KOMPARASI ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DENGAN BUKU *ANFA'UL WASĪLAH* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP AWAL WAKTU SALAT

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1) dalam Ilmu Syariah dan Hukum

Oleh:

AHMAD SYARIF HIDAYATULLOH

NIM : 132611047

PROGRAM STUDI ILMU FALAK

FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2017

Drs. H. Sahidin, M.Si.
Jl. Merdeka Utara I/B.9
Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Ahmad Syarif Hidayatulloh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. Wr. Wb .
Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah Saudara :

Nama : Ahmad Syarif Hidayatulloh

NIM : 132611047

Judul : Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam buku *Mekanika Benda langit* dan Buku *Anfaul Wasilah* serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 10 Juli 2017
Pembimbing I,

Drs. H. Sahidin, M.Si.
NIP. 19670321 199303 1 005

Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I
Jl. Candi Permata II/180
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING
Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Ahmad Syarif Hidayatulloh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. Wr. Wb .

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah saudara :

Nama : Ahmad Syarif Hidayatulloh

NIM : 132611047

Judul Skripsi : Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam buku *Mekanika Benda langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah* serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 19 Juni 2017
Pembimbing II

Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 19540805 198003 1 004

KEMENTRIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH
Jl. Prof. Dr. HamkaKampus III NgaliyanTelp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama	:	Ahmad Syarif Hidayatulloh
NIM	:	132611047
Fakultas/Jurusan	:	Syari'ah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul	:	**Komparasi Algoritme Deklinasi Matahari Dan *Equation Of Time* dalam Buku Mekanika *Benda Langit* Dengan Buku *Anfaul WasiLah* serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat**

Telah Dimunaqosyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal :

25 Juli 2017

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2016/2017 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah.

Semarang, 25 Juli 2017

Dewan Penguji,

Ketua Sidang,

Moh. Arifin, S.Ag., M.Hum
NIP. 197110121997031002

Sekretaris Sidang,

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.
NIP. 195408051980031004

Penguji I,

Dr. H. Ahmad Izzudin, M.Ag.
NIP. 197205121999031003

Penguji II,

Dr.Rupi'i, M.Ag.
NIP. 197307021998031002

Pembimbing I,

Drs.Sahidin, M.Si.
NIP. 196703211993031005

Pembimbing II,

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.
NIP. 195408051980031004

MOTTO

وَٱلشَّمۡسُ تَجۡرِي لِمُسۡتَقَرّٖ لَّهَاۚ ذَٰلِكَ تَقۡدِيرُ ٱلۡعَزِيزِ ٱلۡعَلِيمِ ٣٨

"dan matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui."

(QS. Yaasin:38)[1]

[1] Kementrian Agama RI, *Al-Qurlan dan Tafsirnya, -- : Sinergi Pustaka Indonesia, 2012,* hal. 224

PERSEMBAHAN

Spesial kupersembahkan skripsi sedarhana ini untuk:

Kedua orang tuaku tercinta, Mashudi Sattar dan Mariyatul Kiptiyah yang tak kenal lelah dalam mendidik serta mendo'akanku. Kasih sayang, restu dan ridhamu adalah segalanya bagiku.

Saudara-saudaraku tercinta, Kakakku Mariyatul Vaidah & Adikku Alifah Balqis, terimakasih atas motivasi, nasihat, kasih sayang dan doa yang kalian curahkan kepadaku. Salam cinta selalu.

Seseorang yang namanya tersimpan di lauh mahfudz, terimakasih telah memotivasi. Semoga suatu saat atas kehendak-NYA akan menyatukan kita.

Dan seluruh keluarga besarku di Malang, Jawa Timur yang selalu mendo'akan dan terus memotivasi setiap langkahku.

Keluarga Besar Pondok Pesantren MIFTAHUL HUDA IV Kepanjen Malang Jawa Timur

Guru-guru ku sejak lahir hingga sekarang

DEKLASRASI

Dengan kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah ditulis orang lain maupun diterbitkan orang lain ataupun berisi kekayaan intelektual orang lain terkecuali informasi tersebut dijadikan sebagai rujukan dalam penulisan karya ilmiah ini.

Semarang, 20 Juni 2017

Deklarator,

Ahmad Syarif Hidayatulloh

132611047

PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB – LATIN[2]

A. Konsonan Tunggal

ء = ‘	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ‘	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Konsonan Rangkap

Huruf konsonan rangkap atau huruf mati yang diletakkan beriringan karena sebab dimasuki harokat *Tasydid* atau dalam keadaan *Syaddah* dalam penulian latin ditulis dengan merangkap dua huruf tersebut.

Misal: بَيَّنَ = *bayyana*

[2] Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo Semarang Tahun 2012, hlm. 61.

C. Diftong

اي	Ay
او	Aw

D. Kata Sandang (... ال)

Kata Sandang (... ال) ditulis dengan *al-...* misalnya الصناعه = *al-shina'ah*. *Al-* ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

E. Ta' Marbuthah (ة)

Setiap *ta' marbuthah* ditulis dengan "h" mislanya المعيشه الطبيعية = *al-ma'isyah al-thabi'iyyah.*

F. Vokal

1. Vokal Pendek

◌َ = Fathah ditulis "a" contoh فَتَحَ *fataha*

◌ِ = Kasroh ditulis "i" contoh عَلِمَ *'alima*

◌ُ = Dammah ditulis "u" contoh يَذْهَبُ *yażhabu*

2. Vokal Rangkap

يْ+◌َ = Fathah dan ya mati ditulis "ai" contoh كَيْفَ *kaifa*

وْ+◌َ = Fathah dan wau mati ditulis "au" contoh حَوْلَ *ḥaula*

3. Vokal Panjang

ا+◌َ = Fathah dan alif ditulis ā contoh قَالَ *qāla*

ي+◌ِ = Kasroh dan ya ditulis ī contoh قِيْلَ *qīla*

و+◌ُ = Dammah dan wau ditulis ū contoh يَقُوْلُ *yaqūlu*

ABSTRAK

Salat adalah salah satu ibadah yang dalam waktu pelaksanaannya menggunakan pergerakan matahari. Dalam perhitungan waktu salat, data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menjadi data utama selain data lintang tempat, bujur tempat dan tinggi tempat. Jean Meeus dalam bukunya *Astronomical Algorithm* menunjukkan algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam mencari nilai Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* secara akurat. Buku *Mekanika Benda Langit* karya Rinto Anugraha dan buku *Anfa'ul Wasīlah* karya Ahmad Ghozali juga menunjukkan algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* yang mengadopsi algoritme Jean Meeus. Tetapi terdapat perbedaan koreksi yang dilakukan oleh kedua tokoh tersebut. Penulis tertarik meneliti algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dari kedua tokoh tersebut karena perbedaan koreksi yang dilakukan. Selain itu, alasan penulis lainnya dalam meneliti algoritme tersebut adalah latar belakang yang berbeda dari kedua tokoh tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis merumuskan dua rumusan masalah *pertama*, Bagaimana algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*?. *Kedua*, Bagaimana pengaruh algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah* terhadap penentuan awal waktu Salat?.

Penelitian ini termasuk jenis *library research* dengan menelaah rumus-rumus yang ada pada algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time baik dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*. Data primer didapat melalui wawancara dengan Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali. Data sekunder didapat dari Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah* serta dokumen-dokumen maupun wawancara dengan tokok-tokoh lain yang berhubungan dengan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*. Dari sumber tersebut kemudian di analisis dengan metode komparatif dengan proses content analisis.

Adapun hasil dari penelitian ini adalah : *pertama*, hasil koreksi algoritme Jean Meeus yang dilakukan oleh kedua tokoh tersebut terdapat selisih yang tidak terlalu jauh rata-rata 1 detik sampai 13 detik dengan

Jean Meeus. Hal ini disebabkan perbedaan koreksi yang dilkakkukan. *Kedua*, hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* tidak berpengaruh segnifikan, karena pebedaan hasil perhitungan waktu salat dengan menggunakan hasil kedua algoritme tersebut masih dalam nilai detik. Hal tersebut masih bisa ditolerir karena masih adanya penambahan waktu *ikhtiyat*.

Kata kunci : Deklinasi Matahari, Equation of Time, *Mekanika Benda langit*, *Anfaul Wasīlah*, Waktu Salat.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah melimpahkan kesehatan dan juga karunia Nya kepada penulis. Penulis ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur karena telah menyelesaikan skripsi yang berjudul "**KOMPARASI ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN EQUATION OF TIME DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DENGAN BUKU *ANFA'UL WASĪLAH* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP WAKTU SALAT"** dengan baik.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepangkuan beliau Nabi Agung Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang telah membawa Islam dan mengembangkannya hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penulisan skripsi ini bukanlah semata karena jerih payah penulis secara pribadi. Semua itu dapat terwujud dengan baik berkat bantuan baik berupa moral ataupun spiritual dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya dan dengan hormat kepada :

1. Drs. H. Sahidin, M.Si. selaku Pembimbing I, dan Drs. H. Slamet Hambali, M.Si. selaku Pembimbing II atas waktu, tenaga dan pikirannya untuk bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan untuk penulis.

2. Dr. Eng. Rinto Anugraha, M.Si. dan KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk diwawancara dan berbagai pengetahuannya terkait dengan penelitian ini.
3. Keluarga besar Pondok Pesantren Miftahul Huda IV Khususnya Gus H. Shofiyullah, ST, M.S.I dan Neng Hj. Maumunah Wahab yang telah memperkenalkan ilmu falak kepada penulis. serta bimbingan dan doa yang telah diberikan untuk penulis.
4. Para dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo semarang khususnya Prodi Ilmu Falak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas tanpa menguarangi rasa hormat untuk ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
5. Kementerian Agama RI, Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren atas beasiswa yang diberikan selama menempuh masa perkuliahan.
6. Teman, sahabat, keluarga UNION 2013 tercinta dari sabang sampai Merauke, Asih Pertiwi (Aceh), Enjam Syahputra (Medan),Nurlina (Riau), Syaifur Rizal Fahmi (Riau), Unggul Suryo Ardi (Jambi),Muhammad Al Farabi Putra (Palembang), Syifa Afifah Nurhamimah (Majalengka), Lina Rahmawati (Banyumas), Anis Alfiani Atiqoh (Banyumas), Nila Ainatul Mardhiyah (Tegal), Ehsan Hidayat (Pekalongan), Siti Nur Halimah (Salatiga), Fitriani (Demak), Imam Tobroni (Demak), Alamul Yaqin (Kudus), Masruhan (Kudus), Muhammad Jumal (Kudus), Indraswati (Pati), Hafidz Hidayatullah (Pati), Aulia Nurul Inayah (Pati), Hasib

Burhanuddin (Pati),Yuhanidz Zahrotul Jannah (Pati), Isthofiatul Khoiroh (Rembang),Eva Rusdiana Dewi (Gresik), Fitri Sayyidatul Uyun (Sidarjo), Arhamu Rijal (Sidoarjo), Zulfia Aviv (Sidoarjo), Syaifuddin Zuhri (Malang), Nur Hayati (Jember), Abdul Kohar (Lombok), Mujahidum Mutamakkin (Bali), Halimah (Makassar), Amrah Susila Rahman (Sulawesi Tenggara), Witriah (Papua). Kebersamaan selama ini tidak akan terlupakan. Keluarga yang berjuang sejak berada di Semarang, semoga kelak kita menjadi orang-orang yang sukses dunia dan akhirat.

7. Keluarga CSSMoRA UIN Walisongo Semarang, CSSMoRA se INDONESIA, dan HMJ Ilmu Falak semoga silaturrahmi selalau terjalin di antara kita semua.
8. Keluarga Posko 29 KKN UIN Walisongo ke-67 Desa Kauman, Boyolali, Jawa Tengah. Mas Roup, Mas Sopan, Mas Najih, Mas Iqbal, Mbak Opi, Mbak Nelly, Mbak Vella, Mbak dewi, Mbak Khilya, Mbak Habibah, Mbak Yesi dan Mis Suhainee kebersamaan kita tidak akan terlupakan. Semoga silaturrahmi ini terus terjaga.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu tenpa mengurangi rasa hormat, yang secara langsung maupun tidak langsung memberi bantuan, motivasi dan do'a kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo Semarang dan YPMI al-Firdaus.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu saran

dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua umumnya dan khususnya untuk penulis

Semarang, 20 Juni 2017

Penulis,

Ahmad Syarif Hidayatulloh

132 611 047

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**

HALAMAN MOTTO ..... **v**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**

HALAMAN DEKLARASI ..... **vii**

HALAMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN ..... **viii**

HALAMAN ABSTRAK ..... **x**

HALAMAN KATA PENGANTAR ..... **xii**

HALAMAN DAFTAR ISI ..... **xvi**

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 9

C. Tujuan penelitian 9

D. Manfaat penelitian 9

E. Telaah Pustaka 10

F. Metode Penelitian 13

G. Sistematika Penulisan 18

BAB II : TINJAUAN UMUM TENTANG ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME*

A. Matahari, Bumi dan pergerakannya 20

1. Matahari 20

2. Bumi 23
B. Deklinasi Matahari 28
C. Equation of Time 31
D. Waktu Salat 33
1. Pengertian salat 33
2. Dasar hukum waktu salat 36
3. Waktu-waktu salat 41
4. Perhitungan waktu salat 43

BAB III : ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN BUKU *ANFA'UL WASĪLAH*

A. Konsep Algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menurut Rinto Anugraha dalam Buku *Mekanika Benda Langit* 45
1. Biografi Rinto Anugraha 45
2. Gambaran Umum tentang Buku Mekanika Benda Langit 50
3. Algoritme Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit 53

B. Konsep Algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Menurut Ahmad Ghozali dalam Buku *Anfa'ul Wasīlah*..... 58
1. Biografi Ahmad Ghozali 58
2. Gambaran Umum tetang Buku Anfa'ul Wasi>lah 64
3. Algoritme Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Anfa'ul Wasi>lah 65

BAB IV : ANALISIS ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN *ANFA'UL WASĪLAH* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP AWAL WAKTU SALAT

A. Analisis komparasi algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*. 71
1. Analisis algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*..... 71

2. Komparasi algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*..... 87

B. Analisis pengaruh perbedaan hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasīlah*.terhadap awal waktu salat. 94

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan 102

B. Saran 103

C. Penutup..... 104

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Waktu ialah suatu hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Segala aktivitas manusia, baik yang ada kaitannya dengan kehidupan pribadi, sosial ataupun keagamaan, semuanya tidak bisa terlepas dari penentuan dan perjalanan waktu.[1] Waktu yang digunakan oleh manusia tersebut dipengaruhi oleh peredaran dan pergerakan benda angkasa yaitu Bulan dan Matahari.[2] Matahari sebagai pusat tata surya dengan planet-planet didalamnya, memiliki sinar yang yang terang dan menjadi sumber cahaya.

matahari bergerak mulai dari timur menuju kebarat. Dalam geraknya, matahari membentuk sebuah lingkaran dan manusia menjadi pusatnya. Pada saat pagi matahari terbit dari ufuq timur, semakin lama akan makin tinggi hingga mencapai pusatnya yang teratas kemudian akan turun kembali dan terbenam di ufuk barat, dan terbit lagi dari ufuq timur pada pagi hari berikutnya.[3]

---

[1] Ahmad Izzuddin, *Analisis Krisis Tentang Hisab Awal Bulan Qamariyyah*
Dalam Kitab Sullam An-Nayyirain, Skripsi, 1997, hal. 1

[2] Hendro Setyanto, *Membaca Langit*, Jakarta: Al-Ghurabi, 2008, hal. ix

[3] Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN WALISONGO Semarang, 2011, hal.49

Salat adalah salah satu ibadah yang dalam waktu pelaksanaannya menggunakan pergerakan matahari.salat mempunyai kedudukan yang sangat istimewa selain karena salat adalah rukun Islam, salat adalah satu-satunya perintah ibadah yang langsung diturunkan oleh Allah SWT kepada Nabi Muhammad SAW tanpa melalui perantara Malaikat Jibril.

Sepanjang pemahaman penulis waktu-waktu salat ada lima waktu yakni zuhur, ashar, magrib, isya' dan subuh, ditambah waktu imsak, terbit matahari, dan waktu dhuha.[4] Dalam pelaksanaan nya, salat harus sesusai dengan waktu yang sudah ditentukan. Hal tersebut didasarkan pada pemahaman ayat :

إِنَّ ٱلصَّلَوٰةَ كَانَتۡ عَلَى ٱلۡمُؤۡمِنِينَ كِتَٰبٗا مَّوۡقُوتٗا ١٠٣

Artinya : " sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman." (QS. Nisa': 103)[5]

Dan dijelaksan secara spesifik tentang waktu-waktu salat dalam hadis Nabi muhammad SAW sebagai berikut :

عن جابر ابن عبد الله رضي الله عنه قال أن النبي صلى الله عليه وسلم جاءه جبريل عليه السلآم فقال له قم فصله فصلّى الظهرحين زالت الشمس ثم جاءه العصر فقال قم فصله فصلى العصر حين صارظل كل شيئ مثله ثم جاءهالمغرب فقال قم فصلّه

[4] Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, hal. 79

[5] Yayasan Penyelenggara Penterjemah dan Tafsir al-Qur'an, al-Qur'an dan Terjemahnya, Jakarta: CV PENERBIT J-ART, 2005, hal. 234

فصلّى المغرب حين وجبت الشمس ثم جاءه العشاء فقال قم فصلّه فصلّى العشاء حين غاب الشفق ثمّ جاءه الفجر فقال قم فصلّه فصلى الفجر حين برق الفجر و قال سطَع الفجر ثمّ جاءه بعد الغد للظهر فقال قم فصلّه فصلّى الظهر حين صار ظلّ كل شئ مثله ثمّ جاءه العصر فقال قم فصلّه فصلّى العصر حين ذهب نصف الليل أوقال ثلث الليل فقال قم فصلّه فصلّى العشاء حين جاءه حين أسفر جدا فقال قم فصله فصلى الفجر ثمّ قال ما بين هذين الوقتين وقت (رواه احمد والنسائ والترمذى)

Artinya : "Dari Jabir bin Abdullah R.A berkata, Jibril A.S telah datang kepada Nabi SAW. lalu berkata kepadanya: "Bangunlah lalu salatlah!". Kemudian Nabi salat Zuhur di kala Matahari tergelincir. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Asar lalu berkata, "Bangunlah lalu salatlah!". Kemudian Nabi salat Asar di kala bayang-bayang sesuatu sama dengannya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Magrib lalu berkata: "Bangunlah!". Kemudian Nabi salat Magrib dikala Matahari terbenam. Kemudian datang lagi kepadanya di waktu Isya' lalu berkata : "Bangunlah dan salatlah!". Kemudian Nabi salat Isya' di kala mega merah telah terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu fajar lalu berkata : "Bangun dan salatlah!". Kemudian Nabi salat fajar di kala fajar menyingsing, dan berkata bahwa laut telah terang. Kemudian ia datang pula esok harinya pada waktu Zuhur kemudian ia berkata padanya: "Bangunlah lalu salatlah!". Kemudian Nabi salat Zuhur di kala bayang-bayang suatu sama dengannya. Kemudian datang lagi kepadanya di waktu Asar dan ia berkata: "Bangunlah dan salatlah!". Kemudian Nabi salat Asar di kala bayang-bayang Matahari dua kali sesuatu itu. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Magrib dalam waktu yang sama, tidak bergeser

> dari waktu yang sudah. Kemudian ia datang lagi di waktu Isya' di kala separuh malam telah berlalu atau telah hilang sepertiga malam, lalu Nabi salat Isya'. Kemudian ia datang lagi kepadanya di kala telah bercahaya benar dan ia berkata: "Bangunlah lalu salatlah!". Kemudian Nabi salat fajar, kemudian Jibril berkata saat dua waktu itu adalah waktu salat. (HR. Imam Ahmad,Nasai,dan Tirmidzi)"[6]

Berdasarkan dalil-dalil di atas penentuan waktu salat didasarkan kepada tanda-tanda fenomena alam, diantaranya :

1. Waktu Zuhur dimulai saat Matahari terlepas dari titik kulminasi[7] atas atau ketika Matahari terlepas dari meridian[8]langit. Waktu tersebut dimulai sejak Matahari tergelincir (*zawal*) sesaat setelah Matahari mencapai titik kulminasi.
2. Waktu Asar dimulai pada saat bayang-bayang suatu benda sama panjang dengan bendanya sendiri ditambah

---

[6] Ahmad bin Hambal, Musnad Ahmad bin Hambal, Jilid III, Beirut: Dar al-Fikr, t.th, hal. 405.

[7] Kulminasi atau *Ghoyatul Irtifa'* adalah besarnya sudut sepanjang lingkaran meridian langit yang dihitung dari titik utara atau titik selatan sampai titik pusat suatu benda langit ketika berkulminasi atas, harga maksimal ghoyatul irtifa' sebesar 90^0 . Lihat Muhyidin khazin, *Kamus Ilmu Falak*,Yogyakarta: Buana Pustaka,2005 , hal.26

[8] Meridian atau *khaththuz zawal* adalah garis pertengahan siang, yaitu lingkaran besar yang melalui kutub utara, zenith, kutub langit selatan, dan nadir kembali ke kutub langit utara. Lingkaran ini membagi bola langit bala langit menjadi dua baian berat. Tepat di lingkaran inilah benda-benda langit dinyatakan kulminasi. Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal. 44

dengan bayang-bayang zawal sampai tibanya waktu Magrib.

3. Waktu Magrib adalah waktu Matahari terbenam (ghurub). Dikatakan Matahari terbenam apabila menurut pandangan mata piringan atas Matahari bersinggungan dengan ufuk.
4. Waktu Isya' dimulai jika warna merah (Syafaq) di langit bagian barat Tempat Matahari terbenam, sudah hilang sama sekali. Ketinggian Matahari saat itu -180 dihitung dari ufuk.
5. Waktu terbit ditandai dengan piringanatas Matahari bersinggungan dengan

   ufuk sebelah timur, sehingga ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk

   waktu Magrib berlaku pula untuk waktu Matahari terbit (waktu Syuruq). Oleh karena itu tinggi Matahari pada waktu terbit adalah -1^{o}.[9]

Berdasarkan fenomena alam dalam penetapan awal waktu salat yang berupa peredaran matahari, maka perlu adanya suatu ilmu khusus yang digunakan untuk mengetahui kapan waktu terjadinya fenomena alam tersebut, ilmu tersebut adalah ilmu astronomi atau ilmu falak yang lebih dikenal oleh umat muslim.[10]

---

[9] Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, hal.64

[10] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*.....hal. 1

Berkaitan dengan dengan perhitungan awal waktu salat, maka dibutuhkan data-data yang valid diantaranya lintang tempat[11], bujur tempat[12], tinggi tempat[13], tinggi matahari[14], deklinasi matahari[15], sudut waktu matahari[16], perata waktu[17] serta zona waktu[18]. Data tersebut dapat diperoleh dari buku-buku, tabel-tabel astronomi dan *software* yang memuat tentang pergerakan benda-benda langit. Jika salah satu data saja tersebut tidak ada, maka waktu salat yang di inginkan tidak akan di dapat.

---

[11] *Ardlul* balad atau *latitude* ialah Jarak sepanjang meridian bumi yang diukur dari equator bumi (katulistiwa) sampat suatu tempat. Harga lintang tempat adalah 0 derajat sampai 90 derajat. Lintang tempat bagi tempat-tempat di belahan bumi utara bertanda positif (+) dan bagi tempat-tempat di belahan bumi selatan bertanda negatif (-).Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal.4

[12] *Thulul Balad* atau *longitude* ialah jarak sudut yang diukur sejajar dengan equator bumi yang dihitung dari garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yabf melewati suatu tempat tertentu. Harga bujur tempat 0 derajat sampai 180 derajat. Bagi tempat-tempat yang berada disebelah barat Greenwich disebut "Bujur Barat" dan bagi tempat-tempat yang berada di sebelah timur Greenwich disebut "Bujur Timur". Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal. 84

[13] Ketinggian tempat ialah ketinggian pengamat yang diukur dari atas permukaan laut. Diperlukan untuk mengetahui kerendahan ufuk dengan rumus ku=0^o 1,76 √m (satuan meter). Lihat Slamet Hambali, *Ilmu*....,hal. 141

[14] Tinggi matahari saat terbit ataupun terbenam bisa diketahui dengan rumus ho = - (ku +

refraksi + semi diameter). Lihat Slamet Hambali, *Ilmu*....,hal. 141.

[15] Slamet Hambali, Ilmu.....,hal. 55

[16] Busur sepanjang lingkaran harian mataharidihitung dari titik kulminasi atas sampai matahari. Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal. 24

[17] Selisih waktu antara waktu matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata. ". Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal. 79

[18] Waktu yang digunakan di suatu daerah atau wilayah yang berpedoman pada bujur atau meridian berkelipatan 15 derajat. ". Lihat Muhyidin khazin, *Kamus*.... hal. 90

Dari komponen data yang telah disebutkan, penulis memfokuskan pembahasaan tentang Deklinasi matahari dan *Equation of Time* dalam penelitian ini. karena Deklinasi Matahari berpengaruh terhadap panjangnya bujur siang dan malam yang mengakibatkan panjang antara siang dan malam disuatu tempat tidak sama. Hal ini berpengruh juga terhadap waktu-waktu salat dalam suatu daerah. Sedangkan *Equation of Time* berperan sebagai konversi dari waktu salat istiwa' menajadi waktu salat daerah.[19]

Untuk mendapatakan hasil awal waktu salat yang teliti, Deklinasi Matahari dan *EquationofTime*yang digunakan adalah Deklinasi Mataharidan *EquationofTime*pada saat jam semestinya, contoh, awal waktu Dhuhur kurang lebih terjadi pukul 12 WIB (pk. 5 GMT/UT), Ashar kurang lebih 15 WIB (pk. 8 GMT/UT), Magrib 18 WIB (pk. 11 GMT/UT), Isyak 19 WIB (pk.12 GMT/UT), dan Subuh 4 WIB (pk. 21 GMT/UT hari sebelumnya).[20]

Jean Meeus dengan karyanya *Atronomical algorithms*di salah satu pembahasannya membahas tentang perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* yang menghasilakan data dengan keakuratan tinggi. Dari karya Jean Meeus tersebut diadobsi oleh beberapa tokoh falak Indonesia. Seperti Rinto

[19] Maskufa, *Ilmu Falaq*, Jakarta : Gaung persada, 2009, hal. 65
[20] Slamet Hambali, *Ilmu*....., hal. 142

anugraha dalam bukunya *Mekanika Benda Langit*dan Ahmad Ghozali dalam bukunya *Anfa'ul Wasi>lah*.

Penulis merasa tertarik untuk mengkomparikan algrotirma Deklinasi Matahari dan *EquationofTime*dari buku *MEKANIKA Benda Langit*dan buku *Anfa'ul Wasi>lah*.Sebagai parameter tingkat akurasi algoritme kedua buku terasebut, penulis menggunakan *Atronomical Algorithms*karya Jean Meeus sebagai acuan untuk mengetahui adakah perbedaan hasil dari kedua buku tersebut.

Selain belum ada yang membahas tentang algoritme kedua buku tersebut, ada alasan lain yang membuat penulis melakukan pembahasan ini, diantaranya :*Pertama,* karena kedua buku tersebut sama-sama mengadopsi algoritme karya jean meeus. *Kedua,* dalam masing-masing buku tersebut mempunyai koreksi yang berbeda. *Ketiga,* perbedaan latar belakang pengarang dari buku *Mekanika Benda Langit*dan *Anfa'ul Wasi>lah* .

Dengan alasan tersebut penulis merasa hal ini dirasa pas untuk dikaji menjadi sebuah penelitian dengan judul *Komparasi Algoritme Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa'ul Wasi>lah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat.*

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan penulis angkat dalam penelitian ini agar pembahasan tidak bisa melebar terlalu luas adalah mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Bagaimana algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah* ?
2. Bagaimana pengaruh algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah* terhadap penentuan awal waktu Salat?

C. Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah diangkat di atas, penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut **:**

1. Untuk mengetahui hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* yang digunakan di kedua buku tersebut.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perbedaan hasil perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* terhadap awal waktu Salat.

D. Manfaat Penelitian

Setelah dipaparkan tujuan penelitian di atas, penulis berharap penelitian ini dapat memberi manfaat, diantaranya:

1. Dapat menambah khazanah keilmuan dan meningkatkan pemahaman yang lebih baik tentang macam-macam perhitungan yang beragam, khususnya tentang Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.
2. Dapat mengetahui perbedaan dari algoritme dalam Buku *Mekanika* Benda *Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah*t entang Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.

E. Telaah Pustaka

Sejauh penelusuran penulis yang telah dilakukan, penulis belum menemukan pembahasan maupun penelitian dari kedua buku tersebut yang menjadi penelitian utama terkait dengan perhitungan Deklinasi Mataharidan*Equation of Time.*

Telaah pustaka ini dilakukan agar tidak terjadi pembahasan ulang terkait (judul). Akan tetapi penulis menemukan penelitian yang terkait dengan pembahasan penelitian ini, yaitu :

Skripsi Elva Imeldatur Rohmah dengan judul " Analisis Metode Hisab Awal Waktu Salat Dalam Kitab Anfa' Al-Wasilah Irsyad Al-Murid, Dan Samarat Al-Fikar Karya Ahmad Ghozali " yang berisi analisa tingkat akurasi perhitungan awal waktu salat yang terdapat dalam ketiga buku tersebut. Kesimpulan dari

penelitian ini adalah tingkat akurasi dari ketiga buku tersebut bagus sehingga dapat digunakan oleh masyarakat.[21]

Skripsi Setyorini dengan judul " Uji Akurasi Hisab Awal Bulan Waktu Salat Lima Waktu (Studi Atas Jadwal Waktu Salat Hasil Perhitungan Tim Hisab Dan Rukyat Hilal Serta Perhitungan Falakiyah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2013) " yang berisis analisa tentang akurasi hasil perhitungan Tim falakiyah Provinsi Jateng tahun 2013 yang menghasilkan perhitungan yang akurat kecuali subuh karena pebedaan penggunaan tinggi tempat dan besarnya ihtiyat.22

Skripsi Muntaha dengan judul "Analisa Terhadap Toleransi Pengaruh Perbedaan Lintang dan Bujur dalam Kesamaan Penentuan Awal Waktu Salat" yang memberikan analisa terhadap lintang dan bujur dalam penentuan awal waktu apakah dalam perbedaan lintang maupun bujurakan memberikan pengaruh terhadap penentuan awal waktu salat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintang tidak terlalu berpengaruh terhadap

---

[21] Lihat Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis Metode Hisab Awal Waktu Salat Dalam Kitab Anfa' Al-Wasilah Irsyad Al-Murid, Dan Samarat Al-Fikar Karya Ahmad Ghozali*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, 2014

22 Lihat Setyorini, *Akurasi Hisab Awal Bulan Waktu Salat Lima Waktu (Studi Atas Jadwal Waktu Salat Hasil Perhitungan Tim Hisab Dan Rukyat Hilal Serta Perhitungan Falakiyah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2013),* Fakultas Syari'ah dan Ekonomi Islam. 2013

penentuan awal waktu salat, sedangkan bujur berpengaruh terhadap penentuan awal waktu salat.[23]

Thesis Ahmad Fadholi dengan judul "Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat dalam Teori Geosentrik dan Geodetik" yang berisi analisa terhadap pengaruh hasil perhitungan waktu salat yang menggunakan data koordinat Geosentrik dan Geodetik dengan kesimpulan data koordinat untuk menghitung waktu salat yang paling tepat adalah menggunakan koordinat geodetik[24]

Skripsi Rizalludin dengan judul "Analisis Komparasi Algoritme Hisab Awal Waktu Salat Slamet Hambali dan Rinto Anugraha" yang berisi tentang analisa komparasi perhituangan awal waktu salat menurut Slamet Hambali dan Rinto Anugraha yang menyimpulkan bawah perbedaan hasil perhitungan karena sumber data yang digunakan berbeda.[25]

Skripsi Muhammad Afifudin dengan judul " Pengaruh Pergeseran Matahari Terhadap Awal Waktu Shalat " yang membahas tentang pengaruh dari pergerakan terhadap awal waktu

---

23 Lihat Muntaha, *Analisis Terhadap Toleransi Pengaruh Perbedaan Lintang dan Bujur dalam Kesamaan Penentuan Awal Waktu Salat*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, 2004.

24 Lihat Ahmad Fadholi, *Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat dalam Teori Geosentrik dan Geodetik*, Thesis Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2013.

25 lihat Rizalludin, Analisis Komparasi Algoritme Hisab Awal Waktu Salat Slamet Hambali dan Rinto Anugraha, Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016.

shalat yang menyimpulkan bahwa waktu shalat setiap harinya terus berubah karena diakibatkan pergerakan matahari.[26]

Dari beberapa penelitian diatas, belum ada subtansi pembahasan yang sema dengan apa yang penulis teliti. Penulis hanya menemukan penelitian dari Muhammad Afifudin dengan judul *Pengaruh Pergeseran Matahari Terhadap Awal Waktu Shalat.* Perbedaan penelitian Muhammad Afifudin yang menjelaskan secara umum pergerakan matahari sehingga mempengaruhi awal waktu salat. Berbeda dengan yang penulis susun dalam penelitian ini, yakni penulis meneliti tentang algoritmeDeklinasi Mataharidan *EquationofTime*yang terdapat dalam buku *Mekanika Benda Langit* dan buku *Anfa'ul Wasi>lah* serta pengaruhnya terhadap awal Waktu Salat.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang akan penulis lakukan pakai adalah sebagai berikut :

1. Jenis penelitian

   Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif, sehingga metode yang diginakan adalah metode penelitian yang bersifat

[26] Lihat, Muhammad Afifudin,*Pengaruh Pergeseran Matahari Terhadap Awal Waktu Shalat*, Fakultas Syari'ah IAIN Syekh Nurjati Cirebon, 2013

kualitatif.[27]dengan menggunakan metode *matematic* (ilmu hitung). Pendekatan ini diperlukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perbedaan hasil dari kedua algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.

Penelitian ini juga menggunakan *library risearch* (kepustakaan) yaitu dengan menelaah kajian pustaka, baik berupa buku-buku, kitab-kitab, jurnal, serta sumber-sumber lain yang seusai dengan pembahasan tenang Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.[28]

2. Sumber data

Menurut sumbernya, data penelitian digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.[29]

Dara primer adalah data yang diporelah langsung dari subjek penelitian. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari wawancara dengan bapak Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak, dokumen, atau data yang tidak diperoleh secara langsung

---

[27] Penelitian kualitati bermaksud untu memahami fenomena tentang apa yang diala,i oleh subyek penelitian, misalnya perilaku, persepsi, mitovasi, tindakan, dll. Secara holistik, dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaaatkan barbagau metode alamiah. Lihat Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi Revisi*, Bandung : Remaja Rosdakarya, cet ke-35, hal. 6

[28] Soerjono, dkk, *Penelitian Hukum Normatif*, Jakarta : Rajawali, 1986, hal 15

[29] Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Cet-5, Yogyakarta: *Pustaka Pelajar*, 2004, hal. 91

terhadap subjek penelitian. Data sekunder digunakan sebagai data pendukung dan melengkapi data primer. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah* serta buku-buku, kitab-kitab, jurnal dan dokumen yang berkaitan dengan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* ataupun waktu salat, seperti dalam buku Ahmad Izzuddin "*Ilmu Falak Praktis*", Slamet Hambali "*Ilmu falak 1*", serta buku-buku lainnya, dan penulis juga wawancara kepada tokoh-tokoh yang berkaitan dengan objek penelitian diantaranya H. Slamet Hambali, M.Si. dan Syauqi Nahwandi, S.Hi.

3. Metode Pengumpulan Data

   Langkah-langkah yang digunakan penulis dalam pengumpulan data untuk menjawab masalah penelitian ini dengan cara :

   a. Wawancara[30]

      Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang pertama adalah wawancara. Karena dalah penelitian ini berkaitan tentang komparasi Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* buku *Mekanika Benda Langit* dan buku *Anfa'ul Wasi>lah* . Maka penulis mewawancarai Rinto Anugraha

[30] Wawancara atau interview adalah teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan langsung oleh pewawancara kepada responden dan jawab njawabannya dicacat atau direkam. Lihat Iqbal Hasan, *Pokok-pokok Materi* …, hal. 85

sebagai pengarang buku *Mekanika Benda Langit* dan Ahmad Ghozali sebagai pengarang *Anfa'ul Wasi>lah* untuk mendapatkan data primer. Selain kedua tokoh tersebut penulis juga akan mewawancarai tokoh-tokoh lain yang penulis anggap mumpuni untuk mendapatkan data pendukung yang berkaitan tentang penelitian ini diantaranya H. Slamet Hambali, M.Si. dan Syauqi Nahwandi, S.Hi..

b. Dokumentasi[31]

Selain dengan wawancara penulis juga menggunakan tehnik dokumentasi. Dengan cara mengumpulkan data dan informasi pengetahuan yang berhubungan dengan dengan obyek penelitian terutama dari buku *Mekanika Benda Langit* dan buku *Anf'ul Wasilah*, di samping kedua buku itu, penulis juga mencari dokumen-dokumen yang mendukung objek penelitian Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* baik melalui buku-buku, kitab-kitab, jurnal maupun tulisan-tulisan merak dalam bentuk ilmiah.

[31] dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang tidak langsung diajukan kepada subjek penelitian, namun melalui dokumen. Dokumen yang digunakan dapat berupa buku harian, surat pribadi, laporan notulen rapat, dan dokumen lainnya. Lihat Iqbal Hasan, *Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Cet ke 1, Bogor: Ghalia Indonesia, 2002 hal. 87

4. Metode Analisis Data

Setelah data diperoleh, selanjutnya penulis akan menganalisi data tersebut dengan beberapa metode, yaitu :

a. Komparatif

Dalam penelitian ini penulis menggunkan metode komparatif, yaitu dengan mengkoparasikan antara hasil algoritme dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anf'ul Wasi>lah*, hingga kemudian diketahui apakah hasil dari kedua algoritme itu sama atau tidak.

b. Content *analisis*

Content analisi yaitu analisis yang dilakukan untuk mencari dan menentukan konsep-konsep yang dibahas di dalam dokumen dan disajikan kepada pengguna informasi sebagai kata kunci.[32] Dalam penelitian ini penulis menganalisa bagaimana algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Rinto Anugraha dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Ahmad Ghozali dalam Buku *Anf'ul Wasi>lah*. Sehingga bisa diharapkan sebagai salah satu rujukan dalam menentukan deklinasi matahari, dan serta bagaimana pengaruhnya terhadap penetapan awal waktu Salat

32 Sulastuti Shopia, *Analisis Isiinformasi :Menentukan Konsep-Konsep Penting Untuk Dijadikan Kata Kuc*i, Bogor : Pusat dan Penyebaran Tehnologi Pertanian, 2003, hal I

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan ini terdiri atas lima bab, yang didalamnya setiap babnya terdapat sub-sub pembahasannya, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN UMUM TENTANG ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME*

Bab ini menjalasakan pemahaman konsep umum Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.

BAB III : ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN BUKU *ANFA'UL WASI>>LAH*

Bab ini meliputi biogari dari Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali dan karya-karya ia berdua, serta konsep perhitungan Deklinasi Mataharidan *Equation of Time* menurut kedua buku tersebut.

BAB IV : ANALISIS ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN BUKU *ANF'UL WASI<LAH*

Bab ini merupaka inti pembahasan dalam penelitian ini yakni meliputi analisis pengarug perbedaan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* terhadap waktu Salat.

BAB V : PENUTUP

Meliputi kesimpulan, saran-saran dan penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME*

A. Matahari, Bumi dan Pergerakannya

1. Matahari

Matahari adalah sebuah benda langit yang memancarkan cahaya dan panas sendiri yang mempunyai suhu sangat tinggi yaitu sekitar 6000° C.[1] Besar Matahari adalah 1378000 kali besar Bumi. Sinar Matahari berkecepatan 300.000 km, yang berarti tiap detiknya menempuh jarak jauh di antara Bumi dan Matahari dalam waktu 8 menit.[2]

Matahari berbentuk bola raksasa yang terbentuk dari gas hidrogen 91,0% dan helium 8,9%. Secara massal, matahari sekitar 70,6% hidrogen dan 27,4% helium. Senyawa penyusun lainnya terdiri daribesi, nikel, silikon, sulfur, magnesium, karbon, neon, kalsium, dan kromium. Cahaya Matahari berasal dari hasil reaksi fusi hidrogen menjadi helium.3

Matahari termasuk bintang berwarna putih yang berperan sebagai pusat tata surya. Seluruh komponen tata surya termasuk 8 planet dan satelit masing-masing, planet-planet

[1] M. S. L. Toruan, *Ilmu Falak(Kosmografi)*, Semarang : Banteng Timur, 1957, hal. 8

[2] KR. M. Wardan, *Kitab Ilmu Falak dan Hisab*, Jogjakarta: 1957, hal. 18

[3] https://solarsystem.nasa.gov/planets/sun/indepth diakses pada tanggal 28 mei 2017

kerdil, asteroid, komet, dan debu angkasa berputar mengelilingi Matahari.[4]

Matahari merupakan pusat tata surya. Anggapan ini pertama kali diprakarsai oleh Aristarchus, namun tidak dipublikasikan secara umum. Anggapan ini diprakarsai oleh Copernicus (1473–1543) dan merevisi anggapan anggapan sebelumnya terkait peredaran benda benda langit, seperti anggapan egocentris5 dan geocentris6.7

Berdasarkan gerak yang dilakukannya, Matahari mempunyai dua macam pergerakan, yaitu sebagai berikut :

1) Matahari berotasi pada sumbunya selama sekitar 27 hari untuk mencapai satu kali putaran. Gerakan rotasi ini pertama kali diketahui melalui pengamatan terhadap perubahan posisi bintik Matahari. Sumbu rotasi Matahari miring sejauh 7,25° dari sumbu orbit Bumi sehingga kutub utara Matahari akan lebih terlihat di bulan September

---

[4] Ian Braham, *Ruang Angkas Seri Intisari Ilmu*, Jakarta : Erlangga For Kids, 2009, hal. 120

[5] Ego berarti saya. Pada zaman primitif atau purbakala, bangsa–bangsa yang telah mempelajari dan memperhatikan benda benda langit menyangka bahwa orang yang melihat ke langit sendirilah yang merupakan pusat dari segalanya. Lihat M. S. L. Toruan, *Ilmu*,..., hal. 6

[6] *Geo* berarti Bumi. Segala benda langit yang terdapat di angkasa semuanya kita proyeksikan pada bidang lengkung langit. Jadi menurut *observer*, tempat kita berdiri (Bumi) adalah pusat dari segalanya. Anggapan ini diprakarsai oleh Claudius Ptolomeus. Lihat M. S. L. Toruan, *Ilmu* ,..., hlal. 6

[7] Slamet Hambali, *Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*, Jurnal al-Ahkam, Volume 23, No.2, Oktober 2013, hal. 228

sementara kutub selatan Matahari lebih terlihat di bulan Maret. Matahari bukanlah bola padat, melainkan bola gas, sehingga Matahari tidak berotasi dengan kecepatan yang seragam. Ahli astronomi mengemukakan bahwa rotasi bagian interior Matahari tidak sama dengan bagian permukaannya. Bagian inti dan zona radiatif berotasi bersamaan, sedangkan zona konvektif dan fotosfer juga berotasi bersama namun dengan kecepatan yang berbeda. Bagian ekuatorial (tengah) memakan waktu rotasi sekitar 24 hari sedangkan bagian kutubnya berotasi selama sekitar 31 hari. Sumber perbedaan waktu rotasi Matahari tersebut masih diteliti.[8]

2) Matahari dan keseluruhan isi tata surya bergerak di orbitnya mengelilingi galaksi Bimasakti. Gerakan ini dinamakan dengan gerak revolusi matahari. Matahari terletak sejauh 28.000 tahun cahaya dari pusat galaksi Bimasakti. Kecepatan rata-rata pergerakan ini adalah 828.000 km/jam sehingga diperkirakan akan membutuhkan waktu 230 juta tahun untuk mencapai satu putaran sempurna mengelilingi galaksi.[9]

---

[8] Etty Indrianty, dkk. *Ensiklopedia Sains dan Teknologi*, Jakarta: Lentera Abadi, 2007. hal. 27

[9] Etty Indrianty, dkk. *Ensiklopedia,...,* hal. 27

2. Bumi

Bumi adalah planet ketiga dari Matahari dan terbesar diantara keempat planet yang masuk dalam kategori planet bagian dalam (*inner planet*). Bumi memiliki diameter sekitar 12.769 km. Radius rata–rata bumi sekitar 6371 km. Massa Bumi sekitar 5515 kg. Besar Bumi adalah 1079,5 milyar meter kubik. Garis tengahnya dari kutub ke kutub adalah 12711 km. Luas permukaannya adalah 511 juta km persegi, dimana 384 juta km persegi adalah lautan.[10] Bumi terdiri dari beberapa lapisan diantaranya kerak Bumi yang merupakan lapisan terluar bumi, *astesnofer* (mantel Bumi) yaitu lapisan yang menyelubingi inti Bumi dan lapisan yang terdalam adalah inti Bumi. Kandungan utama Bumi adalah besi (32,1%), oksigen (30,1%), silikon (15,1%), magnesium (13,9%), sulfur (2,9%), nikel (1,8%), kalsium (1,5%), and aluminium (1,4%); dan 1,2% selebihnya terdiri dari berbagai unsur-unsur langka. Karena proses pemisahan massa, bagian inti bumi dipercaya memiliki kandungan utama besi (88,8%) dan sedikit nikel (5,8%), sulfur (4,5%) dan selebihnya kurang dari 1% unsur langka.[11]

---

[10] Kenneth R. Lang, *A Companion to Astronomy and Astrophysics*, New York: Springer, t.t, hal. 155

[11] Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak, Kuala Lumpur :*Dewan Bahasa dan Pustaka, 2004, hal. 57-58

Antara Bumi dan Matahari memiliki jarak sekitar 149.597.871 km, atau disebut dengan *Astronomical Unit* (*AU*), dimana 1 *AU* = 149.597.871 km.[12] Jarak Bumi–Matahari ini tidak selalu sama, melainkan terkadang jauh, terkadang dekat, sesuai dengan posisi Bumi pada ekliptika. Ketika Bumi berada pada titik terdekat dengan Matahari disebut dengan *perihelium*. Sedangkan ketika Bumi berada pada titik terjauh dengan Matahari disebut dengan *aphelium*. Jarak Bumi ketika pada *perihelium* adalah sekitar 147 Juta km. Sedangkan Jarak Bumi ketika pada *aphelium* sekitar 152 Juta km. Jarak antara keduanya adalah sekitar 5.000.000 km.[13]

Berdasarkan gerak yang dilakukannya, Bumi mempunyai 5 macam pergerakan, yaitu sebagai berikut :

1) Rotasi Bumi

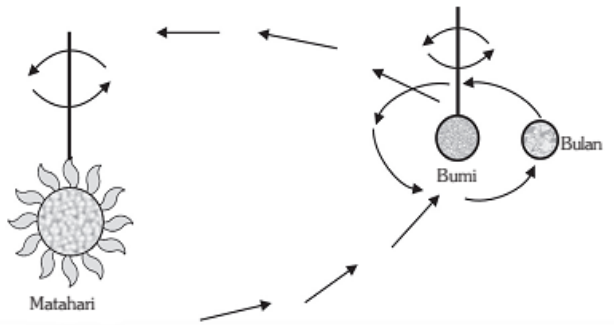
   Rotasi bumi adalah perputaran bumi pada porosnya dari barat ke timur dengan kecepatan rata-rata 108.000 km/jam. Satu kali putaran penuh selama 23 jam 56 menit 4 detik atau dibulatakan menjadi 24 jam. Sehingga gerak ini dinamakan gerak harian.[14]

---

[12] Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hal. 125

[13] Abdur Rochim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983,hal. 45.

[14] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 128



Gambar 2.1 rotasi bumi[15]

Akibat dari rotasi Bumi antara lain : [16]

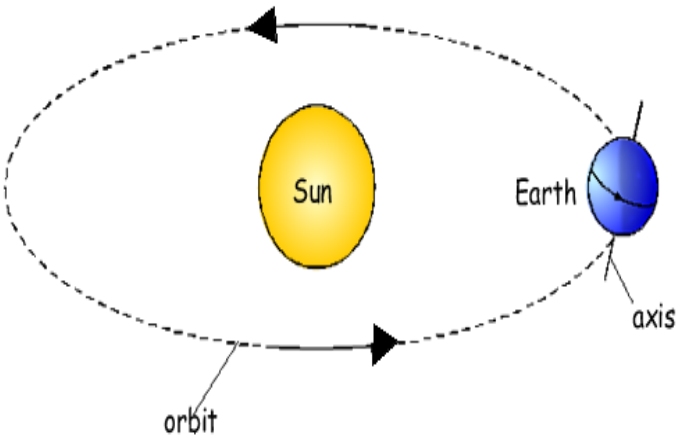
a. Terjadinya siang dan malam
b. Terlihatnya benda langit bergerak dari timur ke barat
c. Perbedaan waktu yaitu daerah yang berada lebih timur akan lebih dulu daripada tempat sebelah baratnya, perbedaan waktu tersebut sebesar 1 jam untuk 15 derajat busur atau 4 menit untuk 1 derajat bujur.

2) Revolusi Bumi

Revolusi bumi adalah peredaran bumi mengelilingi matahari dari arah barat ke timur dengan kecepatan sekitar 30 km/detik. Satu kali putaran memerlukan waktu 365 hari

[15] http://wiskaalfa.blogspot.co.id/2015/02/tata-surya.html
[16] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 128

5 jam 48 menit 45,2 detik sehingga disebut gerak tahunan. [17]



Gambar 2.2 revolusi bumi[18]

Akibat dari revolusi bumi antara lain :[19]

a. Pergantian musim
b. Gerak semu tahunan matahari
c. Terlihat rasi bintang yang bebeda setiap tahun

3) Gerak Presisi Bumi

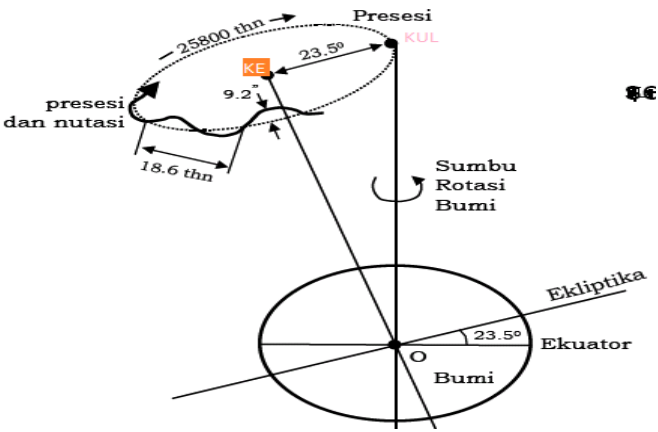
Kemiringan sumbu bumi terhadap ekliptika kiranya perlu diperhatikan pula, karena kemiringannya itu tidak tetap, melainkan berubah-ubah mirip perubahan sumbu gasing. Perubahan ini mengakibatkan adanya gerak goyang pada

[17] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 129
[18] https://pics-about-space.com/how-long-is-earth-s-orbit?p=2
[19] Agus Fany Chandra Wijaya,*Gerak Bumi dan Bulan*, ppt,Digital Learning Lesson Study Jayapura, 2010, hal. 15

bumi sebesar 50,24” pertahun yang disebut presisi. Gerak presisi ini ke arah yang berlawanan dengan arah rotasi bumi, yakni ke arah barat kalau dilihat dari kutub utara langit, dan akan kembali ke posisi semula dalam jangka waktu sekitar 25.796 tahun.[20]

4) Gerak Nutasi Bumi

Gerak Nutasi adalah gerak gelombang dalam gerak presisi. Jadi gerak presisi itu tidak lurus, melainkan bergelombang yang membentuk lingkaran kecil. Gerak Nutasi membentuk satu lingkaran kecil penuh (360^{o}) memerlukan waktu sekitar 18,66 tahun, sehingga gerak nutasi sebesar 00^{o} 03’10.15” perhari.[21]



Gambar 2.3 presisi dan nutasu bumi[22]

[20] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 130
[21] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 131
[22] http://rondgesuloy.blogspot.co.id/2014/05/186-tahun-pasut-why.html

5) Gerak Apsiden Bumi

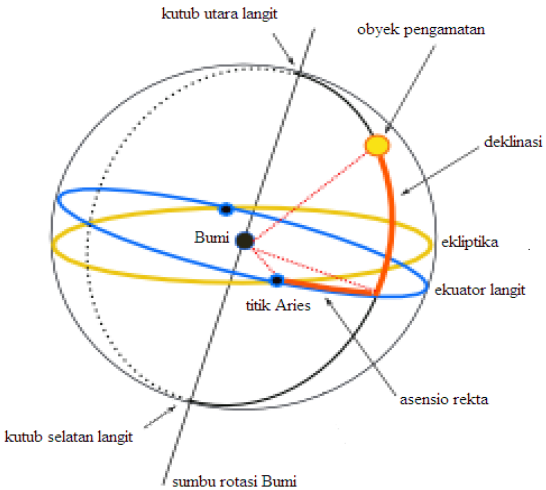
Gerak Apsiden adalah gerak titik aphelium dan perehelium bergeser dari arah timur ke barat. Pergeseran titik *aphelium* dan *perehelium* ini menempuh sekali putaran (360^o) selama sekitar 21.000 tahun, sehimgga gerak ini sebesar 0.17" perhari.[23]

B. Deklinasi Matahari

Deklinasi matahari atau *Mailul Syams* adalah jarak sepanjang lingkaran waktu yang dihitung dari equator sampai matahari. Dalam astronomi dilambangkan dengan δ (*delta*). Deklinasi dibelahan langit bagian utara adalah positif (+). Sedang dibagian selatan adalah negatif (-). Nilai Deklinasi Matahari ini, baik positif maupun negatif adalah 0^o sampai sekitar 23^o 27'. Nilai terbesar pada saat nilai positif terjadi padang tanggal kurang lebih pada tanggal 21 Juni, dan saat nilai negatif terjadi kurang lebih pada tanggal 22 Desember. [24]

[23] Muhyiddin Khazin, *Ilmu,...*, hal. 131

[24] Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, Semarang :Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011, hal.55



Gambar 2.4 Deklinasi Matahari.[25]

Dalam pergerakan bumi mengelilingi matahari (revolusi bumi) tidak tegak lurus melainkan miring sekitar 66,5^{o} terhadap bidang ekliptika sehingga bidang ekliptika tidak sejajar dengan bumi melainkan membentuk sudut sebesar 23^{o} 27'. Hal ini yang menyebabkan matahari terbit atau terbenam tidak pada titik yang sama melainkan berubah-ubah dari satu titik ke titik lainnya hingga kembali ke titik awal. [26]

---

[25] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/id/9/97/Sistem_koordinat_ekuator.PNG

[26] Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012, hal. 203-205

Selain itu, akibat dari deklinasi matahari adalah seluruh permukaan bumi mengalami siang dan malam tidak sama rata, apalagi daerah-daerah yang letaknya jauh dari garis ekuator bumi. Hal tersebut juga akan mengakibatkan perbedaan pelaksanaan ibadah khususnya salat. Berbeda dengan Indonesia yang berada disekitar ekuator langit, tidak bisa secara langsung mendapatkan efek dari deklinasi matahari.

Dalam menentukan nilai terbesar Deklinasi matahari terdapat perbedaan Suskinan Azhari dalam bukunya *Ilmu Falak* menentukan nilai terbesar Deklinasi Matahari sebesar 23^{o} 26' 30"[27], sedangkan sedangkan Ahmad Izzuddin, Slamet Hambali, dan Muhyidin Khazin dalam masing bukunya menentukan nilai Deklinasi Matahari sebesar 23^{o} 27'. Dan menurut Newcomb adalah sebesar 23° 27' 8,26". KR. M. Wardan dalam bukunya yang berjudul *Kitab Ilmu Falak dan Hisab* menjelaskan bahwa pada 1100 tahun SM, ahli bintang Tionghoa mengukur kemiringan ekliptika dan mendapatkan nilai sebesar 22° 54'. Kemudian pada tahun 350 SM, diukur kembali oleh Piceas di Marseille dan mendapatkan hasil sebesar 23° 49'. Kemudian pada tahun 1800 M nilai kemiringan ekliptika adalah sebesar 23° 27' 55" dan pada tahun 1900 M nilai kemiringan ekliptika adalah

[27] Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, Yogyakarta :, Suara Muhammadiyah, 2007, hal. 28

sebesar 23° 27’ 9’. Dengan demikian berarti bahwa perubahan nilai tersebut kurang dari setengah detik setiap tahunnya.[28]

Nilai Deklinasi Matahari dapat diketahui melalui tabel-tabel astronomis, seperti Almanak Nautika, Ephemeris, dll. Serta dapat pula dihitung secara manual seperti dalam buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus.

C. Equation of Time

Equation of time atau *Ta’dilul Waqt*i atau *Ta’dilul Zaman* adalah selisih antara waktu Matahari rata-rata (*Mean Solar Time)* dan waktu Matahari tampak (*Apparent Mean Time*). *Equation of time* juga bisa berarti selisih antara asensio rekta Matahari tampak dikurangi asensio rekta Matahari rata-rata.[29] Dalam ilmu falak biasa dilambangkan dengan huruf e (kecil). Waktu Matahari tampak adalah waktu yang berdasarkan pada perputaan Bumi pada sumbunya yang sehari semalam tidak tentu 24 jam, melainkan kadang kurang dan kadang lebih dari 24 jam.[30] Sedangkan Matahari rata-rata bergerak secara teratur sepanjang ekliptika selama 24 jam. Hal ini sesuai dengan hukun kepler II[31].

---

[28] KR. M. Wardan, *Kitab Ilmu Falak*,..., hal. 35

[29] Caroline J. Furner dan Irma J. Courtess, Equation of Time, NASA Astropyhsics Data System, hal. 580

[30] Muhyiddin Khazin, *Ilmu*,..., hal. 67

[31] Johannes Kepler adalah seorang ilmuwan yang lahir pada tahun 1571 M di Wurtemberg. kepler menyampaikan gagasannya terkait peredaran benda langit sekaligus merevisi anggapan-anggapan sebelumnya yang dicetus oleh

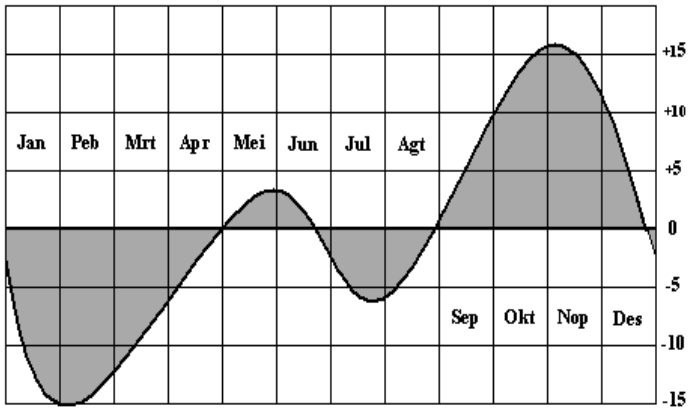
Hal tersebut disebabkan antara lain oleh peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk ellips (penampang jorong = bulat telur). Sedangkan metahari berada pada salah satu titik apinya. Sehingga suatu saat bumi dekat dengan matahari (*perehelium*) yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi kuat, sehingga perputaran buni menjadi cepat yang mengakibatkan sehari-semalam kurang dari 24 jam. Pada saat yang lain bumi jauh dengan matahari (*Aphelium*) yang menyebabkan gaya gravitasi menjadi lemah, sehingga perputaran bumi menjadi lambat yang mengakibatkan dalam sehari-semalam lebih dari 24 jam.[32]

Nilai *Equation of Time* dapat diketahui melalui tabel-tabel astronomis, seperti Almanak Nautika, Ephemeris, dll. Serta dapat pula dihitung secara manual seperti dalam buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus.

Aristoteles dan Copernicus. Kepler menjelaskan bahwa lintasan yang dilalui planet ketika mengitari Matahari adalah elips. Berawal dari anggpan itu Kepler merumuskan tiga hukum yang menjelaskan gerakan planet di tata surya atau biasa disebut dengan Hukum Kepler. *Hukum Kepler I* :Setiap planet bergerak mengelilingi Matahari dalam lintasan berbentuk elips dimana Matahari terletak pada salah satu titik fokusnya). *Hukum Kepler II* : Luas daerah yang disapu oleh garis penghubung antara planet dan Matahari dalam waktu yang sama adalah sama. *Hukum Kepler III* : Kuadrat periode revolusi suatu planet berbanding dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari Matahari. Lihat Bayong Tjasyono HK, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: Pascasarjana UPI, 2009, hal. 25

[32] Muhyiddin Khazin, *Ilmu,...*, hal. 67

Muhyiddin Khazin memberikan gambaran umum tentang perubahan *Equation of Time* dari waktu ke waktu selama setahun.[33]



Gambar 2.5 Grafik Equation of Time

D. Waktu Salat

1. Pengertian salat

Kata salat berasal dari bahasa arab yaitu صلّى, يصلّى, صلاة (sholla, yusholli, shollatan), yang mengikuti wazan فعّل, يفعّل, تفعيل (fa'ala, yufa'ilu, taf'ilan)[34] yang berarti do'a[35].

[33] Muhyiddin Khazin, *Ilmu,...*, hal. 68

[34] Muhammad Ma'sum bin Ali, *Amtsilati at-tasrifiyah*, Demak: Kota Wali Demak, tt, hal. 12

[35] Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir kamus Arab – Indonesia*, Surabaya : Pustaka Progressif, cet. 14, 1997, hal. 792

Salat dengan arti do'a sebagaimana tercantum dalam al-Qur'an dalam surat at-Taubah ayat 103 :

خُذۡ مِنۡ أَمۡوَٰلِهِمۡ صَدَقَةٗ تُطَهِّرُهُمۡ وَتُزَكِّيهِم بِهَا وَصَلِّ عَلَيۡهِمۡۖ إِنَّ صَلَوٰتَكَ سَكَنٞ لَّهُمۡۗ وَٱللَّهُ سَمِيعٌ عَلِيمٌ ١٠٣

Artinya : "Ambillah zakat dari sebagian harta mereka, dengan zakat itu kamu membersihkan dan mensucikan mereka dan berdoalah untuk mereka. Sesungguhnya doa kamu itu (menjadi) ketenteraman jiwa bagi mereka, dan Allah Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui".(QS. At-Taubah:103)[36]

Selain itu salat juga sering diartikan sebagai rahmat[37] dari Allah SWT dan juga berarti memohon ampun.[38] Sebagai mana tercantum dalam Al-Qur'an dalam surat al-Ahzab ayat 56 :

إِنَّ ٱللَّهَ وَمَلَٰٓئِكَتَهُۥ يُصَلُّونَ عَلَى ٱلنَّبِيِّۚ يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ صَلُّواْ عَلَيۡهِ وَسَلِّمُواْ تَسۡلِيمًا ٥٦

[36] Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Quran Dan Terjemahnya*, Surabaya: Pustaka Agung Harapan,2006, hal. 273

[37] Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir*,..., hal. 792

[38] Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*,Semarang: Komala Grafika, 2006, hal. 50

Artinya : "Sesungguhnya Allah dan malaikat-malaikat-Nya bershalawat untuk Nabi Hai orang-orang yang beriman, bershalawatlah kamu untuk Nabi dan ucapkanlah salam penghormatan kepadanya".(QS. Al-Ahzab:56)[39]

Dari ayat-ayat di atas, ada tiga makna dari salat, diantaranya : pertama, salat bermakna do'a apabila kata salat berasal dari umat Islam yaitu mendo'akan nabi Muhammad Saw agar senantiasa memperoleh rahmat yang agung dari Allah Swt. Kedua, salat berarti permohonan ampunan untuk Nabi Muhammad Swt, apabila kata salat itu berasal dari para malaikat. Ketiga, salat berarti pemberian rahmat yang agung dari Allah Swt, apabila kata shalat itu dari Allah Swt.[40]

Sedangakan salat secara istilah adalah suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam. Adapun secara hakikinya ialah" berhadapan hati (jiwa) kepada Allah, yang mendatangkan takut kepada-Nya serta menumbuhkan didalam jiwa rasa kebesarannya dan kesempurnaan kekuasaan-Nya.[41]

Adapun istilah salah dalam ilmu fiqih adalah salah satu macam atau bentuk ibadah yang diwujudkan dengan

[39] Departemen agama Republik Indonesia, *Al-Quran*,..., hal.602

[40] Muhammad Abdillah bin Abi Bakar bin, *Mukhtar Ashihah* , Beirut : Maktabah Lubnan Linasyir, Juz.I, 1995, hal. 176

[41] Abdul Hamid, Fiqh Ibadah, Bandung: Pustaka Setia, 2009, hal. 191

melakukan perbuatan perbuatan tertentu disertai dengan ucapan-ucapan dengan syarat-syarat tertentu pula.[42] dalam fikih empat mazhab disebutkan salat adalah segala perkataan dan perbuatan yang diawali dengan takbir dan diakhiri dengan salam dengan syarat-syarat yang ditentukan.[43]

Sedang pengertiannya dalam agama dan syariat menurut fikih Ja'fari adalah ibadah yang kita kenal selama ini, dimana dituntut kesucian padanya, yang mengandung ucapan-ucapan dan perbuatan-perbuatan khusus, dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam. Pengertian inilah yang banyak disebutkan oleh Allah dalam ayat-ayat kitab-Nya, yang diperintahkan memeliharanya, dan yang diancam orang yang meninggalkannya.[44]

2. Dasar Hukum Waktu Salat

1) Dasar Hukum Awal Waktu Salat Menurut al-Qur'an

Salat diwajibkan atas setiap muslim, laki-laki atau perempuan. Sebagaimana dalam firman Allah dalam surat an-Nur ayat 56:

---

[42] Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan tinggi Agama/IAIN Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam, Fikih, Jakarta, cet.II, 1983, hal. 79.

[43] 'Abdu ar-Rohman al-Jaziri, al-Fiqh 'ala al-Mazahib al-Arba'ah, Juz 1, Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyah, 1990, hal. 175.

[44] Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqih Ja'fari*, Jakarta: Lentera, cet. I, 1995, hal. 118

وَأَقِيمُواْ ٱلصَّلَوٰةَ وَءَاتُواْ ٱلزَّكَوٰةَ وَأَطِيعُواْ ٱلرَّسُولَ لَعَلَّكُمۡ تُرۡحَمُونَ ٥٦

Artinya: "Dan dirikanlah sembahyang, tunaikanlah zakat, dan taatlah kepada Rasul, supaya kamu diberi rahmat". (QS. an-Nur: 56)[45]

Dalam menunaikan kelima waktu salat tersebut, kaum muslimin terikat pada waktu-waktu yang sudah ditentukan sebagaimana Firman Allah dalam surat an-Nisa' (4): 103, yaitu:

فَإِذَا قَضَيۡتُمُ ٱلصَّلَوٰةَ فَٱذۡكُرُواْ ٱللَّهَ قِيَٰمٗا وَقُعُودٗا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمۡۚ فَإِذَا ٱطۡمَأۡنَنتُمۡ فَأَقِيمُواْ ٱلصَّلَوٰةَۚ إِنَّ ٱلصَّلَوٰةَ كَانَتۡ عَلَى ٱلۡمُؤۡمِنِينَ كِتَٰبٗا مَّوۡقُوتٗا ١٠٣

Artinya: "Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah fardlu yang

[45] Departemen agama Republik Indonesia, *Al-Quran*,..., hal.358.

> ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman." (QS. an-Nisa': 103).[46]

Dari ayat ini, Quraish Shihab dalam tafsirnya al-Mishbah[47] menafsirkan bahwa, kata (موقوتا) *mawqutan* terambil dari kata (وقت) *waqt*. Dari segi bahasa, kata ini digunakan dalam arti batas akhir kesempatan atau peluang untuk menyelesaikan satu pekerjaan. Setiap salat mempunyai waktu dalam arti ada masa ketika seseorang harus menyelesaikannya. Apabila masa itu berlalu, pada dasarnya berlalu juga salat itu. Ada juga yang memahami kata ini dalam arti kewajiban yang bersinambungan dan tidak berubah sehingga firman-Nya melukiskan salat sebagai (كتابا موقوتا) *kita>ban mawqu>tan* berarti salat adalah kewajiban yang tidak berubah, selalu harus dilaksanakan, dan tidak pernah gugur apa pun sebabnya. Pendapat ini dikukuhkan oleh penganutnya dengan berkata bahwa tidak ada alasan dalam konteks pembicaraan di sini untuk menyebut bahwa salat mempunyai waktu-waktu tertentu. Penutup ayat ini menurut penganut pendapat ini adalah sebagai alasan mengapa perintah salat setelah mengalami keadaan gawat perlu dilakukan.

---

[46] Departemen agama Republik Indonesia, *Al-Quran*,..., hal.96.

[47] M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an*, Jakarta: Lentera Hati, 2002, hal. 693.

Sedangkan dalam Tafsir Ibnu Katsir dijelaskan, bahwa firman Allah Ta'ala *"Sesungguhnya salat itu merupakan kewajiban yang ditentukan waktunya bagi kaum mukmin",* yakni difardlukan dan ditentukan waktunya seperti ibadah haji. Maksudnya, jika waktu salat pertama habis maka salat yang kedua tidak lagi sebagai waktu salat pertama, namun ia milik waktu salat berikutnya. Oleh karena itu, orang yang kehabisan waktu suatu salat, kemudian melaksanakannya di waktu lain, maka sesungguhnya dia telah melakukan dosa besar. Pendapat lain mengatakan "silih berganti jika yang satu tenggelam, maka yang lain muncul", artinya jika suatu waktu berlalu, maka muncul waktu yang lain. [48]

Sedangkan dalam Tafsir al-Manar mengungkapkan, sesungguhnya salat itu telah diatur waktunya oleh Allah SWT. كتابًا berarti wajib mu'akkad yang telah ditetapkan waktunya di lauhil mahfudz. موقوتا berarti sudah ditentukan batasan-batasan waktunya. [49]

Dari beberapa tafsiran di atas, maka dapat disimpulkan bahwa konsekuensi logis dari ayat ini adalah salat tidak bisa dilakukan dalam sembarang waktu, tetapi harus sesuai dengan waktunya.

---

[48] Imaduddin Abul Fida Ismail Bin Umar Bin Katsir, *Tafsir Ibnu Katsir.* Jilid 3, Jakarta: Gema Insani, hal. 292.

[49] Rasyid Ridha, *Tafsir Al-Manar*, Beirut: Dar Al Ma'rifah, T.T, hal. 383.

2) Dasar Hukum Waktu Salat menurut hadis

Hadis Nabi Saw yang diriwayatkan Abdullah bin Amr r.a.

عن عبدالله بن عمر رضى الله عنه قال النبي صلى الله عليه وسلم قال وقت الظهراذا زالت الشمس وكان ظلّ كلّ الرجل كطوله مالم يحضر العصر ووقت العصر مالم تصفر الشمس ووقت صلاة المغرب مالم يغب الشفق ووقت صلاة العشاء الى نصف اليل الاوسط ووقت صلاة الصبح من طلوع الفجر مالم تطلع الشمس. [٥٠]

Artinya: "Dari Abdullah bin Amr r.a. berkata : Rasulullah saw bersabda: waktu Zuhur apabila Matahari tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu Asar. Dan waktu Asar sebelum Matahari belum menguning. Dan waktu Maghrib selama *syafaq* (mega merah) belum terbenam. Dan waktu Isya' sampai tengah malam yang pertengahan. Dan waktu Subuh mulai fajar menyingsing sampai selama Matahari belum terbit". (H.R. Muslim).

Maksud kalimat زالت الشمس adalah tergelincirnya Matahari ke arah barat yaitu tergelincirnya Matahari sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Allah dengan irmanNya (dalam surat al-Isra' ayat 78), suatu perintah untuk melaksanakan salat setelah tergelincirnya Matahari hingga bayang-bayang orang setinggi

[50] Imam Ibn Al-Husaini Muslim Ibn Al-Hajjaj Al-Qusyairi An-Naisaburi, *Shahih Muslim,* Beirut-Lebanon: Darul Kutubul 'Alamiyyah, 1992, hal. 427.

badannya yakni waktunya berlangsung hingga bayang-bayang segala sesuatu seperti panjang sesuatu itu. Inilah batasan bagi permulaan waktu Zuhur dan akhir waktunya. Sedangkan mulai masuk waktu Asar adalah dengan terjadinya bayangan tiap-tiap sesuatu itu dua kali dengan panjang sesuatu itu. Waktu salat Asar berlangsung hingga sebelum menguningnya Matahari. Adapun waktu salat Maghrib, mulai dari masuknya bundaran Matahari selama *syafaq* (mega merah) belum terbenam. Adapun waktu Isya' berlangsung hingga tengah malam. Sedangkan waktu salat Subuh, awal waktunya mulai dari terbit fajar sadiq dan berlangsung hingga sebelum terbit Matahari.[51]

3. Waktu-waktu Salat

Dari uraian dasar hukum tersebut dapat diperinci ketentuan waktu-waktu Salat sebagai berikut:

1) Waktu Dzuhur

   Waktu Dzuhur dimulai sejak matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah Matahari mencapain titik kulminasi dalam peredaran hariannya, sampai tibanya waktu Ashar.

2) Waktu Ashar

[51] Sayyid Al-Imam Muhammad Bin Ismail Al-Kakhlany, *Subulus Salam*, Semarang: Toha Putra, T.T, hal. 106.

Dalam hadist tersebut disebutkan bahwa Nabi melakukan salat Ashar pada saat panjang bayang-bayang sepanjang dirinya dan juga disebutkan saat panjang bayang-bayang dua kali panjang dirinya.

Ini dikompromikan bahwa Nabi melakukan salat Ashar pada saat panjang bayang-bayang sepanjang dirinya ini terjadi ketika saat Matahari kulminasi setiap benda tidak mempunyai bayang-bayang, dan Nabi melakukan salat Ashar pada saat panjang bayang-bayang dua kali panjang dirinya, ini terjadi ketika Matahari kulminasi panjang bayang-bayang sama dengan dirinya.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa waktu salat Ashar dimulai saat panjang bayang-bayang suatu benda sama dengan panjang bayang-bayang pada saat Matahari berkluminasi sampai tiba waktu maghrib.

3) Waktu Maghrib

Waktu Maghrib dimulai sejak Matahari terbenam sampai tibanya waktu Isya'.

4) Waktu Isya'

Waktu Isya' dimulai sejak hilang mega merah sampai separuh malam ada juga yang mengatakan sepertiga, ada juga yang mengatakan akhir salat Isya' adalah terbitnya Fajar.

5) Waktu Subuh

Waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar sampai terbitnnya Matahari.[52]

4. Perhitungan Waktu Salat

Sebelum melakukan perhitungan awal waktu salat perhatikan dengan cermat data-data yang dibutuhkan yaitu : Lintang Tempat, Bujur Tempat, Tinggi Tempat (TT). Data-data tersebut bisa disapat dalam tabel, peta atau *Global Posision System* (GPS).

Selanjutnya hitung tingg matahari (h_0) saat terbit atau terbenam dengan rumus h_0 = -(ku + ref + sd). Ku (kerendahan ufuk) bisa didapat dengan menggunakan rumus ku = 0^o 1',76 $\sqrt{m}$ (m = TT, dalam satuan meter). Ref (referaksi) pembiasan atau pembelokan cahaya matahari yaitu 0^o 34'. Sd (semi diameter matahari) = 0^o 16'. Sedangkan untuk tinggi matahari waktu ashar adalah pertama, mencari nilai dari jarak mathari zenith (zm) dengan rumus zm = Deklinasi Matahari – lintang Tempat, zm harus selalu bernilai positif. Kedua, menghitung tinggi matahari awal ashar dengan rumus : h_{ashar} = tg zm +1. Tinggi matahari awal isya dengan rumus h_{isya} = -17^o + h_0. Tinggi matahari awal shubuh dengan rumus h_{shubuh} = -19^o + h_0.

[52] Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*, 1995, hal. 4-6

Selanjutnya mencari nilai Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada saat jam semestinya yakni Dhuhur = pukul 12 WIB, Ashar = 15 WIB, Magrib = 18 WIB, Isya = 19 WIB dan Subuh = 4 WIB. Data tersebut bisa didapat dari tabel-tabel astronomis, ephemeris, almanak nautika, dan menggunakan GPS. Selain itu bisa dicari dengan menghitung secara manual.

Selanjutnya menghitung sudut waktu matahari (t_0) dengan menggunakan rumus :

Cos t_0 = sin $h_{awal\ salat}$ / sin lintang tempat/ sin deklinasi matahari – tan lintang tempat * tan deklinasi

Mengubah waktu hakiki (WH) menjadi waktu daerah (WD) dengan rumus :

WD =WH – Equation of Time (bujur tempat daerah –

Apabila hasil perhitungan untuk keperluan ibadah hendaknya ditambah dengan ikhtiyat.

BAB III

ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN BUKU *ANFA'UL WASI><LAH*

A. Konsep Algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation Of Time* Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit

1. Biografi Rinto Anugraha

Dr. Eng Rinto Anugraha Nur Qomaruz zaman (NQZ) lahir di Jakarta pada tanggal 27 September 1974. Ia merupakana anak pertama dari tiga bersaudara. Ia sekarang tinggal di krangkungan, condong catur depok sleman yogyakarta, bersama seorang istri dan empat orang anaknya. Ayahnya merupakan soorang guru STM (sekarang SMK) dan ibu bekerja sebagai guru SD. Ia menempuh pendidikan di SDN Klender 15, SMPN 6, SMAN 59 yang semuanya berada di Jakarta Timur. Setelah lulus SMA ia melanjutkan pendidikannya di Universitas Gajah Mada (UGM) Yogyakarta dengan mengambil jurusan fisika pada tahun 1992 sampai 1997. Ia lulus setelah menyelesaikan tugas akhir sarjananya dengan objek tentang *General Relativity and Cosmology* dibawah bimbingan (Alm) Prof. Dr. Muslim dan Dr. Arif Hermanto. Semasa kuliah beliau aktif di jamaah Shalahudin

Masjid Maedliyah UGM serta aktif di SKI (Seksi Kerohanian Islam) fakultas MIPA UGM[1]

Setelah menyelesaikan pendidikan sarjananya ia melanjutkan studi magister di almamater yang sama, dengan mengambil jurusan Fisika dengan beasiswa penuh dari pemerintah (saat itu dinamakan beasiswa URGE). Pendidikan magister ditempuh selama empat tahun dari tahun dari tahun 1997 sampai tahun 2001. Tugas akhir magisternya tentang Renormalization and Dimensial Regulation in Quantum Field Theory, di bawah bimbingan (Alm) Prof. Muslim dan Dr. Pramudita Anggraita.2

Semenjak lulus dari studi sarjana atas saran dari dosen pembimbingnya, ia disarankan untuk mendaftar sebagai dosen. Karena mereka melihat kemampuan Rinto Anugraha dan tugas akhir yang memuaskan. Atas rekomendasi tersebut beliau tidak membuang kesempatan emas itu, selang satu semester ia telah resmi menjadi dosen di Universitas Gajah Mada.3

Dua bulan pasca kelulusan S1 ia menikah dengan Iftahul Jannah yang juga alumnus UGM dan sang istri merupakan sepupu dari ahli falak KH. Noor Ahmad SS. Dari

---

[1] Rinto Anugraha ,*Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012 , hal. 200

[2] Rinto Anugraha ,*Mekanika,...*, hal. 200

[3] Jafar Shodiq, *Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*, Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016, hal. 53

pernikahannya, ia dikaruniai empat putra putri yang bernama : Ahmad Naufal Bahy, Farah Nuruh Aini, Inas Faiha, dan Muhammad Fata Hadaina.[4]

Setelah merampungkan studi magister ia mendapat kesempatan untuk meneruskan studi doktoral dengan beasiswa penuh dari pemerintah jepang " *Monbukagakusho* " dalam bidang *Nonlinier Physics* di *Applied Phyisics Laboratory, Khusu University*, Jepang. Dibawah bimbingan supervisor Prof. Dr. Shoichi KAI dan Dr. Yoshiki Hidaka dengan topik riset tentang *Turbulence in Liquid Crystals (soft-mode turbulence)*. Kemudian menjadi *researcher postdoctoral* di tempat yang sama pada tahun 2008 hingga 2010 dengan sponsor dari JSPS. Ada sekitar 9 paper dijurnal Internasional Fisika yang ternama yang telah ia tulis, baik sebagai penulis yang pertama atau bukan sebagai penulis pertama, seperti jurnal *Physical Review Letters, Physical Review E. Journal of Physical Society of Japan, Physica D* dan lain lain.[5]

Selama menempuh pendidikan doktor, kegiatan sehari-hari beliau dipenuhi dengan tugas riset. Dan diwaktu luangnya, beliau menjadi loper koran yakni di pagi hari dan di akhir pekan untuk mencari tambahan penghasilan. Di akhir pekan

[4] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 53
[5] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 200

juga beliau mengisinya untuk liburan dengankeluarga dan teman-teman di Jepang[6]

Ia menjabat sebagai Dosen Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta sejak tahun !998. ia mengajar beberapa matakuliah di S1 dan S2 fisika UGM dan jurusan lainnya seperti Fisika Dasar, Matematika Fisika, Elektrodinamika, Mekanika Klasik, Teori Relativitas, Fisika Kuantum, Mekanika Benda Langit, Kapita Selekta Fisika material dan sebagainya. Pada tahun 2011-2013 beliau menjabat sebagai kepala Laboratorium Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM.[7]

Rinto anugrha menekuni hisab secara otodidak ketika sedang menempuh studi di Jepang. Buku refernsi pertama yang ia baca dan sangat berpengaruh bagi pengetahuan ilmu hisabnya adalah *Atronomical Algorithm* karya Jean Meeus. Ia kemudian mengaplikasikan algoritme Jean Meeus dengan membuat aplikasi *Just Basic*, kemudian microsoft excel dengan membuat rumus awal waktu salat dan arah kiblat. Ketertarikannya dengan Jean Meeus adalah karena Jean Meeus suka mengkaitkan satu bab dengan bab lainnya (linier dan saling berkesinambungan satu sama lain). Selain iru Jean Meeus piawai menjelaskan fenomena astronomi dalam bahasa

[6] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 54
[7] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 54

populer dan diceritakan secara menari. Misal tentang *harvest moon*.[8]

Karya-karya Rinto Anugraha tidak hanya terkait dengan bidang Ilmu Fisika dan Falak, namun juga terkait tentang astronomi secara umum dan bahasa diantaranya adalah :

1) Mekanika Benda Langit
2) Pengantar Teori Relativitas dan Kosmologi
3) Trik Tes TPA
4) Trik TOEFL
5) Olimpiade Fisika
6) Pengantar Mekanika Klasik
7) Ilmu Hisab Populer (masih proses)
8) Ilmu Hisab Modern (masih proses)
9) Dll

Di bidang keilmuan Falak beliau aktif sebagai pembina JAC (Jogja Astro Club) sejak tahun 2012 sampai sekarang, selain itu beliau sering menjadi pembicara dalam seminar-seminar ilmu falak baik oleh ormas maupun oleh perguruan tinggi. Beliau aktif menjadi pembina ahli hisab Beliau berpengalaman menangani pelatihan.[9]

[8] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 54
[9] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 55

2. Gambaran Umum Tentang Buku Mekanika Benda Langit

Buku *Mekanika Benda Langit* adalah buku karangan pertama Rinto Anugraha yang berkaitan dengan Ilmu falak. Buku ini juga menjadi buku pegangan pada saat mengajar mata kuliah dengan tema yang sama yaitu mata kuliah Mekanika Benda Langit bagi mahasiswa program S1 maupun S2 Fisika dibawah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Gajah Mada Yogyakarta.[10]

Dalam buku ini berisi tentang kumpulan tulisan-tulisan tentang Ilmu Falak dan algoritme-algoritme baik dari Jean Meeus yang telah dimodifikasi ataupun algoritme yang ia buat sendiri. secara umum buku ini menjalskan tentang waktu dan kalender khususnya kalender julian dan gregorian (masehi) dan kalender Islam (Hijiriyah), serta konversi antara keduanya. Buku ini juga menyajikan pembahasan tentang bumi, koordinat bola, serta transformasi koordinat antara ekliptika geosentrik, ekuator geosentrik, dan horizontal. Selain itu juga dalam buku ini juga menjelaskan tentang jarak antara dua tempat dipermukaan Bumi serta arah kiblar yang merupakan sudut azimut dari suatu tempat ke ka'bah, Saudi Arabia. Selanjutnya perhitungan tentang posisi matahari dan bulan yang dijelaskan secara jelas dengan model algoritme.

[10] Jafar Shodiq, *Studi*,...,hal. 55

Buku Mekanika Benda langit ini terdiri dari 205 halaman yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian utama dan bagian lampiran, adapun isi dari buku tersebut adalah :

1) Kata pengantar
2) Daftar isi
3) Pendahuluan
4) Bab I Waktu dan kalender
    a) Kalender Julian, Gregorian dan Julian day
    b) Kalender Islam Aritmatika
    c) Macam-macam Waktu
5) Bab II Bumi dan Koordinnat Bola
    a) Bumi
    b) Segitiga Bola dan Arah Kiblat
    c) Sistem Koordinat
    d) Transformsi Sistem Koordinat
6) Bab III Posisi Matagari
    a) Rumus menentukan posisi matahari
    b) Posisi Matahari Algoritme Meeus
    c) Equation of time
    d) Waktu shalat
7) Bab IV Posisi Bulan
    a) Algoritme Brown
    b) Algoritme Meeus

8) Bab V Faase-fase Bulan
    a) Fase-fase Bulan mwnggunakan algoritme meeus
    b) Fase bulan menggunakan tabel Meeus
9) Bab VI Gerhana
    a) Fakta-fakta tentang gerhana
    b) Gerhana bulan
    c) Data-data gerhana bulan total 10 desember 2011 menurut algorima Meeus, NASA dan Bao Lin Liu-Alan D. Fiala
    d) Gerhana matahari 22 Juli 2009
10) Bab VII Kapita Selekta
    a) Kalender Tahun 2012
    b) Mengenal software Accurate Time
11) Referensi
12) Lampiran 1,2,3 dan 4
13) biografi[11]

dalam buku mekanika benda langit karya Rinto Anugraha menyinggung tentang algoritme Deklinasi Matahari dan Equation *of Time* yang tarcantum dalam bab posisi matahari. Dalam bab tersebut menyajikan perhitungan dengan menggunakan rumus Jean Meeus yang kemudian dimodifikasi oleh Rinto Anugraha.

[11] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. Iv-vi

3. Algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation Of Time* Dalam Buku Mekanika *Benda Langit*

Langkah-langkah untuk mancari nilai Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam buku *Mekanika Benda Langit* karangan Rinto Anugraha adalah sebagai berikut :

1) menghitung JD

JD adalah *Julian Day* yaitu banyaknya hari yang telah dilalui sejak tanggal 1 Januari tahun 4713 SM (Sebelum Masehi) pada pertengahan hari atau pukul 12:00:00 UT (*Universal Time*) atau GMT dapat dikatahui dengan rumus :

JD = 1720994,5 + INT(365,25 * Y) + INT (30,6001(M+1)) + B + D + waktu LT

Y adalah tahun, M adalah bulan yang ditulis dengan angka Januari = 1, Februari = 2 dan seterusnya, dan D adalah tanggal, nilai maksimal D harus sesuai dengan bulan M. Sebagai contoh jika M = 4 (April) maka D tidak mungkin 30 atau 31. Jika M>2, maka M dan Y tidak berubah. Jika M = 1 atau M = 2, maka M menjadi M + 12 dan Y menjadi Y – 1. Dan untuk B dapat dicari dengan rumus B= 2 + INT(A/4) – A dan A dapat dicari menggunakan rumus A = INT(Y/100) untuk kalender Gregorian. Dan untuk kalender Julian nilai A tidak perlu dihitung dan B= 0. Waktu LT (*Local Time*) yaitu dalam

satuan hari sehingga jam diubah kedalam bentuk hari yakni 1 hari = 24 jam, 1 jam = 60 menit, 1 menit = 60 detik Disini INT adalah singkatan dari *integer* yaitu mencari nilai bilangan bulat dari suatu bilangan contoh INT(3,57) = 3.[12]

2) Menghitung Delta_T

Untuk mencari nilai delta_T secara akurat dapat menggunakan rumus *polynomial* yang diperoleh dari NASA NASA yaitu :[13]

Delta_T = 62.92 + 0.32217 * t + 0.005589 * t^2

Di mana t = Y – 2000[14]

3) Menghitung Julian *Day Ephemeris*

Julian Day Ephemeris (JDE) untuk waktu *Dynamical Time* (TD) yang dikoreksi menggunakan Delta-T dapat diperoleh dengan rumus dengan rumus :[15]

JDE = JD + Delta_T

4) Menghitung T

Untuk mencari nilai T dapat diperoleh dari JDE dari rumus :

T = (JDE + 2451545)/36525

---

[12] Rinto Anugraha ,*Mekanika,...*, hal. 9-10

[13] Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 17 Maret 2017

[14] Rumus ini digunakan dalam kurun waktu tahun di antara 2005 s/d 2050.

[15] Rinto Anugraha ,*Mekanika,...*, hal. 64

Dimana 2451545 bersesuaian dengan JDE untuk tanggal 1 Januari 2000 pukul 12 TD, dan 36525 adalah jumlah haru dalam 1 abad.[16]

5) Menghitung L0

L0 adalah Bujur rata-rata matahari dapat diperoleh dengan rumus : [17]

L0 = 280.46645 + 36000.76893 * T

Hasil Lo harus direduksi menjadi kurang dari 360° dengan cara menambah atau mengurangi dengan kelipatan 360°.

6) Menghitung M0

M0 adalah anomalia rata-rata dapat diperoleh dengan rumus :[18]

M0 = 357.5291 +35999.0503 * T

Sama dengan mencari Lo, hasil M0 harus direduksi menjadi kurang dari 360° dengan cara menambah atau mengurangi dengan kelipatan 360°.

7) Menghitung C

C adalah nilai koreksi yang diporoleh dari rumus :[19]

C = (1.9146 – 0.0048 * T) * Sin(M0) + (0.0200 – 0.0001 * T) * Sin(2*M0) + 0.0003 * Sin(3*M0)

[16] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[17] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[18] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[19] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64

8) Menghitung e

e adalah eksentrisitas orbit bumi mengitari matahari yang dikoreksi dengan T. Rumus :[20]

e = 0.0167086 – 0.0000420 * T

9) Menghitung L

bujur ekliptika sesungguhnya (L) yang telah dikoreksi dengan C didapat dengan rumus :[21]

L = L0 + C

10) Menghitung Ω

Omega (Ω) dapat diperoleh dengan rumus :[22]

Ω = 125.04452 – 1934.13626 * T

11) Menghitung E0

E0 adalah kemiringan orbit/Epsilon rata-rata yang dikoreksi dengan T dengan rumus: [23]

E0 = 23.43929111 – 0.01300417 * T

12) Menghitung delta_E

Delta_Epsilon dipeoleh dengan dari rumus: [24]

Delta_E = 0.002555556 * Cos (omega) + 0.00015833 * Cos (2 *L0)

[20] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[21] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[22] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[23] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[24] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64

13) Menghitung E

E adalah kemiringan orbit/Epsilon yang dikoreksi dengan delta_E dengan rumus : [25]

E = E0 + Delta_E

14) Menghitung λ

λ adalah bujur ekliptika nampak yang diperoleh dengan rumus :[26]

λ = L – 0.00569 – 0.00478 * Sin Ω

15) Menghitung Sin(Delta)

Sin(Delta) dapat diporoleh dengan rumus : [27]

Sin(Delta) = Sin E * Sin λ

16) Menghitung deklinasi matahari

Deklinasi matahari dapat diperoleh dengan rumus : [28]

Delta = Asin(Sin(Delta))

17) Menghitung U

Nilai U disini adalah seimbol lain dari T yang digunakan dalam buku *Mekanika Benda Langit* dengan rumus[29] :

U = (JD – 2451545)/36525

[25] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 64
[26] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 65
[27] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 65
[28] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 65
[29] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 79

18) Menghitung (Eot)

EoT adalah *Equation of Time* yang diperoleh dengan rumus[30]

1000 * Eot = -(1789 + 237 * U) * Sin L0 – (7146 – 62 * U) * Cos L0 + (9934 – 14 * U) * Sin (2 * L0) – (29 + 5 * U) * Cos (2 * L0) + (74 + 10 * U) * Sin (3*L0) + (320 – 4 * U) * Cos (3 * L0) – 212 * Sin (4 * L0)

B. Konsep Algoritme Deklinasi Matahari dan Equation Of Time Menurut Ahmad Ghozali dalam buku *Anfa'ul Wasi>lah*

1. Biografi Ahmad Ghozali

Ahmad Ghozali memiliki nama lengkap Ahmad Ghozali Muhammad Fathulloh al-Samfani al Maduri. Ia lahir pada tanggal 7 Januari 1959 M di kampung Lanbulan desa Baturasang Kec. Tambelangan Kab. Sampang Jawa Timur. Ahmad Ghozali merupakan anak ke-6 dari 15 bersaudara. Nama ayahnya Muhammad Fathullah dan Ibunya Zainab Khoiruddin.[31]

Ayahnya, Muhammad Fathullah adalah seorang Muassis (perintis pertama) Pondok Pesantran Al-Mubarok lanbulan,

[30] Rinto Anugraha ,*Mekanika*,..., hal. 79

[31] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis Metode Hisab Awal Waktu Salat dalam Kitab Anfa' Al-Wasilah, Irsyad Al-Murid, dan Samarat Al-Fikar Karya Ahmad Gozali*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014, hal. 50

yang terletak di desa Baturasang, Kec. Tambelangan, Kab. Sampang, Madura yang terletak persis di perbatasan Kab. Bangkalan dan Kab. Sampang. Lanbulan diambil dari kata bulan nisbat daru mimpi Kyai Fathullah. Dalam mimpinya di desa Baturasang ada bulan yang bersinar terang jatuh di sekitar desa tersebut. Setelah didatangi, di sana ada gurunya yang kemudian berkata : " Dirikanlah pesantren di sini dan berilah nama Lanbulan." Maka dengan hati tulus dan penuh takdim, didirikanlah Pondok Prsantren Lanbulan di desa tersebut. [32]

Ahmad Ghozali menikah pada tahun 1990 M dengan seorang wanita bernama Asma binti Abdul Karim. Dari pernikahannya tersebut ia dikaruniai sembilan orang anak 5 putra dan 4 putri, yaitu : Lora[33] Ali, Lora Yahya, Lora salman, Lora Muhammad, Lora Kholil, Nyai[34] Nurul Basyiroh, Nyai Afiyah, Nyai Aisyah, Nyai Shofiyah.35

Sejak kecil Ahmad Ghozali dididik di dunia pesantren. Sekolah formalnya hanya sampai kelas #SD. Hal tersebut

---

[32] Muhammad Ibnu Taimiyah, *Uji akurasi Hisab Tahwilussanah (Studi Komparatif antara Metode Tahwilussanah Munurut Ahmad Ghazali dalam Kitab Maslakul Qasid dan Slamet Hambali dalam Buku Almanak Sepanjang Masa)*, skripsi Fakulras Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016, hal. 47

[33] Lora yaitu istilah untuk sebutan bagi anak laki-laki dari anak Kyai di Madura, sebutan ini dimaksud untuk sebuah penghormatan kepada ahlul bait Kyai. Di jawa juga terdapat hal serupa hanya berbada bahasa saja yakni "Gus"

[34] Nyai yaitu istilah untuk sebutan bagi anak perempuan dari anak Kyai di Madura, sebutan ini dimaksud untuk sebuah penghormatan kepada ahlul bait Kyai. Di jawa juga terdapat hal serupa hanya berbada bahasa saja yakni "Neng"

[35] Muhammad Ibnu Taimiyah, *Uji*,..., hal 48

disababkan karena jauhnya lokasi seklah dari tempat tinggalnya yakni sekitar kurang lebih 2 KM, sedangkan pada saat itu masuh belum ada kendaraan seperti sekarang, sehingga ia tidak melanjukan pendidikan formalnya. Setelah tamat dari kelas 3 SD, Ahmad Ghozali tekun belajar di Pondok Pesantren Al-Mubarok Llanbulan yang diasuh oleh ayahnya sendiri. selain dididik oleh ayanya Muhammad Fathullah, Ahmad Ghozali juga belajar kepada kakak dari ayahnya yakni Kurdi Muhammad dan Barizi Muhammad.[36]

Setelah beranjak dewasa ia semakin giat mencari ilmu. Pada usia 17 tahun atau sekitar tahun 1977 M Ahmad Ghozali mengaji 1 bulan Ramdhan penuh kepada KH. Maimun Zubair (Mbah Maimun) di Sarang Rembang Jawa tengah. Hal tersenut ia lakukan setiap tahun selama 3 tahun berturut-turut sampai pada tahun 1980 M. Selama 3 tahun itu selain mengaji dan mengajar dipondok pesantren Ayahnya, ia juga menyempatkan mengaji pada KH. Hasan Iraqi di kota Sampang setiap hari selasa dan rabu. Kamudian pada tahun 1981 M Ahmad Ghozali melanjutkan belajar di Makkah , ia belajar pada beberapa ulama diantaranya adalah Syekh Mukhtaruddin Al-Flimbani (alm) yang mengajarinya tentang ilmu falak, Syekh Yasin bin Isa Al-

[36] Kitri Sulastri, *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamaraiyah dalam Kitab Al-Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2010, hal. 44

Fadany, Syekh Isma'il Ustman Az-Zain Al-Yamani Al-Makky, Syekh Abdullah Al-Lahjy, dan Ulama0-ulama lainnya.[37]

Pada saat belajar di Makkah, ia mengarang empet kitab mengenai fikih, faraid dan hadus. Kita falak pertama yang ia pelajari adalah fathur Rouf Al-Manan. Namun pada saat itu, ia mempelajari ilmu falak hanyalah sekedar tambahasn saja karean ia fokus belajar pada ilmu-ilmu lain sperti hadis, fikih, nahwu dan lain-lain.38

Ketertarikan Ahmad Ghozali pada ilmu falak dimulai pada saat ia pulang dari Makkah pada tahun 1995 M. Pada saat itu terjadi dua hari raya, akhirnya ia tertarik dan mulai mendalami ilmu falak, awalnya ia belajar kepada kopanakan Nashir Syuja'i (alm), namun karena keponakannya tersebut belum terlalu pandai dalam ilmu falak, akhirnya ia belajar langsung kepada Nashir Suja'i(alm) ,ia juga mengarang kitab fakak. Karanga kitab falak pertamnya adalah *Faid Al-Karim Ar-Rouf*. Karena kecerdasan dan kepandain Ahmad Ghozali dalam ilmu falak, akhirnya Nashir Syuja'i (alm) berbalik belajar kepada Ahmad Ghozali.[39]

Kemampuannya dalam mengarang kitab falak dikarenakan ketika belajar pada Nashir Suja'i (alm), ia tidak hanya belajar pada satu kitab saja, namun ia banyak membaca

[37] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis*,..., hal. 52
[38] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis*,..., hal. 52
[39] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis*,..., hal. 52

buku dan kitab mengenai ilmu falak sehingga pada akhirnya ia memiliki inisiatir untuk mengarang kitab falak baru dengan modal ilmu-ilmu yang telah dipelajari.[40]

Karena kecintaan kepada ilmu falak Ahmad Ghozali terus belajar ilmu falak. Ia juga belajar ilmu falak kepada tokoh-tokoh besar lainnya diantaranya : Kamil Hayan (alm), Hasan Bisri sa'id (alm), Zubair di Bungah Gresik, yahya di Gersik dan Bishri ayah dari Mustofa Bisri. Bukan hanya itu saja Ahmad Ghozalijuga belajar ilmu falak kepada Muhyiddin Khazin, Nur Rahmad Jepara dan Muhammad Syaukat odeh Jordan. Selama belajar falak ia hanya menggunakan alat bantu kalkulator secara manual karena ia masih belum bisa menggunakan ataupun membuat program.[41]

Ahmad Ghozali dalam masyarakat dikenal sebagai figur yang mempunyai karismatik tinggi karena selain da'i juga sebagai rujukan masyarakat dalam memecahkan msalah. Dalam bidang organisasi selain menjabat sebagai pengasuh pondok pesantren Al-Mubarok Lanbulan, ia juga diamanahkan jabatan sebagai penasehat LFNU PW Jatim, anggota PBNU dan DEPAG RI[42]

Ahmad Ghozali dikenal luas sebagai tokoh yang produktif dalam menghasilkan karya dalam bentuk kitab. Kitab

[40] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis*,..., hal .53
[41] Elva Imeldatur Rohmah, *Analisis*,..., hal. 53
[42] Muhammad Ibnu Taimiyah, *Uji*,..., hal. 49

hasil karyanya sudah mencapai belasan, kebanyakan kitab-kitab tersebut hanya dicetak untuk kalangan sendiri, sebagai pembelajaran di Pondok Pesantren Al-mubarok Lanbulan. Namun apabila ada kalangan luar yang membutuhkan bisa memesannya dikoperasi kitab milik pondok pesantren. [43]

Ahmad Ghozali adalah seorang *mutafannin* artinya menguasai banyak bidang keilmuan, terbutkti dari banyaknya buah karya yang telah ditulis bukan hanya di bi dang ilmu falak saja. Ia juga menguasai ilmu hadis, tajwid, sejarah, faraid, fiqh dan akhlaq. Hal ini dibuktikan dengan karya-karyanya diantaranya : *Al-Qaulul Mukhtashor* (Hadis), *Tuhfatul Ariib* (sejarah), *Bugyatul Wildan* (tajwid), *Az-Zahrotul Wardiyah* (faroidl), *Al-Manhajus Sadid* dan *Syarahnya Kitab Al-jauhirul bustam* (akhlak), dan *Azharul Bustan* (fiqih) dan maih banyak yang lainnya.[44]

Untuk karya dalam ilmu falaik diantaranya :

1) *Taqyidat Jaliyah*
2) *Faidlul Karim*
3) *Anfa'ul Wasilah*
4) *Bugyatur Rofiq*
5) *Bulughul Wathor*
6) *Tsamrotul Fikar*

[43] Muhammad Ibnu Taimiyah, *Uji*,..., hal. 49
[44] Muhammad Ibnu Taimiyah, *Uji*,..., hal. 50

7) *Irsyadul Murid*
8) *Addurul Aniiq*
9) *Maslaqul Qasid*
10) *Jami'il Adhillah*

2. Gambaran Umum Tentang Buku *Anfa'ul Wasilah*

Buku anfa'ul wasilah merupakan salah satu buku falak karangan Ahmad Ghozali. Yang secara umum membahas tentang waktu salat dan kiblat. buku ini termasuk dalam golongan hisab kontemporer atau *tahqiqi bi tahqiq (tahqiqy)*. Pada halaman terkahir bagian utama Ahmad Ghozali menuliskan bahwa buku ini diselesaikan pada tanggal 14 Safar 1425 H/4 April 2004 M. Buku ini juga sudah dicetak 3 kali, dan setiap cetakan sudah mengalami revisi.[45]

Kitab ini memiliki tebal 68 halaman yang terdiri dari dua bagian yakni bagian isi (utama) dan bagian lampiran. Adapaun pembahasan dari buku ini adalah sebagai berikut[46] :

1) Kata pengantar
2) *Darojat Al-Syams*
3) *Mailul Awal Lilsyams* (Deklinasi Marahari)
4) *Anwaul Azmaniyah* (Macam-macam Waktu)

[45] Wawancara dengan Ahmad Ghozali di PP Al-Mubarak Lanbulan, Sampang Madura pada tanggal 13 Februari 2017

[46] Ahmad Ghozali, *Anfa'ul* Wasīlah, Sampang : LAFAL (lanjah falakiyah al-mubarok lanbulan), tt, hal. 67

5) *Ardlul Balad* (Lintang Tempat)
6) Thulul Balad (Bujur Tempat)
7) *Waku-waktu* salat
   a) Waktu dhuhur
   b) Waktu asar
   c) Waktu magrib
   d) Waktu isya'
   e) Waktu subuh
   f) Waktu imsak
   g) Waktu terbit
   h) Waktu duha dan salat dua hari raya
8) Arah Kiblat
9) Rashdul Kiblat
10) Mengetahui jarak dua kota
11) Menghitung Deklinasi Matahari dan Equation of Time
12) Lampiran
   a) Jadwal Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*
   b) Daftar lintang dan bujur tempat

3. Algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Dalam Buku *Anfaul Wasi>lah*

Algoritme perhitungan Deklinasi Matahari dan *equation of time* dalam buku *anfaul wasi>lah* karangan Ahmad Ghozali membutuhkan data-data sebagai berikut :

- N = Menit
- H = Jam

} Waktu WIB

- D = Tanggal Masehi
- M = Bulan Masehi
- Y = Tahun Masehi

Langkah-langkah perhitungan Deklinasi Matahari dan *equation of time* dalam buku anfaul wasilah karangan Ahmad Ghozali sebgai berikut :

1) Menghitung W

W adalah waqtun/ waktu yang dihitung dengan rumus :[47]

W =(H + (N/60)-7)/24

Disini waktu yang digunakan adalah dalam bentuk hari. Dimana 1 hari =24 jam, 1 jam =60 menit dan 1 menit =60 detik.

2) Menghitung JD

JD adalah *Julian Day* yang diperoleh dengan rumus[48] :

JD = INT (365.25 * Y) + INT (30.6001 * (M+1)) + D + 1720994.5 + W - 13

[47] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 37
[48] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 37

3) Menghitung T

T dapat diperoleh dengan Rumus : [49]

T = (JD – 2415020)/36525

4) Menghitung WS

WS adalah *Wasatusy Syams* atau bujur rata-rata matahari yang diperoleh dengan rumus : [50]

WS = 279,69668 + 36000.76892 * T + 0.0003025 * T^2

5) Menghitung KS

KS adalah *Khosoh Syams* atau anomalia yang diperoleh dengan rumus :[51]

KS = 368.47583 + 35999.04975 * T – 0. 00015 *T2 – 0.0000033 * T3

6) Menghitung TDS

TDS adalah Ta'dil Syams atau koreksi yang diperoleh dengan rumus : [52]

TDS = (1.91946 – 0.004789 * T – 0.000014 * T2) * Sin KS + (0.020094 – 0.0001 * T) * Sin (2*KS) + 0.000293 * Sin (3*KS)

[49] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 37
[50] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[51] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[52] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38

7) Menghitung TS

TS adalah *Thulusy Syams* atau bujur matahari dapat diperoleh dengan rumus : [53]

TS = WS + TDS

8) Menghitung MKL

MKL adalah *Mailul Kulli* atau kemiringan orbit diperoleh dengan rumus : [54]

MKL = 23.452294 – (0.0130125 * T) – 0.000000164 * T^2 + 0.000000503 * T^3

9) Menghitung Dek

Dek adalah Deklinasi Matahari yang dihdapat dengan rumus : [55]

Sin DekM = Sin TS * Sin MKL

10) Menghitung QA

QA dapat diperoleh dengan rumus: [56]

QA = 0.5 * MKL

11) Meghitung A

A diperoleh dengan rumus : [57]

A = Tan QA * Tan QA

---

[53] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[54] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[55] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[56] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[57] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38

12) Menghitung E1

E1 diperoleh dengan rumus : [58]

E1 = 0.01675104 – 0.0000418 * T

13) Menghitung E2

E2 diproleh dengan rumus : [59]

E2 = 0.000000126 * T^2

14) Menghitung E

E adalah eksentrisitas orbit bumu diperoleh dengan rumus : [60]

E = E1 + E2

15) Menghitung Q1

Q1 diproleh dengan rumus : [61]

Q1 = A * Sin (2*WS)

16) Menghitung Q2

Q2 diperolehd dengan rumus : [62]

Q2 = 2 * E * Sin KS

17) Menghitung Q3

Q3 diperoleh dengan rumus : [63]

Q3 = 4 * E * A * Sin KS * Cos (2*WS)

---

[58] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[59] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[60] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[61] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[62] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[63] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38

18) Menghitung Q4

Q4 diperoleh dengan Rumus : [64]

Q4 = 0.5 * A^2 * Sin (4 * WS)

19) Menghitung Q5

Q5 diperoleh dengan rumus : [65]

Q5 = 1.25 * E^2 * Sin (2*KS)

20) Menghitung Q

Q diperoleh dengan Rumus : [66]

Q = Q1 - Q2 + Q3 – Q4 – Q5

21) Menghitung W

W adalah *Equation Of Time* diperoleh dengan rumus[67]

W = (Q * 57.29577951)/15

[64] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[65] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[66] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38
[67] Ahmad Ghozali, *anfa'ul*,..., hal. 38

BAB IV

ANALISIS ALGORITME DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* DALAM BUKU *MEKANIKA BENDA LANGIT* DAN *ANFA'UL WASI<LAH* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP AWAL WAKTU SALAT

A. Analisis komparasi algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah*.

1. Analisis algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah*.

Perkembangan ilmu falak dari hari ke hari semakin maju, bahkan sudah mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan nyaris terjadinya kesalahan relatif kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin berkembangannya ilmu pengetahuan serta canggihnya tehnologi.[1]

Ilmu hisab sabagai salah satu ilmu pengetahuan juga akan terus mengalami perkembangan data dikareanakan sifat alam yang dinamis. Hal ini dipahami bahwasannya semua benda langit termasuk Bumi terus bergerak dan beputar sesuai dengan poros dan orbitnya. Setiap pergerakan dari, Bumi, Bulan, Matahari maupun benda langit lainnya selalu menjadi bahan

[1] A . Kadir, *Forimula Baru Ilmu Falak*, Jakarta : Amzah, 2012, hal. 5

pengamatan bagi manusia. hal ini sebagai dasar untuk mengetahui waktu, kalender, pergantian bulan, gerhana maupun fenomena-fenomena langit lainnya tak terkecuali pada saat posisi matahari bergerak dari utara ke selatan atau sebaliknya.[2]

Saat ini terdapat lebih dari duapuluh sistem dan referensi hisab yang masih digunakan oleh masyarakat Indonesia. Semuanya dapat dikelompokkan menjadi tiga, yang dikenal dengan istilah hisab taqriby, hisab tahqiqy dan hisab kontemporer. Kelompok hisab taqriby seperti kitab *Sulamunayyirain* dan *Fathurroufil Manan* yang menyajikan data dan sistem perhitungan posisi Matahari dan Bulan secara sederhana tanpa menggunakan ilmu ukur segitiga bola, sedangkan kelompok hisab tahqiqy seperti *Alkhulasashotul Wafiyah* dan *Nurul Anwar* menyajikan data dan sistem hisab dengan menggunakan kaidah-kaidah ilmu ukur segitiga bola. Kelompok hisab kontemporer seperti sistem H. Saadoeddin Jambek dengan data Almanak Nautika dan Jean Meeus, disamping menggunakan kaidah-kaidah ilmu ukur segitiga bila, juga menggunakan data yang *up to date*.[3]

---

[2] Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, Banyuwangi : Bismillah Publisher, 2012, hal.223

[3] Choirul Fuad Yusuf dan Bashori A. Hakim, *Hisab Rukyat dan Perbedaannya*, jakarta : Proyek Peningkatan Pengkajian Kerukunan Hidup Umat Beragama Puslitbang Kehidupan Beragama Badan Litbang Agama dan Diklat keagamaan Departemen Agama RI, 2004, hal. 7

Buku *Mekanika Benda Langit* karya Rinto Anugraha dan Buku Anfa'ul Wasilah karya Ahmad Ghozali merupakan buku-buku ilmu falak yang mmbahas tentang waktu salat, kiblat serta koordinat matahari. Rumus algoritme terutama tentang perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* yang terdapat dalam kedua buku tersebut termasuk tergolong hisab kontemporer. Hisab yang terdapat dalam kedua buku tersebut mudah dipahami karena algoritme yang tersusun secara sistematis dan terdapat juga contoh perhitungan.

Pada dasarnya teori yang digunakan dalam buku *Mekanika Benda Langit* maupun buku *Anfa'ul Wasi>lah* adalah teori Heliosentris. Teori ini dikemukakan oleh Nicolas Copernicus, lahir di Thon (sekarang bernama Torun sebuah kota di Polandia) pada tahun 14 Februari 1473 M.[4] Dalam bukunya *De Revolutionibus Orbium Coelestium* Copernicus menyatakan bahwa matahari merupakan pusat dari sistem peredaran benda-benda langit.[5]

Hisab algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam buku *Mekanika Benda Langit* dan buku *Anfa'ul Wasi>lah* bersumber dari buku *Astronomical Algorithm* karya dari Jean Meeus. Dalam buku tersebut Jean Meeus

[4] Anton Pannekoek, *A History of Astronomy*, New York: Dover Publications, 1961, hal. 188

[5] Anton Ramdan, *Islam dan Astronomi*, Jakarta : Bee Media Indonesia, 2009, hal. 83-84

menggunakan Julian Day dalam algoritme Deklinasi matahari dan *Equation of Time*. Julian day didefinisikan sebagai banyaknya hari yang telah dilalui sehaj hari senin tanggal 1 Januari tahun 4713 SM pada pertengahan hari atau pukul 12:00:00 GMT[6] dan menggunakan *epoch*[7] tahun 2000.[8]

Dalam kedua algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* baik versi Rinto Anugraha maupun versi Ahmad Ghozali dengan Jean Meeus terdapat perbedaan yakni adanya koreksi-koreksi yang di potong maupun dirubah, seperti nilai rata-rata bujur (Lo), anomali matahati rata-rata (Mo) dan beberapa data yang lain.

Berikut perbandingan agoritma Deklinasi Matahari versi Rinto Anugraha dengan Ahmad Ghozali serta algoritme Jean Meeus sebagai sumber dari kedua versi tersebut:

Mekanika benda langit[9]	Astronomical Algorithm[10]	*Anfaul Wasi>lah*[11]

[6] Rinto Anugraha, *mekanika Benda Langir*, Yogyakarta : Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012, hal. 8

[7] Epoch adalah pangkal tolak untuk menghitung. Dalam bahasa Arab dikenal dengan *mabda*, sedangkan dalam bahasa Inggris disebut *principle of motion*. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, hal. 62

[8] Jean Meeus, *Astronomical Algorithm,* Virginia : Willman Bell. Inc, 1991, hal. 1

[9] Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta : Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012, hal. 66-79

JD = 1720994,5 + INT(365,25 * Y) +INT(30,6001(M+1)) + B + D + waktu LT {dalam satuan hari}	JD = INT (365.25 (y+4716))+ INT(30.6001 (M + 1)) + D + B - 1524.5	JD = INT (365.25 * Y) + INT (30.6001 * (M+1)) + D + 1720994.5 + W – 13
Delta_T = rumus *polynomial*	-	-
JDE = JD + Delta_T	-	-
T = (JDE + 2451545)/36525	T = (JD – 2451545,0) / 36525	T = (JD – 2415020)/365 25
Lo = 280.46645 + 36000.76893 * T	Lo = 280.46645 + 36000.769 83 T + 0.0003032 T^2	WS = 279,69668 + 36000.76892 * T + 0.0003025 * T^2
M = 357.5291 +35999.0503 *	M = 357.52910 +35999.0	KS = 368.47583 + 35999.04975

[10] Jean Meeus, *Astronomical Algorithm,* Virginia : Willman Bell. Inc, 1991, hal. 160-173

[11] Ahmad Ghozali, *Anfa'ul Wasilah*, sampang : LAFAL (lanjah falakiyah al-mubarok lanbulan), tt, hal. 37-38

T	5030T-0.0001559T^2 -0.00000048 T^3	* T – 0. 00015 *T^2 – 0.0000033 * T^3
C = (1.9146 – 0.0048 * T) * Sin(M0) + (0.0200 – 0.0001 * T) * Sin(2*M0) + 0.0003 * Sin(3*M0)	C = +(1.914600 - 0.004817 T-0.000014 T^2) sin M + (0.019993-0.000101T)sin 2M + 0.000290 sin 3M	TDS = (1.91946 – 0.004789 * T – 0.000014 * T^2) * Sin KS + (0.020094 – 0.0001 * T) * Sin (2*KS) + 0.000293 * Sin (3*KS)
e = 0.0167086 – 0.0000420 * T	e = 0.016708617 - 0.000042037 T-0.000000 1236 T^2	E1 = 0.01675104 – 0.0000418 * T
-	-	E2 = 0.000000126 * T^2
-	-	E = E1 + E2
L = L0 + C	Θ = L0 + C	TS = WS + TDS

Ω = 125.04452 – 1934.13626	-	-
ε0 = 23.43929111 – 0.01300417 * T	ε0= 23°26'2l'.'448 – 46”.8150 T - 0”.00059 T^2 + 0”.001813 T^3	MKL = 23.452294 – 0.0130125 * T – 0.000000164 * T^2 + 0.000000503 * T^3
Delta_ε = 0.002555556 * Cos (omega) + 0.00015833 * Cos (2 *L0)	-	-
ε = ε0 + Delta_ε	-	-
λ = L – 0.00569 – 0.00478 * Sin Ω	-	-
Sin(Delta) = Sin ε * Sin λ	-	-
Delta = Asin(Sin(Delta))	Sin δ = sin ε sin Θ	Sin DekM = Sin TS * Sin MKL
000 * Eot = -(1789 +	Eot = y sin 2L0 –	QA = 0.5 * MKL

237 * U) * Sin L0 – (7146 – 62 * U) * Cos L0 + (9934 – 14 * U) * Sin (2 * L0) – (29 + 5 * U) * Cos (2 * L0) + (74 + 10 * U) * Sin (3*L0) + (320 – 4 * U) * Cos (3 * L0) – 212 * Sin (4 * L0)	2 e sin M + 4 ey sin M cos 2L0 -1/2 y2 sin 4L0 – 5/4 e2 sin 2M	
-	-	A = Tan QA * Tan QA
-	-	Q1 = A * Sin (2*WS)
-	-	Q2 = 2 * E * Sin KS
-	-	Q3 = 4 * E * A * Sin KS * Cos (2*WS)
-	-	Q4 = 0.5 * A^2 *

		Sin (4 * WS)
-	-	Q5 = 1.25 * E^2 * Sin (2*KS)
-	-	Q = Q1 - Q2 + Q3 – Q4 – Q5
-	-	W = (Q * 57.29577951)/ 15

Tabel 4.1 Perbandingan algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Rinto Anugraha dengan Ahmad Ghozali, dan algoritme Jean Meeus sebagai acuan.

Dilihat dari tabel diatas ada bebarapa kolom yang kosong, hal itu untuk menunjukkan bahwa bahwa dalam buku tersebut tidak menggunakan rumus tersebut, baik itu pengurangan dari sumbernya yakni Jean Meeus atau penambahan rumus dari sumbernya Jean Meeus.

Selain itu algoritme Rinto Anugraha dalam menentukan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* terdapat pemangkasan pada komponen rumus yanng dikalikan dengan T berpankat. Hal itu dilakukan, karena menurut dia, nilai tersebut tidak berpengaruh secara signifikan dalam hasil perhitungan.[12] Selain itu, Rinto Anugraha juga menggunakan koreksi Delta_T yang

[12] Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 17 Maret 2017

perpatokan pada rumus *polynomial* yang dikeluarkan oleh NASA[13].[14] Delta_T adalah selisih waktu dari TD (*Dynamical Time*) dengan UT (*Universal Time*), bisa didapat dengan rumus :

$$\text{Delta_T} = \text{TD} - \text{UT}$$

Universal Time (UT) atau Greenwich Civil Time atau yang biasa kita sebut dengan Greenwich Mean Time (GMT) merupaka waktu yang didasarkan pada berputarnya Bumi pada porosnya (rotasi Bumi). Namun perlu diketahui, bahwa rotasi Bumi tidaklah konstan sepanjang waktu. Rotasi bumi perlahan-lahan melambat dan tidak teratur. Karena UT bukanlah waktu yang seragam. Untuk itu para astronom memerlukan skala waktu yang seragam untuk keperluan astronomis. Karena itu diperkenalkan sistem waktu yang seragam yaitu Dynamical Time (disingkat TD, bukan DT).[15]

Dalam menentukan nilai Delta_T hanya bisa didapat dengan cara observasi. Observasi untuk menentukan Delta_T sudah dilakukan sejak sekitar tahun 1620 M.[16] Jean meeus dalam bukunnya Astronomical Algorithm mencantumkan dalam tebel

---

[13] NASA adalah singkatan dari *National Aeronautics and Space Administration* merupakan lembaga yang bertanggung jawab penelitian luar angkasa.

[14] Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tangga 17 Maret 2017

[15] Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit, yogyakarta* : Jurusan Fisika FMIPA, 2012, hal. 20

[16] Rinto Anugraha, *Mekanika,...*, hal. 20

yang memuat nila Delta_T mulai tahun 1620 sampai tahun1992 M, sebagai berikut :[17]

Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T
1620	+124	1700	+ 9	1780	+17	1860	+ 7.9	1940	+24.3
1622	115	1702	9	1782	17	1862	7.5	1942	25.3
1624	106	1704	9	1784	17	1864	6.4	1944	26.2
1626	98	1706	9	1786	17	1866	5.4	1946	27.3
1628	91	1708	10	1788	17	1868	2.9	1948	28.2
1630	+ 85	1710	+ 10	1790	+17	1870	+ 1.6	1950	+29.1
1632	79	1712	10	1792	16	1872	- 1.0	1952	30.0
1634	74	1714	10	1794	16	1874	- 2.7	1954	30.7
1636	70	1716	10	1796	15	1876	- 3.6	1956	31.4

[15] Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit, yogyakarta* : Jurusan Fisika FMIPA, 2012, hal. 20

[16] Rinto Anugraha, *Mekanika*,..., hal. 20

[17] Jean Meeus, *astronomical*,..., hal. 71-72

Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T	Tahun	Δ T
1638	65	1718	11	1798	14	1878	- 4.7	1958	32.2
1640	+ 62	1720	+11	1800	+13.7	1880	- 5.4	1960	+33.1
1642	58	1722	11	1802	13.1	1882	- 5.2	1962	34.0
1644	55	1724	11	1804	12.7	1884	- 5.5	1964	35.0
1646	53	1726	11	1806	12.5	1886	- 5.6	1966	36.5
1648	50	1728	11	1808	12.5	1888	- 5.8	1968	38.3
1650	+ 48	1730	+11	1810	+12.5	1890	- 5.9	1970	+40.2
1652	46	1732	11	1812	12.5	1892	- 6.2	1972	42.2
1654	44	1734	12	1814	12.5	1894	- 6.4	1974	44.5
1656	42	1736	12	1816	12.5	1896	- 6.1	1976	46.5
1658	40	1738	12	1818	12.3	1898	- 4.7	1978	48.5
1660	+ 37	1740	+12	1820	+12.0	1900	- 2.7	1980	+50.5
1662	35	1742	12	1822	11.4	1902	- 0.0	1982	52.2
1664	33	1744	13	1824	10.6	1904	+ 2.6	1984	53.8
1666	31	1746	13	1826	9.6	1906	5.4	1986	54.9
1668	28	1748	13	1828	8.6	1908	7.	1988	55.8
1670	+ 26	1750	+13	1830	+ 7.5	1910	+10.5	1990	+56.9
1672	24	1752	14	1832	6.6	1912	13.4	1992	58.3
1674	22	1754	14	1834	6.0	1914	16.0		
1676	20	1756	14	1836	5.7	1916	18.2		
1678	18	1758	15	1838	5.6	1918	20.2		
1680	+ 16	1760	+15	1840	+ 5.7	1920	+21.2		
1682	14	1762	15	1842	5.9	1922	22.4		
1684	13	1764	15	1844	6.2	1924	23.5		
1686	12	1766	16	1846	6.5	1926	23.9		
1688	11	1768	16	1848	6.8	1928	24.3		
1690	+ 10	1770	+16	1850	+ 7.1	1930	+24.0		
1692	9	1772	16	1852	7.3	1932	23.9		
1694	9	1774	16	1854	7.5	1934	23.9		
1696	9	1776	17	1856	7.7	1936	23.7		
1698	9	1778	17 3	1858	7.8	1938	24.0		

Tabel 4.2 Data Delta_T tahun 1620-1992

Rinto Anugraha dalam buku *Mekanika Benda Langit* dalam menentukan Delta_T menggunakan rumus dari

polynomial yang di pakai oleh NASA, adapun rumus dalam menentukan Delta_T sebagai berikut :[18]

- Jika tahun < -500, maka:

  $\Delta T = -20 + 32 * U^2$

  Di mana $U = (Y - 1820) / 100$

- Jika tahun di antara -500 s/d +500, maka:

  $\Delta T = 10583.6 - 1014.41 * u + 33.78311 * u^2 - 5.952053 * u^3 - 0.1798452 * u^4 + 0.022174192 * u^5 + 0.0090316521 * u^6$

  Di mana $U = Y / 100$

- Jika tahun di antara +500 s/d +1600, maka:

  $\Delta T = 1574.2 - 556.01 * u + 71.23472 * u^2 + 0.319781 * u^3 - 0.8503463 * u^4 - 0.005050998 * u^5 + 0.0083572073 * u^6$

  Di mana $U = (Y - 1000) / 100$

- Jika tahun di antara +1600 s/d +1700, maka:

  $\Delta T = 120 - 0.9808 * t - 0.01532 * t^2 + t^3 / 7129$

  Di mana $t = Y - 1600$

- Jika tahun di antara +1700 s/d +1800, maka:

  $\Delta T = 8.83 + 0.1603 * t - 0.0059285 * t^2 + 0.00013336 * t^3 - t^4 / 1174000$

  Di mana $t = Y - 1700$

[18] http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/deltatpoly.html, diakses pada tanggal 28 mei 2017

- Jika tahun di antara +1800 s/d +1860, maka:

  $\Delta T = 13.72 - 0.332447 * t + 0.0068612 * t^2 + 0.0041116 * t^3 - 0.00037436 * t^4 + 0.0000121272 * t^5 - 0.0000001699 * t^6 + 0.000000000875 * t^7$

  Di mana t = Y – 1800

- Jika tahun di antara 1860 s/d 1900, maka:

  $\Delta T = 7.62 + 0.5737 * t - 0.251754 * t^2 + 0.01680668 * t^3 - 0.0004473624 * t^4 + t^5 / 233174$

  Di mana t = Y – 1860

- Jika tahun di antara 1900 s/d 1920, maka:

  $\Delta T = -2.79 + 1.494119 * t - 0.0598939 * t^2 + 0.0061966 * t^3 - 0.000197 * t^4$

  Di mana t = Y – 1900

- Jika tahun di antara 1920 s/d 1941, maka:

  $\Delta T = 21.20 + 0.84493*t - 0.076100 * t^2 + 0.0020936 * t^3$

  Di mana t = Y – 1920

- Jika tahun di antara 1941 s/d 1961, maka:

  $\Delta T = 29.07 + 0.407*t - t^2/233 + t^3 / 2547$

  Di mana t = Y – 1950

- Jika tahun di antara 1961 s/d 1986, maka:

  $\Delta T = 45.45 + 1.067*t - t^2/260 - t^3 / 718$

  Di mana t = Y – 1975

- Jika tahun di antara 1986 s/d 2005, maka:

  $\Delta T = 63.86 + 0.3345 * t - 0.060374 * t^2 + 0.0017275 * t^3 + 0.000651814 * t^4 + 0.00002373599 * t^5$

  Di mana t = Y – 2000
- Jika tahun di antara 2005 s/d 2050, maka:

  $\Delta T = 62.92 + 0.32217 * t + 0.005589 * t^2$

  Di mana t = Y – 2000
- Jika tahun di antara 2050 s/d 2150, maka:

  $\Delta T = -20 + 32 * ((y-1820)/100)^2 - 0.5628 * (2150 - y)$
- Jika tahun = 2150, maka:

  $\Delta T = -20 + 32 * u^2$

  Di mana U = (Y – 1280) / 100

Koreksi selanjutnya yang dilakukan Rinto Anugraha adalah saat mencari nilai kemiringan ekliptika. Dalam koreksinya ia menambahkan rumus koreksi nutasi atau dapat disimbolkan dengan "delta_ε". Jean Meeus dalam bukunya *astronomical algorithm* menjelakan nutasi adalah osilasi periodik dari sumbu rotasi Bumi di sekitar posisi rata-ratanya. Akibat Nutasi, Kutub Rotasi Bumi seketika itu juga ber-osilasi di sekitar Kutub rata-rata yang dibarengi dengan presesi di sekitar Kutub ekliptik.[19]

Sedangkan koreksi yang dilakukan oleh Ahmad Ghozali adalah dalam mencari nilai bujur rata-rata matahari L0/WS. Jean

[19] Jean Meeus, *astronomical*,..., hal. 131

meeus menggunakan rumus Lo = 280.46645 + 36000.76983 T + 0.0003032 T^2 sedangakan Ahmad Ghozali menggunakan rumus WS = 279,69668 + 36000.76892 * T + 0.0003025 * T^2. Dalam hal ini adanya perbedaan dalam biilangan, hal tersebut dikarenakan *epoch* yang digunakan dalam perhtitungan itu. Jika Jean Meeus menggunakan *epoch* tahun 2000, maka Ahmad Ghozali menggunakan *epoch* tahun 1960.[20]

Selanjutnya koreksi dalam algoritme Ahmad Ghozali dalam mencari nilai kemiringan ekliptika berbeda dengan Rinto Anugraha yang masih menggunakan koreksi lagi, yakni hanya mengunakan *epoch* tahun 1900 yang mempunyai nilai 23^o 27' 08,26" ditambah dengan nilai kemiringan ekliptika per tahun sebesar -0,468". Berikut daftar *epoch* beserta dengan kemiringan ekliptika.

Epoch.	ϵ.	log sin ϵ.	log cos ϵ.
1750	23° 28′ 18″·51	9·600 207 9	9·962 490 7
1800	23 27 55 ·10	9·600 094 3	9·962 512 1
1850	23 27 31 ·68	9·599 980 8	9·962 533 4
1900	23 27 8 ·26	9·599 867 1	9·962 554 8
1950	23 26 44 ·84	9·599 753 4	9·962 576 2
2000	23 26 21 ·41	9·599 639 6	9·962 597 6
2050	23 25 57 ·99	9·599 525 9	9·962 619 0
2100	23 25 34 ·56	9·599 412 1	9·962 640 5

Tabel 4.3 Daftar kemiringan ekliptika sesuai *epoch*[21]

[20] Wawancara dengan Ahmad Ghozali di PP Al-Mubarak Lanbulan Madura pada tanggal 13 Februari 2017

[21] Simon Newcomb, *A Compendium of Spherical Astronomy*, New York: The Macmillan Company, 1906., hal. 238

jika dibandingakan dengan nilai kemiringan ekliptika Jean Meeus atau Rinto Anugraha yang menggunakan *epoch* tahun 2000, maka jelas akan menghahasilkan nilai yang berbeda.

Penggunaan *epoch* 1960 dalam algoritme Ahmad Ghozali membuat hasil yang didapatkan tentang data astronomis Matahari pun tidak *update.* Dari tahun ke tahun nilai pangkal bujur astronomis Matahari semakin mengecil.

Dari data yang telah dipaparkan tentang algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menurut Rinto Anugaraha dalam bukunya *Mekanika Benda Langit* dan versi Ahmad Ghozali dalam bukunya *Anfaul Wasi>lah* sama-sama menggunakan data-data yang astronomis yang modern. Semuanya algoritme yang digunakan bersumber dari Jean Meeus dalam buku *Astronomical Algorithm*. akan tetapi terdapat perbedaan diantaranya keduanya, dalam buku *Mekanika Benda Langit* adanya penambahan nilai Delta_T yang mengambil dari NASA, koreksi Nutasi, serta pemotongan nilai yang dikali dengan T berpangkat. Sedangkan dalam Buku *Anfaul Wasi>lah* koreksi yang dilakuan adalah data *epoch* yang berbeda yakni *epoch* tahun 1960.

2. Komparasi hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah*.

Pada bab sebelumnya, sudah dijelaksan menganai proses perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menurut Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali. Dan Pada bab ini, penulis mengkoparasikan hasil perthitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Bendal Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah* pada tanggal 25 mei 2017 pukul 12:00 WIB, dan menggunakan hasil dari algoritme Jean Meeus dalam buku Astronomical algorithm sebagai parameter.

Dari perhitungan Deklinasi Matahari menggunakan algoritme Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali pada tanggal 25 mei 2017 menghasilkan selisih **0^o 0' 12"**. Perhitungan Rinto Anugraha menghasilkan 20^o 58'47" dan hasil dari perhitungan Ahmad Ghozali 20^o 58'59". Sedangkan untuk *Equation of Time* tidak ada selisih, baik perhitungan Rinto Anugraha dan perhitungan Ahmad Ghozali sama-sama menghasilkan 0j 3m 4d. Jika dikomparasikan dengan perhitungan Jean Meeus, maka hasil yang didiapat 0^o 58' 59" untuk Deklinasi Matahari dan 0j 3m 4d untuk *Equation of Time*. Pada algoritme Rinto Anugraha terdapat seilisih untuk Deklinasi Matahari 0^o 0'12" lebih kecil, sedangkan hasil dari Ahmad Ghozali untuk Deklinasi Matahari tidak terdapat selisih, dan untuk *Equation of Time* tidak ada selisih. Untuk mengetahui sejauh mana perbedaan hasil dari algoritme tersebut, penulis juga mengkomparasikan Deklinasi

Matahari dan *Equation of Time* setiap bulan pada pukul 12 siang pada tahun 2017 :

Tanggal	Mekanika benda Langit	Astronomical Algorithm	*Anfaul Wasi>lah*
1 jan	-22˚58'54"	-22˚59'1"	-22˚59'1"
1 feb	-17˚2'39"	-17˚2'38"	-17˚2'38"
1 mar	-7˚30'56"	-7˚30'48"	-7˚30'49"
1 apr	4˚36'41"	4˚36'52"	4˚36'51"
1 mei	15˚7'54"	15˚8'7"	15˚8'6"
1 jun	22˚4'32"	22˚4'44"	22˚4'43"
1 jul	23˚5'23"	23˚5'29"	23˚5'29"
1 ags	17˚57'48"	17˚57'46"	17˚57'47"
1 sept	8˚12'31"	8˚12'23"	8˚12'24"
1 okt	-3˚15'27"	-3˚15'39"	-3˚15'38"
1 nov	-14˚28'58"	-14˚29'11"	-14˚29'10"
1 des	-21˚49'26"	-21˚49'37"	-21˚49'37"

TABEL 4.4 hasil perhitungan Deklinasi Matahari setiap bulan tahun 2017

Tanggal	Mekanika benda Langit	Astronomical Algorithm	*Anfaul Wasi>lah*
1 jan	-0J 3M 32D	-0J 3M 32D	-0J 3M 32D
1 feb	-0J 13M 35D	-0J 13M 35D	-0J 13M 35D
1 mar	-0J 12M 21D	-0J 12M 21D	-0J 12M 21D
1 apr	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D
1 mei	0J 2M 53D	0J 2M 53D	0J 2M 53D
1 jun	0J 2M 10D	0J 2M 10D	0J 2M 10D
1 jul	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D
1 ags	-0J 6M 21D	-0J 6M 21D	-0J 6M 21D
1 sept	-0J 0M 2D	-0J 0M 2D	-0J 0M 3D
1 okt	0J 10M 18D	0J 10M 18D	0J 10M 18D
1 nov	0J 16M 28D	0J 16M 27D	0J 16M 27D
1 des	0J 10M 60D	0J 10M 60D	0J 10M 60D

TABEL 4.5 hasil perhitungan *Equation of Time* setiap bulan tahun 2017

Berdasarkan tabel di atas, berbedaan silisih Deklinasi Matahari dari kedua hasil perhitungan tersebut dengan Jean

Meeus setiap bulannya berbeda yakni antara rata-rata 1 sampai dengan 13 detik, dan untuk Equation tidak terdapat perbedaan.

Selain itu, penulis juga mengkomparasikan pada saat Deklinasi Matahari berada jarak terjauh yakni pada tanggal pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember pada tahun 2017.[22]

Tanggal	Mekanika benda Langit	Astronomical Algorithm	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	23˚25'17"	23˚25'26"	23˚25'26"
20 jun	23˚25'53"	23˚26'2"	23˚26'2"
21 jun	23˚26'5"	23˚26'13"	23˚26'13"
22 jun	23˚25'52"	23˚25'60"	23˚25'60"
23 jun	23˚25'14"	23˚25'22"	23˚25'22"
20 des	-23˚25'35"	-23˚25'42"	-23˚25'42"
21 des	-23˚26'2"	-23˚26'10"	-23˚26'10"

[22] Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka,2004, cet III, hal 67

22 des	-23˚26'2"	-23˚26'9"	-23˚26'9"
23 des	-23˚25'33"	-23˚25'40"	-23˚25'40"
24 des	-23˚24'36"	-23˚24'43"	-23˚24'43"

TABEL 4.6 hasil perhitungan Deklinasi Matahari 2 hari sesudah dan sebelum Deklinasi Matahari terjauh tahun 2017

Tanggal	Mekanika benda Langit	Astronomical Algorithm	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	-0J 1M 21D	-0J 1M 21D	-0J 1M 21D
20 jun	-0J 1M 34D	-0J 1M 34D	-0J 1M 34D
21 jun	-0J 1M 47D	-0J 1M 47D	-0J 1M 47D
22 jun	-0J 2M 0D	-0J 1M 60D	-0J 1M 60D
23 jun	-0J 2M 13D	-0J 2M 13D	-0J 2M 13D
20 des	0J 2M 27D	0J 2M 27D	0J 2M 27D
21 des	0J 1M 57D	0J 1M 57D	0J 1M 57D
22 des	0J 1M 27D	0J 1M 28D	0J 1M 28D
23 des	0J 0M 58D	0J 0M 58D	0J 0M 58D
24 des	0J 0M 28D	0J 0M 28D	0J 0M 28D

TABEL 4.7 hasil perhitungan *Equation of Time* 2 hari sesudah dan sebelum Deklinasi Matahari terjauh tahun 2017

Dari uji komparasi di atas, algoritme Deklinasi Matatahari versi Ahmad Ghozali dalam buku *Anfa'ul Wasi>lah* lebih Akurat yaitu perbedaan rata-rata dengan Jean Meeus adalah 1 detik, sedangkan perbedaan versi Rinto Anugraha dalam buku *Mekanika Benda Langit* adalah rata-rata 1 sampai 13 detik. Dan untuk algoritm *Equation of Time* versi Rinto Anugraha dalam buku *Mekanika Benda Langit* dan versi Ahmad Ghozali dalam buku *Anfa'ul Wasi>lah* sama-sama akurat karena tidak ada perbedan selisih.

meskipun hasil dari algoritma ahmad ghozali lebih akurat. Akan tetapi itu masih dalam katagori *low accurasy*[23]. Sedangakan koreksi yang dilakukan Rinto Anugraha adalah koreksi yang diambil dari komponen katagori *high accurasy* walaupun tidak secara keseluruhan. Menurut Rinto Anugraha hal tersebut dilakukan untuk menceri hasil nilai yang mendekati

[23] Jean Meeus membagi perhitungannya dalam dua katagori yaitu *high accurasy* dan *low accurasy*, perbedaan katagori tersebut terletak pada komponen suku yang dipakai dalam masing-masing rumus katagori. High accurasy mempunyai rumus banyak dan panjang, sedangkan untun lw accurasy lebih sedikit dan sederhana. Menurut Rinto Anugraha untuk kebutuhan praktis bisa menggunakan low accurasy karena hasilnya cukup akurat. Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 17 Maret 2017

high accurasy tetapi menggunakan algoritma yang sederhana. Sehingga hal tersebut bisa dikatakan dengan *mid accurasy*.[24]

B. Analisis pengaruh perbedaan hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku *Mekanika Benda Langit* dan Buku *Anfa'ul Wasi>lah* terhadap awal waktu salat.

Pada pembahasan sebelumnya sudah dijelaskan tentang perbedaan dari hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam kedua buku tersebut. untuk pembahasan ini penulis memeparkan tentang pengaruh perbedaan hasil kedua algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* terhadpap waktu salat.

Dalam penentukan waktu salat ini penulis menggunakan algoritme dari Slamet Hambali yang terdapat dalam salah satu karyanya yaitu Ilmu Falak 1. Dalam buku ini, perhitungan waktu salat dijelaskan secara sistematis dan mudah dipahami. Selain itu, alasan penulis menggunakan algoritme dari Slamet Hambali adalah selain mudah dan cepat, perhitungan ini mempunyai keakuratan yang tinggi.[25]

Dalam algoritmenya awal waktu salat Slamet Hambali, ada 5 data yang wajib dipersiapkan terlebih dahulu, yaitu data lintang tempat (ϕ^x), bujur tempat (λ^x), tinggi tempat, Deklinasi Matahari (d)

[24] Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 17 Maret 2017

[25] Lihat skripsi Rizalludin, *Analisis Komparasi Algoritme Hisab Awal Waktu Salat Slamet hambali dan Rinto Anugraha*, Fakulatas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo semrang, 2016, hal. 94-104

dan *Equation of Time* (e). Setelah data-data tersebut sudah diddapatkan dapat dilanjukan mencari masing-masing ketinggian Matahari serta sudut waktu Matahari dan dengan cepat dapat diketahui hasil awal waktu salat.

Dalam perhitungan waktu salat ini penulis menggunakan koordinat kota semarang dengan lintang tempat 7^o 00’ LS, bujur tempat 110^o 24’ BT dan tinggi tempat 200 m diatas permukaan laut. Pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017. Dan untuk Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menggunakan hasil dari algoritme versi Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali pada waktu semestinya.

Sebelum menghitung awal waktu salat perlu diingat langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari nilai kerendahan ufuk dan tinggi matahari saat terbit atau terbenam.

Kerendahan ufuk = 0^o 1,76’$\sqrt{200}$ = 0^o 24’ 53,41”

h_o (tinggi Matahari) saat terbit/terbenam = -(0^o 34’ + 0^o 16’ + 0^o 24’ 53,41”)

= - 1^o 14’ 53,41”

Selanjutnya setelah hasil didapat dapat dilanjutkan menghitung waktu salat. Berikut perbandingan hasil dari data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*.

Waktu salat Dhuhur pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017

Tanggal	*Mekanika Benda Langit*	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	11:39:28,92	11:39:28,45
20 jun	11:39:41,99	11:39:41,52
21 jun	11:39:55,03	11:39:54,56
22 jun	11:40:8,04	11:40:7,57
23 jun	11:40:20,98	11:40:20,51
20 des	11:35:45,79	11:35:45,5
21 des	11:36:15,5	11:36:15,22
22 des	11:36:45,26	11:36:44,98
23 des	11:37:15,02	11:37:14,74
24 des	11:37:44,75	11:37:44,48

Tabel 4.8 perbandingah hasil awal waktu salat Dhuhur dengan data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada pukul 12:00 WIB

Waktu salat Asar pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017

Tanggal	*Mekanika Benda Langit*	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	15:0:31,21	15:0:30,44
20 jun	15:0:44,16	15:0:43,39
21 jun	15:0:57,19	15:0:56,43
22 jun	15:1:10,29	15:1:9,54
23 jun	15:1:23,43	15:1:22,7
20 des	15:3:9,99	15:3:9,62
21 des	15:3:40	15:3:39,63
22 des	15:4:9,53	15:4:9,17
23 des	15:4:38,55	15:4:38,2
24 des	15:5:7,02	15:5:6,67

Tabel 4.9 perbandingah hasil awal waktu salat Asar dengan data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada pukul 15:00 WIB

Waktu salat Magrib pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017

Tanggal	*Mekanika Benda Langit*	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	17:33:18,02	17:33:17,47
20 jun	17:33:30,87	17:33:30,32
21 jun	17:33:43,92	17:33:43,37
22 jun	17:33:57,16	17:33:56,62
23 jun	17:34:10,56	17:34:10,03
20 des	17:55:14,26	17:55:14,06
21 des	17:55:44,12	17:55:43,93
22 des	17:56:13,71	17:56:13,51
23 des	17:56:42,98	17:56:42,78
24 des	17:57:11,89	17:57:11,7

Tabel 4.10 perbandingah hasil awal waktu salat Magrib dengan data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada pukul 18:00 WIB

Waktu salat Isya pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017

Tanggal	*Mekanika Benda Langit*	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	18:47:37,51	18:47:37,04
20 jun	18:47:50,57	18:47:50,1
21 jun	18:48:3,61	18:48:3,14
22 jun	18:48:16,6	18:48:16,13
23 jun	18:48:29,53	18:48:29,06
20 des	19:11:17,12	19:11:17,01
21 des	19:11:47,1	19:11:46,98
22 des	19:12:16,48	19:12:16,36
23 des	19:12:45,23	19:12:45,11
24 des	19:13:13,32	19:13:13,2

Tabel 4.11 perbandingah hasil awal waktu salat Isya dengan data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada pukul 19:00 WIB

Waktu salat Subuh pada tanggal 19 juni,20 juni,21 juni, 22 juni, 23 juni, 20 desember ,21 desember, 22 desember,23 desember dan 24 desember 2017

Tanggal	*Mekanika Benda Langit*	*Anfaul Wasi>lah*
19 jun	4:22:32,89	4:22:32,4
20 jun	4:22:45,9	4:22:45,42
21 jun	4:22:58,94	4:22:58,46
22 jun	4:23:11,98	4:23:11,5
23 jun	4:23:24,99	4:23:24,52
20 des	3:50:56,82	3:50:56,35
21 des	3:51:25,61	3:51:25,15
22 des	3:51:55,14	3:51:54,68
23 des	3:52:25,36	3:52:24,91
24 des	3:52:56,24	3:52:55,8

Tabel 4.12 perbandingah hasil awal waktu salat Subuh dengan data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* pada pukul 04:00 WIB

Secara umum perbedaan awal waktu salat di atas tidak terlalu signifikan dikarenakan berbedaan hasil dari waktu salat tidak lebih dari 2 detik. Hal tersebut dikarenan perbedaan hasil Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dari kedua algoritme tersebut tidak terlalu besar yakni masih dalam nilai detik.

Dalam penentuan awal waktu salat perbedaan dalam nilai detik tidak dipermasalahkan karena hal itu masih bisa dikoreksi lagi dengan penambahan ikhtiyat dimana untuk kehati-hatian agar tidak mendahului waktu salat. dalam hal ini *ikhtiyat* yang penulis gunakan adalah 3 menit, dimana angka lebih 30 detik dibulatkan menjadi 1 menit dan angka dibawah 30 detik dibuang. Hal ini penulis buktikan waktu salah pada tanggal 24 Desember 2017 dengan data koordinat kota semarang.

Salat	*Mekanika Benda Langit*		*Anfa'ul Wasi>lah*	
	sebelum	Setelah ihtiyat	Sebelum	Setelah ihtiyat
Dhuhur	11:37:44,75	11:41	11:37:44,48	11:41
Asar	15:5:7,02	15:08	15:5:6,67	15:08
Magrib	17:57:11,89	18:00	17:57:11,7	18:00
Isya'	19:13:13,32	19:16	19:13:13,2	19:16
Subuh	3:52:56,24	3:56	3:52:55,8	3:56

Tabel 4.13 waktu salat sebelum dan sesudah penambahan waktu *ikhtiyat* 3 menit

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari uraian pada bab-bab sebelumnya dan mengacu pada rumusan masalah yang penulis cantumkan pada skripsi ini, maka kesimpulannya adalah:

1. Dari uji komparasi yang sudah dijelaskan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa selisih algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* baik Rinto Anugraha dan Ahmad Ghozali hanya terdapat pada hitungan detik, dan berubah-ubah setiap waktunya, terkadang 1 detik ataupun hingga 13 detik. Selisih ini terjadi karena adanya koreksi-koreksi yang berbeda.
2. Perbedaan hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* versi Rinto Anugraha dan versi Ahmad Ghozali tidak berpengaruh siginifikan terhadap hasil perhitungan awal waktu salat, karena hasil dari masing-masing perhitungan awal waktu salat yang menggunakan data hasil algoritme Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dari kedua versi tersebut perbedaannya masih dalam hitungan detik. Perbedaan dalam hitungan detik masih ditoleransi, karena masih bisa dikoreksi lagi dengan penambahan ikhtiyat.

B. SARAN

1. Untuk menghitung Delinasi Matahari dan *Equation of Time* menggunakan versi Rinto Anguhara, perlu diperhatikan dalam menghitung Delta_T karena dalam kurun waktu tertentu ada perbedaan rumus yang bisa didapat dari NASA.
2. Untuk menghitung *Equation of Time* versi Rinto Anugraha perlu diingat bahwa yang digunakan adalah satuan menit sehingga perlu dibagi 60.
3. Untuk menghitung Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* menggunakan algoritme Ahmad Ghozali, maka sebaiknya perlu penggunaan epoch baru, yakni menggunakan epoch 2000 agar mendapatkan data-data Matahari yang lebih update.

C. PENUTUP

Segala puji bagi Allah yang telah memberikan penulis nikmat Iman, Islam dan Ihsan. Begitupula nikmat kesehatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dari awal hingga akhir. Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan ketidak. Oleh karena itu, kritik dan saran penulis harapkan untuk kesempurnaan penelitian ini ke depan. Terakhir, semoga penelitian atau skripsi yang penulis susun ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan bagi para penggiat ilmu Falak khususnya. *Wallahu A'lam bi al-Shawab*.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU :

Abul Fida Ismail Bin Umar Bin Katsir, Imaduddin, *Tafsir Ibnu Katsir*. Jilid 3, Jakarta: Gema Insani, T.T

Afifudin, Muhammad, *Pengaruh Pergeseran Matahari Terhadap Awal Waktu Shalat*, Fakultas Syari'ah IAIN Syekh Nurjati Cirebon

Anugraha, Rinto, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012

Ar-Rohman Al-Jaziri, 'Abdu, *Al-Fiqh 'ala al-Mazahib al-Arba'ah*, Juz 1, Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyah, 1990

Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008

_____, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007

Azwar, Saifuddin , *Metode Penelitian*, Cet-5, Yogyakarta: *Pustaka Pelajar*, 2004

Braham, Ian, *Ruang Angkas Seri Intisari Ilmu*, Jakarta : Erlangga For Kids, 2009

Fadholi, Ahmad, *Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat dalam Teori Geosentrik dan Geodetik*, Thesis Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2013.

Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Quran Dan Terjemahnya*, Surabaya: Pustaka Agung Harapan,2006

_____, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*, 1995

Ghozali, Ahmad, *Anfa'ul Wasi>lah*, sampang : LAFAL (lanjah falakiyah al-mubarok lanbulan), tt,

Hambal, Ahmad bin, *Musnad Ahmad bin Hambal*, Jilid III, Beirut: Dar al-Fikr, t.th, hal

Hambali, Slamet, *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN WALISONGO Semarang, 2011

_____, *Pengantar Ilmu Falak*, Banyuwangi : Bismillah Publisher, 2012

Hamid, Abdul, *Fiqh Ibadah*, Bandung: Pustaka Setia, 2009

Hasan, Iqbal, *Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Cet ke 1, Bogor: Ghalia Indonesia,

Imam Ibn Al-Husaini Muslim Ibn Al-Hajjaj Al-Qusyairi An-Naisaburi, *Shahih Muslim*, Beirut-Lebanon: Darul Kutubul 'Alamiyyah, 1992

Imam Muhammad Bin Ismail Al-Kakhlany, Sayyid, *Subulus Salam*, Semarang: Toha Putra, T.T

Indrianty, Etty, dkk. *Ensiklopedia Sains dan Teknologi*, Jakarta: Lentera Abadi, 2007

Izzuddin, Ahmad, *Analisis Krisis Tentang Hisab Awal Bulan Qamariyyah Dalam Kitab Sullam An-Nayyirain*, Skripsi IAIN Walisongo Semarang, 1997

_____, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*,Semarang: Komala Grafika, 2006

J. Furner, Caroline dan Irma J. Courtess, *Equation of Time*, NASA Astropyhsics Data System

Jawad Mughniyah, Muhammad, *Fiqih Ja'fari*, Jakarta: Lentera, cet. I, 1995, hal. 118

Kadir, A, *Forimula Baru Ilmu Falak*, Jakarta : Amzah, 2012

Kementrian Agama RI, *Al-Qurlan dan Tafsirnya, -- : Sinergi Pustaka Indonesia, 2012*

Khazin, Muhyiddin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004

_____, *Kamus Ilmu Falak*,Yogyakarta: Buana Pustaka,2005

Ma'sum bin Ali, Muhammad, amtsilati at-tasrifiyah, Demak: Kota Wali Demak, tt, hal. 12

Maskufa, *Ilmu Falaq*, Jakarta : Gaung persada, 2009

Meeus, Jean, *Astronomical Algorithm,* Virginia : Willman Bell. Inc, 1991,

Moleong, Lexy J., *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi Revisi*, Bandung : Remaja Rosdakarya, cet ke-35

Munawwir, Ahmad Warson, *Al-Munawwir kamus Arab – Indonesia*, Surabaya : Pustaka Progressif, cet. 14, 1997

Muntaha, *Analisis Terhadap Toleransi Pengaruh Perbedaan Lintang dan Bujur dalam Kesamaan Penentuan Awal Waktu Salat*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, 2004.

Newcomb, Simon, *A Compendium of Spherical Astronomy*, New York: The Macmillan Company, 1906

Pannekoek, Anton, *A History of Astronomy*, New York: Dover Publications, 1961

Proyek Pembinaan Prasarana dan Sarana Perguruan tinggi Agama/IAIN Direktorat Pembinaan Perguruan Tinggi Agama Islam, Fikih, Jakarta, cet.II, 1983

R. Lang, Kenneth, *A Companion to Astronomy and Astrophysics*, New York: Springer, t.t

Ramdan, Anton, *Islam dan Astronomi*, Jakarta : Bee Media Indonesia, 2009

Ridha, Rasyid, Tafsir Al-Manar, Beirut: Dar Al Ma'rifah, T.T

Rizalludin, *Analisis Komparasi Algoritme Hisab Awal Waktu Salat Slamet hambali dan Rinto Anugraha*, Fakulatas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo semrang, 2016

Rochim, Abdur, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983

Rohmah, Elva Imeldatur, *Analisis Metode Hisab Awal Waktu Salat dalam Kitab Anfa' Al-Wasilah, Irsyad Al-Murid, dan Samarat Al-Fikar Karya Ahmad Gozali*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014

Setyanto, Hendro, *Membaca Langit*, Jakarta: Al-Ghurabi, 2008

Setyorini, *Akurasi Hisab Awal Bulan Waktu Salat Lima Waktu (Studi Atas Jadwal Waktu Salat Hasil Perhitungan Tim Hisab Dan Rukyat Hilal Serta Perhitungan Falakiyah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2013),* Fakultas Syari'ah dan Ekonomi Islam. 2013

Shihab, M. Quraish, Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an, Jakarta: Lentera Hati, 2002

Shodiq, Jafar, *Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit,* Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016

Shopia, Sulastuti, *Analisis Isiinformasi : Menentukan Konsep-Konsep Penting Untuk Dijadikan Kata Kuc*i, Bogor : Pusat dan Penyebaran Tehnologi Pertanian, 2003

Soerjono, dkk, *Penelitian Hukum Normatif*, Jakarta : Rajawali, 1986

Sulastri, Kitri, *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamaraiyah dalam Kitab Al-Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2010

Taimiyah, Muhammad Ibnu, *Uji akurasi Hisab Tahwilussanah (Studi Komparatif antara Metode Tahwilussanah Munurut Ahmad Ghazali dalam Kitab Maslakul Qasid dan Slamet Hambali dalam Buku Almanak Sepanjang Masa)*, skripsi Fakulras Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016

Tjasyono HK, Bayong, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: Pascasarjana UPI, 2009

Toruan, M. S. L., *Ilmu Falak(Kosmografi)*, Semarang : Banteng Timur, 1957

Wardan, KR. M., *Kitab Ilmu Falak dan Hisab*, Jogjakarta: 1957

Wijaya, Agus Fany Chandra,*Gerak Bumi dan Bulan*, ppt,Digital Learning Lesson Study Jayapura, 2010

Yayasan Penyelenggara Penterjemah dan Tafsir al-Qur'an, al-Qur'an dan Terjemahnya, Jakarta: CV PENERBIT J-ART, 2005, hal. 234

Yusuf, Choirul Fuad dan Bashori A. Hakim, *Hisab Rukyat dan Perbedaannya*, jakarta : Proyek Peningkatan Pengkajian Kerukunan Hidup Umat Beragama Puslitbang Kehidupan Beragama Badan Litbang Agama dan Diklat keagamaan Departemen Agama RI, 2004

Zainal, Baharrudin, *Ilmu Falak, Kuala Lumpur* :Dewan Bahasa dan Pustaka, 2004

Abdillah bin Abi Bakar, Muhammad, *Mukhtar Ashihah*, Beirut : Maktabah Lubnan Linasyir, Juz.I, 1995

JURNAL :

Slamet Hambali, *Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*, Jurnal al-Ahkam, Volume 23, No.2, Oktober 2013

WAWANCARA :

Wawancara dengan Ahmad Ghozali di PP Al-Mubarak Lanbulan, Sampang Madura pada tanggal 13 Februari 2017

Wawancara dengan Rinto Anugrah di kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 17 Maret 2017

WEBSITE :

http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/deltatpoly.html,

http://rondgesuloy.blogspot.co.id/2014/05/186-tahun-pasut-why.html

http://wiskaalfa.blogspot.co.id/2015/02/tata-surya.html

https://pics-about-space.com/how-long-is-earth-s-orbit?p=2

https://solarsystem.nasa.gov/planets/sun/indepth

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/id/9/97/Sistem_koordinat_ekuator.PNG

Lampiran 1

Program microsoft excel Deklinasi Matahari dan *Equation of Time*

DEKLINASI MATAHARI DAN EQUATION OF TIME

VERSI RINTO ANUGRAHA DAN AHMAD GHOZALI

LT	7	20	0	S
BT	110	29	0	T
TT	500			
BD	WIB			
TANGGAL	1	TIDAK		
BULAN	JANUARI			
TAHUN	2017			

DEKLINASI MATAHARI				EQUATION OF TIME			
JAM	MBL	JM	AW	JAM	MBL	JM	AW
0	-22°59'56"	-23°0'3"	-23°0'3"	0	-0J 3M 27D	-0J 3M 26D	-0J 3M 26D
1	-22°59'44"	-22°59'51"	-22°59'51"	1	-0J 3M 28D	-0J 3M 28D	-0J 3M 27D
2	-22°59'32"	-22°59'38"	-22°59'39"	2	-0J 3M 29D	-0J 3M 29D	-0J 3M 29D
3	-22°59'19"	-22°59'26"	-22°59'26"	3	-0J 3M 30D	-0J 3M 30D	-0J 3M 30D
4	-22°59'7"	-22°59'13"	-22°59'14"	4	-0J 3M 31D	-0J 3M 31D	-0J 3M 31D
5	-22°58'54"	-22°59'1"	-22°59'1"	5	-0J 3M 32D	-0J 3M 32D	-0J 3M 32D
6	-22°58'42"	-22°58'48"	-22°58'49"	6	-0J 3M 34D	-0J 3M 33D	-0J 3M 33D
7	-22°58'29"	-22°58'36"	-22°58'36"	7	-0J 3M 35D	-0J 3M 35D	-0J 3M 35D
8	-22°58'16"	-22°58'23"	-22°58'23"	8	-0J 3M 36D	-0J 3M 36D	-0J 3M 36D
9	-22°58'4"	-22°58'10"	-22°58'10"	9	-0J 3M 37D	-0J 3M 37D	-0J 3M 37D
10	-22°57'51"	-22°57'57"	-22°57'58"	10	-0J 3M 38D	-0J 3M 38D	-0J 3M 38D
11	-22°57'38"	-22°57'45"	-22°57'45"	11	-0J 3M 39D	-0J 3M 39D	-0J 3M 39D
12	-22°57'25"	-22°57'32"	-22°57'32"	12	-0J 3M 41D	-0J 3M 40D	-0J 3M 40D
13	-22°57'12"	-22°57'19"	-22°57'19"	13	-0J 3M 42D	-0J 3M 42D	-0J 3M 42D
14	-22°56'59"	-22°57'6"	-22°57'6"	14	-0J 3M 43D	-0J 3M 43D	-0J 3M 43D
15	-22°56'46"	-22°56'53"	-22°56'53"	15	-0J 3M 44D	-0J 3M 44D	-0J 3M 44D
16	-22°56'33"	-22°56'40"	-22°56'40"	16	-0J 3M 45D	-0J 3M 45D	-0J 3M 45D
17	-22°56'20"	-22°56'27"	-22°56'27"	17	-0J 3M 46D	-0J 3M 46D	-0J 3M 46D
18	-22°56'7"	-22°56'13"	-22°56'14"	18	-0J 3M 48D	-0J 3M 47D	-0J 3M 47D
19	-22°55'54"	-22°56'0"	-22°56'0"	19	-0J 3M 49D	-0J 3M 49D	-0J 3M 49D
20	-22°55'40"	-22°55'47"	-22°55'47"	20	-0J 3M 50D	-0J 3M 50D	-0J 3M 50D
21	-22°55'27"	-22°55'34"	-22°55'34"	21	-0J 3M 51D	-0J 3M 51D	-0J 3M 51D
22	-22°55'14"	-22°55'20"	-22°55'20"	22	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D	-0J 3M 52D
23	-22°55'0"	-22°55'7"	-22°55'7"	23	-0J 3M 53D	-0J 3M 53D	-0J 3M 53D

Lampiran 2

Perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* versi Jean Meeus dalam buku *Astronomical Algorithm*

JAM	JD	T	L	M	C	Θ	ε
0	2457754,50000	0,170006845	280,84374	357,61405	-0,08137	280,76237	23,43708
1	2457754,54167	0,170007985	280,88481	357,65511	-0,07997	280,80484	23,43708
2	2457754,58333	0,170009126	280,92588	357,69618	-0,07857	280,84731	23,43708
3	2457754,62500	0,170010267	280,96695	357,73725	-0,07717	280,88978	23,43708
4	2457754,66667	0,170011408	281,00802	357,77831	-0,07577	280,93225	23,43708
5	2457754,70833	0,170012548	281,04908	357,81938	-0,07437	280,97471	23,43708
6	2457754,75000	0,170013689	281,09015	357,86045	-0,07297	281,01718	23,43708
7	2457754,79167	0,170014830	281,13122	357,90151	-0,07157	281,05965	23,43708
8	2457754,83333	0,170015971	281,17229	357,94258	-0,07017	281,10212	23,43708
9	2457754,87500	0,170017112	281,21336	357,98365	-0,06877	281,14459	23,43708
10	2457754,91667	0,170018252	281,25443	358,02471	-0,06737	281,18706	23,43708
11	2457754,95833	0,170019393	281,29550	358,06578	-0,06597	281,22953	23,43708
12	2457755,00000	0,170020534	281,33657	358,10685	-0,06457	281,27199	23,43708
13	2457755,04167	0,170021675	281,37763	358,14791	-0,06317	281,31446	23,43708
14	2457755,08333	0,170022815	281,41870	358,18898	-0,06177	281,35693	23,43708
15	2457755,12500	0,170023956	281,45977	358,23005	-0,06037	281,39940	23,43708
16	2457755,16667	0,170025097	281,50084	358,27111	-0,05897	281,44187	23,43708
17	2457755,20833	0,170026238	281,54191	358,31218	-0,05757	281,48434	23,43708
18	2457755,25000	0,170027379	281,58298	358,35325	-0,05617	281,52681	23,43708
19	2457755,29167	0,170028519	281,62405	358,39431	-0,05477	281,56928	23,43708
20	2457755,33333	0,170029660	281,66511	358,43538	-0,05337	281,61175	23,43708
21	2457755,37500	0,170030801	281,70618	358,47645	-0,05197	281,65421	23,43708
22	2457755,41667	0,170031942	281,74725	358,51751	-0,05057	281,69668	23,43708
23	2457755,45833	0,170033082	281,78832	358,55858	-0,04917	281,73915	23,43708

δ		e	Y	E/Eot	
-23,000896	-23˚0'3''	0,016701467	0,043026181	-0,05731474	-0J 3M 26D
-22,997462	-22˚59'51''	0,016701467	0,043026181	-0,05764178	-0J 3M 28D
-22,994016	-22˚59'38''	0,016701467	0,043026181	-0,05796867	-0J 3M 29D
-22,990556	-22˚59'26''	0,016701467	0,043026181	-0,05829541	-0J 3M 30D
-22,987083	-22˚59'13''	0,016701467	0,04302618	-0,058622	-0J 3M 31D
-22,983596	-22˚59'1''	0,016701467	0,04302618	-0,05894844	-0J 3M 32D
-22,980097	-22˚58'48''	0,016701467	0,04302618	-0,05927473	-0J 3M 33D
-22,976584	-22˚58'36''	0,016701467	0,04302618	-0,05960086	-0J 3M 35D
-22,973057	-22˚58'23''	0,016701466	0,04302618	-0,05992684	-0J 3M 36D
-22,969518	-22˚58'10''	0,016701466	0,04302618	-0,06025267	-0J 3M 37D
-22,965965	-22˚57'57''	0,016701466	0,04302618	-0,06057834	-0J 3M 38D
-22,962399	-22˚57'45''	0,016701466	0,04302618	-0,06090386	-0J 3M 39D
-22,95882	-22˚57'32''	0,016701466	0,04302618	-0,06122922	-0J 3M 40D
-22,955228	-22˚57'19''	0,016701466	0,04302618	-0,06155442	-0J 3M 42D
-22,951622	-22˚57'6''	0,016701466	0,04302618	-0,06187947	-0J 3M 43D
-22,948003	-22˚56'53''	0,016701466	0,04302618	-0,06220436	-0J 3M 44D
-22,944371	-22˚56'40''	0,016701466	0,04302618	-0,06252909	-0J 3M 45D
-22,940726	-22˚56'27''	0,016701466	0,04302618	-0,06285367	-0J 3M 46D
-22,937067	-22˚56'13''	0,016701466	0,04302618	-0,06317808	-0J 3M 47D
-22,933395	-22˚56'0''	0,016701466	0,04302618	-0,06350233	-0J 3M 49D
-22,92971	-22˚55'47''	0,016701466	0,04302618	-0,06382643	-0J 3M 50D
-22,926012	-22˚55'34''	0,016701466	0,04302618	-0,06415036	-0J 3M 51D
-22,9223	-22˚55'20''	0,016701466	0,043026179	-0,06447413	-0J 3M 52D
-22,918576	-22˚55'7''	0,016701466	0,043026179	-0,06479774	-0J 3M 53D

Lampiran 3

Perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* versi Rinto Anugraha dalam buku *Mekanika Benda Langit*

jam	JD	t	DELTA_T	JDE	T	L0
0	2457754,50000	17,08336071	70,1	2457754,50081082	0,17000686683	280,844532
1	2457754,54167	17,08336071	70,1	2457754,54247749	0,17000800760	280,885601
2	2457754,58333	17,08336071	70,1	2457754,58414415	0,17000914837	280,926669
3	2457754,62500	17,08336071	70,1	2457754,62581082	0,17001028914	280,967738
4	2457754,66667	17,08336071	70,1	2457754,66747749	0,17001142991	281,008807
5	2457754,70833	17,08336071	70,1	2457754,70914415	0,17001257068	281,049875
6	2457754,75000	17,08336071	70,1	2457754,75081082	0,17001371145	281,090944
7	2457754,79167	17,08336071	70,1	2457754,79247749	0,17001485222	281,132013
8	2457754,83333	17,08336071	70,1	2457754,83414415	0,17001599300	281,173081
9	2457754,87500	17,08336071	70,1	2457754,87581082	0,17001713377	281,21415
10	2457754,91667	17,08336071	70,1	2457754,91747749	0,17001827454	281,255219
11	2457754,95833	17,08336071	70,1	2457754,95914415	0,17001941531	281,296287
12	2457755,00000	17,08336071	70,1	2457755,00081082	0,17002055608	281,337356
13	2457755,04167	17,08336071	70,1	2457755,04247749	0,17002169685	281,378424
14	2457755,08333	17,08336071	70,1	2457755,08414415	0,17002283762	281,419493
15	2457755,12500	17,08336071	70,1	2457755,12581082	0,17002397839	281,460562
16	2457755,16667	17,08336071	70,1	2457755,16747749	0,17002511916	281,50163
17	2457755,20833	17,08336071	70,1	2457755,20914415	0,17002625994	281,542699
18	2457755,25000	17,08336071	70,1	2457755,25081082	0,17002740071	281,583768
19	2457755,29167	17,08336071	70,1	2457755,29247749	0,17002854148	281,624836
20	2457755,33333	17,08336071	70,1	2457755,33414415	0,17002968225	281,665905
21	2457755,37500	17,08336071	70,1	2457755,37581082	0,17003082302	281,706974
22	2457755,41667	17,08336071	70,1	2457755,41747749	0,17003196379	281,748042
23	2457755,45833	17,08336071	70,1	2457755,45914415	0,17003310456	281,789111

M0	C	L	Ω	ε	DELTA_ε
357,6148502	-0,0813445	280,7631876	156,2280744	23,43708031	-0,00248585
357,6559169	-0,0799448	280,8056559	156,225868	23,4370803	-0,00248573
357,6969836	-0,0785451	280,8481243	156,2236616	23,43708028	-0,0024856
357,7380503	-0,0771452	280,8905928	156,2214552	23,43708027	-0,00248548
357,7791169	-0,0757454	280,9330613	156,2192488	23,43708025	-0,00248535
357,8201836	-0,0743455	280,9755298	156,2170424	23,43708024	-0,00248523
357,8612503	-0,0729456	281,0179984	156,214836	23,43708022	-0,0024851
357,902317	-0,0715456	281,060467	156,2126296	23,43708021	-0,00248498
357,9433836	-0,0701456	281,1029357	156,2104232	23,43708019	-0,00248485
357,9844503	-0,0687455	281,1454044	156,2082168	23,43708018	-0,00248473
358,025517	-0,0673454	281,1878731	156,2060104	23,43708016	-0,0024846
358,0665837	-0,0659453	281,2303418	156,2038039	23,43708015	-0,00248447
358,1076504	-0,0645452	281,2728106	156,2015975	23,43708013	-0,00248435
358,148717	-0,063145	281,3152795	156,1993911	23,43708012	-0,00248422
358,1897837	-0,0617447	281,3577484	156,1971847	23,4370801	-0,00248409
358,2308504	-0,0603445	281,4002173	156,1949783	23,43708009	-0,00248396
358,2719171	-0,0589442	281,4426862	156,1927719	23,43708007	-0,00248384
358,3129837	-0,0575438	281,4851552	156,1905655	23,43708006	-0,00248371
358,3540504	-0,0561435	281,5276242	156,1883591	23,43708004	-0,00248358
358,3951171	-0,0547431	281,5700932	156,1861527	23,43708003	-0,00248345
358,4361838	-0,0533427	281,6125623	156,1839463	23,43708002	-0,00248332
358,4772505	-0,0519422	281,6550314	156,1817399	23,43708	-0,00248319
358,5183171	-0,0505417	281,6975005	156,1795335	23,43707999	-0,00248306
358,5593838	-0,0491412	281,7399696	156,1773271	23,43707997	-0,00248293

ε	Λ	SIN(DELTA)	Δ		EOT	
23,4345$446	280,7555708	-0,39071522	-22,9990099	-22˚59'56''	-0,057367893	-0$ 3M 27D
23,4345$457	280,798039	-0,3906601	-22,9955792	-22˚59'44''	-0,057694873	-0$ 3M 28D
23,4345$468	280,8405072	-0,39060477	-22,9921353	-22˚59'32''	-0,058021705	-0$ 3M 29D
23,4345$479	280,8829755	-0,39054923	-22,9886781	-22˚59'19''	-0,058348385	-0$ 3M 30D
23,4345949	280,9254438	-0,39049346	-22,9852076	-22˚59'7''	-0,058674915	-0$ 3M 31D
23,4345$501	280,9679122	-0,39043749	-22,9817239	-22˚58'54''	-0,059001293	-0$ 3M 32D
23,4345$512	281,0103806	-0,3903813	-22,9782269	-22˚58'42''	-0,059327519	-0$ 3M 34D
23,4345$523	281,052849	-0,39032489	-22,9747167	-22˚58'29''	-0,059653593	-0$ 3M 35D
23,4345$534	281,0953175	-0,39026827	-22,9711931	-22˚58'16''	-0,059979512	-0$ 3M 36D
23,4345$545	281,137786	-0,39021144	-22,9676564	-22˚58'4''	-0,060305278	-0$ 3M 37D
23,4345$556	281,1802546	-0,39015439	-22,9641064	-22˚57'51''	-0,060630889	-0$ 3M 38D
23,4345$568	281,2227232	-0,39009713	-22,9605431	-22˚57'38''	-0,060956345	-0$ 3M 39D
23,4345$579	281,2651918	-0,39003965	-22,9569666	-22˚57'25''	-0,061281645	-0$ 3M 41D
23,4345959	281,3076605	-0,38998196	-22,9533768	-22˚57'12''	-0,061606789	-0$ 3M 42D
23,4345$601	281,3501292	-0,38992405	-22,9497738	-22˚56'59''	-0,061931776	-0$ 3M 43D
23,4345$613	281,3925979	-0,38986593	-22,9461576	-22˚56'46''	-0,062256604	-0$ 3M 44D
23,4345$624	281,4350667	-0,3898076	-22,9425282	-22˚56'33''	-0,062581275	-0$ 3M 45D
23,4345$635	281,4775355	-0,38974905	-22,9388855	-22˚56'20''	-0,062905787	-0$ 3M 46D
23,4345$647	281,5200043	-0,38969029	-22,9352295	-22˚56'7''	-0,063230139	-0$ 3M 48D
23,4345$658	281,5624732	-0,38963131	-22,9315604	-22˚55'54''	-0,063554332	-0$ 3M 49D
23,4345967	281,6049421	-0,38957212	-22,9278781	-22˚55'40''	-0,063878363	-0$ 3M 50D
23,4345$681	281,647411	-0,38951271	-22,9241825	-22˚55'27''	-0,064202234	-0$ 3M 51D
23,4345$693	281,68988	-0,3894531	-22,9204737	-22˚55'14''	-0,064525942	-0$ 3M 52D
23,4345$704	281,732349	-0,38939326	-22,9167517	-22˚55'0''	-0,064849488	-0$ 3M 53D

Lampiran 4

Perhitungan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* versi Ahmad Ghozali dalam buku *Anfa'ul Wasīlah*

Jam	JD	T	WS	KS	TDS	TS	MKL
0	2457754,50000	1,170006845	280,843142	357,610227	359,918488	280,761631	23,43706987
1	2457754,54167	1,170007985	280,884211	357,651294	359,919888	280,804099	23,43706985
2	2457754,58333	1,170009126	280,92528	357,69236	359,921288	280,846568	23,43706984
3	2457754,62500	1,170010267	280,966348	357,733427	359,922688	280,889036	23,43706982
4	2457754,66667	1,170011408	281,007417	357,774494	359,924088	280,931505	23,43706981
5	2457754,70833	1,170012548	281,048486	357,81556	359,925488	280,973974	23,43706979
6	2457754,75000	1,170013689	281,089554	357,856627	359,926888	281,016442	23,43706978
7	2457754,79167	1,17001483	281,130623	357,897694	359,928288	281,058911	23,43706976
8	2457754,83333	1,170015971	281,171691	357,93876	359,929688	281,10138	23,43706975
9	2457754,87500	1,170017112	281,21276	357,979827	359,931089	281,143849	23,43706973
10	2457754,91667	1,170018252	281,253829	358,020894	359,932489	281,186318	23,43706972
11	2457754,95833	1,170019393	281,294897	358,06196	359,933889	281,228787	23,4370697
12	2457755,00000	1,170020534	281,335966	358,103027	359,93529	281,271256	23,43706969
13	2457755,04167	1,170021675	281,377035	358,144094	359,93669	281,313725	23,43706967
14	2457755,08333	1,170022815	281,418103	358,18516	359,93809	281,356194	23,43706966
15	2457755,12500	1,170023956	281,459172	358,226227	359,939491	281,398663	23,43706964
16	2457755,16667	1,170025097	281,500241	358,267294	359,940891	281,441132	23,43706963
17	2457755,20833	1,170026238	281,541309	358,30836	359,942292	281,483601	23,43706961
18	2457755,25000	1,170027379	281,582378	358,349427	359,943692	281,52607	23,4370696
19	2457755,29167	1,170028519	281,623446	358,390494	359,945093	281,568539	23,43706959
20	2457755,33333	1,17002966	281,664515	358,43156	359,946493	281,611008	23,43706957
21	2457755,37500	1,170030801	281,705584	358,472627	359,947894	281,653478	23,43706956
22	2457755,41667	1,170031942	281,746652	358,513694	359,949295	281,695947	23,43706954
23	2457755,45833	1,170033082	281,787721	358,554761	359,950695	281,738416	23,43706953

Dek		QA	a	E1	E2	E
-23,0009451	-23˚0'3''	11,71853493	0,043026141	0,016702134	1,72483E-07	0,016702306
-22,99751201	-22˚59'51''	11,71853493	0,043026141	0,016702134	1,72484E-07	0,016702306
-22,99406563	-22˚59'39''	11,71853492	0,043026141	0,016702134	1,72484E-07	0,016702306
-22,99060598	-22˚59'26''	11,71853491	0,043026141	0,016702134	1,72484E-07	0,016702306
-22,98713307	-22˚59'14''	11,7185349	0,043026141	0,016702134	1,72485E-07	0,016702306
-22,98364688	-22˚59'1''	11,7185349	0,043026141	0,016702133	1,72485E-07	0,016702306
-22,98014743	-22˚58'49''	11,71853489	0,043026141	0,016702133	1,72485E-07	0,016702306
-22,97663472	-22˚58'36''	11,71853488	0,043026141	0,016702133	1,72486E-07	0,016702306
-22,97310875	-22˚58'23''	11,71853487	0,043026141	0,016702133	1,72486E-07	0,016702306
-22,96956953	-22˚58'10''	11,71853487	0,043026141	0,016702133	1,72486E-07	0,016702306
-22,96601705	-22˚57'58''	11,71853486	0,043026141	0,016702133	1,72487E-07	0,016702306
-22,96245132	-22˚57'45''	11,71853485	0,043026141	0,016702133	1,72487E-07	0,016702306
-22,95887235	-22˚57'32''	11,71853484	0,043026141	0,016702133	1,72487E-07	0,016702306
-22,95528013	-22˚57'19''	11,71853484	0,043026141	0,016702133	1,72488E-07	0,016702306
-22,95167468	-22˚57'6''	11,71853483	0,04302614	0,016702133	1,72488E-07	0,016702306
-22,94805598	-22˚56'53''	11,71853482	0,04302614	0,016702133	1,72488E-07	0,016702305
-22,94442406	-22˚56'40''	11,71853481	0,04302614	0,016702133	1,72489E-07	0,016702305
-22,9407789	-22˚56'27''	11,71853481	0,04302614	0,016702133	1,72489E-07	0,016702305
-22,93712051	-22˚56'14''	11,7185348	0,04302614	0,016702133	1,72489E-07	0,016702305
-22,9334489	-22˚56'0''	11,71853479	0,04302614	0,016702133	1,7249E-07	0,016702305
-22,92976406	-22˚55'47''	11,71853479	0,04302614	0,016702133	1,7249E-07	0,016702305
-22,92606601	-22˚55'34''	11,71853478	0,04302614	0,016702133	1,7249E-07	0,016702305
-22,92235474	-22˚55'20''	11,71853477	0,04302614	0,016702133	1,72491E-07	0,016702305
-22,91863027	-22˚55'7''	11,71853476	0,04302614	0,016702133	1,72491E-07	0,016702305

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q
-0,01589921	-0,001392883	0,000111377	0,000635663	-2,9055E-05	-0,01500155
-0,0159565	-0,00136896	0,000109402	0,000637589	-2,8557E-05	-0,01508718
-0,01601377	-0,001345037	0,000107428	0,000639511	-2,8059E-05	-0,01517276
-0,016071	-0,001321114	0,000105457	0,000641427	-2,756E-05	-0,0152583
-0,0161282	-0,00129719	0,000103487	0,000643337	-2,7062E-05	-0,0153438
-0,01618537	-0,001273265	0,000101519	0,000645243	-2,6564E-05	-0,01542927
-0,0162425	-0,001249339	9,95537E-05	0,000647143	-2,6065E-05	-0,01551469
-0,0162996	-0,001225413	9,759E-05	0,000649038	-2,5567E-05	-0,01560007
-0,01635667	-0,001201486	9,56282E-05	0,000650927	-2,5068E-05	-0,01568542
-0,0164137	-0,001177558	9,36685E-05	0,000652811	-2,457E-05	-0,01577072
-0,0164707	-0,00115363	9,17107E-05	0,00065469	-2,4071E-05	-0,01585598
-0,01652767	-0,001129701	8,9765E-05	0,000656564	-2,3572E-05	-0,0159412
-0,0165846	-0,001105772	8,78014E-05	0,000658432	-2,3074E-05	-0,01602639
-0,0166415	-0,001081842	8,58497E-05	0,000660294	-2,2575E-05	-0,01611153
-0,01669836	-0,001057912	8,39002E-05	0,000662151	-2,2076E-05	-0,01619663
-0,01675519	-0,001033981	8,19527E-05	0,000664003	-2,1577E-05	-0,01628168
-0,01681198	-0,001010049	8,00073E-05	0,000665849	-2,1078E-05	-0,0163667
-0,01686874	-0,000986117	7,8064E-05	0,00066769	-2,0579E-05	-0,01645167
-0,01692547	-0,000962185	7,61228E-05	0,000669525	-2,008E-05	-0,01653661
-0,01698216	-0,000938252	7,41837E-05	0,000671355	-1,9581E-05	-0,0166215
-0,01703882	-0,000914318	7,22468E-05	0,000673179	-1,9082E-05	-0,01670635
-0,01709544	-0,000890384	7,0312E-05	0,000674998	-1,8583E-05	-0,01679116
-0,01715202	-0,00086645	6,83794E-05	0,000676811	-1,8084E-05	-0,01687592
-0,01720857	-0,000842515	6,6449E-05	0,000678619	-1,7584E-05	-0,01696064

W/EoT	
-0,05730172	-0J 3M 26D
-0,05762876	-0J 3M 27D
-0,05795566	-0J 3M 29D
-0,05828241	-0J 3M 30D
-0,05860901	-0J 3M 31D
-0,05893545	-0J 3M 32D
-0,05926175	-0J 3M 33D
-0,05958789	-0J 3M 35D
-0,05991388	-0J 3M 36D
-0,06023971	-0J 3M 37D
-0,06056539	-0J 3M 38D
-0,06089091	-0J 3M 39D
-0,06121628	-0J 3M 40D
-0,0615415	-0J 3M 42D
-0,06186655	-0J 3M 43D
-0,06219145	-0J 3M 44D
-0,06251619	-0J 3M 45D
-0,06284077	-0J 3M 46D
-0,06316519	-0J 3M 47D
-0,06348945	-0J 3M 49D
-0,06381355	-0J 3M 50D
-0,06413749	-0J 3M 51D
-0,06446127	-0J 3M 52D
-0,06478489	-0J 3M 53D

Lampiran 5

Perhitungan waktu salat pada tanggal 1 Januari 2017 dengan koordinat kota semarang. Data Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* versi Rinto Anugraha dalam buku *Mekanika Benda Langit* dan Ahmad Ghozali dalam buku *Anfa'ul Wasīlah*.

KU	0,655913273				
REF	0,566666667	0˚34'0''			
SD	0,266666667	0˚16'0''			
h0	-1,489246607	-1˚29'21,29''			
TINGGI MATAHARI					
ASYAR MBL	-15,61282428	38,01075975	38˚0'38,74''		
ASYAR AW	-15,61472265	38,00998363	38˚0'35,94''		
MAGRIB		-1,48924661	-1˚29'21,29''		
ISYA		-18,4892466	-18˚29'21,29''		
SUBUH		-20,4892466	-20˚29'21,29''		
WAKTU SALAT MBL		DEK	E0T	Waktu salat	
DHUHUR	JAM 12	-22,9569666	-0,061281645	11,6957261	11:41:44,61
ASHAR	JAM 15	-22,9461576	-0,062256604	15,1434859	15:8:36,55
MAGRIB	JAM 18	-22,9352295	-0,063230139	18,0147271	18:0:53,02
ISYA	JAM 19	-22,9315604	-0,063554332	19,2766544	19:16:35,96
SUBUH	JAM 21 HARISEBLUMNYA	-23,0092222	-0,056386058	3,95875719	3:57:31,53
WAKTU SALAT AW		DEK	E0T	Waktu Salat	
DHUHUR	JAM 12	-22,9588723	-0,061216283	11,6956607	11:41:44,38
ASHAR	JAM 15	-22,948056	-0,062191448	15,1433992	15:8:36,24
MAGRIB	JAM 18	-22,9371205	-0,06316519	18,0146829	18:0:52,86
ISYA	JAM 19	-22,9334489	-0,063489452	19,2766305	19:16:35,87
SUBUH	JAM 21 HARISEBLUMNYA	-23,0111647	-0,056319679	3,95864547	3:57:31,12

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Ahmad Ghozali
Alamat	: PP al-Mubarok Lanbulan Babrosang, kec Tambelangan. Sampang. Madura
Tempat/Tanggal Lahir	: Sampang, 7 Januari 1979
Jabatan	: Pengasuh Pondok Pesantren al-Mubarok Lanbulan
No. Telepon/Hp	: 0852 2169 11 1911
Email	: —

Menyatakan Bahwa :

Nama	: Ahmad Syarif Hidayatulloh
Alamat	: 132611047
Tempat/Tanggal Lahir	: Malang, 02 Desember 1994
Universitas	: UIN Walisongo Semarang
Fakultas/Jurusan	: Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Skripsi	:

"Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dalam Buku Mekanika Benda Langit dan Buku Anfa'ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat"

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada Rabu, 13 Februari 2017

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Madura, 13 Februari 2017

Yang Menyatakan

H. Ahmad Ghozali

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Dr. Rinto Anugraha
Alamat	: krangkungan, RT/Rw 003/008 Kb 20 Condong Catur Sleman
Tempat/Tanggal Lahir	: Jakarta, 27 September 1974
Jabatan	: Dosen FMIPA UGM Yogyakarta
No. Telepon/Hp	: 0858 7838 4054
Email	: Rinto@ugm.ac.id

Menyatakan Bahwa :

Nama	: Ahmad Syarif Hidayatulloh
Alamat	: 132611047
Tempat/Tanggal Lahir	: Malang, 02 Desember 1994
Universitas	: UIN Walisongo Semarang
Fakultas/Jurusan	: Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Skripsi	:

"Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dalam Buku Mekanika Benda Langit dan Buku Anfa'ul Wasilah Serta Pengaruhnya Terhadap Awal Waktu Salat"

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada...Jumat, 17 Maret 2017.....

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Maret 2017

Yang Menyatakan

Dr. Rinto Anugraha, M.Si