

BAHAN AJAR

ILMU FALAK I



Dosen Pengampu :

H. ACHMAD MULYADI, M.Ag.

SEKOLAH TINGGI AGAMA ISLAM NEGERI (STAIN) PAMEKASAN 2015

PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. MODEL-MODEL PENENTUAN ARAH KIBLAT

Secara historis, metode penentuan arah kiblat di Indonesia mengalami perkembangan kualitas dan kapasitas intelektual kaum muslimin. Perkembangan penentuan arah kiblat dapat dilihat dari perubahan besar di masa K.H. Ahmad Dahlan atau dapat dilihat pula dari perkembangan alat-alat yang digunakan untuk mengukurnya, seperti miqyas, tongkat istiwa', rubu' mujayyab, kompas, GPS dan theodolit, serta sistem perhitungan yang dipergunakan baik yang mengenai data koordinat maupun sistem ilmu ukurnya.

Model-model penentuan arah kiblat berkembang dari yang sangat tradistional sampai kepada yang modern. Pertama, terdapat masyarakat yang menggunakan metode pengukuran taqribi (perkiraan). Model ini biasanya mengambil bentuk yang sederhana. Data yang digunakan cukup dengan mengetahui titik mata angin utama yaitu Barat, Utara, Timur dan Selatan. Biasanya yang melakukan pengukuran telah memiliki pengetahuan dasar yang sederhana perihal posisi ka'bah ditinjau dari lokasi pengukuran. Dengan bekal pengetahuan arah mata angin utama tersebut maka letak ka'bah dari tempat pengukuran cukup dikenali apakah lurus, miring ke kanan atau ke kiri. Karena sifatnya yang dikira-kira tentu saja akurasinya sangat rendah. Biasanya alat yang digunakan adalah pisau silet, kompas, tongkat istiwa' dan rubu' mujayyab.

Penggunaan pisau silet berdasarkan asumsi bahwa pusat magnet pada titik bumi dapat dicari melalui pisau silet. Caranya dengan menempatkan pisau silet di atas permukaan air dengan syarat jangan sampai tenggelam. Tunggu sampai silet bergerak mencari posisi dan setelah stabil silet telah menentukan posisi utara selatan.

Sedangkan penggunaan dengan kompas arah kiblat dapat dilakukan dengan cara yang lebih muda. Biasanya jarum kompas sangat sensitif dan mudah bergerak khususnya apabila ada logam di sekitarnya. Ujung depannya selalu mengarah ke

utara selatan dan terdapat angka-angka skala di sekelilingnya. Di tengah-tengah kompas melalui titik pusatnya terdapat tanda panah yang mengarah pada titik nol. Kompas ini memiliki buku panduan menentukan arah kiblat, biasanya mencantumkan kota-kota besar di seluruh dunia dengan kode angka tertentu. Jika ujung jarum kompas diarahkan tepat pada kode angka tersebut, maka ujung gambar panah yang menunjuk titik nol itulah arah kiblat untuk kota yang berkode angka tersebut. Untuk kota-kota di pulau Jawa kode angka yang ditetapkan adalah 7,5. Penyamaraan kode angka untuk seluruh angka di pulau Jawa ini menunjukkan bahwa arah kiblat yang ditunjukkan oleh panah kompas semacam ini masih bersifat taqribi.

Di samping itu, terdapat masyarakat yang menggunakan tongkat istiwa'. Biasanya tongkat ini terbuat dari kayu atau besi yang di tancapkan tegak lurus terhadap bidang datar di halaman. Penempatan di halaman dimaksud agar dapat membuat bayang-bayang dari sinar matahari secara langsung sebelum dan sesudah zawal (saat matahari mencapai titik kulminasi). Di sekeliling tongkat yang tegak tersebut dibuat lingkaran dengan titik pusat pada tongkat. Saat bayang-bayang ujung tongkat menyentuh garis lingkaran sebelum dan setelahnya kulminasi maka diberi tanda titik. Dari kedua titik tersebut lalu dihubungkan, maka garis tersebut menunjukkan garis timur-barat. Penggunaan tongkat istiwak ini sebenarnya lebih terjamin akurasi dibanding dengan menggunakan pisau silet dan jarum kompas.

Sebagian masyarakat juga ada yang menggunakan rubu' mujayyab. Alat ini berbentuk seperempat lingkaran (kwadrant) yang biasanya terbuat dari kayu. Pada salah satu permukaan sisinya diberi skala-skala derajat dicetak pada lempengan baja atau karton. Dari titik pusatnya diberi benang untuk menggantung pendulum. Benang inilah yang dipakai untuk menunjukkan skala-skala tertentu baik pada kotak-kotak yang berjumlah 60 kotak pada sisi lempengan tersebut atau pada sepanjang busur yang diberi skala hingga 90 derajat. Pada salah satu segitiga rubu' dari arah titik pusat hingga ujung akhir busur terdapat lobang kecil (hadafah) yang berfungsi untuk membidik sasaran. Selain itu bisa dipakai untuk mengukur kiblat. Alat ini juga efektif untuk mengukur ketinggian benda langit atau benda-benda lainnya termasuk mengukur kedalaman sumur.

Kedua, metode pengukuran tahqiqi. Metode ini dikerjakan melalui perhitungan matematis dengan menggunakan rumus-rumus ilmu ukur segitiga (trigonometri). Perhitungan dimaksud untuk mencari sudut arah kiblat, yakni sudut dari sebuah segitiga bola yang sisinya terbentuk dari lingkaran-lingkaran besar yang saling berpotongan melalui titik ka'bah, kota/lokasi pengukuran dan titik utara. Selanjutnya melalui modifikasi rumus, untuk posisi di Indonesia, misalnya hasil yang

diperoleh sudut arah kiblatnya bisa terbacadari titik utara ke arah barat atau dari titik barat ke arah utara. Besaran arah sudut kiblat yang dihasilkan dari perhitungan melalui rumus-rumus ilmu ukur segitiga bola merupakan data terpenting dalam metode tahqiqi.

B. PROSES PERHITUNGAN ARAH KIBLAT

Untuk melakukan perhitungan arah kiblat diperlukan alat hitung yang berupa daftar logaritma atau kalkulator. Oleh karena rumus-rumus yang dipergunakan memakai kaidah-kaidah ilmu ukur bola, maka dengan mempergunakan *scientific calculator*, proses perhitungan dapat dilakukan dengan mudah, tanpa harus mempergunakan daftar logaritma.

Jenis kalkulator yang diperlukan setidaknya-tidaknya mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Mempunyai mode derajat (DEG) dan satuan derajat ($^{\circ}$);
2. Mempunyai fungsi sinus (sin, cos dan tan) beserta perubahannya;
3. Mempunyai fungsi pembalikan pembilang dan penyebut, biasanya dengan tanda 1/x. Fungsi ini sangat penting untuk mendapatkan nilai *Cotan* ($=1/\tan$), *Sec* ($=1/\cos$) dan *Cosec* ($=1/\sin$);
4. Mempunyai fungsi memori, biasanya bertanda Min dan MR;
5. Mempunyai fungsi minus, biasanya bertanda +/-.

Fungsi-fungsi seperti diatas biasanya dimiliki oleh hampir setiap *scientific calculator*. Jumlah digit yang dapat di baca pada layar kalkulator sebaiknya yang berjumlah 10 atau lebih, namun 8 digit pun sudah cukup memadai.

Model-model kalkulator di antaranya, yaitu : *Casio fx 350 D*, *Casio fx 3800 P*, *Casio fx 5000 P*, *Casio fx 3600 PA*, *Casio fx 570 AD*, *Casio fx 8000 G*, *Casio fx 350 HA*, *Casio fx 4100 P*, *Casio fx 3800 PB* dan *Casio fx 4200 P*. Semua model yang ada, cara kerjanya tidaklah berbeda jauh, hanya ada sedikit perbedaan.

Adapun langkah-langkah hisab yang perlu dilalui adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data yang dibutuhkan
 - a Lintang Pamekasan = $-7^{\circ} 9'$
 - b Lintang Ka'bah = $21^{\circ} 25'$
 - c Bujur Pamekasan = $113^{\circ} 33'$

$$d \text{ Bujur Ka'bah} = 39^\circ 50'$$

2. Menghitung sudut arah kiblat

a Rumus

$$\text{Cotg } B = \frac{\text{cotg } b \sin a - \cos a \text{ cotg } c}{\sin c}$$

Keterangan :

ABC = (A: Ka'bah, B: Pamekasan, C=Kutub Utara)

a = Salah satu sisi dari segitiga ABC yang menunjukkan panjang garis bujur dari kutub utara sampai ke Surabaya.

B = Sudut arah kiblat Pamekasan dari titik utara ke titik barat

b = Salah satu sisi dari segitiga ABC yang menunjukkan panjang garis bujur dari kutub utara sampai ke ka'bah

C = Sudut yang besarnya sama dengan selisih ujur ka'bah dengan bujur kota Pamekasan

c = Salah satu sisi dari segitiga ABC yang mengarah ke ka'bah dari kota Pamekasan

Jadi :

$$a = 90 - (-7^\circ 9') = 97^\circ 9'$$

$$b = 90 - (21^\circ 25') = 68^\circ 35'$$

$$c = 113^\circ 33' - 39^\circ 50' = 74^\circ 34'$$

b Hisab

$$\text{Cotg } B = \frac{\text{cotg } 68^\circ 35' \sin 97^\circ 9' - \cos 97^\circ 9' \text{ cotg } 74^\circ 34'}{\sin 74^\circ 34'}$$

$$\text{Cotg } B = \underline{0.392231316} \times 0.992223697 - 0.1244674 \times 0.292104729$$

0.959886894

Cotg B = 0.4054448582 - -0.036357516

Cotg B = 0.442023825

B = 23 ° 50 ' 9.44 ' ' (B-U)

B = 66 ° 9 ' 50.52 ' ' (U-B)

Dengan demikian, harga sudut arah kiblat kota Pamekasan adalah 66 ° 9 ' 50.52 ' ' dihitung sepanjang lingkaran horizon dari titik Utara ke Barat, atau 23 ° 50 ' 9.44 ' ' dari titik Barat ke Utara.

LAPORAN DAN PENGUKURAN/PENGECEKAN ARAH KIBLAT MASJID/MUSALLA

Pembimbing: *Achmad Mulyadi, M.Ag. (Dosen Jurusan Syariah STAIN Pamekasan)*

<p>1. Masjid/Musalla :</p> <p>2. Lokasi di :</p>	<p>1. Masjid/Musalla :</p> <p>2. Lokasi di :</p>	<p>1. Masjid/Musalla :</p> <p>2. Lokasi di :</p>
<p>1. Lintang tempat : LU/LS</p> <p>2. Bujur Tempat : BT</p> <p>3. Arah Kiblat : (U-B) atau : (B-U)</p> <p>4. Azimut Kiblat :</p>	<p>1. Lintang tempat : LU/LS</p> <p>2. Bujur Tempat : BT</p> <p>3. Arah Kiblat : (U-B) atau : (B-U)</p> <p>4. Azimut Kiblat :</p>	<p>1. Lintang tempat : LU/LS</p> <p>2. Bujur Tempat : BT</p> <p>3. Arah Kiblat : (U-B) atau : (B-U)</p> <p>4. Azimut Kiblat :</p>

(UTSB)	(UTSB)	(UTSB)
<p>1. Masjid/Musalla setelah dicek : Tepat/Tidak Tepat</p> <p>2. Masjid/Musalla :</p> <p>a. Kurang ke Utara : derajat</p> <p>b. Kurang ke Selatan : derajat</p> <p>c. Kelebihan : derajat</p> <p>3. Posisi keadaan arah kiblat Masjid/Musalla yang sedang diukur/dicek dari titik Barat berapa : derajat</p>	<p>1. Masjid/Musalla setelah dicek : Tepat/Tidak Tepat</p> <p>2. Masjid/Musalla :</p> <p>a. Kurang ke Utara : derajat</p> <p>b. Kurang ke Selatan : derajat</p> <p>c. Kelebihan : derajat</p> <p>3. Posisi keadaan arah kiblat Masjid/Musalla yang sedang diukur/dicek dari titik Barat berapa : derajat</p>	<p>1. Masjid/Musalla setelah dicek : Tepat/Tidak Tepat</p> <p>2. Masjid/Musalla :</p> <p>a. Kurang ke Utara : derajat</p> <p>b. Kurang ke Selatan : derajat</p> <p>c. Kelebihan : derajat</p> <p>3. Posisi keadaan arah kiblat Masjid/Musalla yang sedang diukur/dicek dari titik Barat berapa : derajat</p>
<p>Petugas/Pengukur/Pengecek Arah :</p> <p>Saksi I : Saksi II :</p> <p>Saksi II : Saksi IV :</p>	<p>Petugas/Pengukur/Pengecek Arah :</p> <p>Saksi I : Saksi II :</p> <p>Saksi II : Saksi IV :</p>	<p>Petugas/Pengukur/Pengecek Arah :</p> <p>Saksi I : Saksi II :</p> <p>Saksi II : Saksi IV :</p>

HISAB WAKTU-WAKTU SALAT

Persoalan salat merupakan persoalan fundamental dan signifikan dalam Islam. Dalam menunaikan kewajiban salat, kaum muslimin terikat pada waktu-waktu yang sudah ditentukan; "*sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktu-waktunya atas orang-orang yang beriman*". Konsekwensi logis dari ayat tersebut adalah salat (lima waktu) tidak bisa dilakukan dalam sembarang waktu, akan tetapi harus mengikuti atau berdasar dalil-dalil baik dari al-Qur'an maupun Hadis. Sebelum mengkaji lebih jauh persoalan awal waktu salat, terlebih dahulu perlu di pertanyakan adalah apakah awal waktu salat itu memang benar-benar ada?.

Istilah awal waktu salat dalam al-Quran tidak ditemukan, yang ada adalah terma *kitabau mauquta*. Meskipun demikian, istilah awal waktu salat sudah demikian populer di kalangan masyarakat. Jika kita membaca kitab-kitab klasik dengan teliti dan cermat terutama yang mengkaji persoalan-persoalan fiqih istilah tersebut kita temukan. Dalam kitab-kitab tersebut ditemukan bab khusus yaitu *mawaqit salat*. Dari sini jelas bahwa istilah awal waktu salat merupakan hasil ijtihad para ulama ketika menafsirkan ayat maupun hadis yang berkaitan dengan waktu salat.

A. MAWAQIT aS-SALAT

Sepanjang penelusuran penulis ditemukan teks-teks yang digunakan landasan dalam menetapkan awal waktu salat bersifat interpretatif. Sebagai implikasinya terdapat perbedaan dalam menetapkan awal waktu salat. Ada yang menetapkan menjadi tiga dan ada pula yang menyebutkan lima waktu.

Di Indonesia yang lebih berkembang adalah pendapat yang kedua. Ini didasarkan pada pemahaman terhadap ayat 103 surat an-Nisa', 78 surat al-Isra' dan 130 surat at-Taha dan didukung pula dengan hadis Jabir ibn Abdulllah yang diriwayatkan oleh Ahmad, Nasa'I dan Tirmidzi.

Dari pemahaman terhadap teks-teks tersebut dirinci ketentuan waktu-waktu salat sebagai berikut:

1. Waktu Dzuhur

Waktu dzuhur dimulaisejak matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah matahari berkulminasi dalam peredaram hariannya sampai tiba waktu asar.

2. Waktu Asar

Waktu asar dimulai saat bayang-bayang suatu benda sama dengan bendanya ditambah dengan bayang-banyang saat matahari berkulminasi.

3. Waktu Maghrib

Waktu maghrib dimulai sejak matahari terbenam sampai tiba waktu Isya.

4. Waktu Isya'

Waktu Isya dimulai sejak hilang mega merah sampai separo malam (ada juga yang menyatakan bahwa akhir salat Isya adalah terbit fajar).

5. Waktu Subuh

Waktu subuh dimulai sejak terbit fajar sampai terbit matahari.

Rumusan-rumusan tersebut masih membuka peluang untuk didiskusikan. Sebagai contoh dalam program Mawaqit, konsep awal waktu asar adalah pertengahan awal dzuhur dan awal mahgrib. Pendapat ini didasarkan bahwa salah asar juga sering disebut *Salat Wustha*.

$$\text{Awal Asar} = \frac{\text{Awal Dzuhur} + \text{Awal Maghrib}}{2}$$

Kenyataan ini menimbulkan polemik di kalangan para ahli hisab. Akan tetapi jika ditelusuri lebih jauh pola pikir semacam ini sah sah saja karena pengakuan penyusun program sendiri menunjukkan adanya usaha untuk mengkombinasikan antara teori-teori hisab dan astronomis. Dengan demikian jika yang dilihat adalah proses perumusan konsep maka polemik tidak perlu terjadi. Akan tetapi jika yang dipotret adalah hasilnya, maka yang terjadi adalah perdebatan padahal hal ini tidak diinginkan oleh penyusun program. Penyusun merasak kesulitan ketika hendak mengaplikasikan konsep-konsep yang telah ada, karena jika konsep tersebut diterapkan, maka ada beberapa tempat yang tidak terjangkau.

Begitu halnya waktu salat subuh yang relatif banyak diperselisihkan oleh para ulama. Para ulama sepakat bahwa salat subuh berakhir pada saat matahari terbit, sedangkan awal subuh banyak mengalami perdebatan. Awal salat subuh dapat dikatakan berkebalikan dengan awal salat Isya. Bedanya kalau subuh kedudukan matahari di bawah horizon sebelah timur, sedangkan waktu Isya kedudukan matahari di bawah horizon sebelah barat.

Di Indonesia pada umumnya salat subuh dimulai pada saat kedudukan matahari 20 derajat di bawah ufuk hakiki (*true horizon*). Hal ini bisa dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia, yaitu Saadoeddin Djambek yang disebut-sebut oleh banyak kalangan sebagai *mujaddid al-Hisab*. Beliau menyatakan bahwa waktu subuh dimulai dengan tampaknya fajar di bawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya matahari. Dalam ilmu falak saat tampaknya fajar didefinisikan dengan posisi matahari sebesar 20 derajat.

Hal senada juga disebutkan oleh Abdur Rachim yang menyebutkan bahwa awal waktu subuh ditandai oleh tampaknya *fajar sidiq* dan dianggap masuk waktu subuh jika matahari 20 derajat di bawah ufuk. Jadi jarak zenit matahari berjumlah 110 derajat ($90+20$). Sedangkan batas akhir waktu subuh adalah waktu syuruq, yaitu - 01 derajat.

Nilai 20 derajat di bawah ufuk ini bukanlah nilai yang tunggal, artinya bukan satu-satunya pendapat para ahli falak (astromom). Sebab ada juga pendapat yang menyebutkan bahwa awal waktu subuh adalah saat matahari berada 15, 16, 17, 18, 19 dan 21 derajat di bawah ufuk.

Muhammad Ilyas berpendapat bahwa waktu subuh dimulai sejak adanya *fajar sidiq*, yaitu adanya cahaya matahari tidak langsung dan berakhir saat piringan atas matahari berada di horizon (*sun rise upper limb*) atau dengan kata lain saat subuh dimulai bila jarak zenit 108 derajat dan berakhir bila jarak zenit 90 derajat 50 menit.

Dari beberapa pendapat di atas, menurut Hanafi S. Djamari pendapat terekhirlah yang lebih mendekati kebenaran. Dengan demikian, yang dimaksud awal salat subuh adalah saat *astronomical twilight* yang berarti kedudukan matahari berada 18 derajat di bawah ufuk.

B. PROSES PERHITUNGAN AWAL WAKTU SALAT

Untuk menghitung awal waktu salat data-data yang diperlukan antara lain; *lintang* dan *bujur tempat*, *deklinasi*, *tinggi matahari*, *saat matahari berkulminasi*, *sudut waktu matahari* dan *ihtiyath*.

Berikut ini dikemukakan contoh hisab awal waktu salat untuk kota Pamekasan dilengkapi proses perhitungannya dengan menggunakan *Scientific Calculator*.

1. Dzuhur di Pamekasan, tanggal 8 Oktober 2001

Data yang dibutuhkan:

- a Lintang Pamekasan : $-7^{\circ} 9'$
- b Bujur Pamekasan : $113^{\circ} 33'$
- c KWD (koreksi waktu daerah): $-0^{\circ} 34' 12''$
- d Equation of time : $0^{\circ} 12' 37''$
- e Ikhtiyat : 2 menit

Rumus : $Wz = 12^{\circ} - e + kwd + i$

Aplikasi:

$$Wz = 12 - 0^{\circ} 12' 37'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wz = 11^{\circ} 47' 23'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wz = 11^{\circ} 13' 11'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wz = 11^{\circ} 15' 11''$$

Kesimpulan: Waktu dzuhur untuk kota Pamekasan tanggal 8 Oktober 2001 jatuh pada pukul 11.15 WIB

2. Asar di Pamekasan, tanggal 8 Oktober 2001

Data yang dibutuhkan:

- a Lintang Pamekasan : $-7^{\circ} 9'$
- b Bujur Pamekasan : $113^{\circ} 33'$
- c KWD (koreksi waktu daerah): $-0^{\circ} 34' 12''$
- d Equation of time : $0^{\circ} 12' 37''$
- e Deklinasi : $-6^{\circ} 17.0'$
- f Ikhtiyat : 2 menit
- g Sudut Waktu Asar (t)

Rumus : $Wz = 12^{\circ} - e + t + kwd + i$

Untuk mendapatkan t asar dapat dicari melalui rumus berikut:

$$\cos t = -\tan p \cdot \tan d + \sec p \cdot \sec d \cdot \cos z_m.$$

Sedangkan untuk memperoleh z_m dapat dilalui rumus berikut:

$$\tan z_m = \tan (p-d) + 1$$

Aplikasi :

$$\tan z_m = \tan (-7^{\circ} 9' - -6^{\circ} 17.0') + 1$$

$$\tan z_m = \tan -0^{\circ} 52' + 1$$

$$\tan z_m = -0.01512734 + 1$$

$$\tan z_m = 0.98487266$$

$$z_m = 44^{\circ} 33' 48.02''$$

Data ini langsung dimasukkan pada langkah selanjutnya:

$$\cos t = -\tan p \cdot \tan d + \sec p \cdot \sec d \cdot \cos z_m.$$

$$\cos t = -\tan -7^\circ 9' \times \tan -6^\circ 17.0' + \sec -7^\circ 9' \\ \times \sec -6^\circ 17.0' \times \cos 44^\circ 33' 48.02''$$

$$\cos t = 0.125442884 \times -0.1100106603 + 1.00783724 \\ \times 1.00604347 \times 0.712475173$$

$$\cos t = 0.708586495$$

$$t = 44^\circ 52' 47.91''$$

Kemudian data t ini dirubah menjadi jam dengan cara dibagi 15

$$t = 44^\circ 52' 47.91'' / 15$$

$$t = 2^\circ 59' 31.19''$$

Setelah data didapatkan maka dimasukkan ke rumus asar

$$\text{Rumus: } W_a = 12^\circ - e + t + k_w d + i$$

Aplikasi:

$$W_a = 12 - 0^\circ 12' 37'' + 2^\circ 59' 31.19'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$W_a = 11^\circ 47' 23'' + 2^\circ 59' 31.19'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$Wa = 14^{\circ} 46' 54.19'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wa = 14^{\circ} 12' 42.19'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wa = 14^{\circ} 14' 42.19''$$

Kesimpulan: Waktu Asar untuk kota Pamekasan tanggal 8 Oktober 2001 jatuh pada pukul 14.15 WIB

3. Maghrib di Pamekasan, tanggal 16 Oktober 2001

Data yang dibutuhkan:

- a Lintang Pamekasan : $-7^{\circ} 9'$
- b Bujur Pamekasan : $113^{\circ} 33'$
- c KWD (koreksi waktu daerah): $-0^{\circ} 34' 12''$
- d Equation of time : $0^{\circ} 14' 21''$
- e Deklinasi : $-8^{\circ} 59.8'$
- f Ikhtiyat : 2 menit
- g h matahari (h): -1

Rumus : $\cos t = -\tan p \cdot \tan d + \sec p \cdot \sec d \cdot \sin hm$.

Aplikasi:

$$\begin{aligned} \cos t &= -\tan -7^{\circ} 9' \times \tan -8^{\circ} 59.8' + \sec -7^{\circ} 9' \\ &\quad \times \sec -8^{\circ} 59.8' \times \sin -1 \end{aligned}$$

$$\text{Cost } t = 0.125442884 \times -0.158324803 + 1.00783724 \\ \times 1.012455798 \times -1.74524064$$

$$\text{Cost } t = -1.80068798$$

$$t = 92^\circ 9' 31.63''$$

Kemudian data t ini dirubah menjadi jam dengan cara dibagi 15

$$t = 92^\circ 9' 31.63'' / 15$$

$$t = 6^\circ 8' 38.11''$$

Setelah data didapatkan maka dimasukkan ke rumus maghrib

$$\text{Rumus: } W_m = 12^\circ - e + t + kwd + i$$

Aplikasi:

$$W_a = 12 - 0^\circ 14' 21'' + 6^\circ 8' 38.11'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$W_a = 11^\circ 45' 39'' + 6^\circ 8' 38.11'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$W_a = 17^\circ 54' 17.11'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$W_a = 17^\circ 22' 5.11''$$

Kesimpulan: Waktu Maghrib untuk kota Pamekasan tanggal 16 Oktober 2001 jatuh pada pukul 17.22 WIB

4. Isya di Pamekasan, tanggal 16 Oktober 2001

Data yang dibutuhkan:

- a Lintang Pamekasan : $-7^{\circ} 9'$
- b Bujur Pamekasan : $113^{\circ} 33'$
- c KWD (koreksi waktu daerah): $-0^{\circ} 34' 12''$
- d Equation of time : $0^{\circ} 14' 21''$
- e Deklinasi : $-8^{\circ} 59.8'$
- f Ikhtiyat : 2 menit
- g h matahari (h): -18

Rumus : $\text{Cost } t = -\tan p \cdot \tan d + \sec p \cdot \sec d \cdot \sin hm.$

Aplikasi:

$$\text{Cost } t = -\tan -7^{\circ} 9' \times \tan -8^{\circ} 59.8' + \sec -7^{\circ} 9' \\ \times \sec -8^{\circ} 59.8' \times \sin -18$$

$$\text{Cost } t = 0.125442884 \times -0.158324803 + 1.00783724 \\ \times 1.012455798 \times -0.309016994$$

$$\text{Cost } t = -0.335178776$$

$$t = 109^{\circ} 35' 0.27''$$

Kemudian data t ini dirubah menjadi jam dengan cara dibagi 15

$$t = 109^{\circ} 35' 0.27'' / 15$$

$$t = 7^{\circ} 18' 20.02''$$

Setelah data didapatkan maka dimasukkan ke rumus maghrib

$$\text{Rumus: } W_m = 12^{\circ} - e + t + \text{kwd} + i$$

Aplikasi:

$$W_a = 12 - 0^{\circ} 14' 21'' + 7^{\circ} 18' 20.02'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$W_a = 11^{\circ} 45' 39'' + 7^{\circ} 18' 20.02'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$W_a = 19^{\circ} 3' 59.02'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$W_a = 18^{\circ} 31' 47.02''$$

Kesimpulan: Waktu Isya untuk kota Pamekasan tanggal 16 Oktober 2001 jatuh pada pukul 18.32 WIB

5. Subuh di Pamekasan, tanggal 16 Oktober 2001

Data yang dibutuhkan:

- a Lintang Pamekasan : $-7^{\circ} 9'$
- b Bujur Pamekasan : $113^{\circ} 33'$
- c KWD (koreksi waktu daerah): $-0^{\circ} 34' 12''$
- d Equation of time : $0^{\circ} 14' 21''$
- e Deklinasi : $-8^{\circ} 59.8'$
- f Ikhtiyat : 2 menit
- g h matahari (h): -20

Rumus : $\cos t = -\tan p \cdot \tan d + \sec p \cdot \sec d \cdot \sin hm$.

Aplikasi:

$$\cos t = -\tan -7^{\circ} 9' \times \tan -8^{\circ} 59.8' + \sec -7^{\circ} 9' \\ \times \sec -8^{\circ} 59.8' \times \sin -20$$

$$\cos t = 0.125442884 \times -0.158324803 + 1.00783724 \\ \times 1.012455798 \times -0.342020143$$

$$\cos t = -0.368854881$$

$$t = 111^{\circ} 38' 42''$$

Kemudian data t ini dirubah menjadi jam dengan cara dibagi 15

$$t = 111^{\circ} 38' 42'' / 15$$

$$t = 7^{\circ} 26' 34.8''$$

Setelah data didapatkan maka dimasukkan ke rumus subuh, dan h matahari sebelum kulminasi termasuk subuh berharga negati)

$$\text{Rumus : } W_m = 12^{\circ} - e - t + kwd + i$$

Aplikasi:

$$W_a = 12 - 0^{\circ} 14' 21'' - 7^{\circ} 26' 34.8'' + -0^{\circ} 34' 12'' + 0^{\circ} 2'$$

$$Wa = 11^\circ 45' 39'' - 7^\circ 26' 34.8'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$Wa = 4^\circ 19' 4.2'' + -0^\circ 34' 12'' + 0^\circ 2'$$

$$Wa = 3^\circ 46' 52.2''$$

Kesimpulan: Waktu Subuh untuk kota Pamekasan tanggal 16 Oktober 2001 jatuh pada pukul 3.47 WIB