

BAB IV

ANALISIS HISAB ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN *RUBU' MUJAYYAB*

A. Analisis Akurasi *Rubu' Mujayyab* dalam Perhitungan Arah Kiblat di dalam Kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* jika dihitung dengan Perhitungan Segitiga Bola yang Menggunakan Kalkulator

Di Indonesia terjadi perkembangan ilmu falak dengan pesat seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan kecanggihan teknologi, serta meningkatnya peradaban dan sumber daya manusia, termasuk dalam hal arah kiblat. Bermula sebatas hisab dengan metode yang digunakan dalam kitab-kitab klasik, sekarang sudah muncul metode segitiga bola yang menggunakan alat hitung kalkulator, yang akurat, simpel dan sederhana.

Salah satu kitab klasik yang membahas tentang hisab arah kiblat adalah *Ad-Durus al-Falakiyyah* yang ditulis oleh Muhammad Ma'sum bin Ali, Jombang. Kitab ini masih dipelajari di pondok-pondok dan madrasah, diantaranya adalah PP. Al-Mahrusiyyah Lirboyo, PP. As-Salafiyyah Kediri, PP. Fathul Ulum Kediri, MA Qudsiyyah Kudus, dan Madrasah Syafi'iyah Rembang.

Kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* merupakan kitab yang membahas arah kiblat dengan alat hitung *Rubu' Mujayyab*. Alat ini merupakan alat bantu dalam perhitungan yang berkembang kurang lebih pada abad ke-7 H sampai

abad ke-11 H. Alat hitung ini membantu ilmuwan muslim dalam mengembangkan ilmu astronomi, yang salah satunya tentang ilmu falak.¹

Jalan perhitungan yang ada dalam kitab itu, yang diaplikasikan dalam *Rubu'* sudah menggambarkan sistem trigonometri bola. Hal ini bisa dilihat dalam aplikasi dalam mencari data-data yang diperlukan dalam perhitungan itu. Dengan cara mengkombinasikan data *Sittini*, *Juyub al-Mabsutoh*, *Juyub al-Mankusah*, *Khait*, dan *Muri* menggambarkan sistem trigonometri yang digunakan pada zaman sekarang.

Trigonometri yang ada sekarang, baik yang manual maupun yang sudah diaplikasikan ke dalam kalkulator merupakan pengembangan dari teori trigonometri awal. Walaupun landasannya sama, antara perhitungan segitiga bola yang merupakan pengembangan trigonometri dulu dengan sistem hisab *Ad-Durus al-Falakiyyah*, tetapi dalam perhitungan arah kiblat menghasilkan perhitungan yang berbeda.

Dari sinilah penulis mencoba menguak lebih lanjut faktor-faktor penyebab perbedaan antara kedua sistem itu, sebesar apakah perbedaan yang dihasilkan antara perhitungan menggunakan *Rubu' Mujayyab* dan menggunakan kalkulator, dan signifikansi *Rubu' Mujayyab* di era digitalisasi ini. Pembahasan secara rinci adalah sebagai berikut:

1) **Kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah***

Kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* adalah kitab yang ditulis oleh seorang ulama kelahiran desa Maskumambang yaitu Muhammad Ma'sum

¹ Hendro Setyanto, *Rubu'*, Bandung: Puduk Scintific, 2001, hlm. 3.

bin Ali. Kitab ini ditulis setelah ia kembali dari Makkah menunaikan ibadah haji pada tahun 1919 M. Sepulang dari ibadah hajinya ini, ia menjadi pintar dalam bidang ilmu falak, padahal sebelumnya ia tidak menonjol dalam bidang ilmu falak, sehingga orang-orang menganggap bahwa ia belajar ilmu falak di Makkah dan diaplikasikan di kapal laut ketika ia perjalanan pulang ke Indonesia.²

Ma'sum Ali adalah seorang ulama yang rajin, tekun, ulet, dan tidak banyak bicara dalam masalah yang kurang penting. Hal ini bisa dilihat dari kebiasaannya yaitu sering berada di kamar menyendiri, Ia keluar hanya untuk keperluan saja. Adapun tentang keilmuan, ia adalah orang yang tidak pandang orang dalam belajar, sehingga diceritakan bahwa ia pernah belajar tentang navigasi dengan acuan sebuah bintang kepada seorang nelayan. Ini menunjukkan bahwa ia adalah orang yang tidak sombong dan menganggap semua orang itu lebih pintar darinya.³

Data-data yang ada di dalam kitab ini ditulis sekitar tahun 1919 M setelah Ma'sum Ali pulang dari Makkah. Pada tahun ini kemajuan dalam bidang keilmuan dan teknologi belum seperti sekarang, sehingga data-datanya tidak seakurat sekarang. Hal ini seperti data geografis yang digunakan dalam kitab ini, baik data geografis Ka'bah maupun tempat data geografis yang tempat yang dicari arah kiblatnya. Walaupun demikian, data geografis itu tidak begitu berbeda dengan data yang ada sekarang.

² Wawancara dengan Hamnah Mahfudz pada tanggal di PP. Salafiyyah Seblak Jombang pada tanggal 20 Januari 2011. Ia merupakan putri dari Mahfudz Anwar dan cicit dari Ma'sum Ali, dan sebagai pimpinan pondok pesantren Salafiyyah Seblak dan pengasuh Ma'had Ali Konsentrasi Ilmu Falak, meneruskan sang bapak.

³ *Ibid.*

Sebagai contoh data geografis Ka'bah, di dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* menggunakan data lintang Ka'bah = $21^{\circ} 30'$ LU, bujur Ka'bah = $39^{\circ} 57'$ BT.⁴ Sedangkan data geografis Ka'bah yang sekarang sering digunakan adalah $21^{\circ} 25' 21,4''$ LU dan $39^{\circ} 49' 34'',33$ BT.⁵

Ini menunjukkan bahwa data yang digunakan oleh kitab itu berbeda dengan data yang sekarang yang lebih akurat. Dengan berbeda data yang digunakan, maka hasilnya pun akan berbeda. Walaupun demikian, data geografis yang digunakan itu tidak menimbulkan kemelencengan yang besar dalam perhitungan. Buku Almanak Hisab Rukyat yang dikeluarkan oleh Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama menggunakan data geografis Ka'bah sebesar $21^{\circ} 25'$ LU dan $39^{\circ} 50'$ BT.⁶

Buku Almanak Hisab Rukyat ini dicetak pada tahun 1981 M. Pada tahun ini keilmuan sudah sudah berkembang dan kemajuan pun sudah terasa dampaknya oleh masyarakat. Di dalam kepengurusan BHR Kemenag sendiri sudah terdiri dari beberapa ahli, diantaranya dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pusat, Planetarium dan Observatorium Jakarta, Jawatan Hidro-oseanografi Markas Besar TNI AL, para ahli dari ITB, para Ulama yang ahli dalam Hisab dan Rukyat, para ahli dari IAIN dan para Hakim Agama.⁷

⁴ Muhammad Ma'sum bin Ali, *Ad-Durus al-Falakiyyah*, *loc. cit.*

⁵ Data ini menurut penelitiannya Gerhard Kaufmann dan sama dengan apa yang ada di Google Earth. Lihat Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, *op. cit.*, hlm. 206.

⁶ Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981, hlm. 17.

⁷ *Ibid.* hlm. 25.

Dengan susunan seperti ini menunjukkan bahwa kepengurusan dalam BHR Kemenag RI sudah maju dan terdiri dari beberapa ahli dibidang agama, astronomi, dan geografi. Dengan demikian penggunaan data geografis Ka'bah sebesar $21^{\circ} 25'$ LU dan $39^{\circ} 50'$ BT melalui pertimbangan dari para ahli dan mereka menganggap data ini masih tepat. Oleh karena itu, data geografis Ka'bah yang ada di dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* tidak begitu berbeda dan melenceng jauh dari titik Ka'bah.

Beberapa perbedaan mendasar tentang perhitungan arah kiblat dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* dengan segitiga bola bisaa, yaitu:

1. Cara mencari data

Untuk mendapatkan sudut arah kiblat dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* harus menempuh jalan yang panjang setelah lintang dan bujur tempat sudah diketahui, baik lintang tempat yang dihitung arah kiblatnya maupun lintang dan bujur tempat Ka'bah. Dimulai dengan mencari data *Bu'd al-Qutr*, *Asal al-Mutlak*, *Asal al-Mu'addal*, *Irtifa' as-Simt*, *Jaib as-Si'ah*, *Ta'dil as-Simt*, dan *Simt al-Qiblah*.⁸ Semua langkah ini harus ditempuh satu persatu, karena satu sama lain saling berkaitan.

Pada dasarnya rumus arah kiblat yang ada dalam kitab ini sudah termasuk kepada segitiga bola, hanya saja trigonometrinya masih dalam aplikasi alat hitung *Rubu' Mujayyab* yang manual,

⁸ Muhammad Ma'sum bin Ali, *Ad-Durus al-Falakiyyah*, Surabaya: Sa'ad bin Nashir bin Nabhan, Juz I, 1992, hlm. 11.

sehingga hasil dari perhitungannya masih mengira-ngira, yang mengakibatkan kurang akurat pada hasil itu sendiri.

Seorang *hasib* yang melakukan perhitungan manual akan menghasilkan perhitungan yang berbeda dengan *hasib* lainnya yang manual juga. Hal ini disebabkan tingkat ketelitian diantara *hasib* itu sendiri berbeda. Selain dari sisi seorang *hasib*, dari alat yang digunakan pun akan mengakibatkan perbedaan dalam hasil perhitungan. Hal ini disebabkan instrumen *Rubu'* yang tidak sama antara satu dengan yang lainnya, sebagai contoh instrumen *Khait* dan *Muri* yang digunakan dalam *Rubu'* itu.

Apabila *Khait* itu terbuat dari benang bisaa, yang digunakan untuk menjahit, maka sangat dimungkinkan perbedaan hasil perhitungan akan terjadi. Hal ini disebabkan benang bisaa itu sifatnya *elastis* dan mudah memanjang dari aslinya apabila ditarik secara kencang. Hal ini berbeda apabila *Khait* itu terbuat dari bulu ekor kuda yang panjang. Bulu ekor kuda ini sifatnya *konstan* tidak *elastis*, sehingga digunakan oleh siapa pun akan menghasilkan data yang sama jika *hasibnya* itu sama-sama teliti.⁹

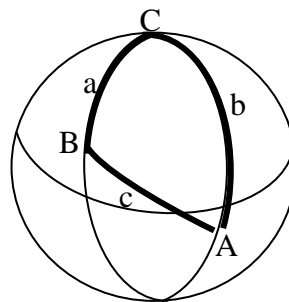
Rubu' yang berkembang di Indonesia terbuat dari berbagai bahan yang berbeda, ada yang terbuat dari kayu, plastik, dan kuningan. Data-data yang ada di *Rubu'* yang terbuat dari kayu

⁹ Wawancara dengan Abdul Moeid Zahid pada tanggal 04 September 2010. Ia adalah ahli falak Gresik bagian Penelitian dan Pengembangan di Pengurus Cabang Nahdhotul Ulama (Litbang PCNU) Jawa Timur, dan anggota Musyawarah Kerja Badan Hisab Rukyat (BHR) Kementerian Agama RI.

menggunakan kertas sebagai medianya. Apabila sering terkena tangan dan air, maka kertas itu akan berubah menjadi kusam dan datanya menjadi kurang jelas. Hal ini akan menghasilkan perbedaan dalam perhitungan. Berbeda halnya dengan *Rubu'* yang terbuat dari bahan plastik dan kuningan, sehingga tidak mudah hilang dan lebih jelas. Dengan demikian, bahan dasar *Rubu'* juga mempengaruhi hasil perhitungan.

Berbeda dengan perhitungan dengan segitiga bola biasa yang sudah bisa diaplikasikan dengan kalkulator. Dalam perhitungan ini membutuhkan 3 (tiga) titik, yaitu:¹⁰

- a) Titik A yang dalam hal ini yaitu lokasi yang akan dihitung arah kiblatnya.
- b) Titik B yang dalam hal ini adalah Ka'bah.
- c) Titik C yaitu terletak di titik kutub utara.



Gambar 1.

Data yang diperlukan hanya menentukan lintang dan bujur Ka'bah dan tempat yang akan dihitung arah kiblatnya. Setelah itu

¹⁰ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Buana Pustaka, cet. ke-1, 2004, hlm. 54.

dicari perbedaan bujur tempat dengan Ka'bah, kemudian data-data itu dimasukkan ke dalam rumus yang sederhana, yaitu:¹¹

$$\mathbf{Tan\ Q = Tan\ \varphi M \times Cos\ \varphi T / Sin\ SBMD - Sin\ \varphi T / Tan\ SBMD}$$

Keterangan :

- Q = Sudut arah kiblat
- φM = Lintang Ka'bah
- φT = Lintang tempat yang dicari arah kiblatnya
- SBMD = Selisih bujur Ka'bah dengan tempat

Dengan rumus ini, sudut arah kiblat sudah bisa diketahui besarnya dari titik barat ke utara dan berlaku di Indonesia. Rumus arah kiblat yang global yaitu:

$$\mathbf{Cotan\ Q = Tan\ \varphi M \times Cos\ \varphi T / Sin\ C - Sin\ \varphi T / Tan\ C}$$

Keterangan :

- Q = Sudut arah kiblat
- φM = Lintang Ka'bah
- φT = Lintang tempat yang dicari arah kiblatnya
- C = Selisih bujur Ka'bah dengan tempat

Cara mencari nilai C adalah sebagai berikut:¹²

- a) Jika $\lambda = 00^{\circ} 00'$ s.d $39^{\circ} 50'$ BT maka $C = 39^{\circ} 50' - \lambda^X$
- b) Jika $\lambda = 39^{\circ} 50'$ s.d $180^{\circ} 00'$ BT maka $C = \lambda^X - 39^{\circ} 50'$
- c) Jika $\lambda = 00^{\circ} 00'$ s.d $140^{\circ} 10'$ BB maka $C = \lambda^X + 39^{\circ} 50'$
- d) Jika $\lambda = 140^{\circ} 10'$ s.d $180^{\circ} 00'$ BB maka $C = 320^{\circ} 10' - \lambda^X$

Nilai $39^{\circ} 50'$ BT adalah nilai bujur Ka'bah yang digunakan dalam bukunya Muhyidin Khazin, sehingga acuan dalam rumus ini adalah sebesar $39^{\circ} 50'$ BT. Begitu juga dengan $140^{\circ} 10'$ BB adalah

¹¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Komala Grafika, 2006, hlm. 37.

¹² λ (baca lambda) adalah bujur tempat. Lihat Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek*, op. cit, hlm. 56.

nilai kebalikan dari bujur Ka'bah, yang diambil dengan cara $180^{\circ} 00' - 39^{\circ} 50' = 140^{\circ} 10' \text{ BB}$.

Dengan demikian, apabila data bujur Ka'bah yang digunakan itu berbeda dengan $39^{\circ} 50' \text{ BT}$, misalkan yang sering digunakan sekarang adalah $39^{\circ} 49' 34'',33 \text{ BT}$,¹³ maka nilai $39^{\circ} 50' \text{ BT}$ diganti dengan nilai $39^{\circ} 49' 34'',33 \text{ BT}$ dan kebalikan dari bujurnya pun berubah menjadi: $180^{\circ} 00' - 39^{\circ} 49' 34'',33 = 140^{\circ} 10' 25'',67 \text{ BT}$. Begitu juga dengan data $320^{\circ} 10'$ adalah hasil pengurangan dari $360^{\circ} - 39^{\circ} 50' = 320^{\circ} 10' \text{ BB}$. Apabila data bujur menggunakan $39^{\circ} 49' 34'',33$, maka menjadi $360^{\circ} - 39^{\circ} 49' 34'',33 = 320^{\circ} 10' 25'',67 \text{ BB}$.

2. Data yang digunakan

Perhitungan arah kiblat dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* menggunakan data yang lama dan segitiga bola menggunakan data kontemporer. Hal ini sangat wajar, karena kitab ini ditulis pada zaman yang sangat berbeda dalam keadaan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Walaupun demikian, kitab ini sudah sangat bagus, karena sudah bisa menentukan arah kiblat dengan tingkat perbedaan yang tidak begitu besar dengan metode perhitungan yang berkembang sekarang.

3. Alat perhitungan yang digunakan

Alat hitung yang digunakan dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* adalah *Rubu' Mujayyab*. Peralatan hitung ini masih

¹³ Lihat footnote no. 5.

manual dan klasik, sehingga harus membutuhkan waktu yang lama dan ketelitian *hasib* dalam perhitungannya. Adapun segitiga bola yang bisaa menggunakan alat hitung kalkulator yang digital, sudah terprogram dengan baik dengan tampilan data yang sangat detail.

2) *Rubu' Mujayyab*

Rubu' Mujayyab adalah sebuah alat yang berguna untuk menghitung, mengukur dan berisi tabel astronomis, bentuknya seperempat *dairoh*.¹⁴ Alat ini sangat berguna untuk membantu memecahkan dalam sebuah perhitungan yang berkaitan dengan segitiga bola dan trigonometri. Alat ini berkembang di lingkungan pondok pesantren yang mempelajari ilmu falak, karena sebelum ditemukannya kalkulator perhitungan dalam ilmu falak menggunakan alat ini. Hal ini bisa dilihat dalam sebuah kitab yang mempelajari tentang awal waktu salat dan arah kiblat, yaitu kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* yang dikarang oleh Ma'sum Ali.

Konsep trigonometri *Rubu' Mujayyab* berdasarkan kepada hitungan *Sexagesimal* (hitungan yang berdasar kepada bilangan 60), dimana $\sin 90^\circ = \cos 0^\circ = 60$ dan $\sin 0^\circ = \cos 90^\circ = 0$.¹⁵ Berbeda halnya dengan trigonometri yang bisaa digunakan, yang sudah terprogram pada kalkulator. Trigonometri kalkulator ini berdasarkan kepada bilangan bisaa yaitu 1. Dalam aplikasinya berlaku $\sin 90^\circ = \cos 0^\circ = 1$ dan $\sin 0^\circ = \cos 90^\circ = 0$. Sehingga perbandingan trigonometri kalkulator dengan *Rubu'*

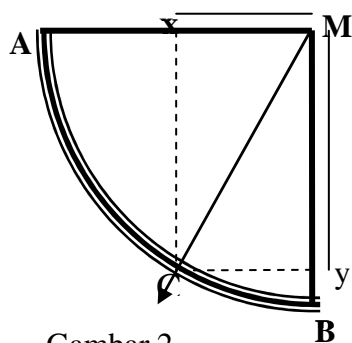
¹⁴ Badan Hisab dan Rukyat Kemenag RI, *op. cit*, hlm. 132.

¹⁵ Hendro setyanto, *op. cit*, hlm. 5.

Mujayyab menjadi 60:1.¹⁶ Dengan demikian, nilai yang diperoleh melalui perhitungan *Rubu' Mujayyab* harus dibagi dengan nilai 60 agar memperoleh nilai yang sesuai dengan perhitungan kalkulator. Gambaran trigonometri dalam *Rubu' Mujayyab* adalah sebagai berikut:

1) *Sinus*

Sinus didefinisikan sebagai perbandingan sisi segitiga yang ada di depan sudut dengan sisi miring (dengan catatan bahwa segitiga itu adalah segitiga siku-siku atau salah satu sudut segitiganya 90°).¹⁷ Untuk mengetahui nilai *sinus* (jaib) pada *Rubu' Mujayyab* dari sebuah sudut (CMB) dapat dibaca langsung pada sisi *al-Sittini*.¹⁸ Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 2.

Pada gambar di atas nilai *sinus* CMy adalah Mx, yaitu nilai yang dihitung dari awal *markaz* (M) sampai pada nilai yang berada di x.

2) *Cosinus*

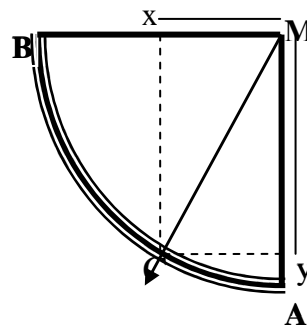
Di dalam matematika, *cosinus* diartikan sebagai perbandingan sisi segitiga yang terletak di samping sudut dengan sisi miring (dengan

¹⁶ *Ibid.*

¹⁷ W. M. Smart, *Tektbook on Spherical Astronomy*, New York: Cambridge University Press, Edisi ke-6, 1980, hlm. 9.

¹⁸ Hendro Setyanto, *Rubu' al-Mujayyab*, *loc. cit.*

catatan bahwa segitiga itu adalah segitiga siku-siku atau salah satu sudut segitiganya 90°).¹⁹ Adapun nilai *cosinus* dalam *Rubu'* adalah *Tamam al-Jaib* merupakan sudut yang didefinisikan sebagai *sinus* dari bagian sudut tersebut.²⁰ Perhatikan gambar di bawah:



Gambar 3.

Pada gambar di atas, nilai *cosinus* suatu nilai dihitung dari *markaz* (titik M) ke arah *Tamam al-Jaib* (y). Sebagai contoh nilai *cosinus* CMA = data yang dihitung dari M ke y.

3) *Tangen*

Di dalam matematika, *tangen* diartikan sebagai perbandingan sisi segitiga yang ada di depan sudut dengan sisi segitiga yang terletak di sudut (dengan catatan bahwa segitiga itu adalah segitiga siku-siku atau salah satu sudut segitiganya 90°).²¹ Nilai *tangen* dan *cotangen* pada *Rubu' Mujayyab* bisa dihitung, yaitu dengan mendefinisikan fungsinya.²²

¹⁹ W. M. Smart, *op.cit*, hlm. 9.

²⁰ Hendro Setyanto, *op. cit*, hlm. 7

²¹ W. M. Smart, *op.cit*, hlm. 13.

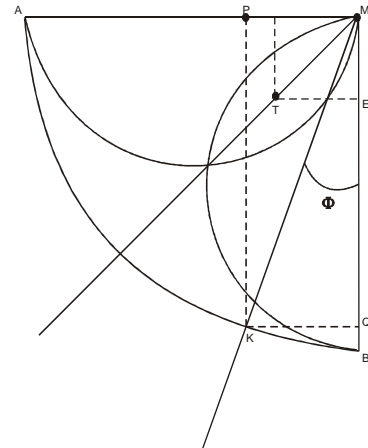
²² Hendro Setyanto, *op. cit*, hlm. 8.

Dari konsep matematis di atas, rumus arah kiblat *Rubu' Mujayyab* dapat diturunkan ke dalam persamaan trigonometri bisaa, yaitu:

1. *Bu'd al-Quthr*

- $\sin \Phi = \cos (90- \Phi)$
 $= \frac{KQ}{MK}$ $MK = R (60^0)^{23}$
 $KQ = MK \cdot \sin \Phi$
 Jadi, $MT = R \cdot \sin \Phi$ ----- (1)

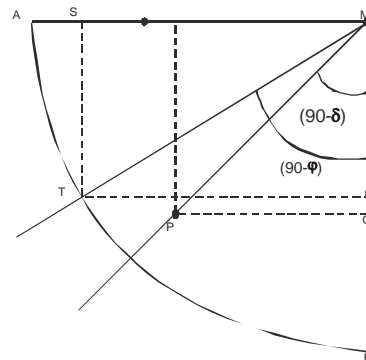
- $\sin \delta = \cos (90- \delta)$
 $= \frac{TU}{MT}$
 $MT = MP$
 $\sin \delta = \frac{TU}{MP}$
 $\sin \delta = \frac{TU}{R \cdot \sin \Phi}$
 $TU = R \cdot \sin \Phi \cdot \sin \delta$
 Jadi, $TU = R \cdot \sin \Phi \cdot \sin \delta$ (2)



2. *Asal al-Muthlak*

- $\cos \Phi = \sin (90- \Phi)$
 $= \frac{TU}{MT}$
 $MT = R (60^0)$
 $\cos \Phi = \frac{TU}{R}$
 $TU = R \cdot \cos \Phi$
 $TU = MS$
 $MS = R \cdot \cos \Phi$
 Jadi, $TU = R \cdot \cos \Phi$

- $\cos \delta = \sin (90- \Phi)$



²³ Nilai 60 ini merupakan ketentuan bahwa jarak dari markaz ke qous adalah 60, ke awal atau akhir qous.

$$= \frac{PZ}{MP}$$

$$MP = MS$$

$$\cos \delta = \frac{PZ}{R \cdot \cos \Phi}$$

$$PZ = R \cdot \cos \Phi \cdot \cos \delta$$

$$\text{Jadi } PZ = R \cdot \cos \Phi \cdot \cos \delta$$

3. *Asal al-Muaddal*

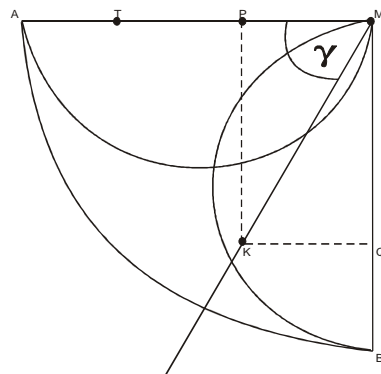
- $\cos \gamma = \sin (90-\gamma)$

$$\sin (90-\gamma) = \frac{KQ}{MK}$$

$$\cos \gamma = \frac{KQ}{MK}$$

$$MK = MT, \text{ Sehingga}$$

$$KQ = \cos \gamma \times MT$$



4. *Irtifa' as-Simti*

- $\sin \acute{\alpha} = \frac{KQ}{MK}$

$$KQ = MP$$

$$MK = R, \text{ Sehingga:}$$

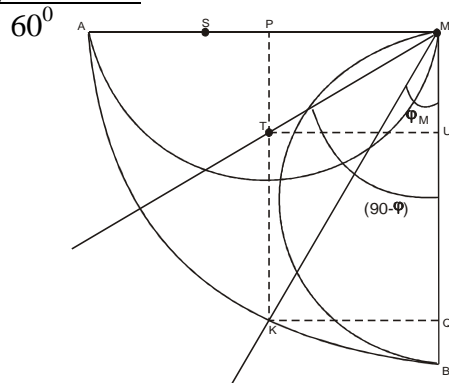
$$\sin \acute{\alpha} = \frac{MP}{R}$$

$$\acute{\alpha} = \text{Irtifa' as-Simt}$$

$$MP = \text{Jaib Irtifa' As-Simt}$$

$$R = \text{Jari-Jari } (60^0)$$

$$\sin \text{Irtifa' As-Simt} = \underline{\text{Jaib irtifa' As-Simt}}$$



- $\sin \beta = \frac{KQ}{MK}$

$$KQ = MP$$

$$MK = R$$

$$\sin S \times R = MP$$

$$MP = \sin S \times R$$

MP = *Jaib Tamam Irtifa' As-Simt*

S = *Tamam Irtifa' As-Simt*

R = *Jari-jari* (60^0)

Jaib Tamam Irtifa' = *Sin Tamam Irtifa'* x 60^0

5. *Jaib as-Sa'ah*

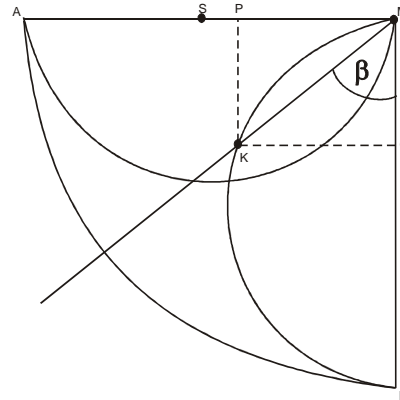
$$\begin{aligned} \sin \Phi^m &= \frac{KQ}{MK} \\ MK &= R \\ KQ &= \sin \Phi^m R \\ \sin (90 - \Phi^m) &= \frac{TU}{MT} \end{aligned}$$

$$TU = KQ$$

$$MT = MS, \text{ Sehingga}$$

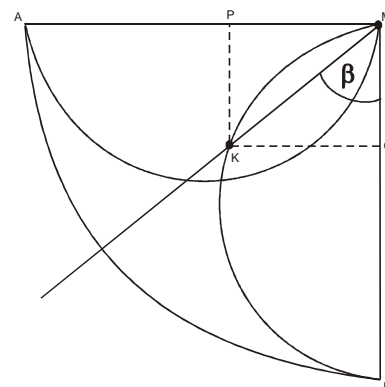
$$\begin{aligned} \sin (90 - \Phi^X) &= \frac{KQ}{MS} \\ \cos \Phi^X &= \frac{\sin \Phi^m R}{MS} \\ MS &= \frac{\sin \Phi^m R}{\cos \Phi^X} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } \textit{Jaib as-Si'ah} \text{ adalah } = \frac{\sin \Phi^m R}{\cos \Phi^X}$$



6. *Hissoh as-Simt*

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{MQ}{MK} \\ \cos (90 - \beta) &= \frac{MP}{MK} \\ \sin \beta &= \frac{MP}{MK} \\ MK &= \frac{MP}{\sin \beta} \\ \cos \beta &= \frac{MQ}{\frac{MP}{\sin \beta}} \\ \cos \beta \times \frac{MP}{\sin \beta} &= MQ \end{aligned}$$



$$MQ = \frac{MP \times \cos \beta}{\sin \beta}$$

$$MQ = \text{Hissoh as-Simti}$$

$$MP = \text{Irtifa' as-Simti}$$

$$\beta = \text{Tamam 'ard al-balad}$$

$$\text{Hissoh as-simt} = \text{Irtifa' as-simt} \times \text{Cotg Tamam Ard al-balad}$$

7. Simt Al-Qiblat

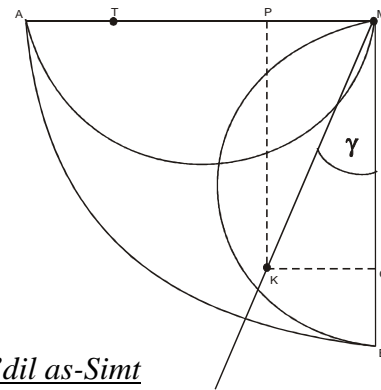
$$\sin \gamma = \frac{KQ}{MK}$$

$$KQ = MP$$

$$MK = MT, \text{ Sehingga}$$

$$\sin \gamma = \frac{MP}{MT}$$

$$\sin \text{ Simt al-Qiblah} = \frac{\text{Ta'dil as-Simt}}{\text{Jaib tamam Irtifa' As-Simt}}$$



Adapun beberapa perbedaan yang mendasar antara alat hitung

Rubu' Mujayyab dengan kalkulator adalah sebagai berikut :

1. Metode Menghitung

Di dalam mencari suatu data, proses perhitungan antara *Rubu'* dengan kalkulator terdapat perbedaan yang signifikan. *Rubu'* merupakan alat hitung peninggalan zaman dulu yang kemajuan teknologinya masih belum berkembang seperti sekarang, sehingga model *input* data masih manual. Kombinasi dari beberapa instrumen *Rubu'* itu akan menghasilkan data yang dicari. Jadi untuk mendapatkan data yang diperlukan, dicari dengan manual dan mandiri, sehingga hasilnya tergantung kepada orang yang menghitung.

Berbeda dengan kalkulator, sistem yang digunakan dalam alat hitung ini sudah terprogram dengan baik, digital dan instan. Seorang *hasib* hanya memasukan nilai untuk mendapatkan data yang dicari dengan mudah, kemudian memejet tombol yang sudah tersedia dan sesuai dengan nilai pembantu untuk mendapatkan hasil yang dicari.

2. Tampilan data

Rubu' Mujayyab yang merupakan alat hitung tradisional dan manual, secara otomatis menampilkan data yang manual juga. *Display* data akan ditampilkan sesuai dengan ketelitian orang yang menghitung. Seberapa besar ketelitian dan kejelian orang yang menghitung, sebesar itu pula keakurasian data yang dihasilkan, karena data yang diberikan oleh *Rubu'* tergantung kepada orang yang menghitung.

Kalkulator yang merupakan alat hitung zaman sekarang sudah didesain dengan rapi dan teruji, memberikan hasil yang maksimal. Hal ini disebabkan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Tampilan kalkulator sangatlah lengkap, karena meliputi nilai terkecil yaitu sampai detik. Adapun *Rubu' Mujayyab* menampilkan data hanya derajat saja, data menit didapatkan dengan cara mengira-ngira.

Walaupun demikian, *Rubu' Mujayyab* harus selalu dijaga dan dipelajari, karena alat ini merupakan bukti keseriusan umat terdahulu

untuk menciptakan sarana ilmu falak untuk keperluan ibadah yang lebih sempurna.²⁴

Perbedaan hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* dengan kalkulator menunjukkan tingkat akurasi masing-masing alat hitung ini. Perbedaan hasil perhitungan menggunakan *Rubu' Mujayyab* lebih besar $+0^{\circ} 18' 05'',61$ daripada perhitungan dengan kalkulator. Besarnya kemelencengan ini apabila di dijadikan satuan kilometer, maka akan mendapatkan nilai 10,66081329 km dari titik Ka'bah ke arah utara.

Secara fiqh, kemelencengan $+0^{\circ} 10' 05'',61$ atau ± 6 km dari titik Ka'bah tidak begitu bermasalah, karena masalah ini merupakan masalah ibadah yang sifatnya ijtihadi dan jauhnya ± 6 km dari titik Ka'bah masih termasuk di daerah tanah Haram, masih ada kemungkinan benar.²⁵ Besarnya kemelencengan $+0^{\circ} 10' 05'',61$ masih termasuk kepada kriteria toleransi, sebagai mana dikatakan oleh Sugeng. Toleransi kemelencengan kiblat menurut Sugeng adalah sekitar 2° s.d 3° . Hal ini sesuai dengan pengalamannya ketika meluruskan kembali arah kiblat di Solo.²⁶

²⁴ Wawancara dengan Sofwan Jannah melalui email pada tanggal 08 Januari 2010. Ia merupakan dosen ilmu falak di UII (Universitas Islam Indonesia) Jogjakarta.

²⁵ Wawancara dengan Aqil Fikri pada tanggal 13 Oktober jam 9:46 WIB melalui *chatting*. Ia adalah ahli falak Jawa Timur, dan aktif di Lajnah Falakiyyah Nahdhotul Ulama (LFNU) Jawa Timur bagian bendahara.

²⁶ Wawancara dengan Sugeng melalui email pada tanggal 08 Januari 2011. Ia adalah guru fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) 1 Muhammadiyah Jogjakarta dan guru ilmu falak di Pondok Pesantren As-Salaam, dan sekaligus pembina di CASA (*Community Astronomy of Santri as-Salaam*).

Walaupun demikian, apabila sekarang sudah ada peralatan yang sudah bagus dan teruji keakurasiannya, mengapa masih menggunakan peralatan yang kurang tepat. Untuk sekarang dan seterusnya, alangkah baiknya menggunakan alat hitung yang sudah akurat dan memberikan hasil yang detail, karena hal ini kaitannya dengan ibadah *mahdoh*. Alat hitung *Rubu' Mujayyab* bisa digunakan apabila tidak ada hubungannya dengan ketetapan hukum, seperti arah kiblat dan waktu salat.²⁷

Rubu' Mujayyab pada dasarnya masih bisa digunakan secara akurat apabila seorang *hasib* itu adalah orang yang profesional. Selain itu, *Rubu'* itu sendiri harus bagus, baik dari bahannya dan tampilan datanya dibuat lebih rinci, sehingga dalam pencarian data mudah didapatkan dan jelas.²⁸

3) Perbandingan hasil perhitungan

Di dalam ilmu falak sudah berkembang beberapa alat perhitungan yang bisa digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan dalam perhitungan. Di antaranya ada beberapa alat/cara perhitungan yang berkembang dan digunakan dalam ilmu falak, yaitu kalkukator, daftar logaritma, dan *Rubu' Mujayyab*. Beberapa perbandingan antara *Rubu' Mujayyab* dengan alat/cara hitung lainnya:

²⁷ Wawancara dengan Slamet Hambali, pada tanggal 05 Oktober 2010. Ia adalah dosen ilmu falak di IAIN Walisongo, ahli falak Pengurus Besar Nahdlotul Ulama (PBNU), dan anggota Badan Hisab Rukyat (BHR) Kemenag RI

²⁸ Wawancara dengan Sugeng, *loc. cit.*

a. Perbandingan hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* dengan kalkulator

Perbandingan antara satu cara dengan cara lain merupakan salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Hal ini terbukti pada hasil perhitungan antara alat hitung *Rubu' Mujayyab* dengan kalkulator. Hasil perhitungan dengan menggunakan kalkulator adalah $24^{\circ} 29' 54'',39$ BU, dan hasil perhitungan dengan menggunakan *Rubu'* adalah $24^{\circ} 40'$ BU, data ini menghasilkan selisih :

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= 24^{\circ} 40' - 24^{\circ} 29' 54'',39 \\ &= +0^{\circ} 10' 05'',61 \text{ BU} \end{aligned}$$

Jadi selisih perhitungan antara kedua metode ini adalah sebesar $+0^{\circ} 10' 05'',61$ BU. Perhitungan *Rubu' Mujayyab* lebih $0^{\circ} 10' 05'',61$ dari barat ke utara.

Dengan demikian, alat hitung yang sudah terprogram dengan baik dan teruji keakuratannya akan menghasilkan nilai yang akurat daripada menggunakan alat hitung yang manual.

b. Perbandingan hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* dengan logaritma

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa antara kedua cara ini menghasilkan data yang berbeda. Hal ini disebabkan faktor ketelitian dan keakurasian data yang digunakan. Hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* adalah sebesar $24^{\circ} 40'$ BU dan hasil perhitungan logaritma adalah $24^{\circ} 36' 57''$ BU, apabila dikomparasikan akan menghasilkan:

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= 24^\circ 40' - 24^\circ 36' 57'' \text{ BU} \\ &= +0^\circ 03' 03'' \text{ BU}\end{aligned}$$

Perhitungan *Rubu'* menghasilkan $+0^\circ 03' 03''$ BU lebih besar dari perhitungan logaritma. Besarnya nilai $+0^\circ 03' 03''$ masih lebih kecil dibandingkan dengan kalkulator, hal ini karena dilatar belakangi alat yang digunakan.

c. Perbandingan hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* dengan *Rubu' Mujayyab*

Rubu' Mujayyab yang berkembang di Indonesia berukuran ± 23 cm. Salah satu tujuannya untuk memudahkan seseorang untuk menggunakan dan membawanya. Jika dibandingkan antara *Rubu' Mujayyab* yang berukuran ± 23 cm tersebut dengan *Rubu' Mujayyab* yang berukuran ± 60 cm, ternyata akan menghasilkan perbedaan pula dalam hasil hitungannya.

Hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* yang berukuran ± 23 cm adalah sebesar $24^\circ 40'$ BU dan hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* yang berukuran ± 60 cm adalah $24^\circ 35'$ BU. Apabila dikomparasikan kedua hasil perhitungan ini akan menghasilkan perbedaan:

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= 24^\circ 40' - 24^\circ 35' \\ &= +0^\circ 05'\end{aligned}$$

Selain dari ukuran yang berbeda, kepekaan seorang *hasib* dengan *hasib* lainnya berbeda-beda pula, sehingga akan menimbulkan perbedaan dalam menentukan hasilnya. Sebenarnya perhitungan tipe

Rubu' Mujayyab yang berukuran sedang dengan kualitas yang sama, apabila dihitung oleh *hasib* yang berbeda, sangat dimungkinkan akan menghasilkan perhitungan yang berbeda. Hal ini disebabkan ijtihad mereka dalam menentukan angka dalam *Rubu'* berbeda, dan kemungkinan ketelitiannya berbeda, sehingga perbedaan dalam hasil perhitungan sangat mungkin.

Dilihat dari perbandingan di atas, ternyata perhitungan dengan *Rubu' Mujayyab* menghasilkan data yang tidak akurat untuk zaman sekarang, karena sudah terdapat alat perhitungan yang sudah digital. Dengan demikian, alat perhitungan ini tidak boleh digunakan untuk aplikasi yang menimbulkan ketetapan hukum, seperti waktu salat dan arah kiblat. Adapun aplikasi itu dalam rangka pembelajaran, maka sangat dianjurkan karena hal itu bisa menambah pengetahuan siswa atau santri dan bisa mempertahankan keilmuan ini.

B. Analisis Signifikansi *Rubu' Mujayyab* dalam Kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* di Era Digitalisasi

Rubu' Mujayyab merupakan alat hitung yang berkembang pada abad ke-7 H sampai abad ke-11 H, diantara tokohnya adalah al-Khawarizmi (770-840 H) dan Ibn Shatir (abad ke-11 H).²⁹ Alat hitung ini sangat membantu dalam perkembangan ilmu falak, karena bisa digunakan untuk menghitung data-data yang berkaitan dengan ilmu falak, seperti menghitung ketinggian

²⁹ Hendro Setyanto, *Rubu' Mujayyab*, *loc. cit.*

benda-benda langit, menghitung awal waktu salat, menghitung arah kiblat, dan lain sebagainya.

Alat hitung yang merupakan peninggalan zaman dulu ini mempunyai kelebihan dibandingkan kalkulator atau alat hitung bisaa. Disamping itu terdapat juga kekurangannya, karena pada saat itu teknologi belum secanggih sekarang. Di antara kelebihan dan kekurangan *Rubu' Mujayyab* adalah:

1. Kelebihan yang terdapat dalam *Rubu' Mujayyab*

- a. *Rubu' Mujayyab* merupakan sebuah alat yang multi fungsi, tidak hanya sebagai alat menghitung bisaa saja seperti kalkulator, tetapi bisa digunakan untuk menghitung ketinggian benda langit, tinggi tempat, tinggi tiang, dan kedalaman sebuah sumur.
- b. *Rubu' Mujayyab* merupakan alat yang memberikan tabel astronomis, sehingga bisa digunakan untuk mencari deklinasi matahari dan data astronomi lainnya.

2. Kekurangan yang terdapat dalam *Rubu' Mujayyab*

Diantara kelemahan yang terdapat di dalam *Rubu' Mujayyab* yaitu:

- a. Data yang ditampilkan pada alat ini tidak detail, hanya data derajat saja.
- b. Dalam penentuan data dan pengambilannya tergantung pada kecermatan *hasib*, karena alat yang digunakan adalah *Rubu' Mujayyab* yang ketelitian alatnya masih kurang baik.

- c. Susunan dari rumus mencari arah kiblat masih terpisah-pisah, tidak menjadi satu kesatuan, atau satu jalan, sehingga dalam mencari arah kiblat itu harus mencari data satu persatu.

Pada zaman sekarang, posisi *Rubu' Mujayyab* sama halnya dengan posisi kalkulator, yaitu sebagai alat bantu hitung. Kalkulator sebagai alat hitung yang memberikan hasil secara detail, mudah dalam aplikasi perhitungan, dan akurat. Alat ini memberikan kontribusi bagi perkembangan hisab dalam kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah*. Hal ini disebabkan *Rubu' Mujayyab* yang merupakan alat hitung dalam kitab ini sudah mulai ditinggalkan dan beralih ke kalkulator, baik dalam pembelajaran maupun dalam aplikasi di lapangan.

Di antara madrasah yang beralih dari *Rubu' Mujayyab* ke kalkulator adalah Madrasah Aliyah (MA) Qudsiyyah. Di Madrasah ini, pelajaran kitab *Ad-Durus al-Falakiyyah* sudah menggunakan kalkulator dalam aplikasi perhitungannya. *Rubu' Mujayyab* yang merupakan alat hitung asli kitab ini diperkenalkan kepada siswa hanya dalam satu pertemuan saja.

Dari penuturan pengajarnya, bahwa mengajar dengan kalkulator dan *Rubu'* sangat berbeda sekali, baik dalam perhitungannya maupun tingkat pemahaman siswa terhadap aplikasi perhitungan itu sendiri. Apabila pengajaran menggunakan *Rubu'*, semua siswa sangat dituntut untuk teliti dan mengerahkan semua fikirannya untuk fokus. Hal ini disebabkan siswa sangat kesulitan untuk memahami cara pengerjaan dengan *Rubu'*. Selain itu, hasil

perhitungan dengan alat ini sangat berbeda dengan kalkulator. Tingkat keberhasilannya pun sangat sedikit, berkisar 5% saja.³⁰

Berbeda halnya dengan menggunakan alat hitung kalkulator, semua siswa sangat mudah memahami pelajaran itu, sehingga tingkat keberhasilan dalam pembelajaran sampai 95% lebih. Ini membuktikan bahwa dalam aplikasi *Rubu'* memerlukan waktu yang lama dalam pembelajaran dan memahami pelajaran itu. Juga dengan kalkulator ini semua siswa bisa lebih cepat dalam pengerjaannya.

Di Madrasah Diniyah (MD) Futuhiyyah Kwagean Kediri, pembelajaran *Ad-Durus al-Falakiyyah* masih menggunakan *Rubu' Mujayyab* dalam perhitungannya. Hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman aplikasi *Rubu' Mujayyab* kepada siswa, baik dalam perhitungan maupun aplikasi. Hal ini tidak lain untuk melestarikan ilmu *Rubu'* yang sudah jarang dipelajari.³¹

Di pondok Fathul 'Ulum Kediri juga masih diajarkan *Rubu' Mujayyab*. Pondok ini masih satu yayasan dengan MD Futuhiyyah, sehingga *greget* untuk mengembangkan ilmu falak masih ada. Hal ini bisa dilihat dengan adanya percetakan *Rubu' Mujayyab* yang terbuat dari kayu di pondok itu. Selain itu, pondok ini memiliki lajnah falakiyyah sendiri, sehingga *Rubu' Mujayyab* masih diajarkan.³²

³⁰ Wawancara dengan M. Syaifudin Lutfi pada tanggal 28 September 2010. Ia adalah pengajar *Ad-Durus al-Falakiyyah* di Madrasah Aliyah (MA) Qudsiyyah, Kudus.

³¹ Sekolah Madrasah Diniyyah (MD) ini tingkatannya seperti Madrasah Aliyyah (MA). Wawancara dengan Rofiq Syadzali pada tanggal 25 Februari 2011 melalui telfon. Ia merupakan pengajar ilmu falak di sekolah tersebut.

³² *Ibid.*

Adanya perubahan dan perkembangan, baik dalam keilmuannya maupun alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan dalam ilmu ini membuktikan bahwa keilmuan di masyarakat sudah maju dan berkembang. Selain itu masyarakat tahu mana yang lebih akurat dan memberikan hasil yang bagus. Walaupun demikian, keilmuan *Rubu' Mujayyab* harus tetap *diuri-uri* dan dipelajari lagi, supaya tidak hilang ditelan zaman, dan bisa dikembangkan menjadi lebih baik.

Menurut Slamet Hambali, *Rubu' Mujayyab* masih harus dipelajari, tidak ditinggalkan begitu saja. Setidaknya bisa dipisahkan antara praktikum, pembelajaran di kelas dan aplikasi yang mengakibatkan ketetapan hukum. Untuk praktikum yang merupakan bagian dari pembelajaran, menggunakan *Rubu'* tidak ada masalah, bahkan itu lebih diutamakan, sehingga bisa mengembangkan keilmuan ini, dan bisa mengetahui kelemahan dan kelebihan dari alat ini.³³

Berbeda halnya apabila aplikasi itu menghasilkan sebuah ketetapan hukum, misalnya untuk menentukan arah kiblat dan menghitung awal waktu salat, ini lebih baik menggunakan kalkulator atau alat hitung lainnya yang lebih akurat daripada *Rubu'*. Hal ini untuk mendapatkan hasil yang akurat dan maksimal. *Rubu'* merupakan alat yang canggih dan sangat bagus pada zamannya, tetapi untuk zaman sekarang sudah terdapat alat hitung yang lebih

³³ Wawancara dengan Slamet Hambali, *loc. cit.*

bagus dan akurat, sehingga lebih mengutamakan alat yang sekarang memiliki tingkat akurasi tinggi.³⁴

Pada zaman sekarang yang serba digital dan instan ini, akses untuk menyempurnakan dalam ibadah sangat mudah. Dengan adanya softwer untuk penentuan awal bulan hijriah, awal waktu salat, dan arah kiblat, dan masih banyak lagi softwer-softwer yang mendukung dalam ibadah umat islam. Walaupun demikian, pembelajaran yang manual sangat perlu dipelajari dan dikembangkan, hal ini bertujuan untuk :

1. Melestarikan keilmuan cikal bakal dari keilmuan itu. Dalam hal ini berarti melestarikan keilmuan ilmu falak dalam menghitung arah kiblat dengan menggunakan alat hitung *Rubu' Mujayyab*.
2. Perhitungan manual merupakan pondasi dalam perhitungan digital, sehingga berguna untuk mengontrol program-program yang sudah digital apakah masih sesuai dengan teori atau ada data yang *error*.
3. Melestarikan cikal bakal keilmuan dan menjaganya dengan cara mempelajari dan mengembangkannya sebagai *khazanah* keilmuan, karena program yang dihasilkan merupakan pengembangan dari perhitungan yang manual.

Fasilitas yang sangat maju sudah berkembang begitu pesatnya. Alat bantu dalam perhitungan pun ikut berkembang baik berupa softwer maupun alat hitung lainnya. Walaupun demikian, distribusi dari hasil kemajuan ini tidak merata sampai kepada masyarakat bisaa, sehingga mereka tidak bisa

³⁴ *Ibid.*

menikmati kemajuan ini. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan yang mereka miliki dan banyak fasilitas yang kurang mendukung. Sebagai contoh softwer *Mawaqit* yang berguna untuk mencari nilai azimut kiblat, awal waktu salat, dan awal bulan hijriah. Sofwer ini bisa dimanfaatkan apabila ada sarana yang mendukung yaitu komputer atau leptop.

Sofwer *Mawaqit* bisa diinstal di leptop atau komputer kemudian bisa dimanfaatkan. Apabila komputer atau leptop itu tidak ada, maka sofwer *Mawaqit* tidak berguna dan tidak bermanfaat. Inilah salah satu kekurangan dari sistem yang sudah digital. Berbeda halnya dengan yang manual baik berupa buku pegangan tentang teori-teori seputar ilmu falak maupun alat hitung yang digunakan seperti *Rubu' Mujayyab*. Alat hitung ini sangat fleksibel, bisa dibawa ke mana-mana dan bisa digunakan oleh siapa saja yang sudah mempelajarinya. Inilah salah satu signifikansi alat hitung *Rubu' Mujayyab* di era digitalisasi ini, walaupun masih manual tetapi mampu menjangkau semua kalangan.

Dengan demikian, alat hitung *Rubu' Mujayyab* ini masih sangat signifikan di era sekarang ini. Apabila tidak dipelajari lagi, maka akan kesulitan mengontrol program yang sudah ada jika terjadi *error*. Selain itu alat ini bisa dijangkau oleh semua kalangan, baik akademisi maupun kalangan pondok pesantren, sehingga manfaatnya bisa dinikmati oleh semua orang, karena alat ini tidak perlu sarana yang banyak, cukup memiliki *Rubu' Mujayyab* saja sudah bisa diaplikasikan dalam perhitungan.