

BAB IV

ANALISIS HISAB RASHDUL KIBLAT DUA KALI DALAM SEHARI

KH. AHMAD GHOZALI DALAM KITAB *JAMI' AL-ADILLAH ILA*

MA'RIFATI SIMT AL-QIBLAH

A. Analisis Metode Hisab Rashdul Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam

Kitab Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah

1. Teori yang Digunakan

Metode hisab azimut kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* menggunakan teori *spherical trigonometri* (trigonometri bola) dan teori *vincenty*¹. Teori *spherical trigonometri* berpangkal pada teori yang dikemukakan oleh Copernicus² (1473-1543) yakni teori Heliosentris.³ Sebelumnya pada abad ke-13 sebelum Masehi (SM) sudah ada Filosof Yunani yang bernama Aristarchus yang mengutarakan bahwa Bumi dan planet-planet berputar mengelilingi Matahari, namun ketika itu Aristarchus

¹ Teori Vincenty adalah teori geodetik yang menggunakan data-data bentuk Bumi asli yakni ellipsoid. Penemu teori vincenty adalah T. Vincenty. Lihat T. Vincenty, *Direct And Inverse Solutions Of Geodesics On The Ellipsoid With Application Of Nested Equations*, Survey review, April 1975, Vol. XXIII, No. 176.

² Pada tahun 1514 Copernicus mengusulkan model yang lebih sederhana terkait tatasurya, namun modelnya tanpa nama karena takut dipersalahkan akibat menentang keyakinan yang ada. Lihat Stephen W. Hawking, *The Theory of Everything*, Terj, Ikhlasul Adi Nugroho, "Teori Segala Sesuatu", Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. ke-3, 2007, h. 6.

³ Teori heliosentris merupakan teori yang menempatkan Matahari sebagai pusat tatasurya. Lihat dalam Susiknan Azhari, *Ilmu Falak "Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern"*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, cet. ke-II, 2007, h.15-16.

baru sebatas hipotesa, belum dituangkan dalam bentuk karya tulis.⁴ Dalam perkembangannya, teori heliosentris dikembangkan dalam Hukum Keppler⁵, yang menganggap bahwa bentuk lintasan orbit Bumi adalah ellips dengan Matahari pada salah satu titik apinya.

Konsep segitiga bola merupakan piranti untuk menentukan posisi benda langit di bola langit pada suatu permukaan di muka Bumi. Demikian pula permasalahan arah dan jarak suatu tempat di muka Bumipun dapat ditentukan oleh aplikasi segitiga bola, karena Bumi dapat dianggap berbentuk bola.⁶

Teori Vincenty dibahas dalam ilmu geodesi digunakan untuk menentukan arah dan jarak dari suatu tempat di atas permukaan Bumi dengan tempat lain yang menggunakan model Bumi *ellipsoidal*.⁷ Selain untuk ini, rumus Vincenty juga dapat digunakan dalam penentuan arah kiblat karena memiliki kesamaan dalam konsep dasarnya. Rumus Vincenty terbilang dalam teori yang paling akurat

⁴ Slamet Hambali, *Astronomi Islam Dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*, Jurnal al-Ahkam Volume 23, No. 2, Semarang: IAIN Walisongo, Oktober 2013, h. 228, PDF.

⁵ Penemu hukum ini yaitu John Kepler. Lihat dalam P. Simamora, *Ilmu Falak (Kosmografi) "Teori, Perhitungan, Keterangan, dan Lukisan"*, Jakarta: C.V Pedjuang Bangsa, cet. Ke-XXX, 1985, h. 46. Lihat juga M.S.L. Toruan, *Pokok-Pokok Ilmu Falak (kosmografi)*, Semarang: Banteng Timur, cet ke- IV, tt., h. 104.

⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, cet. ke-3, t.t., h. 28.

⁶ Cecep Nurwendaya, *Aplikasi Segitiga Bola Dalam Rumus-Rumus Hisab Rukyat*, disampaikan pada Kegiatan Peningkatan Tenaga Teknis Hisab Rukyat di Lingkungan PA Direktorat Pranata dan Tata Laksana Perkara Perdata Agama Ditjen Badilag Mahkamah Agung-RI, Bogor, 25 Juni 2008, PDF, h. 1.

⁷ *Vincenty Solution Of Geodetics On The Ellipsoid*, www.movable-type.co.uk/scripts/latlong-vincenty.html, 22/05/2016, 16:30 WIB.

dan terbaru dalam menentukan arah kiblat karena tingkat ketelitian dalam perhitungannya mencapai dalam ordomilimeter.⁸

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* dimana penampang ekuatorialnya berupa lingkaran dan penampang meridiannya berupa ellips. Ellips atau *ellipsoid* merupakan pendekatan bentuk Bumi yang sebenarnya. Rumus Vincenty ini memperhitungkan sumbu panjang dan pendek Bumi (a, dan b), serta pengepengan Bumi.⁹

2. Data yang Digunakan

Dalam perhitungan menentukan azimuth kiblat dan rashdul kiblat diperlukan beberapa data yang harus disiapkan. Data-data tersebut sangat mempengaruhi pada hasil suatu hisab. Jika data yang digunakan dalam suatu perhitungan adalah bukan data yang terpercaya dan terbaru maka hasil dari perhitungan tersebut tidak bisa dipercaya juga.

Data-data perhitungan untuk menentukan azimuth kiblat dan rashdul kiblat dalam kitab *Jami' al- Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* karya KH. Ahmad Ghozali adalah data-data yang terbaru. Disebut data terbaru karena data-data yang digunakan dalam kitab *Jami' al-Adillah* digunakan pula dalam perhitungan kontemporer lainnya.

⁸ Siti Tatmainul Qulub, *Analisis Metode Raşd al-Qiblah dalam Teori Astronomi dan Geodesi*, Ringkasan tesis, Semarang: IAIN Walisongo, 2013, h. 27.

⁹ Siti Tatmainul Qulub, *Analisis Metode...*, h. 4.

Pengertian Kontemporer adalah hisab yang menggunakan data dan model perhitungannya berdasar pada data-data astronomis modern, sistem hisab ini menggunakan hasil penelitian terakhir dan menggunakan matematika yang telah dikembangkan.¹⁰ Untuk mendapatkan hasil yang memiliki tingkat akurasi tinggi harus menggunakan data-data terpercaya dan terbaru.

Data lintang geografis Kakbah dan bujur geografis Kakbah dalam kitab *Jami' al-Adillah* menggunakan data lintang $21^{\circ} 25' 18,89''$ LU dan bujur $39^{\circ} 49' 46,27''$ BT. Data lintang dan bujur Kakbah tersebut langsung didapat sendiri oleh KH. Ahmad Ghozali saat berada di dekat rukun Yamani menggunakan GPS (*Global Positioning System*).¹¹

Ada beberapa varian data lintang dan bujur geografis Kakbah, yaitu sebagai berikut¹²

Tabel 4.1 beberapa daftar lintang dan bujur Kakbah.

No	Nama	Lintang (LU)	Bujur (BT)
1	Atlas PR Bos 38	$21^{\circ} 31'$	$39^{\circ} 58'$
2	Mohammad Ilyas	21°	40°
3	Sa'aduddin Djambek (1)	$21^{\circ} 20'$	$39^{\circ} 50'$

¹⁰ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, Malang: UIN-Malang Press, 2008, h. 227.

¹¹ Hasil wawancara langsung dengan KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah via sms, 25 Mei 2016, 14:06 WIB.

¹² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak...*, h.206. Lihat Juga, Anisah Budiwati, *Skripsi, Sistem Hisab Arah Kiblat DR. Ing. Khafid Dalam Program Mawaqit*, Semarang: IAIN WALISONGO, 2010, h.81. Lihat juga Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali Dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, h. 71.

4	Sa'aduddin Djambek (2)	21° 25'	39° 50'
5	Nabhan Masputra	21° 25' 14.7"	39° 49' 40"
6	Ma'shum Bin Ali	21° 50' LU	40° 13'
7	Google Earth (1)	21° 25' 23.2"	39° 49' 34"
8	Google Earth (2)	21° 25' 21.4"	39° 49' 34.05"
9	Monzur Ahmed	21° 25' 18"	39° 49' 30"
10	Ali Alhadad	21° 25' 21.4"	39° 49' 38"
11	Gerhard Kaufmann	21° 25' 21.4"	39° 49' 34"
12	S. Kamal Abdali	21° 25' 24"	39° 24' 24"
13	Moh. Basil At-ta'i	21° 26'	39° 49'
14	Muhammad Odeh	21° 25' 22"	39° 49' 31"
15	Prof. Hasanuddin	21° 25' 22"	39° 49' 34.56"
16	Ahmad Izzuddin	21° 25' 21.17"	39° 49' 34.56"
17	Muhyiddin Khazin ¹³	21° 25' 25''	39° 49' 39''
18	Slamet Hambali ¹⁴	21° 25' 21.04''	39° 49' 34.33''

Kitab *Jami' al-Adillah* juga menyediakan data-data koordinat geografis kota-kota di Indonesia. Dengan tersedianya data-data koordinat geografis dalam kitab *Jami' al-Adillah*, maka memudahkan untuk pembaca dalam mempelajari kitab *Jami' al-Adillah*. Jika

¹³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam...*, h. 72.

¹⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Semarang: Pustaka Ilmu, 2013, h.

hendak mendapatkan data koordinat geografis tempat yang akan dihitung sesuai dengan lapangan, maka data koordinat geografis tempat tersebut didapat dengan cara menggunakan GPS (*Global Positioning System*).

Untuk data lintang dan bujur kota-kota di Indonesia yang terlampir di kitab *Jami' al-Adillah* sama dengan tabel data lintang dan bujur dalam buku “Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik” yang disusun oleh Muhyiddin Khazin, seperti data koordinat Semarang $07^{\circ} 00'$ LS dan $110^{\circ} 24'$ BT.¹⁵ Sama halnya dalam kitab *Jami' al-Adillah* data koordinat Semarang $07^{\circ} 00'$ LS dan $110^{\circ} 24'$ BT.¹⁶

Kitab *Jami' al-Adillah* memiliki kekhasan tersendiri dalam menentukan deklinasi dan *equation of time*. Pembeda dan khas dari perhitungan KH. Ahmad Ghozali adalah pengambilan data deklinasi dan *equation of time*. Data deklinasi dan *equation of time* yang digunakan dalam kitab *Jami' al-Adillah* diambil langsung dari software Falakiyah Pesantren 1.5.

Software Falakiyah Pesantren 1.5 adalah software karya dari KH. Ahmad Ghozali yang menyajikan data-data terkait ephemeris Matahari dan Bulan, ephemeris planet, kiblat, waktu shalat, taqwim, dan gerhana.

¹⁵ Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak..., h. 273.

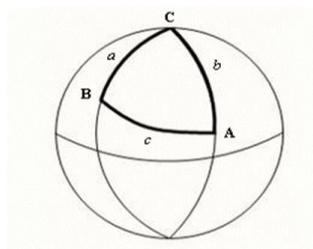
¹⁶ Ahmad Ghozali, *Jami' al-Adillah*..., h. 153.

3. Analisis Metode Hisab Azimut Kiblat Dalam Kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah*

Ada dua model rumus yang digunakan untuk menentukan azimut kiblat dalam kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah*. Model yang pertama yaitu menggunakan rumus *spherical trigonometri* (trigonometri bola) dan model yang kedua menggunakan rumus Vincenty.

a) Rumus *Spherical Trigonometri*

Segitiga bola adalah segitiga di permukaan bola yang sisi-sisinya merupakan bagian dari lingkaran besar. Berbeda dengan segitiga linier atau segitiga biasa yang kita kenal, segitiga bola memiliki tiga sudut dalam satuan derajat busur dan tiga sisi berbentuk garis yang berdimensi panjang seperti meter atau centimeter, sehingga segitiga bola seluruh elemennya hanya dalam satuan derajat busur, karena hanya tiga sudut dan tiga sisi berbentuk busur atau lengkungan bagian dari bola langit atau bola Bumi. Lihat gambar berikut:¹⁷



Gambar 4.1 segitiga bola¹⁸

¹⁷ Cecep Nurwendaya, *Aplikasi Segitiga Bola...*, h. 1.

¹⁸ <http://star-www.st-and.ac.uk/~fv/webnotes/chapter2.htm>, 25/05/2016, 18:30 WIB.

Pada gambar 4.1, segitiga bola ABC menghubungkan antara tiga titik A (Kakbah), titik B (lokasi) dan titik C (Kutub Utara). Titik A (Kakbah) memiliki koordinat bujur B_a dan lintang L_a . Titik B memiliki koordinat bujur B_b dan lintang L_b . Titik C memiliki lintang 90 derajat. Busur a adalah panjang busur yang menghubungkan titik B dan C. Busur b adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan C. Busur c adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan B. Sudut C tidak lain adalah selisih antara bujur B_a dan bujur B_b . Jadi sudut $C = B_a - B_b$. Sementara sudut B adalah arah menuju titik A (Kakbah). Jadi arah kiblat dari titik B dapat diketahui dengan menentukan besar sudut B.¹⁹

Persamaan trigonometri yang digunakan adalah²⁰:

Formula sinus:

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

Formula cosinus:

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

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

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

Dalam kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* untuk rumus menghitung azimuth kiblat menggunakan rumus sebagai berikut:

¹⁹<http://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arah-kiblat.htm#.V0WNaVLkLIU>, 25/05/2016, 18:30 WIB.

²⁰ K. J. Villanueva, *Pengantar Ke Dalam Astronomi Geodesi*, Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, 1978, h. 18.

$$x = \sin \phi^k \cos \phi - \cos \phi^k \cos C \sin \phi$$

$$y = -\cos \phi^k \sin C$$

$$Q = \tan^{-1}(y/x)$$

Rumus tersebut sama dengan rumus dasar *spherical trigonometri* (trigonometri bola). Walaupun tampak berbeda dengan rumus arah kiblat yang biasa digunakan secara umum yaitu.

$$\cotan A = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C^{21}$$

Contoh perhitungan Azimut kiblat beberapa kota di Indonesia menggunakan rumus *spherical trigonometri*. Terkait data koordinat geografis menggunakan data lintang dan bujur yang terdapat di kitab *Jami' al-Adillah* dengan hasil sebagai berikut;

Tabel 4.2 beberapa hasil perhitungan azimut kiblat trigonometri bola

Kota	Lintang	Bujur	Az.Q	Jarak (KM)
Sabang	05° 54'	95° 21'	291°56'28,31"	6214,166876
Banda Aceh	05° 35'	95° 20'	292°8'33,6"	6225,685066
Baliage	03° 21'	99° 02'	292°50'14,8"	6700,185018
Payakumbuh	-00° 13'	100° 37'	294°18'17,62"	7020,542891
Bengkulu	-03° 48'	102° 15'	295°28'2,71"	7353,331896
Batam	01° 02'	104° 01'	293°7'26"	7311,184698
Jambi	-01° 36'	103° 35'	294°16'36,87"	7384,856371

²¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak...*, h. 35.

Palembang	-02° 59'	104° 47'	294°33'2"	7570,05053
Bandar Lampung	-05° 26'	105° 14'	295°18'33,01"	7730,336974
Bangka	-02° 00'	106° 00'	293°56'37,48"	7648,478386
Jakarta	-06° 10'	106° 49'	295°8'46,58"	7923,758204
Banten	-06° 03'	106° 08'	295°16'58,28"	7849,79578
Bandung	-06° 57'	107° 37'	295°10'39,26"	8040,911931
Semarang	-07° 00'	110° 24'	294°30'32,37"	8322,34559
Yogyakarta	-07° 48'	110° 24'	294°42'17,55"	8359,428074
Gresik	-07° 10'	112° 40'	294°2'3,08"	8558,239891
Gorontalo	00° 34'	123° 05'	291°29'55,12"	9296,721106
Manado	01° 33'	124° 53'	291°22'16,77"	9443,216765
Morotai	02° 10'	128° 10'	291°21'42"	9758,438976
Ambon	-03° 42'	128° 47'	291°26'35,02"	10060,89947
Merauke	-08° 30'	140° 27'	290°9'24,74"	11457,52749

Hasil perhitungan menggunakan program excel 2013 yang telah dibuat sendiri oleh penulis, agar mempermudah dalam *input* data dan tingkat akurasi hitung yang tinggi. Mendapatkan jarak antara Kakbah dengan tempat menggunakan rumus sederhana yang mengasumsikan bahwa Bumi berbentuk bola.²²

²² Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012, h. 30.

- a. Sudut antara kedua tempat tersebut adalah d
- b. $\cos(d) = \sin(L1) \cdot \sin(L2) + \cos(L1) \cdot \cos(L2) \cdot \cos(B1 - B2)$
- c. Jika sudut (d) dalam radian, maka jarak kedua tempat adalah s kilometer, yaitu $s = 6378,137 \cdot d$ [km]
- d. Jika sudut (d) dalam derajat, maka jarak kedua tempat adalah s kilometer, yaitu $s = 6378,137 \cdot \pi \cdot d / 180$ [km] dimana $\pi = 3,14159265359$. Perlu diingat, $1 \text{ radian} = 180/\pi = 57.2957795$ derajat.
- e. $L1$ dan $B1$ adalah koordinat geografis Kakbah
- f. $L2$ dan $B2$ adalah koordinat geografis Kakbah.

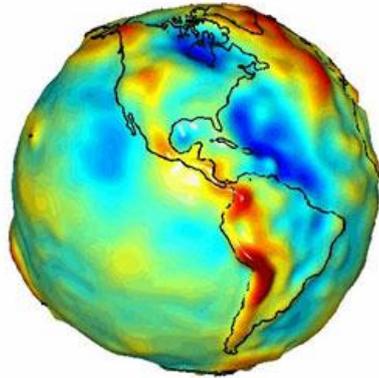
Sebagai catatan rumus jarak yang digunakan di atas digunakan untuk dua tempat yang terletak di permukaan Bumi (ketinggian = 0 dari permukaan laut).²³ Tentu saja dalam realitanya, menggunakan ketinggian tertentu di atas permukaan laut.

b) Rumus Vincenty

Secara umum bentuk Bumi mendekati bola dengan jari-jari sekitar 6378 km. Bentuk Bumi secara matematis mendekati *ellipsoid baksial* dimana penampang meridiannya berupa *ellips*. Pada gambar di bawah, Bumi diwakili dengan geoid global, dimana geoid sendiri adalah bidang ekuipotensial gaya berat Bumi yang mendekati muka laut rata-rata secara global.²⁴

²³ Rinto Anugraha, *Mekanika...*, h. 32.

²⁴ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001, h. 16-17.



Gambar 4.2 bentuk Bumi Geoid²⁵

Berkaitan dengan ukuran ellipsoid yang digunakan untuk mempresentasikan Bumi, sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari pengamatan Bumi, telah dikenal beberapa ellipsoid referensi, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut. Pada tabel ini a dan b adalah panjang dari sumbu panjang dan sumbu pendek ellipsoid, dan f adalah pengepengan dari ellipsoid, yang dihitung dari a dan b sebagai berikut:²⁶

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

a adalah sumbu panjang ellipsoid, b adalah sumbu pendek ellipsoid, dan f adalah pengepangannya. Ellipsoid yang mempunyai ukuran dan bentuk tertentu untuk hitungan geodesi dan sebagai permukaan rujukan dinamakan ellipsoid referensi. Ada banyak sekali ellipsoid referensi, mulai dari Airy, Bessel, hingga

²⁵ Gambar diakses dari www.bakosurtanal.go.id/assets/Uploads/produk/v.jpg, 23/05/2016, 19:20 WIB.

²⁶ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi...*, h. 17.

WGS 84. Paling umum digunakan adalah WGS 84 (World Geodetic System 1984).²⁷

Tabel 4.3 beberapa ellipsoid referensi²⁸

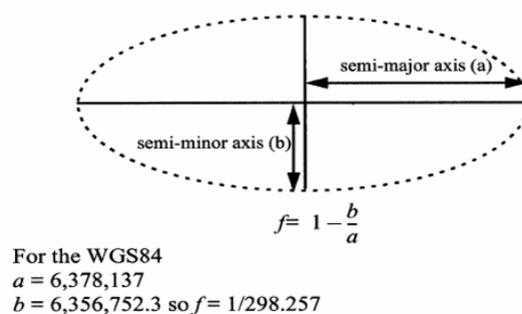
Nama	a (m)	b (m)	1/f
GRS-67	6 378 160	6 356 774.719	298.247167
Everest	6 377 276	6 356 075	300.802
Bessel	6 377 397	6 356 618	294.153
Helmert	6 378 200	6 356 818	298.300
Hayford	6 378 388	6 356 912	297.000
NAD-27	6 378 206.4	6 356 912	294.9786982
Krassovsky	6 378 245	6 356 863	298.300
Hough	6 378 270	6 356 794	297
Fishcer	6 378 155	6 356 773	298.3
IUGG	6 378 160	6 356 775	298.247
S. American	6 378 160	6 356 774	298.25
Smithsonian	6 378 140	6 356 755	298.256
GEM-10B	6 378 138	6 356 753	298.257222101
GEM-T3	6 378 137	6 356 752	298.257

²⁷ <https://tjuhmei.wordpress.com/2012/09/10/geometri-Bumi>, 24/05/2016, 14:20 WIB.

²⁸ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi...*, h. 18. Lihat juga *Vincenty Solution Of Geodetics On The Ellipsoid*, www.movable-type.co.uk/scripts/latlong-vincenty.html, 22/05/2016, 16:30

Clarke mod.1880	6 378 249.145	6 356 514.86955	293.465
GRS-80	6 378 137	6 356 752.314140	298.257222101
Airy 1830	6 377 563.396	6 356 256.909	299.3249646
Internat'l 1924	6 378 388	6 356 911.946	297
WGS-66	6 378 145	6 356 760	298.25
WGS-72	6 378 135	6 356 751	298.26
WGS-84	6 378 137	6 356 752.314245	298.257223563
International	6 378 137	6 356 752	298.257
PZ-90	6 378 136	6 356 751	298.257839303

Dari tabel 4.3 terlihat bahwa secara umum untuk ellipsoid referensi yang mempresentasikan Bumi, $a = 6378$ km, $b = 6357$ km, dan $f = 1/298$.²⁹



Gambar 4.3 bentuk Bumi *ellipsoida*³⁰

²⁹ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi...*, h. 17.

Dalam rumus Vincenty ada beberapa nutasi yang harus dipahami:³¹

a, b = jari-jari panjang dan jari-jari pendek ellipsoid.

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

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

L = perbedaan garis bujur, bernilai positif bila di timur

s = panjang geodesic

α_1, α_2 = azimuth geodesi, dihitung dari utara dari posisi 1 ke posisi 2

α = azimuth geodesi di equator

$u^2 = \cos^2 \alpha (a^2 - b^2) / b^2$

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

Nutasi tersebut akan dimasukkan dalam rumus dalam menentukan azimuth dan jarak. Untuk rumus Vincenty yang sudah

³⁰<https://belajargeomatika.wordpress.com/2011/01/17/model-matematika-Bumi/>, 25/05/2016, 18:30 WIB.

³¹ T. Vincenty, *Direct And Inverse Solutions Of Geodesics On The Ellipsoid With Application Of Nested Equations*, Survey review, April 1975, Vol. XXIII, No. 176.

dimodifikasi oleh KH. Ahmad Ghozali dalam kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* sebagai berikut.³²

$$U1 = \tan^{-1}[(1-f) \tan \phi K]$$

$$U2 = \tan^{-1}[(1-f)\tan \phi]$$

$$L0 = \lambda - \lambda K$$

$$\cos \sigma = \sin U1 \sin U2 + \cos U1 \cos U2 \cos L0$$

$$\sin \sigma = \sqrt{((\cos U2 \sin L0)^2 + (\cos U1 \sin U2 - \sin U1 \cos U2 \cos L0)^2)}$$

$$\sigma = \tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$$

Jika nilai $(\cos \sigma)$ negatif maka hasil $\sigma + 180$ dan jika nilai $(\cos \sigma)$ positif dan $(\sin \sigma)$ negatif maka $\sigma + 360$.

$$\sin \alpha = (\cos U1 \cos U2 \sin L0) / \sin \alpha$$

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

$$\cos (2\sigma m) = \cos \sigma - (2 \sin U1 \sin U2) / \cos^2 \alpha$$

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

$$L1 = L0 + (1 - C)f \sin \alpha (\sigma + C \sin \sigma (\cos(2\sigma m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos(2\sigma m)^2)))$$

Rumus untuk menghitung azimut tempat dan azimut Kakbah.

$$x = \cos U1 \sin U2 - \sin U1 \cos U2 \cos L \text{ terakhir}$$

$$y = \cos U2 \sin L \text{ terakhir}$$

³² Ahmad Ghozali, *Jami' al-Adillah...*, h. 108-109.

$$\alpha_1 = \tan^{-1}(y/x)$$

$$x = -\sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos L \text{ terakhir}$$

$$y = \cos U_1 \sin L \text{ terakhir}$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1}(y/x)$$

Rumus untuk menghitung jarak antara tempat dan Kakbah.

$$u^2 = \cos^2 \alpha (a^2 - b^2)/b^2$$

$$A = 1 + (u^2/16384) (4096 + u^2 (-768 + u^2(320 - 175 u^2)))$$

$$B = (u^2/1024)(256 + u^2 (-128 + u^2 (74 - 47 u^2)))$$

$$\Delta\sigma = B \sin \sigma (\cos (2\sigma m) + (1/4) B (\cos \sigma (-1 + 2 \cos (2\sigma m)^2) - (1/6) B \cos (2\sigma m) (-3 + 4 \sin \sigma^2) (-3 + 4 \cos (2\sigma m)^2)))$$

$$S \text{ (jarak dalam satuan meter)} = b A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$$

Contoh perhitungan Azimut kiblat beberapa kota di Indonesia menggunakan rumus Vincenty yang sudah dimasukkan dalam program excel 2013 oleh penulis, dengan data koordinat geografis menggunakan data lintang dan bujur kota-kota di Indonesia yang terdapat di kitab *Jami' al-Adillah*. Hasil perhitungan sebagai berikut;

Tabel 4.4 beberapa hasil perhitungan azimut kiblat Vincenty

Kota	Lintang	Bujur	Az.Q	Jarak (KM)
Sabang	05° 54'	95° 21'	291°50'58,5"	6212,403818
Banda Aceh	05° 35'	95° 20'	292°2'57,44"	6223,781118

Baliage	03° 21'	99° 02'	292°44'19,32"	6697,537683
Payakumbuh	-00° 13'	100° 37'	294°11'30,87"	7016,294618
Bengkulu	-03° 48'	102° 15'	295°20'31,29"	7347,372052
Batam	01° 02'	104° 01'	293°1'20,49"	7307,832347
Jambi	-01° 36'	103° 35'	294°9'46,49"	7380,176526
Palembang	-02° 59'	104° 47'	294°25'57,92"	7564,775503
Bandar Lampung	-05° 26'	105° 14'	295°10'56,65"	7723,819005
Bangka	-02° 00'	106° 00'	293°49'55,5"	7643,814064
Jakarta	-06° 10'	106° 49'	295°1'9,57"	7917,018797
Banten	-06° 03'	106° 08'	295°9'18,84"	7843,044716
Bandung	-06° 57'	107° 37'	295°2'56,47"	8033,8413
Semarang	-07° 00'	110° 24'	294°23'4,84"	8315,546865
Yogyakarta	-07° 48'	110° 24'	294°34'39,51"	8352,210432
Gresik	-07° 10'	112° 40'	293°54'46,12"	8551,587061
Gorontalo	00° 34'	123° 05'	291°25'30,15"	9294,386509
Manado	01° 33'	124° 53'	291°18'17,26"	9441,363401
Morotai	02° 10'	128° 10'	291°18'11,04"	9756,968592
Ambon	-03° 42'	128° 47'	291°21'38,42"	10057,12043
Merauke	-08° 30'	140° 27'	290°4'26,5"	11452,49006

Jarak antara Kakbah dan Indonesia berkisar 6000-an KM (Sabang) dan 11000-an KM (Merauke). Jauhnya jarak ini bermakna bahwa jika arah kiblat kita melenceng 1 derajat saja dari arah yang benar, maka penyimpangannya sangat besar dari Kakbah itu sendiri. Jika jarak yang terpisah adalah 8000 km, maka penyimpangan arah kiblat 1 derajat memberikan penyimpangan posisi kiblat dari Kakbah sebesar $8000 \times 1 \times \pi/180$ atau sekitar 140 km dari Kakbah.³³

4. Analisis Metode Rashdul Kiblat Dalam Kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah*

Kitab *Jami' al-Adillah* menyajikan dua metode penentuan rashdul kiblat. Metode yang pertama yaitu rumus menentukan jam rashdul kiblat kemungkinan satu kali terjadi. Yang kedua adalah rumus menentukan jam rashdul kiblat kemungkinan dua kali.

a) Rumus Menentukan Jam Rashdul Kiblat Satu Kali

Rashdul kiblat tidak hanya dapat terjadi satu tahun dua kali yakni ketika deklinasi berhimpit dengan lintang Kakbah yang disebut sebagai rashdul kiblat tahunan. Untuk hari yang selain hari terjadinya peristiwa rashdul kiblat tahunan juga dapat ditentukan kapan terjadinya jam rashdul kiblat yang disebut sebagai rashdul kiblat harian.

³³ Rinto Anugraha, *Mekanika...*, h. 32.

KH. Ahmad Ghozali telah memberikan rumus perhitungan rashdul kiblat harian dalam kitab *Jami' al-Adillah*, khususnya rashdul kiblat untuk satu kali kemungkinan terjadi. Rumus rashdul kiblat satu kali kemungkinan dalam kitab *Jami' al-Adillah* tidak jauh berbeda dengan rumus-rumus rashdul kiblat harian yang terdapat dalam buku-buku ilmu falak versi bahasa Indonesia hanya saja rumus rashdul kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam kitab *Jami' al-Adillah* dilakukan beberapa modifikasi dan penyederhanaan.

Ada hal yang menjadi pembeda dalam rumus menentukan jam rashdul kiblat satu kali kemungkinan milik KH. Ahmad Ghozali adalah pengambilan data deklinasi dan data *equation of time*. Pengambilan data deklinasi dan *equation of time* untuk rumus rashdul kiblat diambil langsung dari software Falakiyah Pesantren 1.5.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya software Falakiyah Pesantren 1.5 adalah salah satu karya dari KH. Ahmad Ghozali. Data deklinasi dan *equation of time* yang diambil dari software Falakiyah Pesantren 1.5 adalah data deklinasi dan *equation of time* tiap jam bahkan sampai ke detik menggunakan waktu UT universal time.

b) Rumus Menentukan Jam Rashdul Kiblat dua kali dalam sehari

Salah satu hal yang menjadi istimewa dan pembeda kitab *Jami'al-Adillah* dengan kitab falak karya beliau sebelumnya adalah perihal rumus menentukan rashdul kiblat kemungkinan dua kali terjadi dalam sehari. Dalam kitab *Irsyad al-Murid* pula telah di sajikan rumus rashdul kiblat dua kali kemungkinan, namun tidak ada pengulangan untuk koreksi deklinasi dan *equation of time* tiap jam pada saat kemungkinan terjadi rashdul kiblat.

Koreksi yang dilakukan dalam rumus rashdul kiblat dua kali kemungkinan terjadi dalam kitab *Jami' al-Adillah* adalah koreksi untuk waktu terjadinya rashdul kiblat. Dengan adanya koreksi pada tiap jam terjadinya rashdul kiblat dapat disimpulkan bahwa rumus perhitungan rashdul kiblat kemungkinan dua kali terjadi dalam kitab *Jami' al-Adillah* lebih teliti.

Rumus rashdul kiblat kemungkinan dua kali terjadi dalam kitab *Jami' al-Adillah* juga menggunakan data deklinasi dan *equation of time* yang di dapat dari software Falakiyah Pesantren 1.5. Untuk aplikasi rumus rashdul kiblat kemungkinan dua kali terjadi dalam sehari berlaku bagi semua daerah di Dunia.

B. Analisis Kemungkinan Terjadi Dua Kali Rashdul Kiblat Dalam Sehari di Indonesia.

Purkon Nur Ramdhan dalam skripsi “Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali Dalam Kitab *Irsyad al-Murid*” menyinggung terkait rashdul kiblat dua kali dalam sehari menggunakan rumus dalam kitab *Irsyad al-Murid*. Hasil dari perhitungannya adalah untuk kota-kota di Indonesia hanya bisa terjadi satu kali rashdul kiblat dalam sehari. Walaupun pada kenyataannya dua kali sebab kemungkinan yang lainnya itu berada di bawah ufuk (*ghurub*), sehingga tidak mungkin untuk bisa mengamati rashdul kiblat dua kali di Indonesia.³⁴

AR Sugeng Riyadi³⁵ memberikan komentar untuk kemungkinan terjadi dua kali rashdul kiblat dalam sehari di Indonesia bahwasanya bisa dua kali. Namun yang sekali kita bisa melihat dan yang ke dua kita tidak bisa melihat karena Matahari di bawah ufuk. Misal, tanggal 28 Mei 2016 posisi Matahari akan sama azimutnya dengan azimut kiblat di Solo pada pukul 16:20 WIB. Lalu pada pukul 20:56 WIB posisi Matahari akan punya nilai azimut sama, namun posisinya di bawah ufuk karena malam hari. Untuk kasus pada tanggal 16 Juli 2016 juga begitu, pada tanggal tersebut rashdul pertama terjadi pukul 16:24 WIB dan yang ke dua pukul 21:10 WIB.

³⁴ Purkon Nur Ramdhan, *Skripsi, Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali Dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, h. 82. T.d.

³⁵ Wawancara dengan AR Sugeng Riyadi (Pakar Fisika) via facebook pada hari Rabu tanggal 18 Mei 2016 pukul 12:56 WIB.

Berbeda dengan jawaban yang diberikan oleh Mutoha Arkanuddin³⁶ bahwasanya di Indonesia dapat terjadi dua kali rashdul kiblat dalam sehari, namun untuk daerah tertentu dan dengan syarat. Syarat tersebut adalah sudut kiblatnya ($B - U$) lebih kecil dari deklinasi maksimum Matahari (23,5 derajat). Syarat lainnya yaitu azimuth Matahari saat *sunset* atau *sunrise* lebih besar dari sudut kiblat. Misal, untuk Banda Aceh pada tanggal 3 Juni 2016 terjadi dua kali rashdul kiblat. Rashdul kiblat yang pertama terjadi pukul 16:57 WIB dan yang ke dua terjadi pukul 18:30 WIB. Setelah dibuktikan oleh penulis melalui perhitungan waktu sholat yang telah diprogram dalam excel oleh Rinto Anugraha untuk dapat menemukan jam Matahari terbenam di Banda Aceh pada tanggal 3 Juni 2016 adalah 18:50:11 WIB. Jadi untuk rashdul kiblat dua kali di Banda Aceh pada tanggal 3 Juni 2016 bisa diamati jika langit sore hari cerah dan tidak terganggu awan.

Rashdul kiblat dua kali dalam sehari di Indonesia bisa dimungkinkan dapat terjadi dengan keadaan Matahari saat jam rashdul kiblat berada di atas ufuk. Tidak bisa disebut sebagai rashdul kiblat jika Matahari berada di bawah ufuk, karena cahaya Matahari adalah hal utama yang harus ada untuk bisa menghasilkan bayangan. Seperti yang telah diterangkan oleh Mutoha Arkanuddin dan dibuktikan dengan hasil perhitungan di Banda Aceh yang menghasilkan bahwa dapat terjadi

³⁶ Wawancara dengan Mutoha Arkanuddin via facebook pada hari Rabu tanggal 18 Mei 2016 pukul 13:16 WIB.

rashdul kiblat dua kali. Namun, dengan catatan bahwa rashdul kiblat dua kali dalam sehari di Indonesia hanya terjadi di daerah-daerah tertentu saja.

Untuk menganalisis kemungkinan terjadi rashdul kiblat dua kali di Indonesia penulis memaparkan hasil perhitungan menggunakan rumus rashdul kiblat dua kali kemungkinan dalam sehari yang terdapat dalam kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* dan telah dijelaskan algoritma perhitungannya di dalam BAB III. Rumus tersebut sudah penulis susun dalam program Microsoft Excel agar lebih memudahkan input data dan untuk mendapatkan hasil dengan ketelitian hitung akurasi tinggi. Terkait pengambilan data lintang dan bujur tempat menggunakan tabel data lintang dan bujur dari kitab *Jami' al-Adillah*. Daftar hasil hitung untuk kemungkinan rashdul kiblat dua kali dalam sehari di Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 beberapa hasil perhitungan rashdul kiblat dua kali

Nama Kota	TZ	Tgl	Dek. 00:00 UT	RQ1	RQ2	Tinggi Matahari	Az Matahari
Banda Aceh	7	1/6/2016	22° 04' 44,46"	16:44:09	18:40:52	1°6'21,26"	292°8'33,6"
Banda Aceh	7	6/6/2016	22° 40' 10,86"	17:22:17	18:04:33	9°43'17,32"	
Sabang	7	30/5/2016	21° 47' 51,32"	16:33:35	18:43:42	0°27'28,65"	291°56'28,31"
Sabang	7	1/6/2016	22° 04' 44,46"	16:45:58	18:31:59	3°15'40"	
Sabang	7	5/6/2016	22° 33' 52,67"	17:20:34	17:58:44	11°6'52,64"	
Langsa	7	19/5/2016	19° 48' 40,25"	15:17:26	18:34:14	0°39'17,87"	290°2'31,56"

Langsa	7	20/5/2016	20° 01' 16,46"	15:23:20	18:28:28	2°2'23,89"	
Langsa	7	21/5/2016	20° 13' 32,12"	15:29:28	18:22:30	3°28'16,7"	
Langsa	7	25/5/2016	20° 59' 04,72"	15:57:26	17:55:17	9°57'24,47"	
Langsa	7	27/5/2016	21° 19' 41,86"	16:15:49	17:37:23	14°11'50,93"	
Langsa	7	28/5/2016	21° 29' 27,38"	16:28:18	17:25:07	17°4'45,64"	
Tapak Tuan	7	12/6/2016	23° 09' 34,93"	17:27:15	18:34:05	0°40'53,28"	293°11'18,06"
Tapak Tuan	7	13/6/2016	23° 13' 03,69"	17:31:45	18:29:46	1°41'45,5"	
Tapak Tuan	7	14/6/2016	23° 16' 07,86"	17:36:31	18:25:28	2°43'54,69"	
Tapak Tuan	7	15/6/2016	23° 18' 47,37"	17:41:25	18:21:01	3°48'13,1"	
Tapak Tuan	7	16/6/2016	23° 21' 02,18"	17:46:37	18:16:15	4°56'43,38"	
Tapak Tuan	7	17/6/2016	23° 22' 52,24"	17:52:38	18:10:42	6°16'13,84"	
Nunukan	8	25/5/2016	20° 59' 04,72"	16:38:48	18:08:52	0°52'11,79"	291°3'7,83"
Nunukan	8	26/5/2016	21° 09' 34,23"	16:50:48	17:57:04	3°39'13,88"	
Nunukan	8	27/5/2016	21° 19' 41,86"	17:09:46	17:38:04	8°6'43,15"	
Kupang	8	3/12/2016	-22° 07' 21,55"	5:25:31	8:52:39	1°33'41,74"	112°11'12,58"
Kupang	8	5/12/2016	-22° 23' 18,25"	5:32:50	8:47:00	3°5'38,18"	

Kupang	8	9/1/2017	-22° 06' 04,35"	5:42:54	9:10:40	1°36'3,24"	
Kupang	8	10/1/2017	-21° 57' 21,22"	5:39:55	9:14:28	0°48'37,3"	
Kupang	8	11/1/2017	-21° 48' 12,41"	5:36:56	9:18:18	0°0'17,48"	
Dompu	8	10/12/201 6	-22° 55' 28,41"	5:48:08	8:42:35	0°51'24,23"	113°2'57,21"
Dompu	8	12/12/201 6	-23° 05' 11,42"	5:53:43	8:38:52	1°56'45,09"	
Dompu	8	13/12/201 6	-23° 09' 21,77"	5:56:17	8:37:16	2°25'57,07"	
Dompu	8	14/12/201 6	-23° 13' 04,49"	5:58:42	8:35:53	2°52'34,68"	
Dompu	8	15/12/201 6	-23° 16' 19,47"	6:00:52	8:34:38	3°16'26,32"	
Dompu	8	16/12/201 6	-23° 19' 06,62"	6:02:51	8:33:39	3°37'20,49"	
Dompu	8	17/12/201 6	-23° 21' 25,81"	6:04:37	8:32:53	3°55'6,13"	
Dompu	8	18/12/201 6	-23° 23' 16,97"	6:06:10	8:32:22	4°9'33,22"	
Dompu	8	19/12/201 6	-23° 24' 40,01"	6:07:25	8:32:05	4°20'32,98"	
Dompu	8	20/12/201 6	-23° 25' 34,89"	6:08:29	8:32:05	4°27'58,47"	
Dompu	8	22/12/201 6	-23° 25' 59,96"	6:09:44	8:32:52	4°31'49,3"	

Dompu	8	30/12/2016	-23° 08' 52,84"	6:04:43	8:45:58	2°27'11,65"	
Dompu	8	2/1/2017	-22° 54' 47,10"	5:59:23	8:54:14	0°53'1,39"	
Dompu	8	3/1/2017	-22° 49' 10,25"	5:57:19	8:57:14	0°17'21,61"	
Merauke	9	21/11/2016	-19° 57' 11,87"	5:11:24	8:31:19	0°-2'-51,35"	110°9'24,74"
Merauke	9	22/11/2016	-20° 10' 10,71"	5:17:37	8:25:35	1°22'40,54"	
Merauke	9	23/11/2016	-20° 22' 47,39"	5:24:08	8:19:42	2°51'1,36"	
Merauke	9	30/11/2016	-21° 40' 15,02"	6:26:00	7:22:30	16°49'9,14"	
Ambon	9	28/11/2016	-21° 20' 06,33"	6:02:07	7:37:25	-1°7'42,77"	111°26'35,02"
Ambon	9	29/11/2016	-21° 30' 22,91"	6:13:20	7:26:56	1°24'32,81"	
Ambon	9	30/11/2016	-21° 40' 15,02"	6:28:46	7:12:16	4°54'59,4"	
Jayapura	9	1/6/2016	22° 04' 44,46"	16:41:35	17:40:17	0°-12'39,48"	Tidak terjadi
Jayapura	9	2/6/2016	22° 12' 36,52"	16:57:22	17:24:40	3°26'12,46"	292°9'32,69"

Dari pemaparan tabel hasil di atas, bahwasanya di Indonesia bisa terjadi dua kali rashdul kiblat dalam sehari dan bisa diamati dengan kondisi keadaan langit yang cerah dan benda yang berdiri tegak lurus tidak terhalangi oleh sesuatu yang menghalangi sinar Matahari sehingga bisa

menghasilkan bayangan yang mengarah ke kiblat. Dengan melakukan beberapa kali perhitungan dan mencari kemungkinan rashdul kiblat dua kali dalam sehari di tiap daerah di Indonesia, telah didapatkan bahwa rashdul kiblat dua kali di Indonesia tidak bisa terjadi untuk semua daerah di Indonesia.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan penulis di atas, bahwasanya dua kali rashdul kiblat dalam sehari di Indonesia hanya bisa terjadi di daerah-daerah tertentu saja yang memiliki nilai azimuth 290° sampai dengan 293° dengan kriteria sebagai berikut:

Zona waktu 7: Rashdul kiblat dua kali dalam sehari terjadi jika

- a. Az 290° , maka nilai deklinasi antara $19^\circ 48' 40,25''$ dan $21^\circ 29' 27,38''$
- b. Az 291° , maka nilai Deklinasi antara $21^\circ 47' 51,32''$ dan $22^\circ 33' 52,67''$
- c. Az 292° , maka nilai deklinasi antara $22^\circ 04' 44,46''$ dan $22^\circ 40' 10,86''$
- d. Az 293° , maka nilai deklinasi antara $23^\circ 09' 34,93''$ dan $23^\circ 22' 52,24''$

Zona waktu 8: Rashdul kiblat dua kali dalam sehari terjadi jika

- a. Az 291° , maka nilai deklinasi $20^\circ 59' 04,72''$ dan $21^\circ 19' 41,86''$. (untuk LS Zona waktu 8 tidak terjadi rashdul)
- b. Az 292° , maka nilai deklinasi antara $-22^\circ 07' 21,55''$ dan $-22^\circ 06' 04,35''$

- c. Az 293° , maka nilai deklinasi antara $-22^\circ 55' 28,41''$ dan $-23^\circ 05' 11,42''$

Zona waktu 9: Rashdul kiblat dua kali dalam sehari terjadi jika

- a. Az 290° , maka nilai deklinasi antara $-20^\circ 10' 10,71''$ dan $-21^\circ 40' 15,02''$
- b. Az 291° , maka nilai Deklinasi antara $-21^\circ 40' 15,02''$ dan $-21^\circ 30' 22,91''$
- c. Az 292° , maka nilai deklinasi Matahari sekitar $22^\circ 12' 36,52''$

Daerah-daerah di Indonesia yang memasuki pada kriteria di atas terdapat kemungkinan untuk terjadi rashdul kiblat dua kali dalam sehari. Karena nilai deklinasi Matahari yang tidak selalu sama pada tiap tanggalnya dan tiap tahunnya maka harus teliti menggunakan data deklinasi dan *equation of time* dalam perhitungan rashdul kiblat untuk mendapatkan hasil yang akurat.