadaan posisi Matahari. Dengan menggunakan rumus *direct inverse* dalam teori vincenty (geodesi) dan data azimuth kiblat dan jarak, akan diketahui lintang dan bujur tempat yang ada di bawah Matahari saat itu sehingga posisi Matahari benar-benar dapat ditentukan. Dengan demikian, dapat diketahui sudut azimuth yang dibentuk dari suatu tempat yang dicari arah kiblatnya ke posisi Matahari tersebut. Bila sudut azimuth tersebut nilainya sama dengan sudut azimuth kiblat, maka hasil waktu *Raṣd al-Qiblat* tersebut telah benar. Namun bila nilainya berbeda dengan nilai azimuth kiblatnya, maka hasil waktu *Raṣd al-Qiblat* tersebut melenceng.

Adapun untuk *Raṣd al-Qiblat* dapat dihitung juga dengan tiga teori sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya yaitu *Raṣd al-Qiblat* dengan teori trigonometri bola (astronomi), vincenty (geodesi) dan teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid. Perhitungan *Raṣd al-Qiblat* tersebut didapatkan dari perhitungan azimuth kiblat yang juga dihasilkan dari perhitungan masing-masing.

Berikut hasil *Raṣd al-Qiblat* dengan tiga teori tersebut:

No.	Kota	RQ 1	RQ 2	RQ 3
1.	Semarang	14 : 38 : 56,27	14 : 39 : 05,11	14 : 38 : 01,65
2.	Jakarta	14 : 42 : 28,57	14 : 42 : 36,04	14 : 41 : 35,28
3.	Banda Aceh	14 : 03 : 50,66	14 : 03 : 13,79	14 : 02 : 45,62
4.	Jayapura	12 : 32 : 49,04	12 : 32 : 11,88	12 : 31 : 37,01

Dari data tersebut, diketahui bahwa waktu *Raṣd al-Qiblat* antara teori trigonometri bola dan teori vincenty terpaut antara 30 detik sampai 1 menit sudut. Sedangkan untuk waktu *Raṣd al-Qiblat* antara teori trigonometri bola dengan segitiga bola koreksi ellipsoid terpaut pada 30 detik sampai 1,5 menit sudut. Adapun untuk waktu *Raṣd al-Qiblat* antara teori vincenty dan trigonometri bola koreksi ellipsoid berkisar antara 1 menit sampai 2 menit.

Selisih yang dihasilkan antara tiga teori tersebut memang hanya dalam menit bahkan detik. Bila dilihat sekilas dengan waktu pendek tersebut seakan tidak urgensi, namun demikian yang harus diperhatikan adalah pergerakan dan posisi Matahari dalam waktu sependek itu. Pergerakan Matahari semakin mendekati Meridian Pass semakin cepat, bahkan dalam waktu 1 detik saja, posisi Matahari sudah jauh. Oleh karena itu, selisih waktu 1 detik apalagi 1 sampai 2 menit harus dipertimbangkan karena azimuth Matahari yang didapatkan dalam selisih waktu tersebut sudah berbeda.

Dalam penelitian lain disebutkan bahwa terdapat toleransi waktu *Raṣd al-Qiblat* bahkan sampai rentang waktu $H+2$ dan $H-2 \pm 5$ menit, di mana toleransi ini masih dapat digunakan untuk daerah yang jauh dari Mekah, sehingga untuk daerah Mekah dan sekitarnya tidak dapat digunakan. (Aini, 2011). Toleransi tersebut sesungguhnya untuk keperluan praktis saja, namun sejatinya arah yang ditunjukkan oleh Matahari pada waktu-waktu tersebut telah jauh berbeda apalagi perbedaannya sampai beberapa hari. Oleh sebab itu, perhitungan waktu *Raṣd al-Qiblat* harusnya menggunakan perhitungan yang akurat dengan teori dan aplikasi yang akurat dan teliti.

Untuk membuktikan dan mengetahui akurasi dari *Raṣd al-Qiblat* dengan tiga teori tersebut, dapat dibuktikan dengan mengkomparasikan antara data azimuth kiblat dan data azimuth Matahari dari masing-masing perhitungan. Dengan mengkomparasikan antara azimuth Matahari pada waktu *Raṣd al-Qiblat* dan azimuth kiblat dari hasil perhitungan dengan tiga teori tersebut, maka akan didapatkan arah kiblat yang akurat. Bila hasil azimuth Matahari berhimpit dengan azimuth kiblat, maka perhitungan dengan teori tersebut dapat dinyatakan akurat.

Berikut ini adalah komparasi beberapa teori perhitungan *Raṣd al-Qiblat* pada tanggal 26 April 2013 untuk Kota Semarang yang memiliki lintang geodetik $-07^{\circ} 00' LS$, lintang geosentrik $-06^{\circ} 57' 12,96'' LS$, dan lintang reduksi $-06^{\circ} 58' 36,34'' LS$ dan bujur tempat $110^{\circ} 24' BT$, deklinasi $13^{\circ} 33' 43''$ dan equation of time $0^j 02^m 11^d$.

Azimuth Matahari dalam perhitungan ini dihitung dengan menggunakan data lintang dan bujur geodetik, demikian pula dengan deklinasi Matahari diambil dari deklinasi Matahari yang terdapat dalam tabel. Rumus perhitungan terlampir.

Dari pengamatan yang penulis lakukan, perhitungan ini yang paling mendekati pengamatan yang sebenarnya. Deklinasi Matahari juga diambil deklinasi yang sebenarnya pada waktu *Raṣd al-Qiblat*, yaitu dengan melakukan interpolasi data deklinasi Matahari antara pukul 14.00 WIB (7 GMT) yaitu $13^{\circ} 35' 19''$ dan 15.00 WIB (8 GMT) yaitu $13^{\circ} 36' 08''$ dan equation of time pada pukul 14.00 WIB dan 15.00 GMT yaitu $0^j 02^m 12^d$.

Tabel. Komparasi Azimuth Kiblat dan Azimuth Matahari dari *Raṣd al-Qiblat* Tiga Teori

No.	Teori	<i>Raṣd al-Qiblat</i>	Azimuth Kiblat	Azimuth Matahari	Selisih
1.	Astronomi	14 : 38 : 56,27	$294^{\circ} 21' 57,61''$	294 33 01,05	$00^{\circ} 11' 03,44''$
2.	Geodesi	14 : 40 : 00,13	$294^{\circ} 23' 04,21''$	294 25 34,25	$00^{\circ} 02' 30,04''$
3.	Astronomi dengan Koreksi Ellipsoid	14 : 38 : 01,65	$294^{\circ} 30' 31,74''$	294 39 26,7	$00^{\circ} 08' 54,96''$

Dari hasil komparasi tersebut diketahui bahwa azimuth Matahari yang didapatkan dari waktu *Raṣd al-Qiblat* yang paling mendekati dengan azimuth kiblat masing-masing teori adalah teori vincenty (geodesi). Azimuth Matahari dengan teori astronomi memberikan selisih sebesar $00^{\circ} 11' 03,44''$, dan dengan teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid memberikan selisih sebesar $00^{\circ} 08' 54,96''$. Sedangkan dengan teori vincenty memberikan selisih sebesar $00^{\circ} 02' 30,04''$.

Untuk Kota-Kota yang lainnya sebagai berikut:

No.	Kota	Waktu RQ (WIB)	Azimuth Kiblat	Azimuth Matahari	Selisih
1.	Jakarta	(1) 14:42:28,57	$295^{\circ}00'00,06''$	$295^{\circ}11'24,57''$	$00^{\circ}11'24,51''$
		(2) 14:43:29,71	$295^{\circ}01'08,76''$	$295^{\circ}03'48,28''$	$00^{\circ}02'39,52''$
		(3) 14:41:35,28	$295^{\circ}08'45,77''$	$295^{\circ}18'06,02''$	$00^{\circ}09'20,25''$
2.	Banda Aceh	(1) 14:03:50,66	$292^{\circ}00'36,29''$	$292^{\circ}12'24,8''$	$00^{\circ}11'48,51''$
		(2) 14:04:19,26	$292^{\circ}02'58,16''$	$292^{\circ}06'48,82''$	$00^{\circ}03'50,66''$
		(3) 14:02:45,62	$292^{\circ}08'34,3''$	$292^{\circ}25'22,12''$	$00^{\circ}16'47,82''$
3.	Jayapura	(1) 12:32:49,04	$291^{\circ}13'04,82''$	$291^{\circ}21'25,94''$	$00^{\circ}08'21,12''$
		(2) 12:33:24,24	$291^{\circ}17'30,60''$	$291^{\circ}15'54,54''$	$00^{\circ}01'36,06''$
		(3) 12:31:37,01	$291^{\circ}20'52,56''$	$291^{\circ}28'23,47''$	$00^{\circ}07'30,91''$

Hasil komparasi dari azimuth Matahari dan azimuth kiblat dari beberapa kota juga tidak jauh berbeda dengan hasil komparasi untuk Kota Semarang, di mana waktu *Raṣd al-Qiblat* yang paling mendekati dengan azimuth kiblat adalah dengan teori vincenty (geodesi) di mana selisih antara azimuth Matahari dan azimuth kiblat berkisar antara 1 sampai 4 menit busur. Sedangkan untuk teori astronomi, selisihnya berkisar antara 8 sampai 12 menit busur. Adapun untuk teori astronomi dengan koreksi ellipsoid memiliki selisih antara 7 sampai 17 menit busur.

Dengan demikian, perhitungan *Raṣd al-Qiblat* yang paling akurat adalah dengan menggunakan teori vincenty (geodesi) di mana menggambarkan Bumi dalam bentuk ellipsoid. Dengan data lintang dan deklinasi ellipsoid pula, maka teori tersebut merupakan teori yang paling akurat mengingat bentuk Bumi yang paling mendekati sebenarnya adalah ellipsoid, serta perhitungan selisih antara azimuth kiblat dan azimuth matahari pada waktu *Raṣd al-Qiblat* hampir mendekati dan selisihnya paling sedikit.

Adapun aplikasi *Raṣd al-Qiblat* dapat dilakukan dengan mendirikan sebuah tongkat yang tegak lurus di atas tanah yang datar. Kedataran tanah dapat diukur menggunakan waterpass atau benang lot. Lalu tunggu sampai waktu *Raṣd al-Qiblat* benar-benar tepat. Tandai bayangan tongkat pada waktu *Raṣd al-Qiblat* tersebut. Bayang-bayang tongkat tersebut adalah arah kiblat apabila *Raṣd al-Qiblat* terjadi pada pagi hari. Sedangkan apabila terjadi sore hari, maka arah kiblat membelakangi bayangan tongkat.

Dalam pengukuran arah kiblat menggunakan metode *Raṣd al-Qiblat*, yang perlu diperhatikan adalah waktu pengukuran. Waktu pengukuran yang digunakan adalah tepat sebagaimana hasil perhitungan. Selain itu, jam yang digunakan untuk mengetahui waktu pengukuran harus disesuaikan dengan waktu yang tepat di antaranya waktu yang ditunjukkan dalam *Global Positioning System* (GPS).

D. KESIMPULAN

1. Metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola (astronomi) menggunakan data lintang, yakni data yang diambil dengan asumsi bumi sebagai bola. Data lintang yang diambil dari GPS merupakan data lintang geografik/geodetik sehingga harus dikonversi terlebih dahulu menjadi lintang geosentris. Adapun data deklinasi yang ada pada tabel Ephemeris merupakan data geodetik. Data-data tersebut kemudian diinput dalam rumus arah kiblat trigonometri bola dan *Raṣd al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola. Adapun Metode *Raṣd al-Qiblat* dalam teori vincenty (geodesi) menggunakan data lintang dan deklinasi geografik/geodetik. Dalam teori ini data lintang tetap menggunakan data GPS, sedangkan deklinasi menggunakan data tabel karena data tersebut merupakan data geodetik. Data tersebut kemudian diinputkan dalam rumus arah kiblat dan *Raṣd al-Qiblat* vincenty.
2. Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa waktu *Raṣd al-Qiblat* antara menggunakan teori trigonometri bola (astronomi) dan vincenty (geodesi) terdapat selisih sebesar 1 sampai 2 menit. Dari waktu tersebut kemudian dihitung azimuth Matahari yang kemudian dikomparasikan dengan azimuth kiblat yang telah dihitung. Di antara dua teori tersebut ditambah dengan teori trigonometri bola koreksi ellipsoid, dihasilkan bahwa metode *Raṣd al-Qiblat* dengan teori geodesi lebih akurat daripada dengan teori astronomi/trigonometri bola dan teori trigonometri bola dengan koreksi ellipsoid.

RIWAYAT HIDUP



Siti Tatmainul Qulub, lahir di Jember, 29 Desember 1989 adalah puteri pertama dari pasangan Muhammad Sururuddin Ihsan dan Siti Dewi Maslikhah. Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar Negeri Jenggawah III Jember lulus 2001, lalu melanjutkan di Madrasah Tsanawiyah Miftahul Ulum Pondok Labu, Ajung, Jember lulus 2004, lalu nyantri di Pesantren Darus Sholah Jember sambil melanjutkan di Madrasah Aliyah Keagamaan Darus Sholah Jember lulus 2007. Kemudian pada tahun 2011, menyelesaikan pendidikan S1 di Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, jurusan Al-Ahwal Al-Syakhsyiyah, Program Studi Konsentrasi Ilmu Falak yaitu salah satu program Beasiswa Santri Berprestasi dari Departemen Agama RI.

Penulis mulai aktif dalam kajian ilmu falak sejak menekuni keilmuwan ini di Semarang. Sejak saat itu, penulis aktif dalam Lembaga Hisab Rukyah Independen *Al-Miiqaat* Jawa Tengah sebagai staf ahli hisab rukyah. Penulis sering mendampingi pelatihan-pelatihan hisab rukyah di beberapa daerah, antara lain menjadi pendamping dalam orientasi hisab dan rukyah se-Jawa Tengah Pondok Pesantren Daarun Najaah Jerakah Tugu Semarang Kerjasama dengan Direktorat Urusan Agama Islam Depag RI pada tgl 28-30 November 2008, pendamping pelatihan Hisab Rukyah KH. Zuber Umar Al-Jaelany yang kontinyu dilaksanakan di Masjid Kauman Semarang, pendamping dalam Orientasi Hisab Rukyah Takmir Masjid Ormas Islam dan Kepala KUA Se-Kabupaten Klaten Jawa Tengah pada tgl 23 Mei 2009, pendamping dalam Diklat Hisab dan Rukyah Dasar Tingkat Kabupaten Demak pada tgl 29-31 Juli 2009, pendamping Pengukuran Ulang Arah Kiblat Masjid dan Mushola Kab. Demak, pada tgl 8 Oktober 2009, pendamping Pelatihan Hisab Rukyah mahasiswa STAIN Pamekasan Madura di MAJT pada tgl 19 November 2009. Di samping itu, juga ikut membantu mengajar dan memandu mahasiswa dalam pembelajaran ilmu falak di IAIN Walisongo dan UNISNU Jepara.

Penulis juga mulai belajar menjadi memberikan materi Hisab Rukyah seperti dalam acara Pembinaan Mahasiswa Program Beasiswa Santri Berprestasi Depag RI pada tanggal 12-14 Desember 2008 di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampog Brebes, ikut memberikan materi pemrograman hisab rukyah dalam Acara Diklat Hisab Rukyah Tingkat Lanjut di Lingkungan Departemen Agama Provinsi Jawa Tengah dan DIY pada tanggal 29 Oktober – 9 November 2009. Aktif juga dalam organisasi KFPI (Komunitas Falak Perempuan Indonesia). Pengajaran-pengajaran yang telah didapatkan di perkuliahan diterapkan dalam bentuk pengukuran arah kiblat di berbagai masjid dan musholla, di antaranya menjadi salah satu anggota Tim Pengukuran Arah Kiblat 18 Masjid Kecamatan se-Kota Semarang, di antaranya pengukuran Masjid Al-Ijabah Gunung Pati, Masjid Al-Ikhlash Gayamsari, Masjid As-Salam Mijen, Masjid Darus Syukur Ngaliyan, dan Masjid Tembalang. Menjadi pengukur arah kiblat di berbagai tempat, yaitu Masjid Candisari, Pengukuran kembali kiblat masjid Al-Iman

Ngaliyan, dan Pengukuran kembali kiblat Masjid Miftahul Jannah Ngaliyan, dan berbagai masjid dan musholla lainnya.

Di samping dalam bidang pelatihan dan pengukuran, penulis juga mulai aktif menulis utamanya yang terkait dengan disiplin ilmu falak. Salah satu buku yang juga kumpulan skripsi adalah Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Software). Karya tulis pertama yang muncul di Media Massa berjudul “Ketika Gedung Bioskop Berdakwah” di Koran Sore Wawasan pada tanggal 13 Juni 2009. Dan beberapa tulisan lain di beberapa Koran.