#### **BAB III**

#### PENENTUAN ARAH KIBLAT

#### DENGAN LINGKARAN JAM TANGAN ANALOG

Penentuan arah kiblat yang digunakan umumnya mengacu pada arah utara geografis (true north). Arah utara dapat dicari dengan berbagai alat, salah satunya adalah dengan kompas. Namun pada aplikasinya, walaupun kompas dapat menentukan arah utara atau arah kiblat berkali-kali dalam sehari, akan tetapi sebagaimana telah dijelaskan arah yang ditunjukkan oleh kompas bukanlah arah utara geografis melainkan arah utara magnetik, sehingga keakuratan kompas dalam menunjukkan arah kiblat masih perlu dikoreksi. Alat lain yang dapat digunakan untuk mencari arah utara sejati adalah theodolit, akan tetapi dalam penggunaan theodolit tidak seefektif kompas, selain harganya yang cukup mahal, ukuran theodolit juga cukup besar sehingga menyebabkan alat tersebut tidak mudah untuk dibawa kemana-mana. Alat lain yang juga dapat digunakan untuk mencari arah utara sejati adalah jam tangan analog. Selain dikenal untuk menunjukkan waktu, jam tangan analog juga bisa digunakan untuk mencari arah kiblat dengan mudah dan praktis.

#### A. Konsep Umum Jam Tangan

Secara bahasa, jam berasal dari bahasa Prancis atau bahasa Latin yaitu "clock" atau "clocca" atau "klok" dari bahasa Belanda dan "glocke" dari bahasa Jerman yang berarti perhatian atau kepentingan. Istilah ini sudah mulai digunakan sejak abad ke-14 sekitar 700 tahun silam sebagai alat

penentu waktu. Sedangkan secara istilah, jam dapat diartikan sebagai sebuah mesin untuk mengukur waktu, menandai waktu dengan posisi tangan di atas bidang datar, atau dengan memukul palu pada jam. Sedangkan istilah jam tangan (watch) berasal dari bahasa Inggris woecce panggilan untuk para penjaga malam di Inggris atau yang mengatakan istilah itu berasal dari para pelaut yang tengah berjaga (watches) kapal yang tengah berlabuh. <sup>1</sup> Dengan demikian, jam tangan adalah aksesoris yang berupa mesin yang dipakai di pergelangan tangan sebagai penunjuk waktu.

Konsep jam tangan didasarkan pada rotasi Bumi pada porosnya dalam sehari semalam 24 jam, atau lebih tepatnya dalam 23 jam 56 menit 4 detik. Hari surya rata-rata yang digunakan dalam perhitungan waktu biasa oleh negara-negara modern dimulai pada tengah malam. Jam yang diberi nomor dari 1 sampai 12 yang terdiri dari dua seri. Seri pertama yang disebut AM (ante meridian) yaitu sebelum tengah hari. Dan seri kedua disebut PM (posting meridian) yaitu setelah tengah hari. Namun berbeda halnya dengan orang-orang Babel yang memulai hari mereka saat Matahari terbit, orang Atena dan orang-orang Yahudi saat Matahari terbenam, orang Mesir kuno dan Roma pada saat tengah malam.<sup>2</sup>

Orang-orang Babylonia adalah yang pertama kali membagi satu jam dalam jam tangan ke dalam periode enam puluh menit. Mereka juga yang pertama kali membagi lingkaran menjadi 360 derajat. Dan pada sekitar 130 M, Claudius Ptolemy membagi tiap derajat menjadi 60 bagian. Bagian

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Arthur Hayden, *Chats on Old Clocks*, London: T. Fisher Unwin LTB. 1971,hlm. 27 <sup>2</sup> *Ibid*, ,hlm. 28-29

pertama disebut dengan *partes minutae primae* yang artinya menit pertama, bagian yang kedua disebut *partes minutae secundae* atau menit kedua, dan seterusnya. Walaupun ada 60 bagian, yang digunakan hanyalah 2 bagian yang pertama saja yaitu bagian yang pertama menjadi menit, dan bagian yang kedua menjadi detik. Sedangkan sisa 58 bagian yang lainnya membentuk satuan waktu yang lebih kecil daripada detik. <sup>3</sup>

#### B. Sejarah Jam Tangan

Manusia telah mengenal waktu sejak jaman dulu. Pada zaman purba manusia membagi waktu menjadi dua bagian yaitu saat terang yang disebut dengan siang dan saat gelap yang disebut dengan malam. Sebelum ditemukannya alat pengukur waktu, manusia mengukur waktu dengan memperhatikan bayangan benda-benda yang berdiri tegak seperti pohon, ketika bayang-bayang pohon bergerak memanjang manusia mulai keluar dari tempat tinggalnya untuk berburu dan ketika bayang-bayang pohon bergerak memendek, mereka mulai kembali ke tempat tinggal mereka.

Jam Matahari<sup>6</sup> adalah jam tertua atau biasanya disebut jam *sundial* adalah jam yang pertama kali digunakan sekitar 3500 sebelum Masehi

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> *Ibid*, hlm. 30

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Rene R J Rohr, Sundial: *HistoryTheory and Practice*, New York: Dover, 1996, hlm. 3 <sup>5</sup>Lawrence E Jones, *The Sundial and Geometry*, Glastonbury: North American Sundial

Society, 2005 hlm. 3

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Secara etimologi *sundial* berasal dari bahasa inggris yang artinya alat petunjuk waktu dengan bantuan bayangan sinar Matahari. *Sundial* dalam bahasa Arab disebut *as-sa'ahasy-syamsiyah*atau *mizwala*. kedua istilah tersebut digunakan dalam bahasa arab modern. Di Indonesia *sundial* lebih dikenal dengan sebutan *bencet* yang berarti alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Alat ini berguna untuk mengetahui waktu Matahari hakiki, tanggal Syamsiah serta untuk mengetahui

Sundial terdiri atas beberapa jenis, yaitu sundial horisontal, vertikal, ekuatorial dan meridian. Masing-masing sundial memiliki aturan tersendiri dalam pembuatannya. Prinsip kerja jam ini yaitu dengan menunjukkan berdasarkan letak Matahari dengan cara melihat bayangan Matahari.

Pada permulaan abad ke-20 para arkeolog menemukan sebuah sundial yang diperkirakan telah dibuat sekitar abad 370 SM, sundial tersebut merupakan sundial yang pertamakali ditemukan, seiring perkembangannya para arkeolog mulai menemukan sundial-sundial lain yang berumur lebih tua dan kebanyakan sundial tersebut ditemukan di daerah Mesir..8

Pada tahun 1500 SM orang Mesir juga menggunakan jam air yang diberi nama Clepsydra. Alat ini terdiri atas tabung kerucut yang menyempit ke dasar, dengan sebuah lubang di sisi dekat alas. Ketika air mengalir melalui lubang, turunnya permukaan air dalam tabung memberi ukuran jangka waktu yang terlampaui. Jam air masuk ke Cina sekitar tahun 200 SM dan tetap menjadi standar pengukuran waktu di sana sampai akhir abad pertengahan. Penemuan Horology yang gemilang di Cina sebenarnya adalah sebuah jam air monumental yang dibangun oleh Su Song di penghujung abad ke-11 M. jam air ini digerakkan oleh sebuah kincir air bergaris tengah sekitar 3 meter,

pranotomongso. Lihat dalam John M Echols Dan Hasan Shadily, Kamus Inggris Indonesia, Jakarta: Gramedia, 2003, Cet XXV, hlm 586, lihat juga Susiknan Azhari, Op. cit, hlm 198

Rene R J Rohr, op. cit, hlm. 47

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> R Newton Mayyal dan Margaret W Mayyal, Sundials Their Contruction and Use, Cambridge: Sky Pub Corp, 1994, hlm 3

kecepatan rotasinya dikontrol oleh sebuah mekanisme gerak yang mengatur agar roda bergerak pada putaran yang tepat.<sup>9</sup>

Jam air paling canggih pertama kali ditemukan di zaman kejayaan Islam yang dibuat oleh Al-Jaziri pada tahun 1136-1206 yang berbentuk gajah dan bisa menghasilkan suara tiap jam. Jam astronomi terbesar yang dibuat Al-Jazari disebut *Castle Clock*, yang dianggap menjadi analog komputer terprogram pertama. Ketika al-Jazari membuat jam air pada abad 12 dan awal 13, dunia kekhalifahan Islam masing-masing wilayah ingin membuat wilayah-wilayah sendiri-sendiri, melepaskan diri dari tali ikatan kekhalifahan. Jadi kalaupun ada kekhalifahan, sudah tidak ada lagi sesolid dan sekuat dahulunya. Jam air yang relatif modern seringkali dijadikan hadiah kepada raja-raja di Eropa, dimana masyarakat Eropa saat itu masih jauh ketinggalan dengan Ilmuan muslim dalam hal ilmu pengetahuan dan teknologi. Sehingga jam bagi mereka merupakan hadiah yang sangat istimewa, baik dari sisi kebendaannya, terlebih lagi dari sisi ilmu teknologinya. <sup>10</sup>

Pada 1.300 SM, Ctesibus dari Alexsandria membuat jam dengan menggunakan instrumen pasir. Pasir yang diisi di dalam tabung itu jatuh ke bawah melewati bagian tabung yang sempit untuk menunjukan waktu tertentu. Lalu, tabung itu dibalik 180 derajat untuk mengulangi pengukuran waktu. Jam Pasir atau *Hourglass* terdiri dari dua kaca gembung yg diisi pasir halus (satu diatas satu dibawah) dan dihubungkan oeh pipa sempit. Rata-rata

<sup>9</sup> Ahmad Y. Hasan dan Donald R. Hiil, *Islamic Tecnology: An Illustrated History*, diterjemahkan oleh Yuliana Liputo, "Teknologi Dalam Sejarah Islam", Bandung: Mizan, 1993, hlm. 83-84

Darmawan Abdullah, Jam Hijriyah: Menguak Konsepsi Waktu dalam Islam, Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2011, hlm. 92

menunjukan waktu selama satu jam. Faktor yang berpegaruh dalam penunjukan waktu adalah, volume tabung, jenis kualitas pasir dan lebar leher. Menurut beberapa ahli jam pasir diciptakan di Alexandria sekitar pertengahan abad ketiga. Dimana pada masa itu, orang-orang membawa jam pasir kemana-mana seperti yang kita lakukan dengan jam sekarang ini. Pada zaman dahulu di Inggris, jam pasir digunakan untuk mengetahui panjang khotbah seorang pendeta di gereja. Jam pasir diletakkan di sudut mimbar, ketika pasir yang terdapat pada jam pasir telah habis maka khotbah pun juga selesai. 11

Jam dengan alat berat pertama kali diciptakan Ibnu Khalaf al-Muradi dari Islam Spanyol. Ahmad Y al-Hassan dan Donald R Hill dalam bukunya Islamic Technology: An Illustrated History mengungkapkan, ilmuwan Muslim yang menciptakan jam mekanik lainnya adalah Taqi al-Din. Taqi al-Din menguraikan konstruksi jam yang dikendalikan pemberat dengan mekanisme gerak berupa verge and foliot, suatu rangkaian air yang berdetak, sebuah alarm, dan pemodelan fase-fase bulan. 'Dia juga menjabarkan tentang pembuatan jam yang dijalankan pegas dengan penggerak silinder-konis. 12

Taqi al-Din lebih awal menguasai seni horologi (seni pembuatan jam) dibandingkan orang Eropa. Sayangnya, penguasaan teknologi jam itu tak dibarengi dengan munculnya industri arloji di Turki. Justru negara-negara Eropa lah yang memasok jam-jam murah bagi Turki. Umat Islam saat itu tak mampu menjadikan temuannya menjadi sebuah industri. baru lah pada tahun 1950an dilahirkan jam digital. The Hamilton Watch Co of Lancaster,

<sup>11</sup> Rev. Alfred Taylor. The Watch And The Clock, New York: Phillips & Hunt, 1883, hlm. 2-3 $_{\rm ^{12}}$ Ahmad Y. Hasan dan Donald R. Hiil,  $\it Op.~Cit,~hlm.~87$ 

Pennsylvania, adalah perusahaan yang pertama kali membuat jam elektrik/digital. <sup>13</sup>

Akhir tahun 1600an, jam mulai dibuat tegak. Di awal tahun 1700, mesinnya mulai diberi pembungkus dari kuningan. Kemudian di abad yang sama jam diperkaya dengan penutup kaca dan jarum penunjuk menit. Tidak hanya itu , mulai tahun 1656 diperkenalkan pula jam dengan pemberat dan pendulum bertali pendek yang dikemas dalam kotak kayu dan bisa digantung didinding. Dengan begitu lahirlah jam ding-dong, atau *grand father's clock* dengan pendulum sebagai alat pengukur waktu yang andal. <sup>14</sup>

Pada tahun 1600-an jam mekanik yang awalnya hanya digunakan sebagai penunjuk waktu berkembang menjadi perhiasan. Ketika itu, jam mekanik terbuat dari uang logam, logam berharga, ataupun bahan perhiasan lainnya. Dengan demikian jam mekanik pun dipandang sebagai bagian dari perhiasan. Tahun 1700 hingga 1800 merupakan masa dimana jam mekanik yang di simpan di saku bermigrasi menjadi jam tangan (arloji) yang bisa digunakan dipergelangan tangan. Hal ini tentu memudahkan bagi para pengguna penunjuk waktu itu. Meskipun pada awalnya sulit untuk menyesuaikan desain jam tangan (arloji) dengan anatomi tangan serta pengaruh kegiatan tangan dengan sistem keakuratan waktu namun seiring perkembangan semua mampu teratasi. <sup>15</sup>

13 Ibid

15 Ibid

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup>George I. Overton, *Clocks And Watches*, London: Fellow Of The British Horological Institute, 1922, hlm.94-95

### C. Jenis-Jenis Jam Tangan

Jam tangan terbagi dalam dua model yaitu jam tangan analog dan jam tangan digital. Penampilan jam tangan analog adalah model jam tangan yang tradisional. Jam analog biasanya menunjukkan waktu menggunakan sudut (yang dibentuk dari dua sisi, yakni sisi jarum



utama penunjuk jam dan sisi kedua penunjuk menit). Banyak jam tangan yang menggabungkan jarum ketiga penunjuk, yakni jarum ketiga sebagai penunjuk detik. Tampilan jam yang paling umum menggunakan angka tetap. Memiliki skala melingkar sebanyak 12 jam, yang juga dapat berfungsi sebagai skala 60 menit, dan 60 detik jika jam memiliki tiga jarum penunjuk. <sup>16</sup>

Tipe lain dari jam analog adalah jam matahari, yang melacak matahari terus menerus, menentukan waktu dengan posisi bayangan *gnomon* (tiang tegak di tengah lempengan). Matahari (waktu hakiki) tidak sesuai dengan waktu daerah, maka pengguna harus menambahkan satu jam dalam perhitungan. Koreksi juga harus dibuat untuk persamaan waktu (equation of time), dan untuk perbedaan antara bujur dari matahari dan meridian tempat dari zona waktu yang sedang dicari (yaitu 15 derajat ke sebelah timur dari meridian utama untuk setiap jam zona waktu dari GMT). *Sundial* atau jam matahari menggunakan beberapa bagian atau kesuluruhan bagian dari angka

-

http://en.wikipedia.org/wiki/Clock#Analog\_clocks,( diakses pada Sabtu, 20 Oktober 2012 pukul 12.48 wib), lihat juga http://en.wikipedia.org/wiki/Watch#Analog, (diakses pada 20 Oktober. 2012, pukul 12.50 WIB)

24 jam. Ada juga jam yang menggunakan tampilan digital namun memiliki mekanisme analog hal tersebut sering disebut sebagai jam flip.<sup>17</sup>



Jam digital adalah tipe lain dari jam yang menampilkan waktu dalam digital. Jam digital dijalankan secara elektronik. Jam digital umumnya menggunakan 50 atau 60 hertz osilator AC atau kristal osilator seperti dalam jam kuarsa untuk menjalankannya. Kebanyakan jam digital

menampilkan jam dalam format hari 24 jam, di Amerika dan beberapa negara lain menggunakan pewaktu dalam format 12 jam dengan indikasi pembeda "AM" atau "PM".Untuk menampilkan waktu, kebanyakan jam digital menggunakan tujuh-segmen LED, VFD, atau LCD untuk tampilan waktu dalam empat digit. Umumnya termasuk juga elemen lain seperti penunjuk AM atau PM, alarm dan yang lannya. <sup>18</sup>

Selain sebagai penunjuk waktu, jam tangan analog juga dapat digunakan oleh orang-orang yang senang berpetualang di alam liar untuk menentukan arah mata angin secara sederhana apabila tidak membekali diri dengan kompas petunjuk arah. Penggunaan jam tangan analog sebagai kompas yaitu sebagai berikut:

 Pada belahan Bumi bagian selatan, arahkan angka 12 pada jam tangan menghadap Matahari, dan bagi dua sudut antara angka 12 dengan jarum penanda jam. Maka garis tengahnya menunjukan arah utaraselatan.

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Denis Savoie, Les Cadrans Solaires, Bob Mizon, "Sundial Design Contuction And Use", Chichester: Praxis Publishing, 2009, Hlm 37-38

2. Pada belahan Bumi bagian utara, pegang jam tangan secara horizontal dan arahkan jarum penanda jam pada Matahari. Bagi dua sudut antara jarum jam dengan angka 12 pada jam untuk mendapatkan garis utaraselatan untuk mengetahui arah mana yang utara dan arah mana yang selatan, ingat bahwa Matahari selalu terbit dari timur dan tenggelam di barat. Artinya Matahari berada pada arah timur sebelum jam 12 siang dan berada pada sebelah barat setelah jam 12 siang.

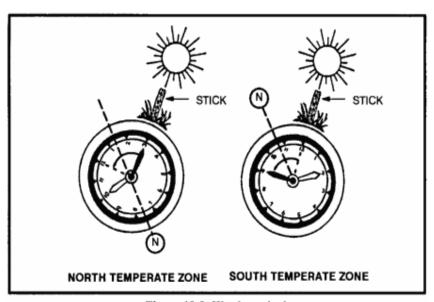


Figure 18-2. Watch method.

# Gambar 8 Metode Sederhana Menentukan Arah Kiblat Dengan Jam Tangan Analog<sup>20</sup>

Metode ini berdasarkan asumsi bahwa azimuth Matahari berubah secara konstan selama satu hari. Oleh karena itu,arah yang dihasilkan masih bersifat *taqriby* (perkiraan). Penggunaan metode ini hanya bisa digunakan pada saat berada pada situasi di mana seseorang kesulitan untuk mengetahui

 $^{20}\,$  http://edukasi.kompasiana.com/2012/01/23/menentukan-arah-tanpa-kompas/, diakses pada hari Sabtu, 19 Januari 2013 pada jam 21.30 WIB.

arah. Selain itu, lintang tempat yang bisa digunakan dalam metode ini harus berada pada lintang tempat yang cukup besar, yakni lebih dari 50 derajat Utara atau Selatan. Posisi tersebut berada pada perubahan azimuth Matahari tingkat yang cukup konstan untuk memungkinkan metode ini akan berguna. Pada lintang tempat yang cukup kecil, azimuth Matahari berubah jauh lebih cepat pada waktu tengah hari dibandingkan pada waktu lain. Jelas, hal ini dapat membatalkan penggunaan jam tangan analog sebagai kompas. Tingkat keakuratannya pun relatif kecil karena perbedaan antara waktu lokal dan zona waktu, perata waktu (*equation of time*). <sup>21</sup> Sehingga untuk wilayah Indonesia penggunaan metode ini kurang akurat, karena dilihat dari lintangnya, Indonesia terletak diantara 6° LU (Lintang Utara) sampai 11° LS (Lintang Selatan).

# D. Langkah-Langkah Penentuan Arah Kiblat Dengan Lingkaran Jam Tangan Analog

Selain berfungsi untuk menunjukkan waktu (jam), jam tangan analog juga bisa digunakan sebagai salah satu metode untuk menentukan arah kiblat yang cukup mudah dan praktis. Prinsip yang digunakan dalam penentuan arah kiblat dengan jam tangan analog ini pada dasarnya menggunakan prinsip-prinsip perhitungan pada theodolit. Namun terdapat perbedaan-perbedaan yang mendasar dalam hal teknis pengukuran diantara keduanya. Adapun Langkah-langkah dalam metode ini sebagai berikut:

http://en.wikipedia.org/wiki/Watch#Analog, (diakses pada 20 Oktober. 2012, pukul 12.50 WIB)

-

# Persiapan

- a) Menentukan kota yang akan diukur arah kiblatnya.
- b) Menyiapkan data lintang tempat  $(\Phi)$  dan bujur tempat  $(\lambda)$  dengan GPS maupun dengan Google Earth.
- c) Melakukan perhitungan arah kiblat dan azimuth kiblat
- d) Menyiapkan data astronomis "Ephemeris Hisab Rukyat" pada hari atau tanggal dan jam pengukuran.
- e) Mencocokkan jam pada jam tangan analog dengan GPS sebagai penunjuk waktu yang akurat.
- f) Menyiapkan jam tangan analog

#### Pelaksanaan

- a) Letakkan jam tangan analog di tempat yang benar-benar rata dan datar
   (bisa menggunakan alat bantu waterpass) serta mendapat sinar Matahari.
- b) Arahkan angka 12 pada jam tangan tepat menghadap Matahari dengan bantuan bayangan suatu tongkat yang ditancapkan dengan lurus atau menggunakan bantuan bandul kemudian catat waktu pembidikan.
- c) Konversikan waktu yang dipakai dengan GMT (WIB-7 jam, WITA-8 jam dan WIT-9 jam).
- d) Mencari nilai Deklinasi Matahari (δ) pada waktu hasil konversi tersebut
   (GMT) dan nilai Equation of time (e) pada table Win Hisab.

e) Menghitung arah kiblat dengan rumus: <sup>22</sup>

Cotan O  $= \tan \phi^k x \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$ 

Ket: Q = Arah kiblat

> = Lintang Ka'bah yaitu 21° 25' 21,04" φk

= Lintang tempat фх

= Jarak bujur, yaitu jarak antara bujur Ka'bah (39° 49'  $\mathbf{C}$ 

34,33") dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut:<sup>23</sup>

- 1) Jika  $BT^x > BT^k$ ; maka  $C = BT^x BT^k$  (kiblat = barat)
- 2) Jika  $BT^x < BT^k$ ; maka  $C = BT^k BT^x$  (kiblat = timur)
- 3) Jika  $BB^x < BB 140^{\circ} 10' 25,06"$ ; maka  $C = BB^x + BT^k$ . (kiblat timur)
- 4) Jika  $BB^x > BB 140^0 10' 25",06$ ; maka  $C = 360 BB^x BT^k$ . (kiblat barat)
- f) Menghitung azimuth kiblat dengan rumus:<sup>24</sup>
  - 1) Jika Q (arah kiblat) = UT; maka azimuth kiblatnya adalah tetap.
  - 2) Jika Q (arah kiblat) = ST; maka azimuth kiblatnya adalah  $180^{0} + B$ .
  - 3) Jika O (arah kiblat) = SB; maka azimuth kiblatnya adalah  $180^{\circ}$  B.
  - 4) Jika Q (arah kiblat) = UB; maka azimuth kiblatnya adalah  $360^{\circ}$  B.

<sup>24</sup> *Ibid*, hlm. 184

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011, hlm.182

g) Menghitung sudut waktu Matahari dengan rumus:<sup>25</sup>

$$t_0 = Waktu \ Daerah + e - (BD - BT) : 15 - 12 = ....x. \ 15$$

Ket: to = Sudut Waktu Matahari

> WD = Waktu Bidik

= *equation of time* 

BT= Bujur tempat

BD = Bujur daerah

h) Menghitung Arah Matahari (Ao) dengan rumus:<sup>26</sup>

Cotg 
$$A_o = \tan \delta^m x \cos \Phi^x : \sin t_o - \sin \Phi^x : \tan t_o$$

Ket: δm = Deklinasi Matahari

 $\Phi^x$  = Lintang Tempat

to = Sudut Waktu Matahari

- i) Menghitung azimuth Matahari dengan ketentuan:
  - 1. Jika pembidikan dilakukan pada pagi hari dan arah Matahari positif maka:

#### **Azimuth Matahari = Arah Matahari**

2. Jika pembidikan dilakukan pada pagi hari dan arah Matahari negatif maka:

# Azimuth Matahari = 180° + arah Matahari

3. Jika pembidikan dilakukan pada sore hari dan arah Matahari positif:

Azimuth Matahari = 360 – arah Matahari

<sup>25</sup> *Ibid*, hlm. 209<sup>26</sup> Slamet Hambali, *ibid*, hlm. 210

 Jika pembidikan dilakukan pada sore hari dan arah Matahari negatif maka:

# Azimuth Matahari = 180 – arah Matahari

- j) Menentukan arah kiblat lingkaran jam tangan (derajat) ada dua kemungkinan yaitu:
  - 1. Jika azimuth kiblat lebih besar dari azimuth Matahari maka:

# AQ = azimuth kiblat – azimuth Matahari

2. Jika azimuth kiblat lebih kecil dari azimuth Matahari maka:

# AQ = 360 + Azimuth kiblat - Azimuth Matahari

k) Arah kiblat yang dihasilkan masih berupa satuan derajat, untuk mengkonversikan hasilnya satuan menit pada jam tangan, Untuk mengarahkan ke arah kiblat pada jam tangan analog perlu diperhatikan tabel di bawah ini:

Derajat Busur	Jam Analog
6°	1 Menit
90°	15 Menit
180°	30 Menit
270°	45 Menit
360°	60 Menit

Sehingga untuk mendapatkan arah kiblat berupa satuan menit pada jam tanagn analog maka menggunakan rumus:

$$AQ$$
 jam tangan analog =  $AQ$ : 6

- Untuk membuat garis kiblat bisa dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:
  - Memutar jarum yang menandakan menit ke arah kiblat jam tangan.
     Setelah itu di proyeksikan dengan benang.
  - Menghubungkan arah kiblat dengan titik lawan arah kiblat jam tangan analog

Contoh pengukuran arah kiblat dengan lingkaran jam tangan analog:

# 1. Persiapan

a) Lokasi yang diukur : Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT)

b) Lintang Tempat : -6<sup>0</sup> 59' 01,27" LS

c) Bujur Tempat : 110<sup>0</sup> 26' 45,37" BT

d) Arah Kiblat : 65° 30' 21,45°

e) Azimuth Kiblat : 294° 29' 38,55°

f) Tanggal pengukuran : 20 Januari 2013

g) Waktu Pembidikan : jam 15:00 WIB (02:00 GMT)

h) Deklinasi Matahari : -20° 3′ 22"

i) Equation Of Time : -0° 11' 03"

#### 2. Pelaksanaan

# a) Menghitung Arah Kiblat

Cotan Q = 
$$\tan 21^{\circ}25'21'',04 \times \cos (-6^{0} 59' 01,27'') \times \cos SBMD$$
  
(70° 37' 11,04'') -  $\sin (-6^{\circ}59'01,27'') \times \tan SBMD$  (70° 37' 11,04'')

Cotan Q = 
$$65^{\circ} 30'21,45''$$
 ( U-B)

# b) Menghitung Azimuth Kiblat

Az Q = 
$$360^{\circ}$$
 -  $65^{\circ}$  30'21,45"  
=  $294^{\circ}$  29' 38,55".

# c) Menghitung Sudut Waktu

t = 
$$15 + -0^{\circ} 11' 03'' - (105^{\circ} - 110^{0} 26' 45,37'') : 15 + 12 = x 15$$
  
t =  $47^{\circ} 41' 0,37''$  (dimutlakkan)

#### d) Menghitung Arah Matahari

Cotg 
$$A_0 = \tan -20^\circ 03' 22'' \times \cos -6^\circ 59' 01,27'' : \sin 47^\circ 41'$$
  
 $0,37'' - \sin -6^\circ 59' 01,27'' : \tan 47^\circ 41' 0,37''$   
Cotg  $A_0 = -69^\circ 13' 30.18''$ 

#### e) Menghitung Azimuth Matahari

Karena pembidikan dilakukan pada sore hari dan arah Matahari negatif maka:

Azimuth Matahari = 
$$180^{\circ}$$
 - (-69° 13' 30.18")  
Azimuth Matahari =  $249^{\circ}$  13' 30.18"

# f) Menentukan Arah Kiblat Lingkaran Jam Tangan Analog (Derajat)

Karena azimuth kiblat lebih besar dari azimuth Matahari maka:

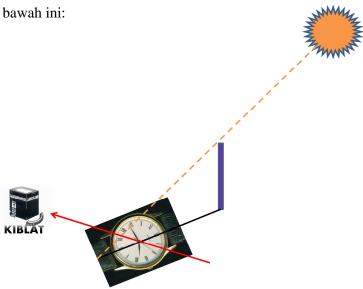
$$AQ = 294^{\circ} 29^{\circ} 38^{\circ} - 249^{\circ} 13' 30.18"$$

$$AQ = 45^{\circ} 16' 08,38"$$

Azimuth kiblat yang dihasilkan masih berupa satuan derajat, untuk mengkonversikan hasilnya satuan menit pada jam tangan, maka menggunakan rumus:

AQ jam tangan analog = 45° 16' 08,38": 6 = 7, 54 menit (dari jam 12).

Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat ilustrasi gambar di



Gambar 9. Ilustrasi Pengukuran, Ahad, 20 Januari 2013.