

BAB III
SISTEM HISAB AWAL WAKTU SALAT
PROGRAM MAWAAQIT VERSI 2001

A. Biografi Intelektual Khafid

Khafid adalah seorang ahli geodesi dan juga seorang ahli hisab rukyah yang memiliki karya monumental dalam hisab rukyah yaitu *software* Mawaaqit. Beliau dilahirkan pada tanggal 4 Maret 1967 di Demak. Khafid adalah anak ketiga dari 8 bersaudara. Ayahnya bernama As'ad dan ibunya bernama Suntirah.¹

Jenjang pendidikan yang ditempuh oleh Khafid yaitu sekolah di SD Negeri Kadilangu I Demak dari tahun 1974 sampai tahun 1980, kemudian lulus dari SD beliau melanjutkan sekolah ke SMP Negeri II Demak sampai tahun 1983. Pada tahun 1983 Khafid melanjutkan sekolahnya ke SMA Negeri I Demak dan lulus pada tahun 1986. Setelah lulus SMA beliau kemudian melanjutkan kuliah di Belanda setelah menerima beasiswa OFP (*Offersis Felope Program*) yang disponsori oleh BJ. Habibi. Pada saat itu Khafid mendapatkan jatah beasiswa jurusan Geodesi di Belanda yang nantinya akan langsung menjadi PNS dan bekerja di BIG (Badan Informasi Geospasial). Meskipun khafid kuliah jurusan geodesi tetapi Khafid tetap mempelajari

¹ Wawancara bersama Dr. Ing Khafid (Pembuat Program Mawaaqit) di Kantor Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang Pada tanggal 22 Maret 2014

tentang teknik informatika sehingga bisa menghasilkan macam-macam *software* salah satu diantaranya yaitu Mawaaqit.²

Lulus SMA (1987) beliau kemudian melanjutkan program S1 di Teknik Geodesi Universitas Delft Belanda. Karena program S1 dan S2 nya merupakan satu paket, program S2 nya pun diselesaikan di Universitas yang sama. Program sarjana dan magisternya diselesaikan dalam kurun waktu 6,5 tahun. Kemudian pada tahun 1993 Khafid melanjutkan program Doktornya di Universitas Teknik Munchen Jerman.³

Pada tahun 2001 Khafid menjadi anggota Badan Hisab Rukyah Pusat dan menjadi anggota Litbang LF-PBNU pada tahun 2006.⁴ Sejarah keilmuan hisab rukyahnya mengalir berjalan ketika Mawaaqit ini beliau program semasa mengerjakan tesis. Bersamaan dengan masuknya Khafid menjadi anggota Badan Hisab Rukyah Nasional mewakili Badan Informasi Geospasial (BIG), beliau juga menjadi salah satu tim penyusun Sub Landas Kontinental Indonesia yang dikirim ke PBB. Hal ini terkait dengan batas wilayah Indonesia yang dimungkinkan untuk diperluas.⁵

Saat ini Khafid bekerja di Badan Geospasial sebagai Ketua Pusat Pemetaan Batas Wilayah, menjadi anggota Litbang ICMI Cibinong, serta menjadi dosen program studi ilmu falak S2 dan S3 di IAIN Walisongo Semarang dan Dosen Luar Biasa di ITB (Institut Teknologi Bandung). Selain itu juga, Khafid sering menjadi narasumber dalam acara-acara yang berkaitan

² *Ibid*

³ *Ibid*

⁴ Majalah Zenith, Edisi X Juli 2013 Hal.23

⁵ *Ibid*

dengan persoalan arah kiblat, penentuan awal waktu salat, penentuan awal bulan Kamariah, serta konsep-konsep keilmuan yang dimilikinya seperti ilmu geodesi, bahasa pemrograman serta hal-hal lain yang berkaitan dengan ilmu falak. Khafid juga pernah ditunjuk sebagai penguji disertasi Dahlia Hali'ah Mau, dan Ma'rifat serta co promotor Ahmad Izzuddin.

Kemudian mengenai riwayat pendidikan dengan beberapa risetnya yang belum disebutkan di atas, dari tahun 1986 sampai sekarang Khafid adalah staf Badan Informasi Geospasial yang mendapat tugas belajar di Belanda dan Jerman dari tahun 1987-1997. Menjadi asisten mahasiswa di TU-Delft, Holland dari bulan April- September 1993. Dari tahun 1999 sampai dengan sekarang ia menjadi dosen luar biasa di ITB Bandung. Selanjutnya ada beberapa riset yang pernah dikerjakannya yaitu :

- Riset dengan tema kenaikan air laut oleh efek rumah kaca (1989-1990)
- Riset dengan tema pemrosesan data VLBI dan pembenahan software pada tahun 1992
- Pada tahun 1992-1993 melakukan riset dengan tema Pemrosesan Data Altimetri.
- Riset dengan tema Penyatuan Datum Vertikal (1994-1997),
- Riset dengan tema Real Time Positioning Satelit, Altimetri untuk Survei Kelautan dan Pembuatan Sistem Informasi Geodesi di Indonesia (1998-1999),

- Riset GPS Meteorologi dan Evaluasi Geoid di Indonesia (1998-1999), Riset 1999 sampai sekarang
- Beberapa riset yang pernah dilakukan yaitu Riset GPS untuk telemetri dan pemantauan obyek, Riset perhitungan kalender hijriyah, Pembuatan Database Kelautan, Satelit Altimetri untuk berbagai terapan, Pembuatan Peta Dasar Kelautan dll.

Saat ini Khafid bersama Istrinya H.Yeti Suheti beserta ke enam anaknya yaitu Ufah Habibah Khafid, Jamilah Hamidah Khafid, Harun Abdul Karim Khafid, Yusuf Abdurrahman Khafid, Tsabita Syahida Khafid dan Aisyah Karimah Khafid bertempat tinggal di Perumahan Pemda BCE (Bumi Cibinong Endah) Jl. Sarikaya Blok E3/No.5 Rw.12 Sukahati Cibinong.

B. Karya-Karya Khafid

Mawaaqit merupakan salah satu software karya Khafid yang berasal dari kegemarannya terhadap teknik informatika dan keinginan untuk menyatukan perbedaan penentuan awal bulan Kamariah yang terjadi di sekelilingnya, khususnya diantara teman-temannya yang berasal dari berbagai Negara seperti Maroko, Mesir, Suriname, Turki dan Negara lain yang pada saat itu sedang menempuh pendidikan di Belanda.⁶

Ketika duduk dibangku kuliah, beliau lebih banyak mempelajari Teknik Satelit Altimetri (mengukur permukaan air laut dari satelit) untuk memprediksi gunung dibawah laut, kedalaman laut, naik turunnya air laut dan

⁶ Wawancara Pada tanggal 22 Maret 2014

sebagainya. Sesuai dengan jurusan tersebut, beliau menghasilkan beberapa *software* diantaranya : *software* pemrosesan data altimetry, *software* untuk menghitung data geoid, dan *software-software* lainnya. Mawaaqit adalah satu-satunya *software* hisab rukyah karyanya. Diantara semua *software* buatannya, *software* yang cukup besar adalah Mawaaqit dan *software* pemrosesan data altimetry.⁷

Karya lain yang berbentuk buku adalah buku formal yang tidak diperjualbelikan dipasaran melainkan dikirim ke PBB, di antaranya adalah buku laporan survey. Adapun buku hisab rukyah karya beliau hanya Buku Garis Tanggal Kalender Islam yang berisi tentang kalender Kamariah, garis tanggal internasional, problematika penentuan awal bulan kalender Islam, penentuan awal bulan di Saudi Arabia, peran ilmu Astro-Geodesi dalam penanggalan Kamariah dan penelitian perhitungan penentuan awal bulan Kamariah.⁸

C. *Software* Mawaaqit

Program Mawaaqit berasal dari sebuah fenomena yang berkaitan dengan permasalahan hisab rukyah yaitu tentang perbedaan dalam penentuan awal bulan kamariah yang bukan hanya terjadi di Indonesia saja akan tetapi juga di Negara lain. Seperti yang terjadi di Belanda ketika Khafid dan teman-temannya melakukan penelitian di Belanda, perbedaan hari raya sangat mencolok sekali yaitu sekitar 2- 3 hari. Perbedaan ini disebabkan karena

⁷ *Ibid*

⁸ *Ibid*

masyarakat yang ada di Belanda melaksanakan hari raya sebagaimana hari raya pada Negara Asalnya seperti orang Indonesia berhari raya sebagaimana orang Indonesia berhari raya begitupun orang Suriname sehingga perbedaan tersebut tidak hanya terjadi 2 hari saja bahkan lebih.⁹

Berdasarkan kejadian tersebut maka timbulah tantangan bagi Khafid serta teman-temannya untuk melakukan pembuatan *software* sebagai langkah penyatuan awal bulan Kamariah. Pelaksanaan kegiatan pembuatan program ini dilakukan oleh siswa-siswa yang sedang menempuh pendidikan di Delft Belanda di antaranya yaitu Khafid, Dadan Ramdani, Ade Komara Mulyana, Wakhid Sudiantoro Putra, Adi Junjunan Mustafa dari Bakosurtanal serta dari IPTN yaitu Kiki Yaranusa.¹⁰

Program Mawaaqit dibuat bersamaan dengan adanya *overlab* yang sedang dilakukan di Belanda dengan menggunakan data *Jean Meus* buatan orang Belgia yang bisa dimanfaatkan. Khafid juga mengatakan bahwa astronomi dan geodesi memiliki keterkaitan yang erat. Dalam geodesi untuk mengetahui arah maka dibutuhkan astronomi yaitu dengan melihat bintang sedangkan dalam astronomi terdapat keterkaitan dengan geodesi dengan unsur ketelitiannya. Sehingga dari fenomena yang terjadi, maka timbul tantangan untuk melakukan penyatuan penentuan awal bulan kamariah.¹¹

Pada tahun tahun 1992/1993 ICMI orsat Belanda mensponsori penelitian perhitungan tersebut dengan metode astronomi modern. Dalam

⁹ *Ibid*

¹⁰ *Ibid*

¹¹ *Ibid*

penelitian ini menghasilkan *software* Mawaaqit 1.0 yang ditulis dalam bahasa program PASCAL dalam DOS.¹²

Namun setelah menempuh pendidikan S3 peneliti-peneliti program tersebut mulai terpencar sehingga hanya Khafid yang dapat melanjutkan penelitian tersebut. Khafid yang pada saat itu sedang sibuk dalam penyusunan tesis di Jerman meluangkan waktunya selama 6 jam untuk pembuatan program Mawaaqit. Pada awalnya program Mawaaqit hanya ada beberapa *software* saja yaitu *Pretime* (program kiblat) dan *Al-Kursyu* (program mengenai Al-Qur'an) yang dibuat oleh Abdul Mufid dari Jerman kemudian Khafid menggabungkan serta mengakomodir sehingga menjadi program Mawaaqit. Nama program ini dibuat oleh tim dengan alasan bahwa Mawaaqit merupakan kata yang terdapat dalam al-Qur'an artinya tentang waktu-waktu selain itu penamaan ini untuk mewadahi perhitungan yang ada di dalam program ini di antaranya yaitu kalender dan waktu salat.¹³

Kemudian pada tahun 1994 sampai 1996 dilakukan perbaikan-perbaikan program sampai pada versi 1.3 oleh Khafid dan Fahmi Ahmar dari Badan Geospasial (BIG) karena banyaknya tanggapan positif dari masyarakat muslim baik dari Indonesia maupun dari mancanegara terhadap program Mawaaqit. Setelah itu Khafid melakukan penelitian lebih lanjut berdasarkan dengan perkembangan teknologi komputer dengan munculnya sistem operasi baru Windows 95 dan Windows NT dan juga teknologi internet, sehingga muncul versi *software* Mawaaqit versi 32++ yang ditulis dengan bahasa

¹² *Ibid*

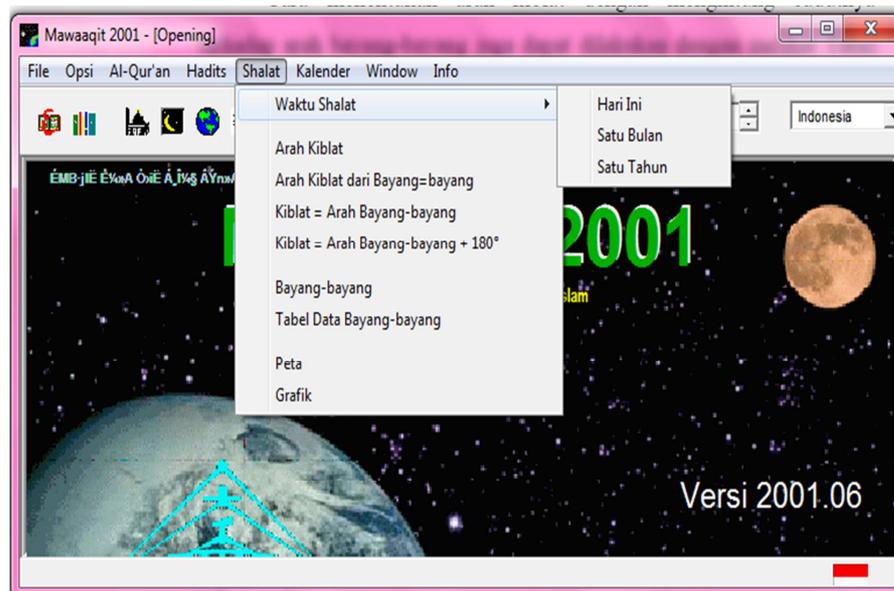
¹³ *Ibid*

program C/C++ berjalan dalam sistem operasi Windows 95/Windows NT, Mawaaqit 96.4 versi internet ditulis dengan java. Kemudian muncul Mawaaqit 2000 yang telah dilengkapi dengan modul-modul analisis serta yang teraktual saat ini adalah Mawaaqit versi 2001.¹⁴

Software Mawaaqit versi 2001 tidak hanya memuat program waktu salat sedunia, namun memuat beberapa program lain di antaranya yaitu penentuan arah kiblat (dengan 3 opsi dalam penentuannya yaitu arah kiblat dari arah utara, menentukan arah kiblat dari bayang-bayang dan menentukan arah kiblat berdasarkan posisi Matahari di jalur Ka'bah), penentuan awal bulan Kamariah dengan menampilkan peta ketinggian bulan, grafik ketinggian Matahari dan Bulan, peta garis tanggal, sampai pada perhitungan konversi kalender masehi-hijriah dan sebaliknya.

¹⁴ *Ibid*

D. Sistem Hisab Awal Waktu Salat Dalam Program Maawaqit versi 2001



Gambar 1 Menu Utama Software Mawaaqit

Program Mawaaqit versi 2001 terdiri atas beberapa program di antaranya program al-Qur'an, hadis, salat dan arah kiblat serta kalender. Dalam program Mawaaqit disediakan juga opsi menu dalam empat bahasa, yakni Inggris, Belanda, Jerman dan Indonesia karena program ini ditujukan untuk pemakai seluruh dunia. Dalam perhitungannya program ini menggunakan rumus astronomi VSOP87 dan prinsip-prinsip *Spherical Trigonometry*¹⁵.

Dalam program ini proses perhitungan waktu salat, *user* hanya cukup memilih kota yang telah ada dalam *tools* yang telah disediakan. Selanjutnya dapat memilih *tools* yang telah disediakan di menu salat, adapun beberapa pilihan yang tersedia yaitu waktu salat hari ini, satu bulan dan satu tahun.

¹⁵ Wawancara via email pada tanggal 19 Maret 2014

Untuk mengetahui gambaran sistem hisab awal waktu salat dalam program Mawaaqit penulis akan mengurai beberapa opsi dalam penentuan waktu salat. Opsi penentuan awal waktu salat yang disediakan dalam program ini yaitu terdiri atas 3 yaitu :

1. Jadwal waktu salat hari ini



Gambar 2 Tampilan Waktu Salat Harian Dalam Software Mawaaqit

Menu ini menyediakan menu jadwal waktu salat harian, pada saat hari dijalankannya program ini. Diantaranya waktu Fajar, Syuruq, Zuhur, Asar, Magrib dan Isya.

2. Jadwal waktu salat satu bulan

| Hari | Tgl. | Fajr | Syuruq | Duhr | Ashr | Maghrib | Isya |
|--------|------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|
| Rabu | 01 | 04:10 | 05:26 | 11:41 | 14:49 | 17:57 | 19:19 |
| Kamis | 02 | 04:10 | 05:26 | 11:42 | 14:50 | 17:57 | 19:14 |
| Jum'at | 03 | 04:11 | 05:27 | 11:42 | 14:50 | 17:58 | 19:14 |
| Sabtu | 04 | 04:11 | 05:28 | 11:43 | 14:51 | 17:58 | 19:14 |
| Minggu | 05 | 04:12 | 05:28 | 11:43 | 14:51 | 17:59 | 19:15 |
| Senin | 06 | 04:13 | 05:29 | 11:44 | 14:51 | 17:59 | 19:15 |
| Selasa | 07 | 04:13 | 05:29 | 11:44 | 14:52 | 17:59 | 19:15 |
| Rabu | 08 | 04:14 | 05:30 | 11:45 | 14:52 | 18:00 | 19:16 |
| Kamis | 09 | 04:14 | 05:30 | 11:45 | 14:53 | 18:00 | 19:16 |
| Jum'at | 10 | 04:15 | 05:31 | 11:46 | 14:53 | 18:01 | 19:16 |
| Sabtu | 11 | 04:16 | 05:31 | 11:46 | 14:53 | 18:01 | 19:16 |
| Minggu | 12 | 04:16 | 05:32 | 11:47 | 14:54 | 18:01 | 19:17 |
| Senin | 13 | 04:17 | 05:32 | 11:47 | 14:54 | 18:01 | 19:17 |
| Selasa | 14 | 04:17 | 05:33 | 11:47 | 14:54 | 18:02 | 19:17 |
| Rabu | 15 | 04:18 | 05:33 | 11:48 | 14:55 | 18:02 | 19:17 |
| Kamis | 16 | 04:19 | 05:34 | 11:48 | 14:55 | 18:02 | 19:17 |
| Jum'at | 17 | 04:19 | 05:34 | 11:49 | 14:55 | 18:02 | 19:17 |
| Sabtu | 18 | 04:20 | 05:34 | 11:49 | 14:56 | 18:03 | 19:18 |
| Minggu | 19 | 04:20 | 05:35 | 11:49 | 14:56 | 18:03 | 19:18 |
| Senin | 20 | 04:21 | 05:35 | 11:49 | 14:56 | 18:03 | 19:18 |
| Selasa | 21 | 04:21 | 05:36 | 11:50 | 14:56 | 18:03 | 19:18 |
| Rabu | 22 | 04:22 | 05:36 | 11:50 | 14:57 | 18:03 | 19:18 |
| Kamis | 23 | 04:22 | 05:37 | 11:50 | 14:57 | 18:04 | 19:18 |
| Jum'at | 24 | 04:23 | 05:37 | 11:50 | 14:57 | 18:04 | 19:18 |
| Sabtu | 25 | 04:23 | 05:37 | 11:51 | 14:57 | 18:04 | 19:18 |
| Minggu | 26 | 04:24 | 05:38 | 11:51 | 14:57 | 18:04 | 19:18 |
| Senin | 27 | 04:24 | 05:38 | 11:51 | 14:57 | 18:04 | 19:18 |
| Selasa | 28 | 04:25 | 05:38 | 11:51 | 14:58 | 18:04 | 19:18 |

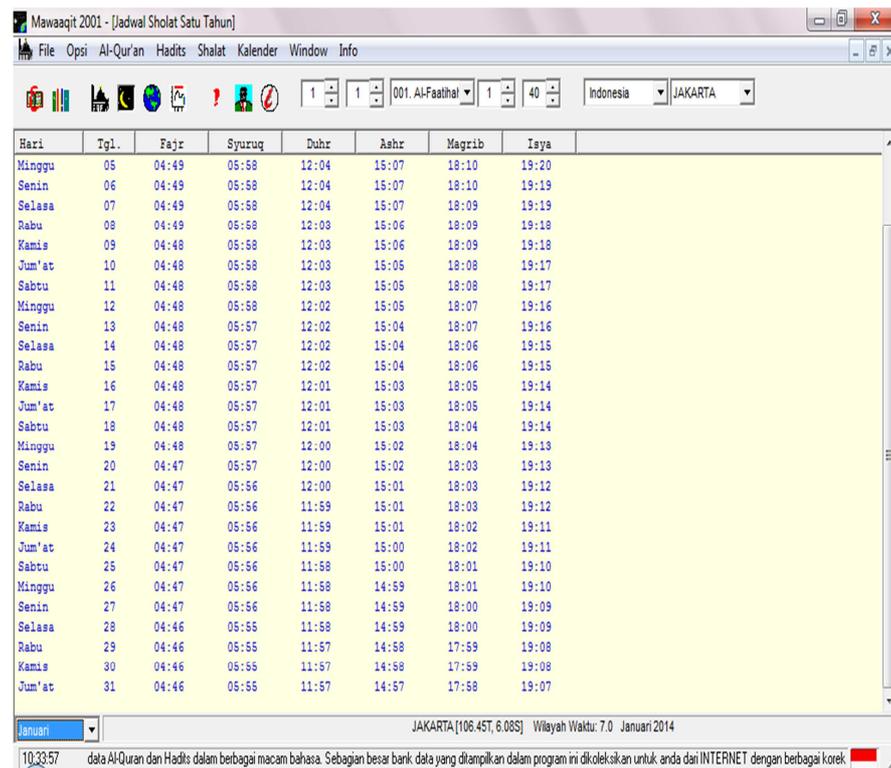
Gambar 3 Tampilan Tabel Waktu Salat selama Sebulan Dalam

Software Mawaaqit

Pada *toolbar* telah tersedia tombol “satu bulan” untuk memproses waktu penentuan awal waktu salat selama sebulan baik pada bulan program ini dijalankan atau bulan tertentu sesuai dengan keinginan pengguna. Setelah tombol perintah dieksekusi, maka jadwal waktu salat akan ditampilkan dalam sebuah *grid* berupa tabel.

3. Jadwal waktu salat satu tahun

Selain terdapat opsi waktu salat “harian” dan “bulanan” terdapat juga *toolbar* “satu tahun” yang memproses penentuan awal waktu salat selama satu tahun.



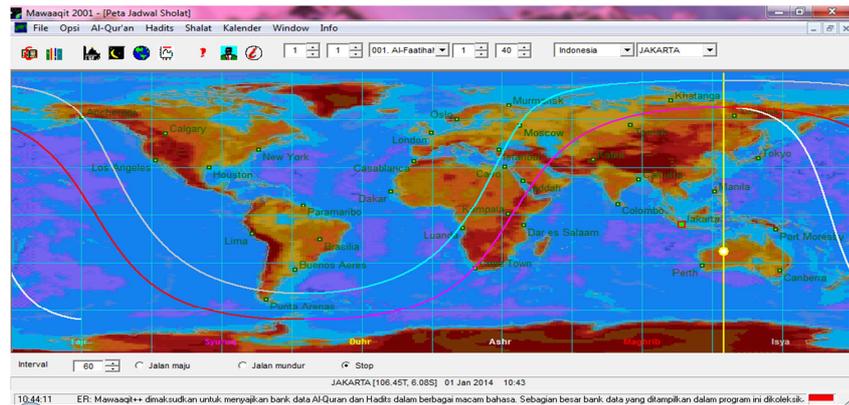
| Hari | Tgl. | Fajr | Syuruq | Duhr | Aahr | Magrib | Isya |
|--------|------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Minggu | 05 | 04:49 | 05:58 | 12:04 | 15:07 | 18:10 | 19:20 |
| Senin | 06 | 04:49 | 05:58 | 12:04 | 15:07 | 18:10 | 19:19 |
| Selasa | 07 | 04:49 | 05:58 | 12:04 | 15:07 | 18:09 | 19:19 |
| Rabu | 08 | 04:49 | 05:58 | 12:03 | 15:06 | 18:09 | 19:18 |
| Kamis | 09 | 04:48 | 05:58 | 12:03 | 15:06 | 18:09 | 19:18 |
| Jum'at | 10 | 04:48 | 05:58 | 12:03 | 15:06 | 18:08 | 19:17 |
| Sabtu | 11 | 04:48 | 05:58 | 12:03 | 15:05 | 18:08 | 19:17 |
| Minggu | 12 | 04:48 | 05:58 | 12:02 | 15:05 | 18:07 | 19:16 |
| Senin | 13 | 04:48 | 05:57 | 12:02 | 15:04 | 18:07 | 19:16 |
| Selasa | 14 | 04:48 | 05:57 | 12:02 | 15:04 | 18:06 | 19:15 |
| Rabu | 15 | 04:48 | 05:57 | 12:02 | 15:04 | 18:06 | 19:15 |
| Kamis | 16 | 04:48 | 05:57 | 12:01 | 15:03 | 18:05 | 19:14 |
| Jum'at | 17 | 04:48 | 05:57 | 12:01 | 15:03 | 18:05 | 19:14 |
| Sabtu | 18 | 04:48 | 05:57 | 12:01 | 15:03 | 18:04 | 19:14 |
| Minggu | 19 | 04:48 | 05:57 | 12:00 | 15:02 | 18:04 | 19:13 |
| Senin | 20 | 04:47 | 05:57 | 12:00 | 15:02 | 18:03 | 19:13 |
| Selasa | 21 | 04:47 | 05:56 | 12:00 | 15:01 | 18:03 | 19:12 |
| Rabu | 22 | 04:47 | 05:56 | 11:59 | 15:01 | 18:03 | 19:12 |
| Kamis | 23 | 04:47 | 05:56 | 11:59 | 15:01 | 18:02 | 19:11 |
| Jum'at | 24 | 04:47 | 05:56 | 11:59 | 15:00 | 18:02 | 19:11 |
| Sabtu | 25 | 04:47 | 05:56 | 11:58 | 15:00 | 18:01 | 19:10 |
| Minggu | 26 | 04:47 | 05:56 | 11:58 | 14:59 | 18:01 | 19:10 |
| Senin | 27 | 04:47 | 05:56 | 11:58 | 14:59 | 18:00 | 19:09 |
| Selasa | 28 | 04:46 | 05:55 | 11:58 | 14:59 | 18:00 | 19:09 |
| Rabu | 29 | 04:46 | 05:55 | 11:57 | 14:58 | 17:59 | 19:08 |
| Kamis | 30 | 04:46 | 05:55 | 11:57 | 14:58 | 17:59 | 19:08 |
| Jum'at | 31 | 04:46 | 05:55 | 11:57 | 14:57 | 17:58 | 19:07 |

**Gambar 4 Tampilan Tabel Waktu Salat selama Setahun
Dalam Software Mawaaqit**

Selain ada opsi penentuan waktu salat dalam bentuk 3 opsi diatas, ada juga opsi lain tentang penentuan awal waktu salat dalam program ini yaitu

:

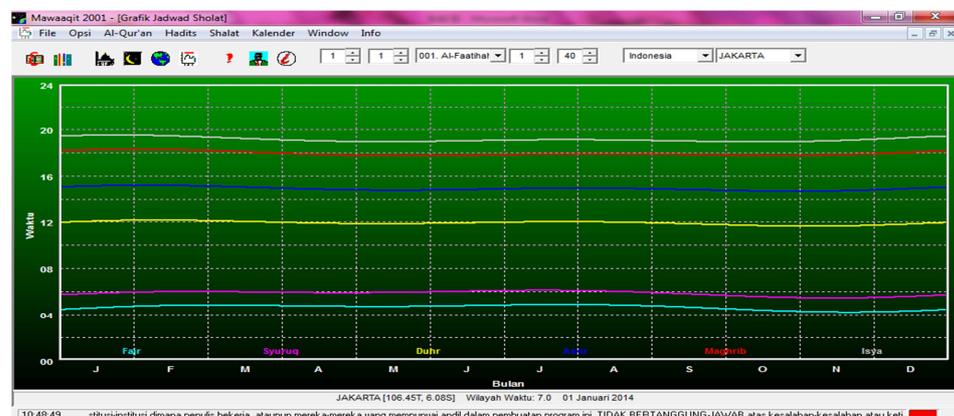
a. Waktu salat dalam bentuk peta



Gambar 5 Peta Waktu Salat Harian Pada Tanggal 01 Januari 2014 Pukul 10.43

Pada tampilan ini waktu salat yang ditampilkan dalam peta hanya waktu salat harian saja. Pada gambar tersebut dapat terlihat juga bahwa waktu salat Zuhur hanya bergantung pada Bujur tempat (lintang tempat tidak berpengaruh dalam perhitungan).

b. Waktu salat dalam bentuk grafik



Gambar 6 Tampilan Grafik Waktu Salat pada Tahun 2014

Berbeda dengan tampilan waktu salat dalam bentuk peta, waktu salat bentuk grafik menampilkan waktu salat dalam setahun mulai dari bulan Januari sampai Desember selama 24 jam, dengan menampilkan waktu Fajar ditandai garis berwarna hijau. Zuhur ditandai dengan garis warna kuning, Asar ditandai dengan garis warna biru, Magrib ditandai dengan garis warna merah serta Isya ditandai dengan garis warna putih, tidak hanya waktu salat saja yang ditampilkan akan tetapi juga menampilkan waktu Syuruq yang ditandai dengan warna jingga.

Program Mawaaqit versi 2001 juga memberikan opsi bagi *user* untuk menginput ketinggian Matahari (*h*) yang akan digunakan dalam perhitungan salat Isya dan Subuh. Selain itu juga dalam menentukan salat Asar *user* dapat memilih 3 opsi yaitu konsep waktu Asar mazhab Syafi'i¹⁶, konsep waktu Asar mazhab Hanafi¹⁷ atau konsep pengambilan nilai tengah antara Zuhur dan Magrib.

Berikut juga ditampilkan *source code* perhitungan awal waktu salat program Mawaaqit yaitu :¹⁸

```
Public Function jShalat(ByVal Lintang As
Double, ByVal Bujur As Double, ByVal Tz As
Double, _ByVal y As Double, ByVal m As
Double, ByVal d As Double, _ ByVal Opsi As
```

¹⁶ Menurut Pendapat Imam Syafi'i, Awal waktu Asar adalah bila bayang-bayang tongkat panjangnya sama dengan panjang bayangan waktu tengah hari ditambah satu kali panjang tongkat sebenarnya. Imam Abi Abdillah Muhammad Bin Idris Asy-Syafi'i, *Al-Umm*, Beirut-Libanon : Dar Al-Kitab, Juz I, t.th, hlm 153

¹⁷ Menurut pendapat Imam Hanafi masuknya awal waktu Asar itu ketika bayang-bayang benda tersebut ditambah dengan bayang Zuhur atau dua kali bayangan dari benda, Lihat Syamsudin As-Sarkhasi, *Kitab Al-Mabsuth* Juz 1-2, Beirut Libanon : Darul Kitab Al-Ilmiyah, hlm 143

¹⁸ *Ibid*, hlm 7-8

```
Double) As Double Dim b, i, C, T, Mo, E, L,
L0, dec, a, a0, h As Double
```

```
T = (367 * y - Int(7 * (y + Int((m + 9) /
12)) / 4) +
Int((275 * m) / 9) + d - 730531.5) / 36525
```

```
L0 = Modulus(280.46645 + 36000.76983 * T +
0.0003032 * T ^ 2, 360#)
```

```
Mo = Radians(357.5291 + 35999.0503 * T -
0.0001559 * T ^ 2 - 0.00000048 * T ^ 3)
```

```
C = (1.9146 - 0.004817 * T - 0.000014 * T ^
2) * Sin(Mo) + _
```

```
(0.019993 - 0.000101 * T) * Sin(2 * Mo)
```

```
L = Radians(C + L0)
```

```
a0 = Degrees(Atn2(Cos(L), 0.917482062 *
Sin(L)))
```

```
dec = Asin(0.397777156 * Sin(L))
```

```
E = L0 - 0.0057183 - a0
```

```
b = Radians(Lintang)
```

```
Select Case Opsi
```

```
Case 0: a = Radians(-20)
'untuk Shubuh
```

```
Case 1: a = Radians(-1 + 7 / 60 + 25.76 /
3600) 'untuk Syuruq
```

```
Case 3: a = Atn(1 / (1 + Tan(Abs(b -
dec)))) 'untuk Ashr
```

```
Case 4: a = Radians(-1 + 7 / 60 + 25.76 /
3600) 'untuk Maghrib
```

```
Case 5: a = Radians(-18)
'untuk Isya
```

```
End Select
```

```
If (Opsi = 2) Then
```

```
h = 0
```

```
'untuk Dzuhhr
```

```
Else
```

```
h = Degrees(Acos((Sin(a) - Sin(dec) *
Sin(b)) / (Cos(dec) * Cos(b))))
```

```
End If
```

```
i = i + 1#
```

```

If Opsi > 2 Then h = -h
If Opsi <> 1 Then
jShalat = Int(((12 + Tz - (E + h + Bujur) /
15/ 60#) * 60#) + 0.9999) / 60#
Else
jShalat = Int((12 + Tz - (E + h + Bujur) /
15#/60#)*60#) / 60#
End If
End Function

```

Berikut penjelasan *source code* proses penentuan awal waktu salat program Mawaaqit :¹⁹

1. Waktu lokal dikonversikan ke dalam waktu Universal (UT), dan kemudian menghitung waktu abad Julian (T) dengan rumus:

$$T = \frac{1}{36525} \left[367y - \text{int} \left(7 \frac{y + \text{int} \left(\frac{m+9}{12} \right)}{4} \right) + \text{int} \left(\frac{275m}{9} \right) + d - 730531.5 \right]$$

dimana y , m dan d masing-masing adalah tahun, bulan dan tanggal/hari dalam sistem waktu universal. Perlu dicatat bahwa d nilainya bilangan pecahan yang menyertakan jam, menit dan detik ke dalam bagian desimalnya. Sebagai catatan bahwa rumus (1) hanya berlaku untuk sistem kalender Gregorian.

2. Bujur Ekliptika Matahari Rata-rata (Lo) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

¹⁹ Khafid, "Telaah Pedoman Baku Hisab Jadwal Waktu Salat", Cibinong, Badan Informasi Geospasial, 2010, hlm 9-11

$$L_o = 280^\circ.46645 + 36\,000^\circ.769\,83 T + 0^\circ.0003032 T^2$$

dimana T adalah abad Julian yang perhitungan dilakukan pada langkah pertama dengan rumus (1).

3. Langkah berikutnya adalah menghitung koordinat Ekliptika Matahari. Dalam hal ini, kita cukup menganggap Lintang Matahari nilainya sama dengan nol, dan menghitung Bujur Matahari (L) dengan rumus sebagai berikut:

- *Anomali rata-rata Matahari (M) adalah*

$$M = 357^\circ.52910 + 35\,999^\circ.050\,30 T - 0^\circ.000\,1559 T^2 - 0^\circ.000\,000\,48 T^3 \quad (3a)$$

- *Kemudian cari persamaan Matahari dari pusat C sebagai berikut:*

$$C = + (1^\circ.914\,600 - 0^\circ.004817 T - 0^\circ.000014 T^2) \sin M + (0^\circ.019\,993 - 0^\circ.000\,101 T) \sin 2M + 0^\circ.000\,290 \sin 3M \quad (3b)$$

- *Bujur Ekliptika Matahari Sejati: $L = L_o + C$ (3c)*

4. Konversikan posisi Matahari dalam sistem koordinat Ekliptika ke dalam sistem koordinat Ekuator dengan cara sebagai berikut:

$$\tan \alpha = \frac{\cos \varepsilon \sin L}{\cos L} = 0.917482062 \frac{\sin L}{\cos L} \quad (4a)$$

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \sin L = 0.397777156 \sin L \quad (4b)$$

dimana α adalah askensio rekta Matahari dan δ adalah deklinasi Matahari dengan ε sama dengan $23^\circ.439\,2911$.

5. Langkah selanjutnya adalah menghitung perata waktu (E) dengan mengabaikan koreksi nutasi yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E = L_o - 0^{\circ}.005\ 7183 - \alpha \quad (5)$$

dimana L_o dan α masing-masing adalah Bujur Matahari rata-rata dan askensio rekta Matahari.

6. Sudut Waktu Matahari (h) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\cos h = \frac{\sin a - \sin \delta \sin \phi}{\cos \delta \cos \phi} \quad (6)$$

dimana δ adalah deklinasi Matahari, dan ϕ adalah lintang geografis tempat yang akan dihitung jadwal shalatnya.

7. Akhirnya Rumus Jadwal Shalat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Jadwal Shalat:} \quad 12 + T_z - \frac{E \pm h + \lambda}{15} \quad (7)$$

dimana:

- λ : bujur tempat/kota dinyatakan dalam derajat.
- T_z : zona waktu tempat/kota
- E : Perata Waktu dinyatakan dalam derajat
- h : Sudut jam Matahari dinyatakan dalam derajat

sebagai catatan bahwa:

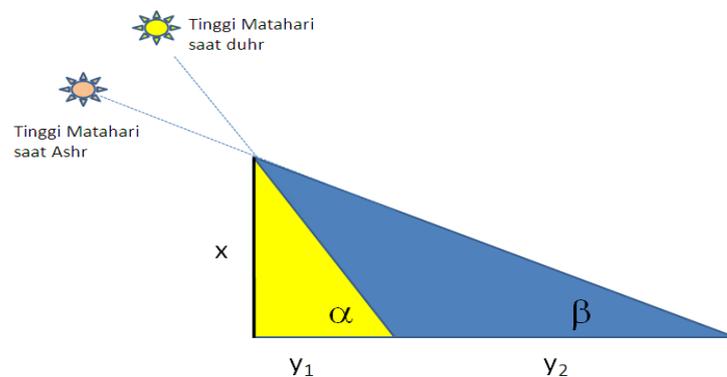
- Untuk perhitungan Salat Zuhur, maka $h = 0$
- Untuk Perhitungan waktu-waktu Salat sebelum Zuhur tanda \pm diganti dengan tanda $+$ (positif), sedangkan untuk waktu-waktu sesudah Zuhur diganti dengan tanda $-$ (negatif).

- Untuk waktu Asar, maka ketinggian Matahari (a) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\cot a = 1 + \tan |\phi - \delta|$$

Darimana rumus tersebut diperoleh? Berikut ini penjelasannya.

Ketinggian Matahari di saat waktu Asar dapat dikonstruksikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 6 Tinggi Matahari saat waktu Asar

dimana:

- x : panjang benda yang berdiri tegak
- y_1 : bayang-bayang benda di saat duhr
- y_2 : tambahan bayang-bayang matahari saat ashr

$$y_2 = 1 \text{ (mazhab syafi'i)}$$

$$y_2 = 2 \text{ (mazhab Hanafi)}$$

α : tinggi matahari saat Zawal

β : tinggi matahari saat awal waktu Asar.

Dari gambar 1 dapat dikonstruksi rumus sebagai berikut:

$$\tan \beta = \frac{x}{y_1 + y_2}$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{y_1}$$

Anggaplah $x = 1 \text{ meter}$

$$y_1 = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{1}{\frac{1}{\tan \alpha} + 1} \quad \text{atau} \quad \cot \beta = \frac{1}{\tan \alpha} + 1$$

Tinggi Matahari saat Zawal dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sin a = \cos \delta \cos \phi + \sin \delta \sin \phi = \cos (\delta - \phi) = \sin (90 - [\delta - \phi])$$

$$\alpha = 90 - (\delta - \phi)$$

Maka :

$$\frac{1}{\tan \alpha} = \tan |\delta - \phi|$$