

BAB II

HAL-HAL YANG BERHUBUNGAN DENGAN ARAH KIBLAT

A. Lingkaran Besar (*Great Circle*) dan Lingkaran Kecil (*Small circle*).

Pada dasarnya bola bumi terbentuk oleh dua macam lingkaran, yaitu lingkaran besar dan lingkaran kecil. Lingkaran besar merupakan lingkaran bola, titik pusat lingkaran besar adalah titik pusat bola, garis tengah lingkaran besar adalah juga garis tengah bola.

Lingkaran kecil bukanlah merupakan lingkaran bola melainkan sejajar dengan salah satu lingkaran besar atau lingkaran bola, titik pusat lingkaran kecil bukanlah titik pusat bola melainkan berada pada garis tengah bola, dan garis tengah lingkaran kecil bukanlah merupakan garis tengah bola melainkan memotong garis tengah bola.

Bola bumi mempunyai banyak lingkaran besar, diantaranya adalah meridian bumi, lingkaran-lingkaran garis bujur, lingkaran khatulistiwa/equator bumi. Sedangkan lingkaran kecil yang ada di bola bumi hanyalah lingkaran garis lintang.

Miridian bumi adalah lingkaran bola bumi yang melalui sumbu/poros (kutub utara dan kutub selatan) bumi dan membelah bumi menjadi dua, bagian barat dan bagian timur.

Lingkaran garis bujur adalah lingkaran bola bumi yang melalui sumbu/poros bumi (kutub utara dan kutub selatan). Miridian bumi dan lingkaran garis bujur adalah sama. Setengah lingkaran garis bujur yang melalui Greenwich dinamakan Miridian Utama (*Prime Meridian*) dan setengah lingkaran garis bujur yang melalui kebalikan dari Greenwich (180° dari Greenwich) dinamakan *International Date Line* (Garis Tanggal Internasional). Lingkaran garis bujur yang berada di sebelah barat Greenwich dinamakan bujur barat, dan lingkaran garis bujur yang berada di sebelah timur Greenwich dinamakan bujur timur. Lingkaran garis bujur dapat dijadikan petunjuk untuk mendapatkan arah utara dan selatan. Arah utara adalah arah yang menuju ke kutub utara, sedangkan arah selatan adalah arah yang menuju ke kutub selatan.

Bilamana peninjau / observer berdiri di kutub utara, maka arah yang ada di kutub utara hanyalah arah selatan, tidak ada arah utara, barat dan timur. Demikian juga ketika peninjau / observer berdiri di kutub selatan, maka arah yang ada di kutub selatan hanyalah arah utara, tidak ada arah selatan, barat dan timur.

Lingkaran khatulistiwa / equator bumi (sering dinamakan khatulistiwa / equator) adalah lingkaran bola bumi yang posisinya di tengah-tengah antara kutub utara dan kutub selatan bumi dan perpotongan tegak lurus dengan lingkaran garis bujur. Lingkaran khatulistiwa/equator bumi membelah bumi menjadi dua, bagian utara dan bagian selatan. Lingkaran khatulistiwa/equator dapat dijadikan petunjuk untuk mendapatkan arah barat timur. Arah yang se arah dengan lintasan matahari semu adalah arah barat, sedangkan kebalikannya adalah arah timur.

Lingkaran garis lintang adalah lingkaran kecil pada bola bumi yang sejajar dengan khatulistiwa/equator bumi. Lingkaran garis lintang juga berpotongan tegak lurus dengan lingkaran garis bujur. sebagaimana lingkaran khatulistiwa/equator, lingkaran lintang juga dapat dijadikan petunjuk untuk mendapatkan arah barat timur.

Arah barat dan arah timur adalah arah yang tidak berujung, tidak seperti arah utara dan arah selatan. Arah barat adalah arah yang searah dengan gerak harian semu matahari, sedangkan arah timur adalah arah yang berlawanan dengan gerak harian semu matahari. Dan arah barat timur - timur itu tegak lurus dengan arah utara - selatan.

Sudut garis bujur (sering dinamakan garis bujur) biasanya diberi lambang λ adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran garis bujur yang melalui Greenwich dengan lingkaran garis bujur yang melalui suatu tempat. Atau dengan definisi yang lain, sudut garis bujur adalah busur/jarak yang dihitung dari Greenwich sampai suatu tempat melalui lingkaran lintang.

Sudut garis lintang (sering dinamakan garis lintang saja) biasanya diberi lambang ϕ adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat bumi ke suatu tempat dengan garis yang menghubungkan titik pusat bumi ke khatulistiwa/equator bumi. Atau dengan definisi yang lain, sudut garis lintang adalah busur/jarak yang dihitung dari suatu tempat sampai dengan khatulistiwa/equator bumi melalui lingkaran garis bujur.

Gambar 1
Diambil dari *Google Earth* 2010, menggambarkan bola bumi lengkap dengan meridian utama (*prime meridian*), lingkaran garis bujur, lingkaran ekuator/khatulistiwa dan lingkaran garis lintang



B. Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola bumi. Lingkaran bola bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut lingkaran kiblat.

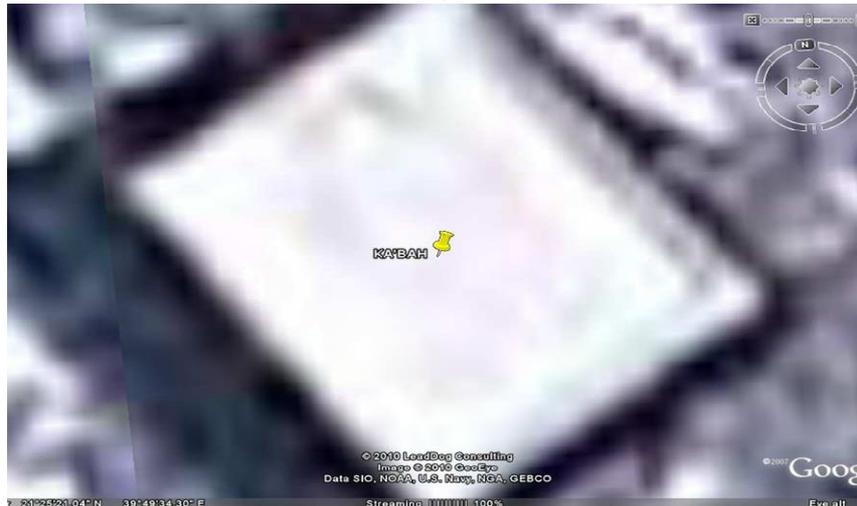
Lingkaran kiblat dapat didefinisikan sebagai lingkaran bola bumi yang melalui sumbu/poros kiblat.

Sumbu/poros kiblat adalah garis tengah bola bumi yang menghubungkan Ka'bah dengan kebalikan dari Ka'bah melalui titik pusat bumi. Posisi Ka'bah berdasarkan *Google Earth* 2010 tengah-tengahnya terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33$ dan pada lintang utara (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04$. Dengan demikian berarti kebalikan dari Ka'bah terletak pada bujur barat (BB^x) $140^0 10' 25,67$ dengan lintang selatan (ϕ^x) $-21^0 25' 21,04$.

Arah kiblat di dalam bangunan Ka'bah adalah menghadap ke dinding Ka'bah, boleh menghadap ke utara, selatan, barat, timur, barat laut, tenggara, barat daya, timur laut dan sebagainya (bebas). Demikian juga arah kiblat di tempat kebalikan dari Ka'bah, yaitu di Bujur Barat (BB^x) $140^0 10' 25,7$ dengan lintang

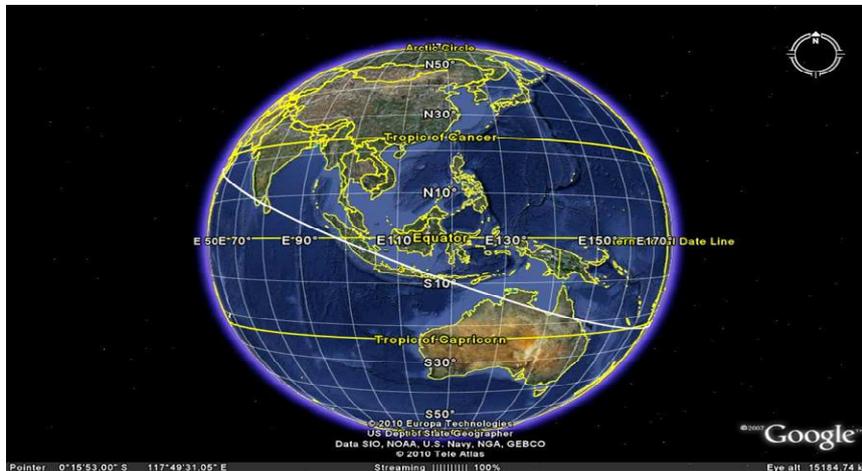
(ϕ^x) $-21^{\circ} 25' 21,04$ dapat menghadap ke arah mana saja, karena semua arah adalah menuju Ka'bah (kiblat).

Gambar 2
Gambar Ka'bah diambil dari *Google Earth* 2010, pojok kiri bawah menunjukkan posisi Ka'bah terletak pada BT $39^{\circ} 49' 34,33''$ dengan lintang utara $+21^{\circ} 25' 21,04''$



Pada bola bumi, sudut arah kiblat biasanya dalam perhitungan diberi lambang huruf B, adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian bumi suatu tempat dengan lingkaran kiblat yang melalui suatu tempat tersebut.

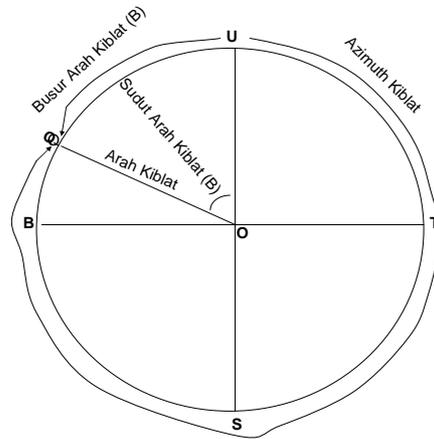
Gambar 3
Gambar bola bumi diambil dari *Google Earth* 2010, dengan satu lingkaran kiblat (lingkaran yang melalui Ka'bah dan melalui kebalikan Ka'bah)



Sedangkan pada bola langit, sudut arah kiblat dapat didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat (tempat yang diukur arah kiblatnya) dan titik utara (U) dengan garis yang menghubungkan titik pusat dan proyeksi kiblat di lingkaran horizon (ufuk). Atau dapat didefinisikan juga sebagai busur dihitung dari titik utara/selatan sampai dengan proyeksi Ka'bah melalui horizon/ufuk .

Azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon (ufuk) sampai proyeksi Ka'bah.

Gambar 4
 OQ adalah arah kiblat, UQ adalah sudut arah kiblat (B), UTQB adalah sudut azimuth kiblat



Lingkaran UTSB adalah ufuk/horizon, garis OQ adalah arah kiblat (arah menuju Ka'bah), UOQ adalah sudut arah kiblat, busur UQ = sudut UOQ yaitu sudut arah kiblat (arah kiblat dihitung dari titik utara), sedangkan UTQB adalah azimuth kiblat.

C. Hisab Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.

1. Hisab Arah Kiblat.

Arah kiblat yang dimaksud di sini adalah arah kiblat dihitung dari titik utara (U) atau dari titik selatan (S) melalui ufuk baik ke arah barat ataupun ke arah timur yang biasanya diberi lambang dengan huruf B.

Untuk menghitung arah kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut, di dalam buku *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek* yang ditulis oleh Muhyiddin Khazin (2004: 55) adalah $\text{Cotan } B = \sin a \text{ cotan } b : \sin C - \cos a \text{ cotan } C$. Kemudian dalam buku *Almanak Hisab Rukyat* yang dikeluarkan oleh Departemen Agama RI (1981: 90) $\text{Cotg } B = \text{cotg } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotg } C$. Demikian juga dalam buku *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* yang ditulis oleh Susiknan Azhari (2007: 57) $\text{Cotg } B = \text{cotg } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotg } C$.

Keterangan:

B adalah arah kiblat dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik Utara (U), dan jika hasil perhitungan negatif arah kiblat dihitung dari titik Selatan (S). B juga bisa disebut busur arah kiblat atau sudut arah kiblat. Perhatikan gambar nomor 4 di atas.

a (dengan huruf kecil) adalah busur/jarak yang dihitung dari kutub utara bumi sampai dengan tempat/kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. a dapat diperoleh dengan rumus (kaidah): $a = 90^0 - \phi^x$. (ϕ^x = lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya).

b (dengan huruf kecil) adalah busur/jarak yang dihitung dari kutub utara bumi sampai dengan Ka'bah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus: $b = 90^0 - \phi^k$. (ϕ^k = lintang Ka'bah, yaitu $21^0 25' 21,04''$. (*Google Earth 2010*).

C adalah jarak bujur terdekat, dari Ka'bah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut:

1). $BT^x > BT^k$; $C = BT^x - BT^k$. Maksudnya yaitu, jika BT^x lebih besar dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT$ Ka'bah (BT Ka'bah adalah $39^0 49' 34'',33$).

2). $BT^x < BT^k$; $C = BT^k - BT^x$. Maksudnya yaitu, jika BT^x lebih kecil dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Ka'bah - BT^x .

3). $BB 0^0 - BB 140^0 10' 25'',67$; $C = BB^x + BT^k$. Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 0^0$ sampai dengan $BB 140^0 10' 25'',67$, maka $C = BB^x + BT$ Ka'bah.

4). $BB 140^0 10' 25'',67 - BB 180^0$; $C = 360 - BB^x - BT^k$. Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 140^0 10' 25'',7$ sampai dengan $BB 180^0$, maka $C = 360^0 - BB^x - BT$ Ka'bah.

Contoh 1.

Menghitung arah kiblat Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh.

Melalui *Google Earth 2010*, Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh terletak pada bujur timur (BT^x) = $95^0 19' 02,01''$ dengan lintang (ϕ^x) = $+5^0 33' 12,93''$. Sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$.

Untuk mendapatkan arah kiblat Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh, terlebih dahulu mencari nilai a, nilai b dan nilai C untuk Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh.

Sebagaimana rumus di atas untuk mendapatkan:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x \text{ (lintang setempat).} \\ &= 90^0 - (+5^0 33' 12,93'') \\ &= 84^0 26' 47,07'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k \text{ (lintang Ka'bah).} \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04'') \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai C, harus memperhatikan BT atau BB, yaitu, kelompok 1, 2, 3 atau 4.

BT (Bujur Timur) terbagi menjadi kelompok 1 dan 2. Kelompok 1 kiblatnya condong ke barat, kelompok 2 kiblatnya condong ke timur.

BB (Bujur Barat) terbagi menjadi kelompok 3 dan 4. Kelompok 3 kiblatnya condong ke timur, kelompok 4 kiblatnya condong ke barat.

Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh adalah bujur timur kelompok 1, sehingga:

$$\begin{aligned} C &= BT^x \text{ (Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh)} - BT^k \text{ (BT Ka'bah).} \\ &= 95^0 19' 02,01'' - 39^0 49' 34,33'' \\ &= 55^0 29' 27,68'' \text{ B (C kelompok 1, arah kiblat condong ke barat).} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C. \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \sin 84^0 26' 47,07'' : \sin 55^0 29' 27,68'' - \cos 84^0 \\ &\quad 26' 47,07'' \times \text{cotan } 55^0 29' 27,68''. \\ B &= 67^0 50^0 09,53'' \text{ UB (utara barat).} \end{aligned}$$

Karena hasil perhitungan positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara. Sedangkan C adalah adalah kelompok 1, berarti arah kiblat condong ke barat. Dengan demikian arah kiblat Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh = $67^0 50^0 09,53''$ UB (utara barat).

Gambar 5
Masjid Raya Baiturrahman Banda Aceh dan Arah Kiblatnya diambil dari
Google Earth 2010



Contoh 2.

Menghitung arah kiblat Masjid Malcolm Shabazz di New York Amerika Serikat.

Melalui *Google Earth 2010*, Masjid Malcolm Shabazz di New York Amerika Serikat (tengah-tengah kubah) terletak pada bujur barat (BB^x) $73^0 57' 0,71''$ dengan lintang (ϕ^x) $+40^0 48' 7,18''$. sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$.

Untuk mendapatkan arah kiblat Masjid Malcolm Shabazz di New York Amerika Serikat, terlebih dahulu mencari nilai a, nilai b dan nilai C untuk Masjid Malcolm Shabazz.

Sebagaimana rumus di atas untuk mendapatkan:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x \text{ (lintang setempat).} \\ &= 90^0 - (+40^0 48' 7,18'') \\ &= 49^0 11' 52,82'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k \text{ (lintang Ka'bah).} \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04'') \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai C, harus memperhatikan BT atau BB, termasuk kelompok 1, 2, 3 atau 4.

BT (Bujur Timur) terbagi menjadi kelompok 1 dan 2. Kelompok 1 kiblatnya condong ke barat, kelompok 2 kiblatnya condong ke timur. BB (Bujur Barat) terbagi menjadi kelompok 3 dan 4. Kelompok 3 kiblatnya condong ke timur, kelompok 4 kiblatnya condong ke barat. Sedangkan Masjid Malcolm Shabazz Amerika Serikat adalah bujur barat kelompok 3, sehingga:

$$\begin{aligned} C &= BB^x + BT^k \text{ (BT Ka'bah).} \\ &= 73^0 57' 0,71'' + 39^0 49' 34,33''. \\ &= 113^0 46' 35,04'' \text{ T (C kelompok 3, arah kiblat condong ke timur).} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan b sin a} : \text{sin C} - \text{cos a cotan C.} \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \text{sin } 49^0 11' 52,82'' : \text{sin } 113^0 46' 35,04'' - \text{cos} \\ &\quad 49^0 11' 52,82'' \times \text{cotan } 113^0 46' 35,04''. \end{aligned}$$

$$B = 58^0 30^0 56.27'' \text{ UT (utara timur).}$$

Karena hasil perhitungan positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara. Sedangkan C masuk kelompok 3, maka arah kiblat condong ke timur. Dengan demikian arah kiblat untuk Masjid Malcolm Shabazz di Amerika Serikat = $58^0 30^0 56.27''$ UT (utara timur).

Gambar 6
Masjid Malcolm Shabazz New York Amerika Serikat dan arah kiblatnya diambil dari *Google Earth 2010*



2. Hisab Azimuth Kiblat.

Sebagaimana dijelaskan pada Bab II B, bahwa azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai dengan proyeksi Ka'bah. Atau dapat juga didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dan titik utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat dan proyeksi Ka'bah melalui ufuk ke arah timur (searah perputaran jarum jam), sebagaimana digambarkan pada gambar nomor 4.

Berdasarkan gambar 4 di atas maka untuk mendapatkan azimuth kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

Jika B (arah kiblat) = UT; maka azimuth kiblatnya adalah tetap. Misalnya $B = 58^{\circ} 30' 56.27''$ (UT); maka azimuth kiblatnya = $58^{\circ} 30' 56.27''$.

Jika B (arah kiblat) = ST; maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} + B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10'$ (ST); maka azimuth kiblatnya = $180^{\circ} + (-65^{\circ} 10') = 114^{\circ} 50'$.

Jika B (arah kiblat) = SB; maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} - B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10'$ (SB); maka azimuth kiblatnya = $180^{\circ} - (-65^{\circ} 10') = 245^{\circ} 10'$.

Jika B (arah kiblat) = UB; maka azimuth kiblatnya adalah $360^{\circ} - B$. Misalnya $B = 67^{\circ} 50' 09,53''$ (UB); maka azimuth kiblatnya = $360^{\circ} - 67^{\circ} 50' 09,53'' = 292^{\circ} 09' 50,47''$.

D. Macam-Macam Metode Pengukuran Arah Kiblat.

Metode pengukuran arah kiblat yang berkembang di Indonesia selama ini ada 5 macam, yaitu:

- (1). Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu kompas.
- (2). Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwak dengan mengambil bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal.
- (3). Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah global*.
- (4). Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah lokal*.
- (5). Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu teodolit berdasarkan posisi matahari setiap saat.

1. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu kompas.

Yang dimaksud dengan kompas adalah sebuah alat bantu menggunakan jarum magnet untuk mendapatkan arah utara selatan (utara magnet bumi, bukan utara sejati).

Dalam metode ini langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

- a. Mempersiapkan data garis bujur Ka'bah, garis lintang Ka'bah, garis bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya dan garis lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Memperhatikan deklinasi magnetik tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- c. Melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat.
- d. Jika deklinasi magnetik negatif (E), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat ala kompas adalah kiblat azimuth kiblat yang sebenarnya dikurangi deklinasi magnetik. Sebaliknya jika deklinasi magnetik positif (W), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat ala kompas adalah kiblat azimuth kiblat yang sebenarnya ditambah deklinasi magnetik.
- e. Mempersiapkan kompas yang akan digunakan untuk pengukuran arah kiblat.

Contoh 1.

Mengukur arah kiblat Masjid IAIN Walisongo Semarang Kampus I dengan metode menggunakan alat bantu kompas.

- a. Dari *Google Earth* 2010, Ka'bah terletak pada Bujur timur (BT^k) $39^{\circ} 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^{\circ} 25' 21,04''$, sedangkan Masjid IAIN Walisongo Semarang Kampus I terletak pada bujur timur (BT^x) $110^{\circ} 21' 33,98''$ dengan lintang (ϕ^x) $-06^{\circ} 59' 13,11''$.
- b. Deklinasi magnetik untuk sekitar Masjid IAIN Walisongo Kampus I = $1^{\circ} 9' E$ (<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/struts/calcDeclination>).
- c. Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat Masjid IAIN Walisongo Kampus I.
(1). Menghitung arah kiblat Masjid IAIN Walisongo Kampus I, dengan rumus:
Cotan B = $\cotan b \sin a : \sin C - \cos a \cotan C$.

Data:

$$a = 90^{\circ} - \phi^x .$$

$$= 90^{\circ} - (-06^{\circ} 59' 13,11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13,11''.$$

b $= 90^{\circ} - \phi^k.$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21,04'').$$

$$= 68^{\circ} 34' 38,96''$$

C $= BT^x - BT^k.$ (C kelompok 1).

$$= 110^{\circ} 21' 33,98'' - 39^{\circ} 49' 34,33''.$$

$$= 70^{\circ} 31' 59,65''$$
 (C kelompok 1, arah kiblat condong ke barat).

Data-data tersebut dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C. \\ &= \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38,96'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13,11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59,65'' \\ &\quad - \cos 96^{\circ} 59' 13,11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59,65''. \\ B &= 65^{\circ} 29' 05,72'' \text{ UB (utara barat).} \end{aligned}$$

Arah kiblat (B) Masjid IAIN Walisongo Kampus I adalah $65^{\circ} 29' 05,72''$ dari titik utara ke arah barat.

(2). Menghitung Azimuth kiblat Masjid IAIN Walisongo Kampus I.

Karena arah kiblat Masjid IAIN Walisongo Kampus I UB (utara barat), maka azimuth kiblatnya $= 360^{\circ} - 65^{\circ} 29' 05,72''.$

$$= 294^{\circ} 30' 54,28''.$$

- d. Deklinasi magnetik untuk sekitar Masjid IAIN Walisongo Kampus I adalah negatip yaitu $1^{\circ} 9' E$, oleh karena itu untuk mendapatkan azimuth kiblat (ala kompas) Masjid IAIN Walisongo Kampus I adalah azimuth kiblat (sebenarnya) dikurangi deklinasi magnetik, yaitu:
- $$294^{\circ} 30' 54,28'' - 1^{\circ} 9' = 293^{\circ} 21' 54,28''.$$
- e. Mempersiapkan kompas yang menggunakan lingkaran 360° dengan menempatkan jarum utara kompas berimpit dengan bilangan 0 (utara magnet), kemudian titik pusat kompas ditarik garis ke arah bilangan $293^{\circ} 21' 54,28''$ ($293^{\circ},37$) adalah arah kiblat Masjid IAIN Walisongo Kampus I.

Gambar 7
Arah kiblat Masjid Kampus I IAIN Walisongo Semarang dengan kompas



Gambar 8
Masjid Kampus I IAIN Walisongo Semarang dan arah kiblatnya diambil dari *Google Earth* 2010



Contoh 2.

Mengukur arah kiblat Masjid Paramaribo Suriname dengan metode menggunakan alat bantu kompas.

- a. Dari *Google Earth* (2010), Ka'bah terletak pada Bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$, sedangkan Masjid Paramaribo

Suriname terletak pada bujur barat (BB^x) $55^0 09' 35,41''$ dengan lintang (ϕ^x) $+5^0 49' 43,55''$.

b. Deklinasi magnetik untuk sekitar Masjid Paramaribo Suriname = $17^0 11' W$ (<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/struts/calcDeclination>).

c. Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat Masjid Paramaribo Suriname.

(1). Menghitung arah kiblat Masjid Paramaribo Suriname dengan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C.$$

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x . \\ &= 90^0 - (+5^0 49' 43,55''). \\ &= 84^0 10' 16,45''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k . \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BB^x + BT^k. \text{ (C kelompok 3).} \\ &= 55^0 09' 35,41'' + 39^0 49' 34,33''. \\ &= 94^0 59' 09,74'' \text{ (C kelompok 3, arah kiblat condong ke timur).} \end{aligned}$$

Data-data tersebut dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C. \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \sin 84^0 10' 16,45'' : \sin 94^0 59' 09,74'' \\ &\quad - \cos 84^0 10' 16,45'' \times \text{cotan } 94^0 59' 09,74''. \end{aligned}$$

$$B = 68^0 09' 57,03'' \text{ UT (utara timur).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Paramaribo Suriname adalah $68^0 09' 57,03''$ dari titik utara ke arah timur.

(2). Azimuth kiblat Masjid Paramaribo Suriname.

Karena arah kiblat Masjid Paramaribo Suriname adalah UT (utara timur), maka azimuth kiblatnya adalah sama dengan B, yaitu = $68^0 09' 57,03''$ (tetap).

d. Deklinasi magnetik untuk Masjid Paramaribo Suriname adalah positif sebesar $17^0 11' W$, maka azimuth kiblat (ala kompas) Masjid Paramaribo Suriname adalah azimuth kiblat yang sebenarnya ditambah deklinasi magnetik, yaitu:

$$68^0 09' 57,03'' + 17^0 11' = 85^0 20' 57,03''.$$

e. Mempersiapkan kompas yang menggunakan lingkaran 360^0 dengan

menempatkan jarum utara kompas berimpit dengan bilangan 0° (utara magnet), kemudian titik pusat kompas ditarik garis ke arah bilangan $85^{\circ} 20' 57,03''$ ($85^{\circ},35$) adalah arah kiblat Masjid Paramaribo Suriname.

Gambar 9

Arah kiblat Masjid Paramaribo Suriname dengan kompas



Gambar 10

Masjid Paramaribo Suriname dan arah kiblatnya diambil dari Google Earth 2010



2. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwak dengan mengambil bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal.

Yang dimaksud dengan tongkat istiwak adalah sebuah alat bantu yang

dapat dibuat dari besi, kayu atau pasir dan semen, di tengah-tengah diberi benda (besi atau kayu) dalam posisi tegak lurus, dikelilingi lingkaran dan benda yang berdiri tegak lurus sebagai titik pusat.

Dalam metode ini langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan data garis bujur Ka'bah ,garis lintang Ka'bah, garis bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya dan garis lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan arah kiblat (B) tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- c. Mempersiapkan dan memastikan bahwa tongkat istiwak benar-benar berdiri tegak lurus di tempat yang benar-benar datar. Pengecekan ini dapat menggunakan alat bantu lot dan water plas.
- d. Memperhatikan gerak bayangan ujung tongkat sejak sebelum zawal sampai dengan sesudah zawal. Pada saat sebelum zawal bayangan ujung tongkat melintasi lingkaran, bagian lingkaran yang dilintasi ujung bayangan tersebut diberi tanda titik. Juga pada saat setelah zawal ujung bayangan tongkat melintasi lingkaran, bagian lingkaran yang dilintasi ujung bayangan tersebut juga diberi tanda titik. Kedua titik tersebut dihubungkan, garis yang menghubungkan kedua titik tersebut adalah arah barat timur, kemudian dibuat garis tegak lurus dengan garis tersebut diperoleh garis utara selatan.
- e. Setelah diperoleh garis barat, timur, utara dan selatan, untuk mendapatkan arah kiblat dapat menggunakan alat bantu penggaris siku-siku yang sekaligus ada penggaris busur 90^0 . Dalam hal ini tinggal menyesuaikan dari hasil perhitungan arah kiblat.
- f. Atau setelah diperoleh garis barat, timur, utara dan selatan, dapat menggunakan rumus segitiga linier, yaitu membuat garis utara selatan dengan ukuran tertentu. Kemudian dibuat garis tegak lurus dengan garis utara selatan yang panjangnya menggunakan rumus:

$$q = \tan Q b.$$

Keterangan:

q (huruf kecil) adalah garis yang tegak lurus dengan garis utara selatan.

Q (huruf besar) adalah sudut arah kiblat.

b (huruf kecil) adalah garis utara selatan yang panjangnya sudah ditentukan.

Kemudian sisi yang menunjukkan arah kiblat (sisi miring) diberi lambang huruf k.

Panjang sisi k dapat dihitung dengan rumus:

$$k = b : \cos Q.$$

Bilamana arah kiblatnya UB, maka q ditarik dari ujung utara ke arah barat.

Bilamana arah kiblatnya UT, maka q ditarik dari ujung utara ke arah timur.

Bilamana arah kiblatnya ST, maka q ditarik dari ujung selatan ke arah timur.

Dan bilamana arah kiblatnya SB, maka q ditarik dari ujung selatan ke arah barat.

Contoh 1.

Mengukur arah kiblat Masjid Baiturrahman Semarang dengan metode menggunakan alat bantu tongkat istiwak dari bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal.

a. Dari *Google Earth* 2010, Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$, sedangkan Masjid Baiturrahman terletak pada bujur timur (BT^x) $110^0 25' 19,08''$ dengan lintang (ϕ^x) $-6^0 59' 20,21''$.

b. Menghitung arah kiblat (B) Masjid Baturrahman Semarang dengan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.}$$

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x . \\ &= 90^0 - (-6^0 59' 20,21''). \\ &= 96^0 59' 20,21''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k . \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

$$C = BT^x - BT^k. \text{ (C kelompok 1).}$$

$$= 110^{\circ} 25' 19,08'' - 39^{\circ} 49' 34,33''.$$

$$= 70^{\circ} 35' 44,75'' \text{ (C kelompok 1, arah kiblat condong ke barat).}$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C.$$

$$= \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38,96'' \times \sin 96^{\circ} 59' 20,21'' : \sin 70^{\circ} 35' 44,75'' \\ - \cos 96^{\circ} 59' 20,21'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 35' 44,75''.$$

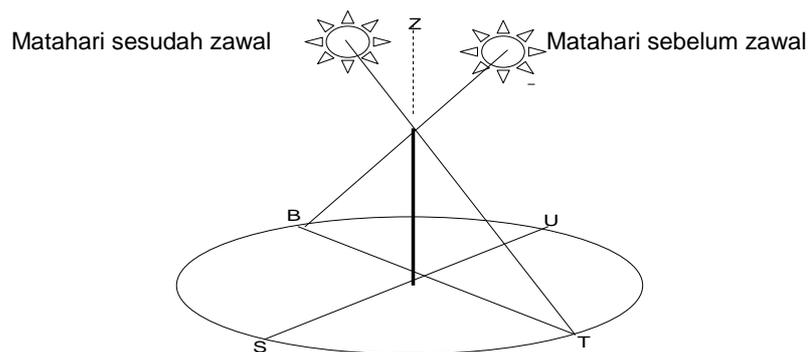
$$B = 65^{\circ} 29' 56,61'' \text{ UB (utara barat).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Baturrahman Semarang adalah $65^{\circ} 29' 56,61''$ dari titik utara ke arah barat.

- c. Mempersiapkan tongkat istiwak dalam posisi yang benar-benar tegak dengan alas yang benar-benar datar (dicek menggunakan lot dan water plas).
- d. Memberi tanda titik bayangan ujung tongkat pada lingkaran bagian barat (sebelum zawal) dan juga memberi tanda titik pada bayangan ujung tongkat pada lingkaran bagian timur. Dilanjutkan membuat garis barat timur dengan mempertemukan dua titik pada lingkaran barat dan lingkaran timur. Kemudian membuat garis utara selatan (garis yang tegak lurus dengan garis barat timur).

Gambar 11

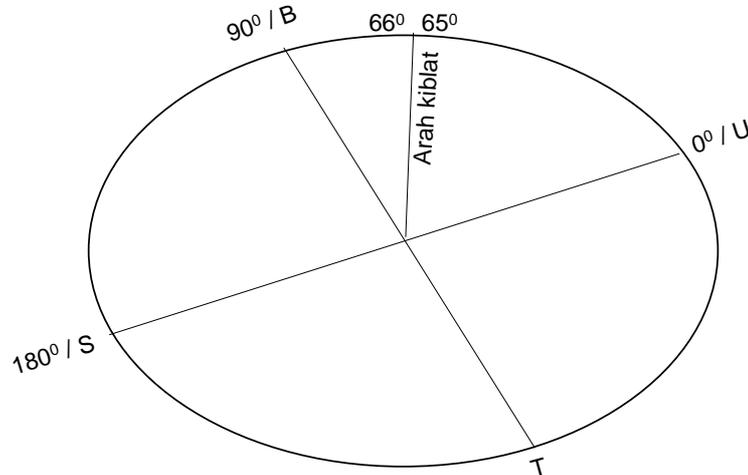
Langkah awal yang dilakukan dalam metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwak dari bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal



- e. Dengan menggunakan penggaris busur (siku-siku). 0° derajat pada posisi utara, 90° pada posisi barat. Kemudian dibuat garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan busur $65^{\circ} 29' 56,61''$ ($65^{\circ},5$).

Gambar 12

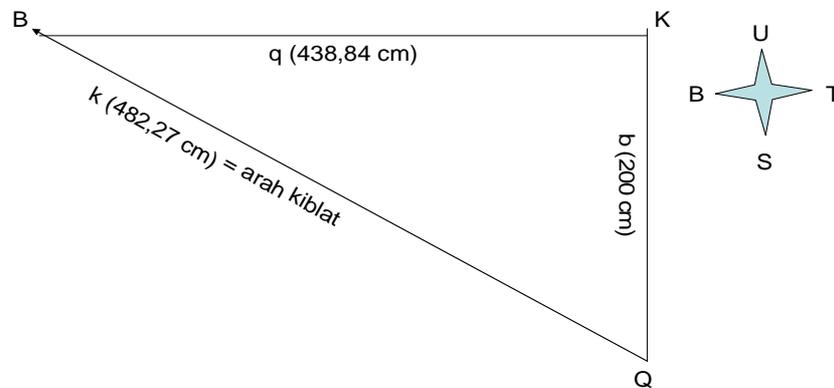
Arah kiblat Masjid Baiturrahman Semarang diukur menggunakan penggaris busur setelah diperoleh garis utara selatan



- f. Atau setelah diperoleh garis barat timur, utara selatan, kemudian untuk garis utara selatan diambil 200 cm diberi nama sisi b. Pada ujung utara (B) pada sisi b tersebut ditarik garis tegak lurus ke arah barat dan diberi nama sisi q sepanjang 438,84 cm, yang diperoleh dari $q = \tan Q \cdot b$ ($\tan 65^{\circ} 29' 56,61'' \times 200$ cm). Ujung sisi b bagian selatan (Q) ditarik garis lurus ke ujung barat sisi q (B) menjadi sisi miring yang diberi nama sisi k. Sisi k adalah arah kiblat, dan panjang sisi k adalah 482,27 cm yang diperoleh dari $k = b : \cos Q$ (200 cm : $\cos 65^{\circ} 29' 56,61''$).

Gambar 13

Arah kiblat Masjid Baiturrahman Semarang diukur menggunakan rumus segitiga siku-siku dari garis utara selatan



Gambar 14

Arah kiblat Masjid Baiturrahman Semarang diambil dari *Google Earth 2010*



Contoh 2.

Mengukur arah kiblat Masjid Islamic Centre New York dengan metode menggunakan alat bantu tongkat istiwwak dari bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal.

- a. Dari *Google Earth 2010*, Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^{\circ} 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^{\circ} 25' 21,04''$, sedangkan Masjid Islamic Centre

New York terletak pada bujur barat (BB^x) $76^0 07' 44,2''$ dengan lintang (ϕ^x) $+43^0 01' 56,22''$.

- b. Menghitung arah kiblat (B) Masjid Islamic Centre New York, dengan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.}$$

Data:

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x . \\ &= 90^0 - (+43^0 01' 56,22''). \\ &= 46^0 58' 03,78''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k . \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BB^x + BT^k. \text{ (C kelompok 3).} \\ &= 76^0 07' 44,2'' + 39^0 49' 34,33''. \\ &= 115^0 57' 18,53'' \text{ (karena C kelompok 3, maka arah condong ke timur).} \end{aligned}$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

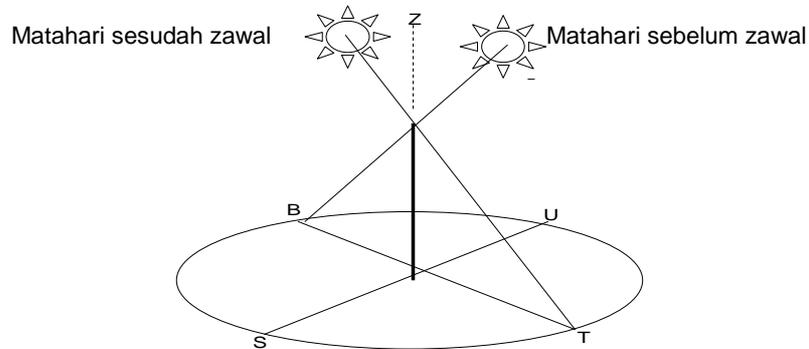
$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C. \\ &= \tan 21^0 25' 21,04'' \cos 43^0 01' 56,22'' : \sin 115^0 57' 18,53'' - \\ &\quad \sin 43^0 01' 56,22'' : \tan 115^0 57' 18,53''. \end{aligned}$$

$$B = 56^0 55' 48,89'' \text{ UT (utara timur).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Islamic Centre New York adalah $56^0 55' 48,89''$ dari titik utara ke arah timur.

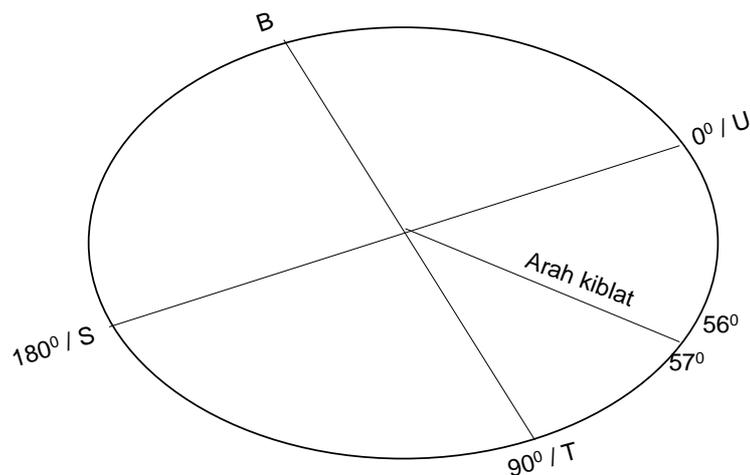
- c. Mempersiapkan tongkat istiwak dalam posisi yang benar-benar tegak dengan alas yang benar-benar datar (dicek menggunakan lot dan water plas).
- d. Memberi tanda titik bayangan ujung tongkat pada lingkaran bagian barat (sebelum zawal) dan juga memberi tanda titik pada bayangan ujung tongkat pada lingkaran bagian timur. Dilanjutkan membuat garis barat timur dengan mempertemukan dua titik pada lingkaran barat dan lingkaran timur. Kemudian membuat garis utara selatan (garis yang tegak lurus dengan garis barat timur).

Gambar 15
Langkah awal yang dilakukan dalam metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwak



- e. Dengan menggunakan penggaris busur (siku-siku). 0° derajat pada posisi utara, 90° pada posisi timur. Kemudian dibuat garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan busur $56^{\circ} 55' 48,89''$ ($56^{\circ},93$), menghasilkan arah kiblat Masjid Islamic Centre New York.

Gambar 16
Arah Kiblat Masjid Islamic Centre New York diukur menggunakan penggaris busur

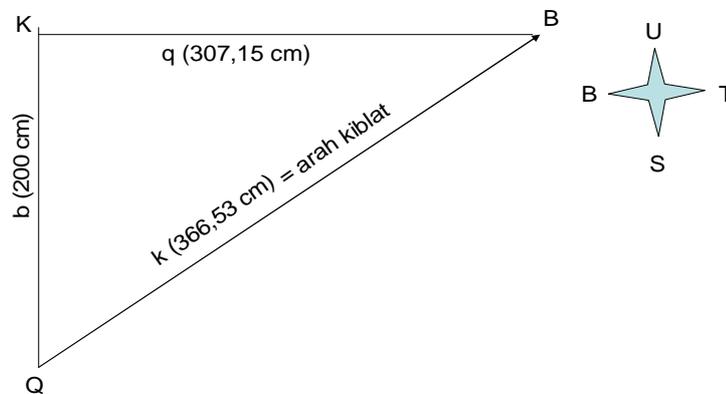


- f. Atau setelah diperoleh garis barat timur, utara selatan, kemudian untuk garis utara selatan diambil 200 cm diberi nama sisi b. Pada ujung utara (B) pada sisi

b tersebut ditarik garis tegak lurus ke arah timur dan diberi nama sisi q sepanjang 307,15 cm, yang diperoleh dari $q = \tan Q \cdot b$ ($\tan 56^{\circ} 55' 48,89'' \times 200 \text{ cm}$). Ujung sisi b bagian selatan (Q) ditarik garis lurus ke ujung timur sisi q (B) menjadi sisi miring yang diberi nama sisi k. Sisi k adalah arah kiblat, dan panjang sisi k adalah 366,53 cm yang diperoleh dari $k = b : \cos Q$ ($200 \text{ cm} : \cos 56^{\circ} 55' 48,89''$)

Gambar 17

Arah kiblat Masjid Islamic Centre New York diukur menggunakan rumus segitiga siku-siku dari garis utara selatan



Gambar 18

Arah Kiblat Masjid Islamic Centre New York diambil dari *Google Earth* 2010



3. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah global*.

Yang dimaksud *rasyd al-qiblah global* adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi matahari ketika sedang berkulminasi (*mer pass*) di titik zentih Ka'bah, yang terjadi antara tanggal 27 Mei atau 28 Mei pk. 16.18 WIB (pk. 09.18 GMT) dan 15 Juli atau 16 Juli pk. 16.27 WIB (pk. 09.27 GMT).

Dalam metode ini langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan garis bujur dan garis lintang Ka'bah, garis bujur lokasi/tempat yang akan diukur arah kiblatnya serta garis bujur daerah atau garis bujur *local mean time* (BT^d/BB^d atau BT^L/BB^L) baik untuk Ka'bah maupun tempat/lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Menghitung *time zone* tempat/lokasi yang akan diukur arah kiblatnya dari Ka'bah.
- c. Memperhatikan, mencermati dan menghitung kapan terjadi matahari zawal (*mer pass*) berimpit dengan titik zenith Ka'bah (setidak-tidaknya terdekat dengan titik zenith Ka'bah), yaitu ketika zawal (*mer pass*) deklinasi matahari (δ^m) sama dengan lintang Ka'bah (ϕ^k). Sedangkan lintang Ka'bah (ϕ^k) adalah $+21^{\circ} 25' 21,04''$. Ketika matahari zawal (*mer pass*) di atas Ka'bah, pada saat tersebut adalah merupakan *rasyd al-qiblah global* bagi daerah lain (separo permukaan bumi) yang dapat melihat matahari pada saat itu.
- d. Menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah global* di tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Dalam hal ini dapat dilakukan dengan mengubah waktu zawal (*mer pass*) di atas Ka'bah ke waktu daerah setempat (BT^d) atau *local mean time* (LMT) dengan cara, waktu (*mer pass*) di atas Ka'bah (Makkah) ditambah atau dikurangi *time zonenya* antara Ka'bah dengan tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Waktu zawal Ka'bah dapat dihitung dengan rumus: $Zawal = pk. 12 - e + (45^{\circ} - 39^{\circ} 49' 34,33'') : 15$
- e. Atau langsung berdasarkan waktu pertengahan setempat atau *local mean time* (LMT) yang akan diukur arah kiblatnya, dengan menggunakan rumus: $WD = WH - e + (BT^d - BT^x) : 15$.
- f. Mempersiapkan benda apapun yang berdiri tegak lurus di tempat yang

datar. Bayangan benda tersebut pada saat *rasyd al-qiblah global* adalah arah kiblat (arah menuju matahari pada saat tersebut adalah arah kiblat).

- g. Mempersiapkan jam (waktu) yang tepat (akurat). Untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat menggunakan *global positioning system* (GPS), dapat pula menggunakan waktu radio RRI, yaitu ketika menjelang berita diselingi musik khusus, kemudian diakhiri dengan suara tit tit tit, suara tit terakhir adalah tepat waktu awal berita (pk. 06 umpamanya), dapat juga menggunakan telepon duduk (telkom) dengan nomor 103, atau dapat juga menggunakan internet ([http://www.Greenwich meantime.com/time-zone/asia/indonesia/time.htm](http://www.Greenwich_meantime.com/time-zone/asia/indonesia/time.htm)).

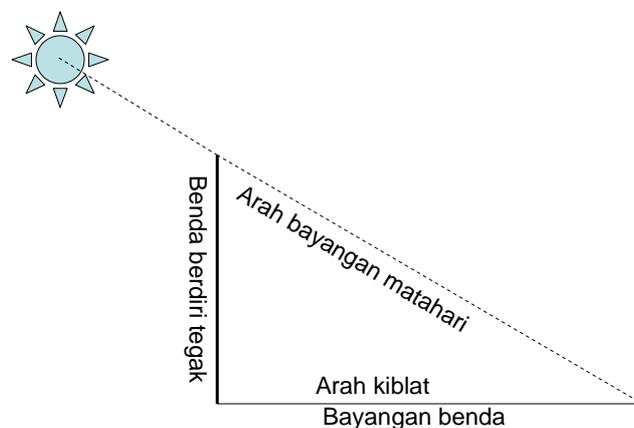
Contoh 1.

Mengukur arah kiblat Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta menggunakan metode *rasyd al-qiblah global* pada bulan Mei tahun 2011 M.

- a. Dari *Google Earth* 2010, Ka'bah terletak pada Bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$ dengan bujur daerah atau bujur *local mean time* (BT^d / BT^L) 45^0 . Sedangkan Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta terletak pada bujur timur (BT^x) $110^0 25' 19,08''$ dengan bujur daerah (BT^d) 105^0 .
- b. *Time zone* Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta dari Ka'bah adalah $(105^0 - 45^0) : 15 = +4$ jam. Artinya *local mean time* Ka'bah + 4 jam, menjadi *local mean time* Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta.
- c. Pada bulan Mei 2011 M deklinasi matahari (δ) sama dengan lintang Ka'bah (ϕ^k) ($+21^0 25' 21,04''$) atau paling tidak mendekati lintang Ka'bah adalah terjadi pada tanggal 28 Mei 2011 M yaitu $+21^0 25' 50,46''$ (deklinasi matahari saat zawal di atas Ka'bah). Sedangkan equation of time saat zawal tersebut adalah $0^j 2^m 47^d$.
- Matahari zawal di atas Ka'bah
 $= \text{pk. } 12 - (0^j 2^m 47^d) + (45^0 - 39^0 49' 34,33'') : 15$
 $= \text{pk. } 12 .17. 54,71 \text{ LMT Ka'bah (Makkah)}$
- d. Waktu *rasyd al-qiblah global* di Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta
 $= \text{LMT Ka'bah (Makkah)} + \text{time zone}$

- = pk. 12. 17. 54,71 + 4 jam
 = pk. 16 .17. 54,71 LMT Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta (WIB).
- e. Atau dapat juga dihitung secara langsung, waktu *rasyd al-qiblah global* di Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta dengan:
 = pk. 12 – ($0^j 2^m 47^d$) + ($105^0 - 39^0 49' 34,33''$) : 15.
 = pk. 16 .17. 54,71 WIB.
- f. Mempersiapkan benda/sesuatu yang berdiri tegak lurus yang bisa memperoleh sinar matahari pada tanggal 28 Mei 2011 M pk. 16. 17. 54,71 WIB dibulatkan menjadi pk. 16.17.54 WIB (LMT Masjid Agung/Kasunanan Surakarta).
- g. Mempersiapkan jam/waktu yang tepat/cocok untuk mendapatkan bayangan matahari pada pk. 16.17.54 WIB (LMT Masjid Agung/Kasunanan Surakarta).

Gambar 19
 Posisi matahari tanggal 28 Mei 2011 pk. 16.17.54 WIB
 berada di atas Ka'bah. Arah ke matahari ataupun bayangan benda adalah arah kiblat.



Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan metode *rasyd al-qiblah global* pada tanggal 28 Mei 2011 M pk. 16.17.54 WIB di Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta akan menghasilkan arah kiblat seperti gambar berikut:

Gambar 20
Arah Kiblat Masjid Agung (Kasunanan) Surakarta
diambil dari *Google Earth 2010*



Contoh 2.

Mengukur arah kiblat Masjid Roma Italia menggunakan metode *rasyd al-qiblah global* pada bulan Mei tahun 2011 M.

- Dari *Google Earth 2010*, Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,04''$, sedangkan Masjid Roma Italia terletak pada bujur timur (BT^x) $12^0 29' 42'',7$ dengan lintang (ϕ^x) $+41^0 56' 05,11''$.
- Time zone* Masjid Roma Italia adalah $(15^0 - 45^0) : 15 = -2$ jam. Artinya *local mean time* Ka'bah -2 jam, menjadi *local mean time* Masjid Roma Italia.
- Pada bulan Mei 2011 M deklinasi matahari (δ) sama dengan lintang Ka'bah (ϕ^k) ($+21^0 25' 21,04''$) atau paling tidak mendekati lintang Ka'bah adalah terjadi pada tanggal 28 Mei 2011 M, yaitu $+21^0 25' 50,46''$ (deklinasi matahari saat zawal di atas Ka'bah). Sedangkan equation of time saat zawal tersebut adalah $0^j 2^m 47^d$.

Matahari zawal di atas Ka'bah terjadi :

$$= \text{pk. } 12 - (+0^j 2^m 47^d) + (45^0 - 39^0 49' 34,33'') : 15.$$

$$= \text{pk. } 12 .17. 54,71 \text{ LMT Ka'bah (Makkah).}$$

- Waktu *rasyd al-qiblah global* di Masjid Roma Italia adalah LMT Ka'bah

(Makkah) + *time zone*.

= pk. 12. 17. 54,71 + (- 2 jam)

= pk. 10 .17. 54,71 LMT Masjid Roma Italia.

Dibulatkan menjadi pk. 10.17.54 LMT.

- e. Atau dapat juga dihitung secara langsung, waktu *rasyd al-qiblah global* di Masjid Roma Italia:

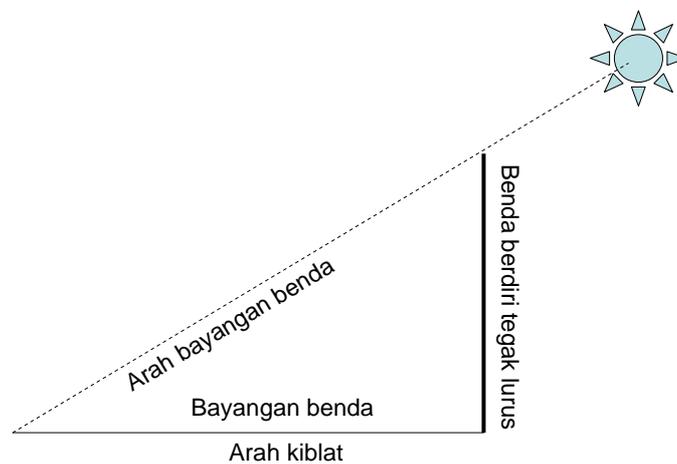
= pk. 12 - (+0^j 2^m 47^d) + (15^o - 39^o 49' 34,33'') : 15.

= pk. 10 .17. 54,71 LMT Masjid Roma Italia.

Dibulatkan menjadi pk. 10.17.54 LMT.

- f. Mempersiapkan benda/sesuatu yang berdiri tegak lurus yang bisa memperoleh sinar matahari pada pada tanggal 28 Mei 2011 M pk. 10. 17. 54 LMT Masjid Roma Italia.
- g. Mempersiapkan jam/waktu yang tepat/cocok untuk mendapatkan bayangan matahari pada pk. 10.17.54 LMT Masjid Roma Italia.

Gambar 21
Tanggal 28 Mei 2011 pk. 10.17.54 LMT Roma Italia
posisi matahari berada di atas Ka'bah. Arah ke matahari ataupun bayangan benda adalah arah kiblat.



Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan metode *rasyd al-qiblah global* pada tanggal 28 Mei 2011 M pk. 10.17.54 LMT Roma Italia akan menghasilkan arah kiblat seperti gambar berikut:

Gambar 22
Arah kiblat Masjid Roma Italia diambil dari Google Earth 2010



4. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah lokal*.

Rasyd al-qiblah lokal adalah salah satu metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak lurus pada saat tersebut bayangannya adalah menunjukkan arah kiblat di tempat tersebut.

Arah kiblat yang diperoleh dengan sistim ini bersifat lokal, tidak berlaku di tempat yang lain, masing-masing tempat harus diperhitungkan sendiri-sendiri.

Rasyd al-qiblah lokal hanya terjadi manakala azimuth matahari sama dengan azimuth kiblat atau azimuth kiblat dikurangi 180^0 atau azimuth kiblat ditambah 180^0 , yang berarti bisa pagi hari bisa juga sore hari.

Langkah-langkah untuk mendapatkan saat *terjadinya rasyd al-qiblah lokal* adalah sebagai berikut:

Langkah pertama, melakukan hisab arah kiblat untuk tempat, masjid, mushalla, rumah, hotel dan sebagainya yang akan diukur arah kiblatnya menggunakan metode *rasyd al-qiblah lokal*.

Langkah kedua, menghitung sudut pembantu (U), dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan } U = \tan B \sin \phi^x .$$

Keterangan:

B adalah arah kiblat dari titik utara (+), atau dari titik selatan (-).

ϕ^x adalah lintang tempat.

Langkah ketiga, menghitung t-U, dengan menggunakan rumus:

$$\cos (t-U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x .$$

Keterangan:

t adalah sudut waktu matahari.

δ^m adalah deklinasi matahari saat *rasyd al-qiblah* lokal.

t-U tetap positif jika U negatif, dan diubah menjadi negatif jika U positif.

Langkah keempat, menghitung t, dengan menggunakan rumus:

$$t = t-U + U.$$

Langkah kelima, menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal dengan menggunakan waktu hakiki/istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus:

Bilamana arah kiblat (B) condong ke barat, maka:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} + t.$$

Bilamana arah kiblat (B) condong ke timur, maka:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} - t.$$

Langkah keenam, mengubah waktu dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT), dengan menggunakan rumus:

Bilamana lokasi yang akan diukur arah kiblatnya berada wilayah bujur timur (BT), maka:

$$\text{WD} = \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) / 15. \text{ atau:}$$

$$\text{LMT} = \text{WH} - e + (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15.$$

Keterangan:

e adalah *equation of time* atau perata waktu.

BT^d adalah bujur timur untuk waktu daerah, yaitu untuk wilayah Indonesia ada tiga waktu, yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB) menggunakan $\text{BT}^d 105^0$, Waktu Indonesia Tengah (WITA) menggunakan $\text{BT}^d 120^0$, dan Waktu Indonesia Timur (WIT) menggunakan $\text{BT}^d 135^0$. Untuk daerah/negara lain BT menggunakan lipatan 15^0 .

BT^x adalah bujur timur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

BT^L adalah bujur timur untuk *local mean time* sama dengan BT^d .

Bilamana lokasi yang akan diukur arah kiblatnya berada wilayah bujur barat (BB), maka digunakan rumus:

$$WD = WH - e - (BB^d - BB^x) / 15. \text{ atau:}$$

$$LMT = WH - e - (BB^L - BB^x) / 15.$$

Keterangan:

e adalah *equation of time* atau perata waktu.

BB^d dan BT^L adalah sama, yaitu bujur barat untuk waktu daerah atau bujur barat untuk *local mean time*, yaitu bujur barat 0^0 atau bujur barat lipatan dari 15^0 .

BB^x adalah bujur barat tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

Untuk mendapatkan hasil perhitungan saat *rasyd al-qiblah lokal* yang akurat diperlukan perhitungan dua kali, yaitu:

Pertama, menggunakan data deklinasi dan e (*equation of time*) matahari sekitar zawal atau *mer pass* yang terjadi sekitar pk. 12 LMT, yang menghasilkan *rasyd al-qiblah lokal taqribi*.

Kedua, menggunakan deklinasi dan e (*equation of time*) matahari yang didasarkan pada jam saat terjadinya *rasyd al-qiblah lokal taqribi*. Hasil perhitungan dengan langkah kedua ini, menghasilkan *rasyd al-qiblah lokal hakiki bi at-tahqiq* (akurat).

Contoh 1:

Menghitung *rasyd al-qiblah lokal* untuk Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan, pada tanggal 27 Juli 2011 M.

Dari *Google Earth* (2010), Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan terletak pada bujur timur (BT^x) = $119^0 25' 10,83''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-5^0 07' 49,89''$, sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) = $+21^0 25' 21,04''$

Langkah pertama melakukan hisab arah kiblat (B) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.}$$

Data:

$$\begin{aligned}
 a &= 90^0 - \phi^x . \\
 &= 90^0 - (-5^0 07' 49,89''). \\
 &= 95^0 07' 49,89''. \\
 b &= 90^0 - \phi^k . \\
 &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\
 &= 68^0 34' 38,96''. \\
 C &= 119^0 25' 10,83'' - 39^0 49' 34,33'' \text{ (C masuk kelompok 1)} \\
 &= 79^0 35' 36,5'' \text{ (B)}.
 \end{aligned}$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan B} &= \text{cotan b sin a} : \text{sin C} - \text{cos a cotan C}. \\
 &= \tan 68^0 34' 38,96'' \times \sin 95^0 07' 49,89'' : \sin 79^0 35' 36,5'' - \cos 95^0 \\
 &\quad 07' 49,89'' \text{cotan } 79^0 35' 36,5''.
 \end{aligned}$$

$$B = 67^0 31' 24,16'' \text{ UB.}$$

Arah kiblat (B) Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan adalah $67^0 31' 24,16''$ dari titik utara ke arah barat.

Langkah kedua menghitung sudut pembantu (U) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan U} = \tan B \sin \phi^x .$$

Data:

$$B = 67^0 31' 24,16'' \text{ UB.}$$

$$\phi^x = -5^0 07' 49,89''.$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\text{Cotan U} = \tan 67^0 31' 24,16'' \times \sin -5^0 07' 49,89''$$

$$U = -77^0 48' 13,27''.$$

Langkah ketiga, menghitung t-U, menggunakan data deklinasi matahari (δ^m) dan *equation of time* (e) pk. 12 WITA (04 GMT) pada tanggal 27 Juli 2011 M, dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cos (t-U)} = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x .$$

Data:

$$U = -77^0 48' 13,27''.$$

$$\phi^x = -5^0 07' 49,89''.$$

$$\delta^m = +19^0 17' 51'' \text{ (Kementerian Agama, 2011:224).}$$

Karena belum diketahui pukul berapa *rasyd al-qiblah lokal* terjadi di Masjid Raya Makasar pada tanggal 27 Juli 2011, maka cukup mengambil data δ^m dan e pada pukul 12 LMT (pk. 04 GMT) di atas. Namun hasil perhitungannya masih tergolong *haqiqi taqribi*, belum masuk dalam kategori *hakiki bit-tahqiq*.

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned}\text{Cos (t-U)} &= \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x. \\ &= \tan 19^0 17' 51'' \times \cos -77^0 48' 13,27'' : \tan -5^0 07' 49,89''. \\ \text{t-U} &= 145^0 28' 33,36''.\end{aligned}$$

Langkah keempat, menghitung sudut waku (t) dengan menggunakan rumus:

$$t = \text{t-U} + U.$$

Data:

$$\begin{aligned}\text{t-U} &= 145^0 28' 33,36''. \\ U &= -77^0 48' 13,27''.\end{aligned}$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned}t &= \text{t-U} + U. \\ &= 145^0 28' 33,36'' + (-77^0 48' 13,27'') \\ &= 67^0 40' 20,09'' \\ &= +4^j 30^m 41,34^d.\end{aligned}$$

Langkah kelima, menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah lokal hakiki taqribi* dengan menggunakan waktu hakiki/istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\text{WH atau ST} &= \text{pk. 12} + t \text{ (jika arah kiblat condong ke barat).} \\ \text{WH atau ST} &= \text{pk. 12} - t \text{ (jika arah kiblat condong ke timur).}\end{aligned}$$

Dalam hal ini arah kiblatnya condong ke barat (UB), maka digunakan rumus:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} + t.$$

Data:

$$t = +4^j 30^m 41,34^d.$$

Rasyd al-qiblah lokal di Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan dengan waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST) = pk. 12 + (+4^j 30^m 41,34^d).

= pk. 16. 30. 41,34 WH/ST.

Langkah keenam, mengubah waktu *rasyd al-qiblah lokal hakiki taqribi* dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST) ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT). Karena lokasi berada di wilayah bujur timur (BT), maka digunakan rumus:

$$\text{WD} = \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) / 15. \text{ atau:}$$

$$\text{LMT} = \text{WH} - e + (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15.$$

Data:

$$\text{WH/ST} = \text{pk. 16. 30. 41,34.}$$

$$e = -0^j 6^m 32^d. \text{ (Kementerian Agama, 2011:224, pk. 04.00 GMT).}$$

$$\text{BT}^d = 120^0 \text{ (WITA).}$$

$$\text{BT}^x = 119^0 25' 10,83''.$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{WITA} &= \text{pk. 16. 30. 41,34} - (-0^j 6^m 32^d) + (120^0 - 119^0 25' 10,83'') : 15 \\ &= \text{pk. 16. 39. 32,62} \text{ (} \textit{rasyd al-qiblah lokal hakiki taqribi} \text{)}. \end{aligned}$$

Kemudian berikutnya melangkah ke *rasyd al-qiblah lokal hakiki bit-tahqiq* dengan menggunakan data δ^m dan e pada pukul 16. 39. 32,62 WITA dengan kembali memulai dari langkah *ketiga*, yaitu:

Langkah ketiga, menghitung $t-U$, menggunakan δ^m dan e pk. 16. 39. 32,62 WITA (pk. 08. 39. 32,62 GMT), dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cos } (t-U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x.$$

Untuk mendapatkan data δ^m dan e pk. 16. 39. 32,62 WITA (pk. 08. 39. 32,62 GMT) harus dilakukan interpolasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\delta^m \text{ pk. 08. 39. 32,62 GMT} = \delta^m \text{ pk. 08 GMT} + 00^j 39^m 32,62^d \times (\delta^m \text{ pk. 09 GMT} - \delta^m \text{ pk. 08 GMT}). \text{ Demikian juga,}$$

$$e \text{ pk. 08. 39. 32,62 GMT} = e \text{ pk. 08 GMT} + 00^j 39^m 32,62^d \times (e \text{ pk. 09 GMT} - e \text{ pk. 08 GMT}).$$

Data: dari Kementerian Agama (2010:224)

$$\delta^m \text{ pk. 08 GMT} = +19^0 15' 36''.$$

$$\delta^m \text{ pk. 09 GMT} = +19^0 15' 02''.$$

$$\begin{aligned} \delta^m \text{ pk. 08. 39. 32,62 GMT} &= 19^0 15' 36'' + 00^j 39^m 32,62^d \times (19^0 15' 02'' - \\ &19^0 15' 36''). \end{aligned}$$

$$= +19^0 15' 13,59''.$$

Data: dari Kementerian Agama (2010:224)

$$e \text{ pk. 08 GMT} = -0^j 6^m 32^d.$$

$$e \text{ pk. 09 GMT} = -0^j 6^m 32^d.$$

$$\begin{aligned} e \text{ pk. 08. 39. 32,62 GMT} &= -0^j 6^m 32^d + 00^j 39^m 32,62^d \times (-0^j 6^m 32^d - (-0^j 6^m \\ &32^d)). \\ &= -0^j 6^m 32^d. \end{aligned}$$

$$\text{Cos (t-U)} = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x.$$

Data:

$$U = -77^0 48' 13,27''.$$

$$\phi^x = -5^0 07' 49,89''.$$

$$\delta^m = +19^0 15' 13,59'' \text{ (hasil interpolasi).}$$

$$e = -0^j 6^m 32^d. \text{ (hasil interpolasi).}$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus:

$$\text{Cos (t-U)} = \tan 19^0 15' 13,59'' \times \cos -77^0 48' 13,27'' : \tan -5^0 07' 49,89''.$$

$$t-U = 145^0 16' 21,8''.$$

Langkah keempat, menghitung sudut waku (t) dengan menggunakan rumus:

$$t = t-U + U.$$

Data:

$$t-U = 137^0 04' 32,87''.$$

$$U = -77^0 48' 13,27''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} t &= t-U + U. \\ &= 145^0 16' 21,8'' + (-77^0 48' 13,27'') \\ &= 67^0 28' 08,53'' \\ &= +4^j 29^m 52,57^d. \end{aligned}$$

Langkah kelima, menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal hakiki *bit-tahqiq* dengan menggunakan waktu hakiki/istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} + t \text{ (karena arah kiblatnya condong ke barat).}$$

Data:

$$t = 67^0 28' 08,53''$$

$$= +4^j 29^m 52,57^d.$$

Rasyd al-qiblah lokal di masjid Masjid Raya Makasar dengan waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST)

$$= \text{pk. } 12 + (+4^j 29^m 52,57^d).$$

$$= \text{pk. } 16. 29. 52,57 \text{ WH/ST.}$$

Langkah keenam, mengubah waktu *rasyd al-qiblah lokal hakiki bit-tahqīq* dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST) ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT). Karena lokasi berada di wilayah bujur timur (BT), maka digunakan rumus:

$$\text{WD} = \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) / 15. \text{ atau:}$$

$$\text{LMT} = \text{WH} - e + (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15.$$

Data:

$$\text{WH/ST} = \text{pk. } 16. 29. 52,57.$$

$$e = -0^j 6^m 32^d.$$

$$\text{BT}^d = 120^0.$$

$$\text{BT}^x = 119^0 25' 10,83''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\text{WD} = \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) / 15$$

$$\text{WITA} = \text{pk. } 16. 29. 52,57 - (-0^j 6^m 32^d) + (120^0 - 119^0 25' 10,83'') : 15$$

$$= \text{pk. } 16. 38. 43,85.$$

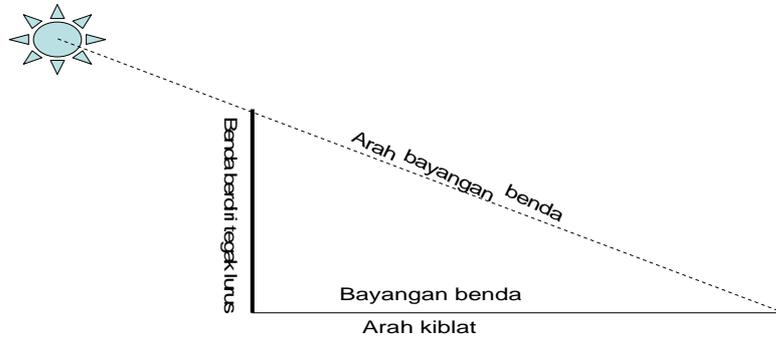
$$= \text{pk. } 16. 38. 44 \text{ (pembulatan).}$$

Rasyd al-qiblah lokal Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan, pada tanggal 27 Juli 2011 dengan hakiki *taqrībī* terjadi pukul 16. 39. 32,62 WITA. Sedangkan dengan hakiki *bit-tahqīq* terjadi pukul 16. 38. 43,85 WITA ada selisish $0^j 0^m 48^d,77$ (0,8 menit).

Kesimpulan.

Pada tanggal 27 Juli 2011 M., pk. 16. 38. 44 WITA, arah menuju matahari di Masjid Raya Makasar Sulawesi Selatan adalah merupakan arah kiblat, sehingga bayangan semua benda yang berdiri tegak lurus di tempat tersebut adalah arah kiblat.

Gambar 23
 Tanggal 27 Juli Mei 2011 pk. 16.38.44 WITA posisi matahari tepat melintas pada lingkaran kiblat Masjid Raya Makasar. Bayangan benda yang berdiri tegak di tempat tersebut adalah arah kiblat



Gambar 24
 Arah Kiblat Masjid Raya Makasar diambil dari *Google Earth* 2010



Contoh 2:

Menghitung *rasyd al-qiblah local* untuk Masjid Islamic Centre kota London Inggris pada tanggal 27 Juli 2011 M.

Dari *Google Earth* (2010), Masjid Islamic Centre kota London Inggris terletak pada bujur barat (BB^x) = $00^0 09' 54,1''$ dengan lintang (ϕ^x) = $+51^0 31' 44,05''$, sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) $39^0 49' 34,33''$ dengan lintang (ϕ^k) = $+21^0 25' 21,04''$

Langkah pertama melakukan hisab arah kiblat (B) dengan menggunakan

rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C.$$

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x . \\ &= 90^0 - (+51^0 31' 44,05''). \\ &= 38^0 28' 15,95''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k . \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= 00^0 09' 54,1'' + 39^0 49' 34,33'' \text{ (karena C dalam kelompok 3)} \\ &= 39^0 59' 28,43'' \text{ (T)}. \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan } b \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan } C. \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \sin 38^0 28' 15,95'' : \sin 39^0 59' 28,43'' - \cos \\ &\quad 38^0 28' 15,95'' \text{ cotan } 39^0 59' 28,43''. \end{aligned}$$

$$B = -61^0 02' 01,8'' \text{ ST (selatan timur).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Islamic Centre kota London Inggris adalah $61^0 02' 01,8''$ dari titik selatan ke arah timur.

Langkah kedua menghitung sudut pembantu (U) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan } U = \tan B \sin \phi^x .$$

Data:

$$B = -61^0 02' 01,8'' \text{ ST.}$$

$$\phi^x = +51^0 31' 44,05''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan } U &= \tan B \sin \phi^x . \\ &= \tan -61^0 02' 01,8'' \times \sin 51^0 31' 44,05''. \\ U &= -35^0 15' 39,13''. \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung t-U, menggunakan deklinasi (δ^m) dan *equation of time* (e) pada tanggal 27 Juli 2011 M pk. 12 LMT Masjid Islamic Centre Kota London (12 GMT) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cos } (t-U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x .$$

Data pukul 12:

$$U = -35^0 15' 39,13''.$$

$$\phi^x = +51^0 31' 44,05''.$$

$$\delta^m = +19^0 13' 21'' \text{ (Departemen Agama, 2010:224).}$$

$$e = -0^j 6^m 32^d. \text{ (Departemen Agama, 2010:224).}$$

Karena belum diketahui pukul berapa *rasyd al-qiblah lokal* terjadi di Masjid Islamic Centre Kota London pada tanggal 27 Juli 2011, maka cukup mengambil data δ^m dan e pada pukul 12 LMT (pk. 12 GMT) tersebut di atas. Namun hasil perhitungannya masih tergolong *haqiqi taqribi*, belum masuk dalam kategori *hakiki bit-tahqiq*.

Data tersebut dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cos (t-U)} &= \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x. \\ &= \tan +19^0 13' 21'' \times \cos -35^0 15' 39,13'' : \tan +51^0 31' 44,05'' \\ \text{t-U} &= 76^0 55' 28,99''. \text{ Karena U negatif, maka t-U tetap positif.} \end{aligned}$$

Langkah keempat, menghitung sudut waku (t) dengan menggunakan rumus:

$$t = \text{t-U} + U.$$

Data:

$$\text{t-U} = 76^0 55' 28,99''.$$

$$U = -35^0 15' 39,13''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} t &= \text{t-U} + U. \\ &= 76^0 55' 28,99'' + (-35^0 15' 39,13''). \\ &= 41^0 39' 49,86'' \\ &= +2^j 46^m 39,32^d. \end{aligned}$$

Langkah kelima, menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah lokal hakiki taqribi* dengan menggunakan waktu hakiki/istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} - t \text{ (karena arah kiblatnya condong ke timur).}$$

Data:

$$t = +2^j 46^m 39,32^d.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH atau ST} &= \text{pk. 12} - t . \\ \text{WH atau ST} &= \text{pk. 12} - (+2^j 46^m 39,32^d). \\ &= \text{pk. 09. 13. 20,68}. \end{aligned}$$

Langkah keenam, mengubah waktu *rasyd al-qiblah lokal hakiki taqrībī* Masjid Islamic Centre Kota London dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST) ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT). Karena lokasi berada di wilayah bujur barat (BB), maka digunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{WD} &= \text{WH} - e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15. \text{ atau:} \\ \text{LMT} &= \text{WH} - e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15. \end{aligned}$$

Data:

$$\begin{aligned} \text{WH/ST} &= \text{pk. 09. 13. 20,68}. \\ E &= -0^j 6^m 32^d. \quad (\text{Departemen Agama, 2010:224}). \\ \text{BB}^L &= 00^0 (\text{BB GMT}). \\ \text{BB}^x &= 00^0 09' 54,1''. \end{aligned}$$

Dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{LMT} &= \text{WH} - e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15. \\ &= \text{pk. 09. 13. 20,68} - (-0^j 6^m 32^d) - (00^0 - 00^0 09' 54,1'') : 15. \\ &= \text{pk. 09. 20. 32,29 (GMT)}. \end{aligned}$$

Kemudian berikutnya melangkah ke *rasyd al-qiblah lokal* Masjid Islamic Centre Kota London ke tingkat hakiki *bit-tahqīq* dengan menggunakan data δ^m dan e pada pukul 09. 20. 32,29 LMT (GMT) dengan kembali memulai dari langkah *ketiga*, yaitu:

Langkah ketiga, menghitung $t-U$, menggunakan δ^m dan e pk. 09. 20. 32,29 LMT (GMT), dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cos} (t-U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x.$$

Untuk mendapatkan data δ^m dan e pk. 09. 20. 32,29 LMT (GMT) harus dilakukan interpolasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \delta^m \text{ pk. 09. 20. 32,29 GMT} &= \delta^m \text{ pk. 09 GMT} + 00^j 20^m 32,29^d \times (\delta^m \text{ pk.} \\ &\quad 10 \text{ GMT} - \delta^m \text{ pk. 9 GMT}). \text{ Demikian juga,} \\ e \text{ pk. 09. 20. 32,29 GMT} &= e \text{ pk. 9 GMT} + 00^j 20^m 32,29^d \times (e \text{ pk. 10 GMT} - e \text{ pk.} \\ &\quad 9 \text{ GMT}). \end{aligned}$$

Data: dari Departemen Agama (2010:224)

$$\delta^m \text{ pk. 09 GMT} = +19^0 15' 02''.$$

$$\delta^m \text{ pk. 10 GMT} = +19^0 14' 29''.$$

Data dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} \delta^m \text{ pk. 09. 20. 32,29 GMT} &= 19^0 15' 02'' + 00^j 20^m 32,29^d \times (19^0 14' 29'' - 19^0 \\ &15' 02''). \\ &= +19^0 14' 50,7''. \end{aligned}$$

Data: dari Departemen Agama (2010:224)

$$e \text{ pk. 15 GMT} = -0^j 6^m 32^d.$$

$$e \text{ pk. 16 GMT} = -0^j 6^m 32^d.$$

Data dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} e \text{ pk. 09. 20. 32,29 GMT} &= -0^j 6^m 32^d + 00^j 20^m 32,29^d \times (-0^j 6^m 32^d - (-0^j 6^m \\ &32^d)). \\ &= -0^j 6^m 32^d. \end{aligned}$$

$$\text{Cos (t-U)} = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x.$$

Data:

$$U = -35^0 15' 39,13''.$$

$$\phi^x = +51^0 31' 44,05''.$$

$$\delta^m = +19^0 14' 50,7'' \text{ (hasil interpolasi).}$$

Data dimasukkan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cos (t-U)} &= \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x. \\ &= \tan 19^0 14' 50,7'' \times \cos -35^0 15' 39,13'' : \tan 51^0 31' 44,05''. \end{aligned}$$

$$t-U = 76^0 54' 21,96''. \text{ Karena U negatip, maka t-U tetap positip.}$$

Langkah keempat, menghitung sudut waku (t) dengan menggunakan

rumus:

$$t = t-U + U.$$

Data:

$$t-U = +76^0 54' 21,96''.$$

$$U = -35^0 15' 39,13''.$$

Dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} t &= t-U + U. \\ &= 76^0 54' 21,96'' + (-35^0 15' 39,13''). \\ &= 41^0 38' 42,83''. \end{aligned}$$

$$= +2^j 46^m 34,86^d.$$

Langkah kelima, menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah lokal hakiki bit-tahqīq* dengan menggunakan waktu hakiki/istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus:

$$\text{WH atau ST} = \text{pk. 12} - t \text{ (karena arah kiblatnya condong ke timur).}$$

Data:

$$t = +2^j 46^m 34,86^d.$$

Dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{WH atau ST} &= \text{pk. 12} - t. \\ &= \text{pk. 12} - (+2^j 46^m 34,86^d). \\ &= \text{pk. 09. 13. 25,14.} \end{aligned}$$

Langkah keenam, mengubah waktu *rasyd al-qiblah lokal hakiki bit-tahqīq* dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* (ST) ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT). Karena lokasi berada di wilayah bujur barat (BB), maka digunakan rumus:

$$\text{WD} = \text{WH} - e - (\text{BB}^d - \text{BB}^x) / 15. \text{ atau:}$$

$$\text{LMT} = \text{WH} - e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15.$$

Data:

$$\text{WH/ST} = \text{pk. 09. 13. 25,14.}$$

$$e = -0^j 6^m 32^d \text{ (hasil interpolasi).}$$

$$\text{BB}^L = 00^0 \text{ (BB GMT)}$$

$$\text{BB}^x = 00^0 09' 54,1''.$$

Dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{LMT} &= \text{pk. 09. 13. 25,14} - (-0^j 6^m 32^d) - (00^0 - 00^0 09' 54,1'') : 15. \\ &= \text{pk. 09. 20. 36,75 (GMT)}. \end{aligned}$$

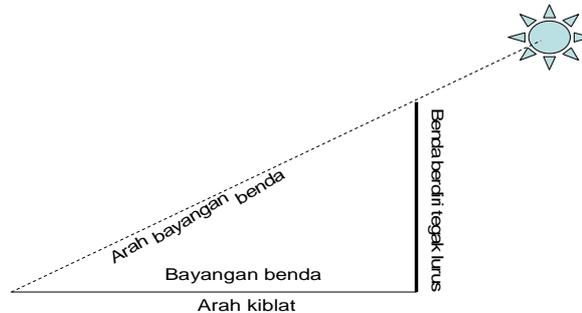
Rasyd al-qiblah lokal di Masjid Islamic Centre Kota London pada tanggal 27 Juli 2011 M dengan hakiki *taqrībī* terjadi pk. 09. 20. 32,29 LMT (GMT). Sedangkan dengan hakiki *bit-tahqīq* terjadi pk. 09. 20. 36,75 LMT (GMT). Ada selisih $0^j 0^m 04,46^d$.

Kesimpulan.

Pada tanggal 27 Juli 2011 M., pk. 09. 20. 36,75 dibulatkan menjadi pk. 09. 20. 37 LMT (GMT), arah menuju matahari di Masjid Islamic Centre Kota

London adalah merupakan arah kiblat, sehingga bayangan semua benda yang berdiri tegak lurus di tempat tersebut adalah arah kiblat.

Gambar 25
Tanggal 27 Juli 2011 M pk. 09.20.37 LMT (GMT) posisi matahari tepat melintas
lingkaran kiblat Masjid Islamic Centre Kota London. Bayangan benda yang
berdiri tegak di tempat tersebut adalah arah kiblat



Gambar 26
Arah Kiblat Masjid Islamic Centre Kota London diambil dari Google
Earth 2010



5. Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Alat Bantu Teodolit dari Posisi Matahari Setiap Saat.

Teodolit, khususnya yang digital dengan tingkat kesalahan maksimal 5” mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dibanding metode yang lain.

Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) adalah salah satu masjid yang arah kiblatnya diukur menggunakan alat bantu teodolit dengan tingkat kesalahan 5” telah menghasilkan arah kiblat yang akurat. Hal ini terbukti ketika diadakan pengecekan melalui berbagai metode, yang antara lain: *pertama*, melalui *Google Earth* (2010) arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah berimpit dengan garis kiblat *Google Earth*. *Kedua*, melalui *rasyd al-qiblah* global pada hari Jum’at Legi, 28 Mei 2010, pukul 16.17.56 WIB bayangan tembok / tiyang /

apapun yang berdiri tegak lurus di Masjid Agung Jawa Tengah saat itu berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah. *Ketiga*, melalui *rasyd al-qiblah* lokal pada hari Ahad Legi, 23 Mei 2010, pada pukul 16.03.45 WIB. bayangan tembok / tiyang / apapun yang berdiri tegak lurus di Masjid Agung Jawa Tengah saat itu juga berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu theodolit.

Pertama, menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat masjid / mushalla / tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

Kedua, mempersiapkan hasil hisab (hitungan) yang berkaitan dengan matahari, yang meliputi: sudut waktu matahari, tinggi matahari (atau jarak zenith matahari) arah matahari dan azimuth matahari pada saat pengukuran arah kiblat.

Ketiga, memasang baterai yang masih bagus pada theodolit.

Keempat, memasang theodolit dalam posisi yang benar-benar tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water plas yang ada pada theodolit.

Kelima, membidik matahari dengan mendasarkan kepada tinggi matahari atau jarak zenith matahari (tergantung theodolitnya), diusahakan waktunya sesingkat mungkin agar tidak ada bagian theodolit yang leleh karena kuatnya cahaya matahari.

Keenam, setelah matahari terbidik gerak horizontal harus dikunci, kemudian dinolkan.

Ketujuh, pembidikan harus disesuaikan dengan waktu yang diperhitungkan atau waktu pembidikan dijadikan acuan untuk memperhitungkan arah matahari dan azimuth matahari.

Kedelapan, menghitung jarak ke arah kiblat dari posisi matahari (jk), dengan langkah, azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari. Jika jk (jarak arah kiblat dari matahari) negatif, maka tambahkan pada bilangan 360^0 .

Kesembilan, lepas kunci horizontal theodolit, kemudian putar theodolit ke kanan atau ke kiri sampai pada bilangan arah kiblat dari posisi matahari (jk).

Kesepuluh, theodolit sudah mengarah ke arah kiblat. Selanjutnya adalah pengaturan lensa untuk pengukuran arah kiblat.

Untuk mendapatkan hasil hitungan yang berkaitan dengan matahari (langkah *kedua*) yang meliputi: sudut waktu matahari, tinggi matahari (atau jarak zenith matahari), arah matahari dan azimuth matahari pada saat pengukuran arah kiblat memerlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan data untuk bujur dan lintang tempat yang akurat. Untuk mendapatkan data bujur dan lintang tempat yang akurat, bisa menggunakan *Global Positioning Sistem (GPS)* atau menggunakan *Google Earth on line*.
- b. Mempersiapkan waktu atau jam yang akan digunakan untuk acuan pengukuran arah kiblat dengan catatan waktu harus akurat. Untuk mendapatkan waktu atau jam yang akurat dapat memperhatikan antara lain: 1). Jam *Global Positioning System (GPS)*, waktu yang ditunjukkan GPS sangat tepat karena langsung informasi satelit. 2). Jam radio, yaitu ketika akan disampaikan berita, selalu diawali dengan musik, kemudian diakhiri dengan suara tit, tit, tit. Tit terakhir menunjukkan tepat pukul 05, 06 dan sebagainya. 3). *Green Wich Mean Time (GMT) on time* di internet.
- c. Mempersiapkan data deklinasi matahari (δ) dan equation of time (e), pada saat akan dilakukan pengamatan / pembedikan matahari.
- d. Menghitung sudut waktu (t) matahari pada saat akan dilakukan pengamatan / pembedikan matahari, untuk daerah wilayah Bujur Timur (BT) dapat menggunakan rumus: $t = (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15$. Sedangkan untuk daerah wilayah Bujur Barat (BB) dapat menggunakan rumus: $t = (LMT + e - (BB^x - BB^L) / 15 - 12) \times 15$. LMT adalah singkatan dari *Local Mean Time*, yaitu waktu pertengahan setempat yang merupakan kebalikan dari *Universal Time (UT)* atau *Green Mean Time (GMT)*. Di Indonesia biasanya disebut Waktu Daerah (WD), yang meliputi: Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA), Waktu Indonesia Timur (WIT). BT^L adalah Bujur Timur *Local Mean Time*, yaitu Bujur Timur lipatan dari 15^0 . Untuk Waktu Indonesia Barat (WIB), $BT^L = 105^0$, untuk Waktu Indonesia Tengah (WITA), $BT^L =$

120^0 , untuk Waktu Indonesia Timur (WIT), $BT^L = 135^0$. BT^x adalah Bujur Timur (BT) setempat, maksudnya BT lokasi yang akan diukur arah kiblatnya. BB^x adalah Bujur Barat (BB) setempat atau BB lokasi yang akan diukur arah kiblatnya. BB^L adalah Bujur Barat (BB) *Local Mean Time* masing-masing negara yang merupakan lipatan dari 15^0 . Dalam perhitungan selanjutnya jika sudut waktu (t) negatif, maka harus diubah menjadi positif.

- e. Menghitung tinggi (h) matahari atau jarak zenith matahari (z). Untuk mendapatkan tinggi (h) matahari dapat menggunakan rumus: $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$. Dalam menghitung tinggi matahari penulis menggunakan rumus menghitung tinggi bulan. Menghitung tinggi (h) bulan bisa dibaca pada Departemen Agama (1981: 97). Sedangkan untuk mendapatkan jarak zenith (z) matahari bisa menggunakan rumus: $\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$.
- f. Menghitung arah matahari (A) dari titik utara atau selatan. Ketetapan utara atau selatan adalah tergantung plus (+) atau minus (-) nya hasil perhitungan. Jika hasil perhitungan plus (+), maka arah matahari dihitung dari titik utara. Sedangkan jika hasil perhitungan minus (-), maka arah matahari dihitung dari titik selatan. Untuk mendapatkan arah matahari tersebut dapat menggunakan rumus: $\cotan A = \tan \delta \cos \phi : \sin t - \sin \phi : \tan t$.
- g. Menghitung azimuth matahari. Dalam menghitung azimuth matahari harus memperhatikan arah matahari (A), apakah UT (Utara Timur), UB (Utara Barat), ST (Selatan Timur) atau SB (Selatan Barat). Jika arah matahari (A): 1). Utara Timur (A+), maka azimuth matahari = arah matahari (A). 2). Utara Barat (A+), maka azimuth matahari = $360^0 - A$. 3). Selatan Timur (A-), maka azimuth matahari = $180 + A$. 4). Selatan Barat (A-), maka azimuth matahari = $180 - A$.

Contoh 1.

Mengukur arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan menggunakan alat bantu teodolit dari sebelah utara payung elektrik pojok utara timur, pada tanggal, 13 Mei 2010 M. pukul 08.30 WIB.

Dengan menggunakan *Google Earth* (2010) maupun *Global Positioning System* (GPS) Masjid Agung Jawa Tengah terletak pada bujur (BT^x) = $110^0 26' 45,37''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-6^0 59' 01,27''$, sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) = $39^0 49' 34,33''$. pada lintang (ϕ^k) = $+21^0 25' 21,04''$.

Langkah *pertama* menentukan arah kiblat dan azimuth kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah.

(1). Untuk mendapatkan arah kiblat (B), dipergunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.}$$

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x. \\ &= 90^0 - (-6^0 59' 01,27''). \\ &= 96^0 59' 01,27''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k. \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= 110^0 26' 45,37'' - 39^0 49' 34,33'' \\ &= 70^0 37' 11,04'' \text{ (C kelompok 1, arah kiblat condong ke barat)}. \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.} \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \sin 96^0 59' 01,27'' : \sin 70^0 37' 11,04'' - \cos \\ &\quad 96^0 59' 01,27'' \text{ cotan } 70^0 37' 11,04''. \end{aligned}$$

$$B = 65^0 30' 21,45'' \text{ UB (utara barat).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Agung Jawa Tengah adalah $65^0 30' 21,45''$ dari titik utara ke arah barat.

Untuk mendapatkan azimuth kiblat (Az kiblat) di Masjid Agung Jawa Tengah, dapat dipergunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Az kiblat} &= 360^0 - B \text{ (karena B adalah utara barat).} \\ &= 360^0 - 65^0 30' 21,45''. \\ &= 294^0 29' 38,55''. \end{aligned}$$

Langkah *kedua*, mempersiapkan hasil hisab berkaitan dengan sudut waktu matahari (t), tinggi matahari (h), jarak zenith matahari (z), arah matahari dari utara/selatan (A), dan azimuth matahari (Az) untuk Masjid Agung Jawa Tengah,

tepatnya dari sebelah utara payung elektrik pojok utara timur, yang terletak pada bujur (BT^x) = $110^0 26' 45,37''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-6^0 59' 01,27''$. pada hari Kamis Legi, 13 Mei 2010 M. pukul 08.30 WIB. Kemudian tabel dari Departemen Agama (2010: 149) dengan diinterpolasi antara pukul 08 WIB (01 GMT) dan pukul 09 WIB (02 GMT), diperoleh deklinasi matahari (δ) = $+18^0 19' 09,5''$ dan equation of time (e) = $+0^j 3^m 39^d$.

Untuk mendapatkan sudut waktu matahari (t) dipergunakan rumus:

$$t = (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15.$$

Data:

$$LMT = \text{pk. 08.30 WIB}$$

$$e = +0^j 3^m 39^d.$$

$$BT^L = 105^0.$$

$$BT^x = 110^0 26' 45,37''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} t &= (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15. \\ &= (08.30 + (+0^j 3^m 39^d) - (105^0 - 110^0 26' 45,37'') / 15 - 12) \times 15. \\ &= -46^0 08' 29,63''. \\ &= 46^0 08' 29,63'' \text{ T (timur)}. \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan tinggi matahari (h) dipergunakan rumus:

$$\sin h = \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t.$$

Data:

$$\phi^x = -6^0 59' 01,27''.$$

$$\delta = +18^0 19' 09,5''.$$

$$t = 46^0 08' 29,63'' \text{ T.}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t. \\ &= \sin -6^0 59' 01,27'' \times \sin 18^0 19' 09,5'' + \cos -6^0 59' 01,27'' \times \cos 18^0 \\ &\quad 19' 09,5'' \times \cos 46^0 08' 29,63''. \\ h &= 37^0 55' 39,9''. \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan jarak zenith matahari (z) dipergunakan rumus:

$$\cos z = \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t.$$

Data:

$$\phi^x = -06^0 59' 01,27''.$$

$$\delta = +18^0 19' 09,5''.$$

$$t = 46^0 08' 29,63'' \text{ T.}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \cos z &= \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t. \\ &= \sin -6^0 59' 01,27'' \times \sin 18^0 19' 09,5'' + \cos -6^0 59' 01,27'' \times \cos 18^0 \\ &\quad 19' 09,5'' \times \cos 46^0 08' 29,63''. \end{aligned}$$

$$z = 52^0 04' 20,1''.$$

Untuk mendapatkan arah matahari (A) dipergunakan rumus:

$$\cotan A = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

Data:

$$\delta = +18^0 19' 09,5''.$$

$$\phi^x = -06^0 59' 01,27''.$$

$$t = 46^0 08' 29,63'' \text{ T.}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \cotan A &= \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t. \\ &= \tan 18^0 19' 09,5'' \times \cos -06^0 59' 01,27'' : \sin 46^0 08' 29,63'' - \sin -06^0 \\ &\quad 59' 01,27'' : \tan 46^0 08' 29,63''. \end{aligned}$$

$$A = 60^0 12' 15,25'' \text{ UT.}$$

Untuk mendapatkan Azimuth (Az) matahari, jika arah matahari (A): 1). Utara Timur (A+), maka azimuth matahari = arah matahari (A). 2). Utara Barat (A-), maka azimuth matahari = $360^0 - A$. 3). Selatan Timur (A-), maka azimuth matahari = $180 + A$. 4). Selatan Barat (A-), maka azimuth matahari = $180 - A$.

Data:

$$A = 60^0 12' 15,25'' \text{ UT (utara timur).}$$

Berarti,

$$\text{Azimuth matahari} = 60^0 12' 15,25'' \text{ (tetap karena UT).}$$

Langkah *ketiga*, memasang baterai yang masih bagus pada theodolit.

Langkah *keempat*, memasang theodolit dalam posisi yang benar-benar tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water plas yang ada pada theodolit.

Langkah *kelima*, membidik matahari yang pada pk. 08.30 WIB dengan

mendasarkan kepada jarak zenith matahari ($z = 52^{\circ} 04' 20,1''$).

Langkah *keenam*, setelah matahari terbidik secepatnya gerak horizontal dikunci, lensa diturunkan dan kemudina dinolkan.

Langkah *ketujuh*, pembidikan matahari pada pk. 08.30 dijadikan acuan untuk memperhitungkan arah matahari dan azimuth matahari. Pada jam tersebut arah matahari (A) = $60^{\circ} 12' 15,25''$ (UT), dan azimuth (Az) matahari = $60^{\circ} 12' 15,25''$.

Langkah *kedelapan*, menghitung jarak ke arah kiblat dari posisi matahari (jk), azimuth (Az) kiblat = $294^{\circ} 29' 38,55''$. sedangkan azimuth (Az) matahari = $60^{\circ} 12' 15,25''$. Jarak dari matahari ke arah Kiblat = $294^{\circ} 29' 38,55'' - 60^{\circ} 12' 15,25'' = 234^{\circ} 17' 23,30''$.

Langkah *kesembilan*, melepas kunci horizontal teodolit, kemudian memutar teodolit ke kanan sampai posisi $234^{\circ} 17' 23,30''$. Dalam layar teodolit bilangan yang ada adalah $234^{\circ} 17' 20''$ dan $234^{\circ} 17' 25''$. Dalam hal ini $234^{\circ} 17' 25''$ adalah lebih dekat, inilah yang diambil kemudian horizontal teodolit dikunci lagi. Dengan demikian teodolit sudah mengarah ke arah kiblat.

Langkah *kesepuluh*, teodolit sudah mengarah ke arah kiblat. Selanjutnya adalah pengaturan lensa dan pengukuran arah kiblat.

Gambar 27
Arah Kiblat Masjid Agung Jawa Tengah diambil dari
Google Earth 2010



Contoh 2.

Mengukur arah kiblat Masjid Melbourne Barat Australia, pada tanggal, 13 Mei 2011 M. pukul 15.30 LMT Melbourne.

Dengan menggunakan *Google Earth* (2010) maupun *Global Positioning System* (GPS) lokasi tersebut terletak pada bujur (BT^x) = $144^0 48' 04,16''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-37^0 46' 18,37''$. Sedangkan Ka'bah terletak pada bujur timur (BT^k) = $39^0 49' 34,33''$. pada lintang (ϕ^k) = $+21^0 25' 21,04''$.

Langkah *pertama* menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat untuk Masjid Melbourne Barat Australia.

Untuk mendapatkan arah kiblat (B), dipergunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.}$$

Data:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x. \\ &= 90^0 - (-37^0 46' 18,37'') \\ &= 127^0 46' 18,37''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k. \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,04''). \\ &= 68^0 34' 38,96''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= 144^0 48' 04,16'' - 39^0 49' 34,33'' \\ &= 104^0 58' 29,83'' \text{ (C kelompok 1, arah kiblat condong ke barat).} \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{cotan b} \sin a : \sin C - \cos a \text{ cotan C.} \\ &= \text{cotan } 68^0 34' 38,96'' \times \sin 127^0 46' 18,37'' : \sin 104^0 58' 29,83'' - \\ &\quad \cos 127^0 46' 18,37'' \times \text{cotan } 104^0 58' 29,83''. \end{aligned}$$

$$B = 81^0 03' 58,14'' \text{ UB (utara barat).}$$

Arah kiblat (B) Masjid Melbourne Barat Australia adalah $81^0 03' 58,14''$ dari titik selatan ke arah timur.

Untuk mendapatkan azimuth kiblat (Az kiblat) di Masjid Melbourne Barat Australia, dapat dipergunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Az kiblat} &= 360^0 - B \text{ (karena B adalah utara barat).} \\ &= 360^0 - 81^0 03' 58,14''. \\ &= 278^0 56' 01,86''. \end{aligned}$$

Langkah *kedua*, mempersiapkan hasil hisab berkaitan dengan sudut waktu

matahari (t), tinggi matahari (h), jarak zenith matahari (z), arah matahari dari utara/selatan (A), dan azimuth matahari (Az) untuk Masjid Melbourne Barat Australia, yang terletak pada bujur timur (BT^x) = $144^0 48' 04,16''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-37^0 46' 18,37''$. pada tanggal, 13 Mei 2011 M. pukul 15.30 LMT Melbourne. Kemudian tabel dari Departemen Agama (2010: 149) dengan diinterpolasi antara pukul 15 LMT (05 GMT) dan pukul 16 WIB (06 GMT), diperoleh deklinasi matahari (δ) = $+18^0 18' 04''$ dan equation of time (e) = $+0^j 3^m 39^d$.

Untuk mendapatkan sudut waktu matahari (t) dipergunakan rumus:

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15 - 12) \times 15.$$

Data:

$$\text{LMT} = \text{pk. 15.30 LMT Melbourne Barat (05.30 GMT)}.$$

$$e = +0^j 3^m 39^d.$$

$$\text{BT}^L = 150^0.$$

$$\text{BT}^x = 144^0 48' 04,16''.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} t &= (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15 - 12) \times 15. \\ &= (15.30 + (+0^j 3^m 39^d) - (150^0 - 144^0 48' 04,16'')) / 15 - 12) \times 15. \\ &= +48^0 12' 49,16'' \text{ B (barat)}. \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan tinggi matahari (h) dipergunakan rumus:

$$\sin h = \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t.$$

Data:

$$\phi^x = -37^0 46' 18,37''.$$

$$\delta = +18^0 18' 04''.$$

$$t = 48^0 12' 49,16'' \text{ B}.$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t. \\ &= \sin -37^0 46' 18,37'' \times \sin 18^0 18' 04'' + \cos -37^0 46' 18,37'' \times \cos 18^0 \\ &\quad 18' 04'' \times \cos 48^0 12' 49,16''. \\ h &= 17^0 55' 24,29''. \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan jarak zenith matahari (z) dipergunakan rumus:

$$\cos z = \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t.$$

Data:

$$\phi^x = -37^0 46' 18,37''.$$

$$\delta = +18^0 18' 04''.$$

$$t = 48^0 12' 49,16'' \text{ B.}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \cos z &= \sin \phi^x \sin \delta + \cos \phi^x \cos \delta \cos t. \\ &= \sin -37^0 46' 18,37'' \times \sin 18^0 18' 04'' + \cos -37^0 46' 18,37'' \times \cos 18^0 \\ &\quad 18' 04'' \times \cos 48^0 12' 49,16''. \end{aligned}$$

$$z = 72^0 04' 35,71''.$$

Untuk mendapatkan arah matahari (A) dipergunakan rumus:

$$\cotan A = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

Data:

$$\phi^x = -37^0 46' 18,37''.$$

$$\delta = +18^0 18' 04''.$$

$$t = 48^0 12' 49,16'' \text{ B.}$$

Data dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \cotan A &= \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t. \\ &= \tan 18^0 18' 04'' \times \cos -37^0 46' 18,37'' : \sin 48^0 12' 49,16'' - \sin -37^0 \\ &\quad 46' 18,37'' : \tan 48^0 12' 49,16''. \end{aligned}$$

$$A = 48^0 04' 32,71'' \text{ UB (utara barat).}$$

Untuk mendapatkan Azimuth (Az) matahari, jika arah matahari (A): 1).

Utara Timur (A+), maka azimuth matahari = arah matahari (A). 2). Utara Barat

(A+), maka azimuth matahari = $360^0 - A$. 3). Selatan Timur (A-), maka azimuth

matahari = $180 + A$. 4). Selatan Barat (A-), maka azimuth matahari = $180 - A$.

Data:

$$A = 48^0 04' 32,71'' \text{ UB (utara barat).}$$

Berarti:

$$\text{Az matahari} = 360^0 - 48^0 04' 32,71'' \text{ (kelompok 2).}$$

$$= 311^0 55' 27,29''$$

Langkah *ketiga*, memasang baterai yang masih bagus pada teodholit.

Langkah *keempat*, memasang teodholit dalam posisi yang benar-benar tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water plas yang ada pada

theodolit.

Langkah *kelima*, membidik matahari yang pada pk. 15.30 LMT Melbourne dengan mendasarkan kepada jarak zenith matahari ($z = 72^{\circ} 04' 35,71''$) atau tinggi matahari ($h = 17^{\circ} 55' 24,29''$). Hal ini tergantung tipe teodholitnya.

Langkah *keenam*, setelah matahari terbidik, secepatnya gerak horizontal dikunci, lensa diturunkan dan kemudina dinolkan.

Langkah *ketujuh*, pembidikan matahari pada pk. 15.30 dijadikan acuan untuk memperhitungkan arah matahari dan azimuth matahari. Pada jam tersebut arah matahari (A) = $48^{\circ} 04' 32,71''$ UB, dan azimuth (Az) matahari = $311^{\circ} 55' 27,29''$.

Langkah *kedelapan*, menghitung jarak ke arah kiblat dari posisi matahari (jk). Azimuth (Az) kiblat = $278^{\circ} 56' 01,86''$. Sedangkan azimuth (Az) matahari = $311^{\circ} 55' 27,29''$.

Jarak dari matahari ke arah Kiblat

$$= 278^{\circ} 56' 01,86'' - 311^{\circ} 55' 27,29''$$

$$= -32^{\circ} 59' 25,43'' \text{ (selatan matahari). Atau}$$

$$= 327^{\circ} 00' 34,57'' \text{ (} 360^{\circ} - 32^{\circ} 59' 25,43'' \text{)}.$$

Langkah *kesembilan*, melepas kunci horizontal teodholit, kemudian memutar teodholit ke kanan sampai posisi $327^{\circ} 00' 34,57''$. Dalam layar teodholit bilangan yang ada adalah $327^{\circ} 00' 30''$ dan $327^{\circ} 00' 35''$. Dalam hal ini $327^{\circ} 00' 35''$ adalah lebih dekat, inilah yang diambil kemudian horizontal teodholit dikunci lagi. Dengan demikian teodholit sudah mengarah ke arah kiblat di Masjid Melbourne Barat Australia.

Langkah *kesepluluh*, teodholit sudah mengarah ke arah kiblat. Selanjutnya adalah pengaturan lensa dan pengukuran arah kiblat.

