

**STUDI KOMPARASI ALGORITMA *EQUATION OF TIME*  
VERSI JEAN MEEUS DAN NEWCOMB**

**S K R I P S I**

Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)

dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh:

**KHOZINUR ROHMAN**

**NIM : 1 2 2 1 1 1 0 6 3**

**PRODI ILMU FALAK**

**FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

**SEMARANG**

**2016**

Drs. H. Slamet Hambali, MSI.  
Jl. Candi Permata II/180  
Pasadena Semarang

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Khozinur Rohman

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 skripsi saudara :

Nama : Khozinur Rohman  
NIM : 122111063

Judul Skripsi : **Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi  
Jean Meeus dan Newcomb**

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 09 Juni 2016



Pembimbing II

Drs. H. Slamet Hambali, MSI.  
NIP. 19540805 198003 1 004

Drs. H. Maksun, M.Ag.  
Perum Griya Indopermai A 22  
Tambak Aji Ngaliyan Semarang

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Khozinur Rohman

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 skripsi saudara :

Nama : Khozinur Rohman

NIM : 122111063


Judul Skripsi : **Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi  
Jean Meeus dan Newcomb**

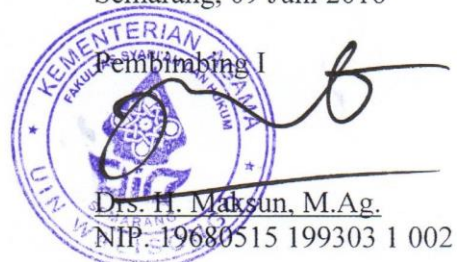
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqsyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 09 Juni 2016

Pembimbing I  
  
Drs. H. Maksun, M.Ag.  
NIP. 19680515 199303 1 002





**PENGESAHAN**

Nama : Khozinur Rohman  
N I M : 122111063  
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum/Ilmu Falak  
Judul : Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi Jean Meeus dan Newcomb


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

**15 Juni 2016**

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2015/2016 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.

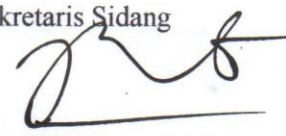
Semarang, 15 Juni 2016


Dewan Penguji,  
Ketua Sidang

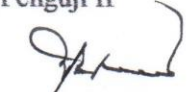
  
Dr. Rokhmadi, M.Ag.  
NIP. 19660318 199403 1 002  
Penguji I



Sekretaris Sidang

  
Drs. H. Maksun, M.Ag.  
NIP. 19680515 199303 1 002  
Penguji II

  
Dr. H. Mohammad Arja Imroni, M.Ag.  
NIP. 19690709 199703 1 001  
Pembimbing I

  
Dr. H. Tolkhatul Khoir, M.Ag.  
NIP. 19770120 200501 1 005  
Pembimbing II

  
Drs. H. Maksun, M. Ag.  
NIP. 19680515 199303 1 002

  
Drs. H. Slamet Hambali, MSI.  
NIP. 19540805 198003 1 004

## MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا  
عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”. (QS. Yunus : 5)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Departemen Agama RI, *Mushaf Al-Qur'an Terjemah*, Jakarta: Al-Huda, 2002, hlm. 205.

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda **Badruzzaman** dan Ibunda **Siti Rohaeni**  
yang dengan sabar, tulus dan penuh kasih sayang  
mendidik dan merawat penulis sejak kecil

Kakak-kakak Penulis

Ananda **Saifur Rohman** dan **Jamaluddin Rohman** (Alm)  
yang selalu memberikan semangat kepada penulis  
untuk dapat memberikan yang terbaik

Adik-adik Penulis

Ananda **Ahmad Syaerozi**, **Ahmad Hanif** dan **Ahmad Nahdli Habibi**  
Kalian adalah sumber inspirasi dan motivasi  
untuk membuat penulis menjadi pribadi yang lebih baik

Guru-guru Penulis

Al-Maghfurlah **KH. Masruri Abdul Mughni**  
Guru-guru almamater penulis sejak kecil

Terakhir

**KHAYYU KHALIDAH HANUM**

You Are The Best Thing That Ever Happened

## DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.



## ABSTRAK

Urgensi *equation of time* dalam kajian ilmu falak sebagai salah satu komponen pengubah waktu salat hakiki ke dalam waktu salat daerah mempunyai varian algoritma dan tingkat akurasi yang berbeda. Pada skripsi ini, penulis mengkomparasikan algoritma *equation of time* versi Jean Meeus dan Newcomb karena algoritma Jean Meeus mudah dipelajari, bersifat *debugging* dan menjadi rujukan para ahli astronomi saat ini. Sementara itu algoritma Newcomb merupakan dasar dari perhitungan Almanak Nautika yang saat ini juga menjadi rujukan para ahli astronomi untuk pengambilan data tentang pergerakan Matahari dan Bulan.

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah tentang bagaimana komparasi dan akurasi *equation of time* versi Jean Meeus dan Newcomb? dan apa kelebihan dan kekurangan algoritma *equation of time* versi Jean Meeus dan Newcomb?

Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan jenis penelitian studi kepustakaan (*library research*) dengan menelaah rumus-rumus yang ada pada algoritma *equation of time* baik versi Jean Meeus maupun Newcomb. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus, buku *A Compendium of Spherical Astronomy* karya Newcomb, buku *Mekanika Benda Langit* karya Rinto Anugraha dan makalah *Perhitungan Awal Bulan Menurut Sistem Newcomb* karya Abdur Rachim. Dari sumber data tersebut kemudian dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode komparatif dengan melakukan proses *content analysis* terlebih dahulu.

Adapun hasil dari penelitian ini adalah algoritma *equation of time* versi Jean Meeus dan Newcomb memiliki nilai selisih pada hitungan detik yang selalu berubah-ubah. Selisih ini terjadi karena Jean Meeus menggunakan *epoch* J2000 yang mana menghasilkan data Matahari lebih akurat daripada Newcomb yang menggunakan *epoch* 1960. Hasil penelitian selanjutnya adalah algoritma *equation of time* Jean Meeus memiliki kelebihan antara lain menggunakan koreksi nutasi pada bujur dan ekliptik, sehingga menghasilkan nilai *equation of time* yang lebih akurat dibandingkan dengan algoritma Newcomb.

Kata kunci: ***Equation of time*, Algoritma, Jean Meus, New Comb.**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada *Illahi Rabbi* Allah SWT yang telah memberikan nafas, hidup dan nikmat yang tidak terhitung kepada semua insan. Atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul: **Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi Jean Meeus dan Newcomb**. Salawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai Nabi yang agung, Nabi yang telah membawa Islam dan al-Quran, sehingga menjadi pedoman bagi seluruh manusia.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini bukan semata hasil jerih payah dan usaha penulis semata, akan tetapi banyak pihak-pihak yang turut serta membantu penulis baik secara moriil maupun materiil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Badruzzaman dan Ibunda Siti Rohaeni, yang telah mendidik penulis sejak kecil.
2. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan wakil Dekan, yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk menulis skripsi ini dan memberikan fasilitas belajar kepada penulis hingga selesai.
3. Drs. H. Maksun, M.Ag., selaku pembimbing I, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini.
4. Drs. H. Slamet Hambali, MSI., selaku pembimbing II, atas bimbingan berupa saran dan masukan terkait materi dalam skripsi ini.
5. Para pengelola Prodi Ilmu Falak, Ahmad Syifaul Anam, S.HI., MH. Drs. H. Suwanto, MM., yang telah banyak membantu dalam hal administrasi demi selesainya penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum yang telah memberikan ilmu dan membuka pemikiran-pemikiran baru bagi penulis.
7. Kementrian Agama RI yang telah memberikan beasiswa bagi penulis selama 4 tahun menempuh studi di UIN Walisongo Semarang.
8. Dr. Eng. Rinto Anugraha dan Mutoha Arkanuddin yang telah meluangkan waktunya kepada penulis untuk berdiskusi perihal materi-materi dalam skripsi ini.

9. KH. Sirodj Khudlori, DR. KH. Ahmad Izzuddin M.Ag., selaku pengasuh Pondok Pesantren Daarun Najaah Semarang, yang telah mengasuh penulis dengan sabar dan ikhlas.
10. KH. Masruri Abdul Mughni (alm) dan KH. Mukhlas Hasyim, selaku pengasuh Pondok Pesantren Al-Hikmah 2 Brebes, yang telah memberikan ilmu manfaat kepada penulis dan menginspirasi penulis lewat *akhlaqul karimah*nya.
11. Dra. Nur'aeni, M.Ag. beserta keluarga, yang telah membantu penulis untuk melanjutkan studi di UIN Walisongo Semarang.
12. Guru-guru penulis sejak kecil yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu.
13. Khayyu Khalidah Hanum beserta keluarga, yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang.
14. Teman-teman BABARBLAST (Mahasiswa Ilmu Falak 2012) yang selalu meramaikan hari-hari penulis lewat canda-candaan yang menyegarkan. Imam Ghozeli (Surabaya), Nur Sidqon (Kendal), Moh. Salapudin (Tegal), Masykur Rozi (Yogyakarta), Riza Afrian Mustaqim (Aceh), Moch. Aminullah (Malang), Jafar Shodiq (Kebumen), Imam Qusthalani (Rembang), Adi Misbahul Huda (Lampung), Zaenal Abidin (Lamongan), Bangkit Riyanto (Merauke), M. Khoirul Umam (Kaliwungu), M. Rif'an Syadzali (Pasuruan), M. Ibnu Taimiyyah (Gresik), Rijaluddin (Majalengka), M. Faishol Amin (Gresik), Lukman (Lumajang), Abdullah Sampulawa (Ambon), Zul Amri Fathinul Inshafi (Kalimantan), Badrul Munir (Jambi), Imam Baihaqi (Pekalongan), Tubagus Mansur (Kudus), Ulil Abshar (Kudus), A. Faisal Fahmi, alm (Magelang), M. Fakhruddin (Blora), Nurul Badriyah (Demak), Ruwaidah (Karimun Jawa), Maimuna (Bangka Belitung), Li'izza Diana Manzil (Lamongan), Fitri Kholila (Palembang), Risya Himayatika (Brebes), Siti Mukarromah (Kebumen), Desi Fitrianti (Gorontalo), Fitria Dewi Nurcholifah (Nganjuk), Ilmi Mukarromah (Kendal), Asma Rimadani (Padang), Ummul Maghfuroh (Batang) dan Nurul I'anatul Fajriyyah (Tuban), kalian semua luar biasa.

Tidak ada yang bisa penulis berikan kecuali kata terima kasih dan doa semoga Allah SWT menerima semua kebaikan yang telah kalian berikan dan memudahkan segala urusan kalian serta membalasnya dengan balasan yang lebih baik. *Jazakumullah Khairan.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan dan masih kurangnya pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja terdapat kekurangan . Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Amin.

Semarang, 9 Juni 2013

Penulis,



**Khozinur Rohman**

NIM. 122111063

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
DEKLARASI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi

### BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan masalah .....	8
C. Tujuan Penelitian .....	9
D. Manfaat Penelitian .....	9
E. Telah Pustaka .....	9
F. Metode Penelitian .....	11
1. Jenis Penelitian .....	11
2. Sumber Data .....	11
3. Metode Pengumpulan Data .....	12
4. Metode Analisis Data .....	13
G. Sistematika Penulisan .....	15

### BAB II : TINJAUAN UMUM TENTANG *EQUATION OF TIME*

A. Hukum Kepler .....	17
B. Gerak Matahari dan Bumi.....	21
1. Gerak Matahari .....	23
2. Gerak Bumi .....	26

C. <i>Equation of Time</i> .....	33
D. Almanak Nautika .....	38
<b>BAB III : ALGORITMA <i>EQUATION OF TIME</i> VERSI JEAN MEEUS DAN NEWCOMB</b>	
A. Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus .....	41
1. Biografi Jean Meeus.....	41
2. Hasil Karya Jean Meeus.....	42
3. Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus .....	42
B. Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Newcomb .....	59
1. Biografi Simon Newcomb .....	59
2. Hasil Karya Newcomb .....	62
3. Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Newcomb .....	67
<b>BAB IV : ANALISIS KOMPARASI ALGORITMA <i>EQUATION OF TIME</i> VERSI JEAN MEEUS DAN NEWCOMB</b>	
A. Uji Komparasi dan Analisis Hasil Perhitungan <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus dan Newcob Menggunakan Parameter Almanak Nautika .....	73
1. Hasil Perhitungan <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus..	73
2. Hasil Perhitungan <i>Equation of Time</i> Versi Newcomb ....	77
3. Komparasi Hasil Perhitungan <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus dan Newcomb Menggunakan Almanak Nautika	80
4. Analisis Komparasi Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus dan Newcomb.....	83
B. Kelebihan dan Kekurangan Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus dan Newcomb.....	88
1. Kelebihan dan Kekurangan Algoritma <i>Equation of Time</i> Jean Meeus .....	88
2. Kelebihan dan Kekurangan Algoritma <i>Equation of Time</i> Newcomb .....	90

**BAB V : PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	92
B. Saran .....	93
C. Penutup .....	94

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Hukum Kepler I.....	18
Gambar 2.2	Ilustrasi Hukum Kepler II .....	19
Gambar 2.3	Ilustrasi Hukum Kepler III .....	20
Gambar 2.4	Tabel Hasil Observasi Kepler Tentang Hukum Ketiga dengan Satuan AU .....	21
Gambar 2.5	Kemiringan Ekliptika Bumi sebesar $23,5^{\circ}$ .....	24
Gambar 2.6	Sistem Koordinat Bumi.....	27
Gambar 2.7	Rotasi Bumi.....	28
Gambar 2.8	Efek Koriolis dari Rotasi Bumi yang Mengakibatkan Pembelokan Arah Angin.....	29
Gambar 2.9	Pergantian Musim Akibat Revolusi .....	30
Gambar 2.10	Gerak Semu Tahunan Matahari .....	30
Gambar 2.11	Parallaks Bintang .....	31
Gambar 2.12	Presisi .....	32
Gambar 2.13	Nutasi .....	33
Gambar 2.14	<i>Equation Center</i> (ESM) .....	34
Gambar 2.15	Ilustrasi <i>Vernal Equinox</i> .....	36
Gambar 2.16	Grafik <i>Equation of Time</i> Versi Muhyiddin Khazin.....	37
Gambar 2.17	<i>Equation of Time</i> dalam Almanak Nautika.....	40
Gambar 4.1	Kemiringan Ekliptika Newcomb.....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Equation of Time</i> Hasil Penelitian Jean Meeus .....	37
Tabel 3.1	Data Periodik Untuk Nutasi Pada Bujur.....	54
Tabel 3.2	Tabel Periodik Untuk Nutasi Pada Kemiringan Ekliptika ( $\Delta\epsilon$ )	57
Tabel 3.3	Tahun dalam Sistem Newcomb.....	69
Tabel 3.4	Bulan dalam Sistem Newcomb .....	69
Tabel 3.5	Hari dalam Sistem Newcomb.....	70
Tabel 4.1	Data Astronomi Versi Newcomb Pada Tanggal 4 Mei 2016..	77
Tabel 4.2	<i>Equation of Time</i> Dengan Nilai 0 Menit .....	81
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>Equation of Time</i> Pada Bulan Mei 2016....	82
Tabel 4.4	Komparasi Algoritma <i>Equation of Time</i> Versi Jean Meeus dan Newcomb.....	88