

## BAB IV

### ANALISIS FORMULA PENENTUAN ARAH KIBLAT DENGAN THEODOLIT DALAM BUKU *EPHEMERIS HISAB RUKYAT 2013*

#### A. Konsep Penentuan Arah Kiblat Dengan Theodolit Dalam Buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013*

Konsep penentuan arah kiblat dengan theodolit yang digunakan dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* pada dasarnya menggunakan prinsip-prinsip perhitungan dengan metode penentuan arah kiblat dengan bayang-bayang Matahari seperti metode dengan *Mizwala Qibla Finder* dan segitiga siku-siku yaitu dengan memperhitungkan sudut waktu, arah Matahari, azimuth Matahari, serta selisih azimuth Matahari dan azimuth kiblat. Namun ada beberapa ada beberapa langkah yang berbeda.

##### 1. Persiapan data

Dalam penentuan arah kiblat dengan theodolit, data yang diperlukan adalah koordinat tempat yaitu lintang tempat dan bujur tempat, koordinat Ka'bah (lintang Ka'bah dan bujur Ka'bah), deklinasi Matahari dan perata waktu (*equation of time*). Data koordinat tempat dapat dicari dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), deklinasi Matahari dan perata waktu diambil dari tabel data yang ada pada buku *ephemeris hisab rukyat 2013*.

## 2. Konversi dan Interpolasi Data

Data didalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* adalah data yang menggunakan zona waktu GMT(*Greenwich Mean Time*) sehingga jika pengukuran arah kiblat dilakukan pada zona waktu berbeda maka perlu adanya konversi waktu daerah ke waktu GMT. Misalnya Indonesia yang memiliki tiga zona waktu yaitu Waktu Indonesia Barat(WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA), Waktu Indonesia Timur (WIT). Untuk WIB zona waktunya adalah +7, WITA +8, dan WIT +9. Apabila pengukuran menggunakan WIB maka data yang diambil adalah pada jam pengukuran dikurang 7 jam.

Selanjutnya melacak nilai deklinasi Matahari ( $\delta^\circ$ ) pada waktu hasil konversi tersebut dan melacak nilai *Equation Of Time* pada saat Matahari berkulminasi atas.

## 3. Perhitungan Merridian Pass

Merridian Pass (MP) dikenal juga dengan istilah waktu kulminasi atas Matahari. Pada saat itu Matahari berada di garis Merridian Langit dengan sudut waktu  $0^\circ$ . Adapun rumus menentukan Merridian adalah:  $\mathbf{MP} = ((\mathbf{\lambda d} - \lambda) \div \mathbf{15}) + \mathbf{12} - \mathbf{e}$  di mana BD adalah bujur daerah dan  $\lambda$  bujur Tempat.

## 4. Perhitungan Sudut Waktu Matahari

Penentuan Sudut Waktu Matahari yaitu sudut yang dibuat oleh perpotongan lingkaran meridian dengan lingkaran waktu. Rumus yang digunakan dalam penentuan sudut waktu Matahari adalah:  $\mathbf{t_0} = (\mathbf{MP} - \mathbf{W})$

$\times 15$  di mana MP adalah Meridian Pass dan W adalah waktu pembedikan, dari rumus di atas hasil sudut waktu Matahari bernilai negatif jika Matahari berada di sebelah Barat dan bernilai positif jika Matahari berada disebelah Timur.

#### 5. Perhitungan Azimuth Matahari

Rumus Penentuan azimuth Matahari( $A_o$ ) pada buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* adalah:  **$\tan A_o = [(\cos \phi \tan \delta_o) \div \sin t_o] - (\sin \phi \div \tan t_o)$** . Hasil azimuth Matahari bernilai mutlak atau positif sehingga jika hasil azimuth Matahari negatif maka nilai tersebut dipositifkan.

#### 6. Perhitungan Arah Kiblat pada Theodolit

Dalam menentukan arah kiblat pada theodolit ada dua kriteria. *Pertama*, waktu pengukuran yang dibagi menjadi dua sebelum zhuhur dan sesudah zhuhur. *Kedua*, menentukan posisi Matahari berada di belahan Utara atau di belahan Selatan. Jika nilai deklinasi Matahari lebih besar dari lintang tempat maka Matahari berada di belahan Utara dan jika deklinasi Matahari lebih kecil dari lintang tempat maka Matahari berada dibelahan Selatan. Berikut adalah rumus arah kiblat pada theodolit(AK):

- a) Apabila nilai deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih besar daripada nilai Lintang tempat dan pembedikan dilakukan sebelum waktu zuhur maka  **$AK = 180 + AM + SK$**
- b) Apabila nilai deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih besar daripada nilai lintang tempat dan pembedikan dilakukan sesudah waktu zuhur maka  **$AK = SK - AM$**

- c) Apabila nilai deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih kecil daripada nilai Lintang tempat dan pembedikan dilakukan sebelum waktu zuhur maka  $\mathbf{AK} = \mathbf{180 - AM + SK}$
- d) Apabila nilai deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih kecil daripada nilai Lintang tempat dan pembedikan dilakukan sesudah waktu zuhur maka  $\mathbf{AK} = \mathbf{SK - AM}$

Dari rumus di atas, AK adalah Arah kiblat pada Theodolit, SK adalah sudut Kiblat yang dihitung dari titik Barat ke Utara, dan AM adalah Azimuth Matahari.

#### **B. Uji Akurasi Formula Arah Kiblat Dengan Theodolit Dalam Buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013***

Pengujian akurasi formula arah kiblat dengan theodolit dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya penulis menggunakan tempat kediaman penulis sendiri yaitu dilantai 3 pondok pesantren Darun Najaah, Jarakah, Tugu, Semarang, penulis menggunakan metode *Mizwala Qibla Finder* sebagai pembanding arah kiblat dengan theodolit dan penulis juga menggunakan metode pembanding dengan hasil theodolit itu sendiri yaitu dengan melakukan pembedikan dua kali pada jam yang berbeda.

Untuk data geografis kediaman penulis di lantai 3 Pondok Pesantren Daarun Najaah, penulis menggunakan data yang diperoleh dari GPS (*Global Positioning System*) yaitu  $-6^{\circ} 59' 07,9''$  LS dan  $110^{\circ} 21' 44,9''$ . Adapun untuk data geografis Ka'bah menulis menggunakan data  $21^{\circ} 25' 21'',04$  LU dan  $39^{\circ}$

49'34",33 BT<sup>1</sup>. Dengan empat data maka diperoleh arah kiblat untuk pondok pesantren Daarun Najaah yaitu 24° 30' 50,43" dari Barat ke arah Utara.

Adapun tahap-tahap yang dilakukan penulis dalam pengujian keakurasian arah kiblat dengan theodolit dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* adalah sebagai berikut: *Pertama*, menentukan waktu pembedikan dan mengkonversi ke waktu GMT. *Kedua*, mendata nilai *equation of time* pada jam kulminasi atas dan deklinasi Matahari pada jam pembedikan. *Ketiga*, melakukan perhitungan arah kiblat, meridian pass, sudut waktu, arah Matahari, dan arah kiblat pada theodolit(AK). *Keempat*, melakukan pembedikan Matahari dengan menghadapkan theodolit ke arah Matahari sehingga sinar Matahari fokus pada lensa theodolit dan mengunci theodolit dengan skrup *horizontal clamp* agar tidak bergerak. *Kelima*, Menekan Tombol 0-set agar nilai pada *horizontal angle* (HA) menunjukkan 0° dan mengendurkan skrup *horizontal clamp* agar theodolit bisa bergerak. *Keenam*, mengarahkan theodolit sedemikian rupa hingga layar theodolit (HA) menampilkan angka senilai dengan AK. *Ketujuh*, menurunkan theodolit sampai menyentuh tanah, memberi tanda atau titik pada sasaran itu sebanyak dua kali dengan jarak yang berbeda. Kemudian menghubungkan dua titik tersebut dan benang atau penggaris. *Kedelapan*, menghitung kemelencengan arah kiblat theodolit dengan arah kiblat *Mizwala Qibla Finder* yang sudah akurat dengan menggunakan rumus:  $\text{Tan kemelencengan} = (\text{selisih pangkal garis dengan ujung pangkal} / \text{panjang garis samping})$ .

---

<sup>1</sup> Data ini diperoleh dengan menggunakan Google Earth yang diambil dari foto satelit, maka diperoleh BT Ka'bah 39°49'34",33 BT dan lintang Ka'bah 21°25'21",04 LU. Lihat dalam Slamet Hambali, *Op. Cit*, hlm. 181-182

Berikut adalah beberapa pengujian yang dilakukan penulis untuk mengetahui tingkat akurasi penentuan arah kiblat theodolit dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013*:

1. **Pengujian hari pertama**, dilaksanakan pada hari Senin, 04 Maret 2013 pukul 07.40 WIB di pondok pesantren Darun Najaah dengan melakukan komparasi hasil pada metode *Mizwala Qibla Finder*. Adapun tahap dan hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Pengujian pada tanggal 04 maret 2013 M

b. Lokasi yang diukur = Pondok Pesantren Darun Najaah, jrahah

c. Lintang Tempat ( $\varphi$ ) =  $6^{\circ} 59' 07,9''$  LS

d. Bujur Tempat ( $\lambda$ ) =  $110^{\circ} 21' 44,9''$  BT

e. Pembidikan dilakukan pada jam 07:40 WIB atau 00:40 GMT.

f. Deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) jam 00:40 GMT

$\delta_o$  jam 00 GMT =  $-6^{\circ} 27' 33''$

$\delta_o$  jam 01 GMT =  $-6^{\circ} 26' 35''$

$A - (A - B) \times K/I$  =  $-6^{\circ} 27' 33'' - (-6^{\circ} 27' 33'' - -6^{\circ} 26' 35'')$

$\times 00:40/1$

=  $-6^{\circ} 26' 54,33''$

g. Equation Of Time (e) jam 05:00 GMT :  $-00^j 11^m 43^d$

h. MP =  $((BD - \lambda) \div 15) + 12 - e$

=  $((105 - 110^{\circ} 21' 44,9'') \div 15) + 12 -$

$(-00^j 11^m 43^d)$

= 11.50.16,01 WIB

$$\begin{aligned}
 \text{i. Sudut Waktu } (t_o) &= (MP - W) \times 15 \\
 &= (11^j 50^m 16,01^d - 07^j 40^m) \times 15 \\
 &= 62^\circ 34' 00,1''
 \end{aligned}$$

j. Azimuth Matahari ( $A_o$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Tan } A_o &= [((\cos \varphi \tan \delta_o) \div \sin t_o) - (\sin \varphi \div \tan t_o)] \\
 &= [((\cos -6^\circ 59' 7,9'' \times \tan -6^\circ 26' 54,33'') \div \\
 &\quad \sin 62^\circ 34' 00,1'') - (\sin -6^\circ 59' 7,9'' \div \tan \\
 &\quad 62^\circ 34' 00,1'')]
 \end{aligned}$$

$$A_o = 03^\circ 37' 56,19''$$

k. Arah Kiblat pada theodolit (AK)

Jika nilai Deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih besar daripada Lintang Tempat ( $\varphi$ ) dan pembedikan dilakukan sebelum waktu zhuhur maka  $AK = 180 + AM + SK$

$$AK = 180 + AM + SK$$

$$\begin{aligned}
 AK &= 180 + 03^\circ 37' 56,19'' + 24^\circ 30' 50,43'' \\
 &= 207^\circ 56' 11,78''
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian hari pertama menunjukkan bahwa ada kemelencengan antara metode penentuan arah kiblat pada theodolit dengan metode Mizwala Qibla Finder. Jarak pangkal garis dan jarak ujung pada garis terdapat selisih. Yaitu 3,3 cm (11,5 cm – 8,2 cm) dengan panjang sisi samping 26 cm. Sehingga jika dihitung kemelencengan mencapai **7° 14' 0,53''**.



**Gambar 4.1. Hasil Pengujian Hari Pertama 04 Maret 2013**

2. **Pengujian hari kedua**, dilaksanakan pada hari Rabu, 06 Maret 2013 di pondok pesantren Darun Najaah dengan dua kali pembidikan yaitu pada pukul 07.40 WIB dan 10.00 WIB. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Pembidikan pertama
- b. Lokasi yang diukur : Pondok Pesantren Darun Najaah, jrasah
- c. Lintang Tempat ( $\varphi$ ) :  $6^{\circ} 59' 07,9''$  LS
- d. Bujur Tempat ( $\lambda$ ) :  $110^{\circ} 21' 44,9''$  BT
- e. Pembidikan dilakukan pada jam 07:40 WIB atau 00:40 GMT.
- f. Deklinasi Matahari ( $\delta_0$ ) jam 00:40 GMT
 

$\delta_0$ jam 00 GMT	= $-5^{\circ} 41' 40''$
$\delta_0$ jam 01 GMT	= $-5^{\circ} 40' 14''$
$A - (A - B) \times K/I$	= $-5^{\circ} 41' 12'' - (-5^{\circ} 41' 12'' - -5^{\circ} 40' 14'')$ $\times 00:40/1$ = $-5^{\circ} 40' 33,33''$
- g. Equation Of Time (e) jam 05:00 GMT :  $-00^j 11^m 17^d$
- h.  $MP$ 

$$= ((BD - \lambda) \div 15) + 12 - e$$

$$= ((105 - 110^{\circ} 21' 44,9'') \div 15) + 12$$

$$- (-00^j 11^m 17^d)$$

$$\begin{aligned}
 &= 11.49.50,01 \text{ WIB} \\
 \text{i. Sudut Waktu } (t_o) &= (MP - W) \times 15 \\
 &= (11^j 50^m 16,01^d - 07^j 40^m) \times 15 \\
 &= 62^\circ 27' 30,1'' \\
 \text{j. Azimuth Matahari } (A_o) \\
 \text{Tan } A_o &= [((\cos \varphi \tan \delta_o) \div \sin t_o) - (\sin \varphi \div \tan t_o)] \\
 &= [((\cos -6^\circ 59' 7,9'' \times \tan -5^\circ 40' 33,33'') \div \sin 62^\circ 27' 30,1'') - (\sin -6^\circ 59' 7,9'' \div \tan 62^\circ 27' 30,1'')] \\
 A_o &= 02^\circ 44' 19,49''
 \end{aligned}$$

- Arah Kiblat pada theodolit (AK)

Jika nilai Deklinasi Matahari ( $\delta_o$ ) lebih besar daripada Lintang Tempat ( $\varphi$ ) dan pembedikan dilakukan sebelum waktu zhuhur maka

$$\begin{aligned}
 AK &= 180 + AM + SK \\
 AK &= 180 + AM + SK \\
 AK &= 180 + 02^\circ 44' 19,49'' + 24^\circ 30' 50,43'' \\
 &= 207^\circ 15' 9,92
 \end{aligned}$$

Pembedikan kedua:

- a) Waktu pengukuran : 09j 58m 12d WIB
- b) Equation Of time : -0j 11m 17d
- c) Deklinasi Matahari :  $-5^\circ 38' 18,76''$  (interpolasi)
- d) Arah Kiblat :  $24^\circ 30' 50,43''$
- e) Sudut Waktu :  $-27^\circ 54' 30,1''$
- f) Azimuth Matahari :  $01^\circ 9' 35,07''$
- g) Arah Kiblat Theodolit :  $205^\circ 40' 26,13''$

Hasil pengujian hari kedua dengan dua kali pengukuran pada jam yang berbeda menunjukkan bahwa ada kemelencengan antara hasil pembidikan pertama dengan hasil pembidikan kedua karena antara pangkal dan ujung kedua garis terdapat selisih yaitu 2,4 cm (11 cm – 9,4 cm) dengan panjang sisi samping 25 cm. Sehingga kemelencengan sebesar  $5^{\circ} 29; 0,93''$ .

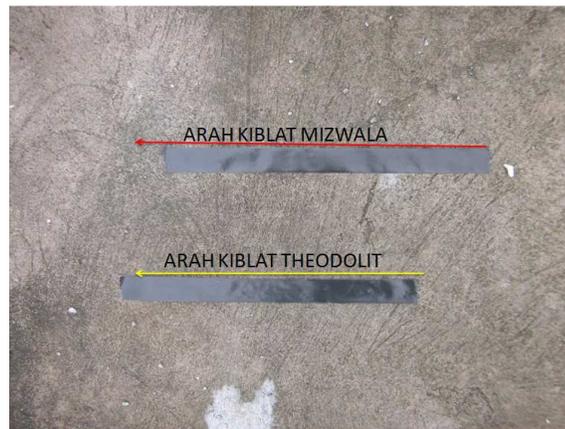


**Gambar 4.2. Hasil Pengujian Hari Kedua 06 Maret 2013**

3. **Pengujian hari Ketiga**, dilaksanakan pada hari Rabu, 08 Mei 2013 pukul 07.42 WIB di pondok pesantren Darun Najaah dengan melakukan komparasi hasil pada metode *Mizwala Qibla Finder*. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a) Equation Of time :  $0^j 03^m 30^d$
- b) Deklinasi Matahari :  $17^{\circ} 4' 55,76''$  (interpolasi)
- c) arah kiblat :  $24^{\circ} 30' 50,43''$
- d) Sudut Waktu :  $58^{\circ} 15' 45,1''$
- e) Azimuth Matahari :  $23^{\circ} 27' 16,62''$
- f) Arah Kiblat Theodolit :  $227^{\circ} 58' 7,06''$

Hasil pengujian hari ketiga menunjukkan bahwa tidak ada kemelencengan antara metode penentuan arah kiblat Theodolit dengan metode *Mizwala Qibla Finder*. karena antara pangkal dan ujung kedua garis tidak terdapat selisih. Sehingga arah kiblat theodolit dengan arah kiblat mizwala berhimpitan.



**Gambar 4.3. Hasil Pengujian Hari Ketiga 08 Mei 2013**

4. **Pengujian hari Keempat**, dilaksanakan pada hari Sabtu, 11 Mei 2013 pukul 07.45 WIB di pondok pesantren Darun Najaah dengan melakukan komparasi hasil pada metode *Mizwala Qibla Finder*. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a) Equation Of time : 0j 03m 20,25d
- b) Deklinasi Matahari : 17° 52' 20,25" (interpolasi)
- c) Arah kiblat : 24° 30' 50,43"
- d) Sudut Waktu : 57° 29' 0,1"
- e) Azimuth Matahari : 24° 33' 53,72"
- f) Arah Kiblat Theodolit : 229° 04' 44,16"

Hasil pengujian hari keempat menunjukkan bahwa tidak ada kemelencengan hasil arah kiblat theodolit yang pertama dengan yang kedua karena antara pangkal dan ujung kedua garis tidak terdapat selisih. Sehingga arah kiblat hasil kedua pembidikan tersebut saling sejajar.



**Gambar 4.4. Hasil Pengujian Hari Keempat 11 Mei 2013**

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebanyak empat kali ditempat kediaman penulis, arah kiblat yang dihasilkan oleh theodolit terdapat dua hasil yang berbeda pertama pada bulan maret kemelencengan yang besar yaitu mencapai  $5^{\circ} 29; 0,93''$  dan  $7^{\circ} 14' 0,53''$ . Dan pada Bulan mei hasil arah kiblat pada theodolit akurat dan tidak terdapat kemelencengan dengan metode *Mizwala Qibla Finder*.

Menurut analisis penulis, kemelencengan itu terjadi karena kesalahan (*error*) dalam merumuskan arah kiblat dengan theodolit yang dijelaskan dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* hingga fomula tersebut tidak dapat digunakan untuk waktu yang universal dan hanya akurat pada waktu tertentu.

Adapun beberapa kesalahan formula arah kiblat dengan theodolit tersebut adalah sebagai berikut: *Pertama*, rumus meridian pass yang hanya dapat digunakan untuk daerah bujur Timur. *Kedua*, rumus sudut waktu Matahari yang menghasilkan nilai negatif setelah Matahari berkulminasi dan positif sebelum Matahari berkulminasi. *Ketiga*, rumus azimuth Matahari, dalam rumus tersebut sudut waktu Matahari tidak dipositifkan dan hasil Arah Matahari yang dipositifkan. *Keempat*, rumus dalam menentukan arah kiblat pada theodolit menggunakan acuan besar deklinasi Matahari dan lintang tempat.

### **C. Formula Penentuan Arah Kiblat Dengan Theodolit Yang Ideal Dan Akurat**

Dengan adanya kesalahan formulasi arah kiblat dengan theodolit dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* kemudian bagaimanakah formulasi arah kiblat dengan theodolit yang ideal dan akura.

Berikut konsep penentuan arah kiblat yang ideal dan akurat adalah sebagai berikut:

#### **1. Arah dan Azimuth Kiblat**

Arah kiblat adalah arah yang terdekat menuju ka'bah melalui lingkaran yaitu lingkaran yang berhimpit pusat Bumi, sehingga setiap tempat mempunyai nilai arah kiblat yang berbeda. Bagi orang yang berada di sebelah timurnya mekkah maka arah kiblatnya adalah menghadap keBarat dan untuk orang yang berada di sebelah Barat mekkah maka arah kiblatnya menghadap ketimur.

## 2. Waktu Meridian Pass

Meridian Pass (MP) adalah waktu saat Matahari berada pada lingkaran Meridian langit yaitu lingkaran yang melalui zenith, kutub langit Utara, Utara, nadir, kutub langit Selatan dan Selatan. Lingkaran ini membagi bola langit menjadi dua bagian sama besar yaitu belahan langit timur dan belahan langit Selatan.

Waktu Meridian Pass disebut juga waktu kulminasi Matahari atas atau waktu tepat tengah hari. menurut waktu Hakiki yaitu waktu berdasarkan pergerakan semu Matahari sebenarnya, waktu Meridian pass adalah pada jam 12 siang. Sehingga untuk menentukan waktu meridian pass perlu dilakukan konversi ke waktu pertengahan dan waktu daerah. Waktu MP ini dapat dikonversi ke waktu pertengahan setempat dengan rumus  $MP = 12 - e$  di mana  $e$  adalah equation of time (perata waktu) yaitu selisih waktu hakiki dengan waktu pertengahan.

Selanjutnya untuk menentukan waktu meridian pass berdasarkan waktu daerah adalah dengan interpolasi waktu setempat ke waktu daerah (WD). Interpolasi waktu daerah dapat dihitung dengan rumus  $WD = \text{Waktu setempat} - (\lambda - \lambda_d) \div 15$  untuk wilayah bujur timur dan untuk wilayah bujur Barat  $WD = \text{Waktu setempat} + (\lambda - \lambda_d) \div 15$  di mana  $\lambda$  bujur tempat dan  $\lambda_d$  bujur daerah. Sehingga untuk menentukan waktu MP dapat dihitung dengan rumus

$$\text{Wilayah bujur timur} \quad \rightarrow MP = 12 - e - (\lambda - \lambda_d) \div 15$$

$$\text{Wilayah bujur Barat} \quad \rightarrow MP = 12 - e + (\lambda - \lambda_d) \div 15$$

### 3. Sudut Waktu Matahari

Sudut waktu Matahari adalah sudut yang dibentuk oleh titik perpotongan antara lingkaran meridian dengan lingkaran waktu yaitu lingkaran yang melalui kutub langit Utara, Matahari, dan kutub langit Selatan. Sudut waktu bernilai negatif jika Matahari berada di belahan timur dan bernilai positif jika Matahari berada di belahan Barat. Sudut waktu Matahari disebut juga dengan istilah *Hour Angle* atau sudut jam bintang dan dilambangkan dengan huruf ( $t_0$ ).

Berdasarkan definisi di atas maka sudut waktu adalah selisih antara waktu pembedikan dengan waktu meridian pass. Kemudian dikalikan dengan 15 untuk mengkonversikan dari satuan waktu (jam) ke satuan sudut (derajat). Dengan demikian sudut waktu Matahari dapat dihitung dengan rumus:  $t_0 = (WB - MP) \times 15$  di mana  $t_0$  adalah sudut waktu Matahari dan WB adalah waktu pembedikan.

### 4. Arah Matahari dan Azimuth Matahari

Pergerakan semu Matahari dalam sehari dalam koordinat Horizon tidaklah selalu di belahan Utara atau di belahan Selatan. Namun posisi Matahari sangat ditentukan oleh deklinasi Matahari, lintang Tempat, dan sudut waktu Matahari. Bila lintang Selatan maka pergerakan Matahari mulai dari terbitnya akan semakin ke Utara sampai selisih deklinasi Matahari dengan lintang tempat pada waktu kulminasi atas. begitu pula sebaliknya jika lintang Utara maka pergerakan Matahari dari terbitnya akan semakin ke

Selatan sampai selisih deklinasi Matahari dengan lintang tempat pada waktu kulminasi atas.

Dalam menentukan arah Matahari dapat digunakan rumus segitiga bola (*Spherical Trigonometry*) yang telah disederhanakan yaitu **Cotan Am =  $\tan \delta_0 \cos \varphi \div \sin t_0 - \sin \varphi \div \tan \delta_0$**  di mana Am adalah arah Matahari,  $\delta_0$  adalah deklinasi Matahari,  $\varphi$  adalah lintang tempat dan  $t_0$  adalah sudut waktu Matahari mutlak (positif). apabila hasil arah Matahari positif maka arah Matahari dihitung dari titik Utara dan apabila hasil arah Matahari negatif maka arah Matahari dihitung dari titik Selatan. Sehingga untuk menentukan azimuth Matahari yaitu arah yang dihitung dari titik Utara searah jarum jam sampai proyeksi Matahari pada ufuk dapat digunakan rumus sebagai berikut:

- a) Jika hasil arah Matahari positif dan pembedikan dilakukan sebelum waktu meridian pass maka **Azimuth Matahari = Am**
- b) Jika hasil arah Matahari positif dan pembedikan dilakukan setelah waktu meridian pass maka **Azimuth Matahari = 360 – Am**
- c) Jika hasil arah Matahari negatif dan pembedikan dilakukan sebelum waktu meridian pass maka **Azimuth Matahari = 180 + Am**
- d) Jika hasil arah Matahari negatif dan pembedikan dilakukan setelah waktu meridian pass maka **Azimuth Matahari = 180 – Am**

Rumus azimuth Matahari juga dapat digunakan dengan kriteria sudut waktu dan arah Matahari yaitu sebagai berikut:

- a) Jika hasil arah Matahari positif dan sudut waktu Matahari negatif maka **Azimuth Matahari = Am**

b) Jika hasil arah Matahari negatif dan sudut waktu Matahari negatif maka

$$\text{Azimuth Matahari} = 180 + \text{Am}$$

c) Jika hasil arah Matahari positif dan sudut waktu Matahari positif maka

$$\text{Azimuth Matahari} = 360 - \text{Am}$$

d) Jika hasil arah Matahari negatif dan sudut waktu Matahari positif maka

$$\text{Azimuth Matahari} = 180 - \text{Am}$$

#### 5. Arah Kiblat pada Theodolit

Dalam pelaksanaan penentuan arah kiblat dengan Theodolit , arah kiblat pada Theodolit (AK) adalah selisih azimuth Matahari dan azimuth kiblat. oleh karena pergeseran theodolit searah jarum semakin kekanan nilai Horizontal Angle (HA) semakin besar maka rumus arah Kiblat pada theodolit adalah azimuth kiblat dikurang azimuth Matahari dan jika nilainya negatif maka ditambah 360 derajat atau dengan menggunakan rumus:

a) Jika Azimuth Kiblat lebih besar daripada Azimuth Matahari Maka **AK =**

$$\text{Azimuth Kiblat} - \text{Azimuth Matahari}$$

b) Jika Azimuth Kiblat lebih kecil daripada Azimuth Matahari Maka **AK =**

$$360 + \text{Azimuth Kiblat} - \text{Azimuth Matahari.}$$