

**KAJIAN TINGKAT *ISTIWA*'  
DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT BUMI  
(Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*)  
dan *Google Earth*)**



**TESIS MAGISTER**

Dibuat dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan  
untuk memperoleh Gelar Magister Ilmu Falak

Oleh  
**ANISAH BUDIWATI**  
**NIM : 115112090**

**PROGRAM MAGISTER**

**PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2013**



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO  
PROGRAM PASCASARJANA**

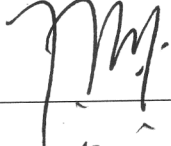
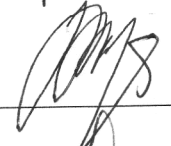
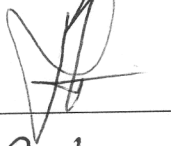

Jl. Walisongo 3-5, Semarang. Tlp/ Fax: 024-7614454,70774414

**PENGESAHAN MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS**

Yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis saudara :

Nama : Anisah Budiwati  
NIM : 115112090  
Judul : Kajian Tingkat *Istiwa'* dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi  
(Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*) dan  
*Google Earth*)

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS dalam Ujian Tesis Program Magister

Nama	Tanggal	Tandatangan
<u>Dr. H. Ilyas Supena, M.Ag</u> Ketua/ Penguji	<u>23 Juli 2013</u>	
<u>Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag</u> Pembimbing/ Penguji	<u>20 Juli 2013</u>	
<u>Drs. H. Slamet Hambali, M.SI</u> Penguji 1	<u>17 Juli 2013</u>	
<u>Dr. H. Rупii Amri, M.Ag</u> Penguji 2	<u>18 Juli 2013</u>	

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

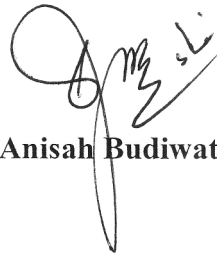
Dengan penuh kejujuran dan tanggungjawab, saya, Anisah Budiwati, NIM 115112090, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini :

1. Seluruhnya merupakan karya saya sendiri dan belum pernah diterbitkan dalam bentuk dan untuk keperluan apapun.
2. Tidak berisi material yang pernah ditulis oleh orang lain kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan rujukan dalam penulisan makalah ini.

Saya bersedia menerima sanksi dari Program Pascasarjana apabila di kemudian hari ditemukan ketidakbenaran dari pernyataan ini.

Semarang, 17 Juli 2013

Penulis,



**Anisah Budiwati**

## ABSTRAK

Sampai saat ini, penentuan posisi atau titik koordinat suatu tempat di permukaan Bumi dengan bantuan teknologi yakni GPS (*Global Positioning System*) ataupun *google earth* dirasa masih bersifat *konsumtif pasif*. Jika melihat penggunaan teknologi GPS dan *google earth* baik oleh para praktisi ilmu falak maupun masyarakat lainnya hanya sebatas konsumtif tanpa adanya upaya *analitis kritis*. Kesulitan timbul manakala sistem satelit yang tersedia pada GPS ataupun data yang ditampilkan pada *google earth* dalam kondisi *error mistakes*. Terbatasnya akses GPS maupun *google earth* pun sangat terasa bagi masyarakat yang berada di daerah yang belum terjamah teknologi. Kemungkinan yang bisa dilakukan masyarakat yang kesulitan akses tersebut adalah menggunakan metode penentuan titik koordinat yang lebih praktis yakni tongkat *istiwa'*. Untuk itu, sangat perlu dibahas bagaimana teori, metode, dan aplikasi tongkat *istiwa'* dengan perbandingannya dengan GPS dan *google earth*.

Tesis ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat *deskriptif analitik*. Dalam rangka mengulas lebih mendalam baik dari segi teori, aplikasi maupun akurasi tongkat *istiwa'*, maka dalam analisisnya dilakukan perbandingan dengan GPS dan *google earth*. Oleh karena itu kajian ini fokus pada penelitian lapangan dengan sumber data primer hasil pengamatan dan dokumentasi menjadi data sekunder. Kemudian dilakukan analisis *deskriptif-analitik matematis* untuk diketahui kajian tongkat *istiwa'* dalam fungsinya menentukan titik koordinat Bumi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tongkat *istiwa'* adalah salah satu alternatif penentuan titik koordinat Bumi yang memiliki teori perhitungan *spherical trigonometry*. Sedangkan GPS dan *google earth* menggunakan prinsip keilmuan geodesi yang lebih teliti dari tongkat *istiwa'*. Berdasarkan pada perbandingan ke tiga metode penentuan titik koordinat Bumi tersebut, maka secara teori terbagi menjadi dua keilmuan yakni astronomi yang digunakan oleh tongkat *istiwa'* dan geodesi yang digunakan oleh GPS dan *google earth*. Sedangkan dalam segi aplikasi, metode metode paling praktis dan akurat dari ketiga alat itu secara berurutan adalah GPS, *google earth*, dan tongkat *istiwa'*.

Kata kunci : *Titik Koordinat Bumi, Tongkat Istiwa', GPS, dan Google Earth.*

## ABSTRACT

Until now, the using of GPS (*Global Positioning System*) and *google earth* to determination of the position on the Earth's surface is still passive consumptive. The using of GPS technology and *google earth* both by practitioners and other community astronomy was limited to consumer without any analytical efforts critical. Difficulties arise when the system is available on the GPS satellites or data displayed on *google earth* in an error condition mistakes. Limited access to GPS and *google earth* was very pronounced for people who are in an unspoiled area of technology. Possibility can the community who lack access are using the method of determining the coordinates of a more practical the *istiwa'* stick. Because of this problems, the study of the theories, methods, and applications *istiwa'* stick by comparison with GPS and *google earth* is very important.

This thesis is a qualitative research which using the descriptive and analytical. In order to review more in depth both in terms of theory, application and accuracy of the *istiwa'* stick, then the analysis is done in comparison with GPS and *google earth*. Therefore this study focused on field research with observations as primary data sources and documentation as secondary data. Then performed a mathematical analysis of the descriptive-analytic study to know the *istiwa'* stick in the function of determining the coordinates of the Earth.

Results of this study conclude that *istiwa'* stick is an alternative determination of the coordinates of the Earth that has a theoretical calculation of *spherical trigonometry*. While GPS and *google earth* using geodetic science principles more thoroughly than *istiwa'* stick. Based on a comparison of the three methods of determining the coordinates of the Earth, then it is theoretically divided into two theories ; astronomical science that is used by *istiwa'* stick and geodetic science that is used by GPS and *google earth*. While in terms of applications, the most practical method and accurate method of the three tools in sequence it is GPS, *google earth* and *istiwa'* stick.

Keywords: *Coordinate of the Earth, Istiwa' Stick, GPS, and Google Earth.*

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan kepada manusia dengan perantaraan *qalam* atas segala sesuatu yang belum diketahuinya. Shalawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada Nabi besar Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* beserta keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya yang telah membimbing manusia dari jalan kegelapan menuju zaman yang terang benderang dengan cahaya Islam.

Setelah melalui proses panjang menempuh perkuliahan dan penelitian, alhamdulillah tesis ini akhirnya selesai juga. Berawal dari pembelajaran teoritik literatur maupun perkuliahan dan bimbingan guru-guru ilmu falak dalam berbagai kegiatan praktik di lapangan, penulis terinspirasi untuk dapat mengelaborasi konsep penentuan titik koordinat secara praktis tanpa teknologi. Karena pada kenyataannya, tidak semua masyarakat memiliki alat teknologi untuk dapat menentukan posisi secara tepat. Apalagi, selama ini penggunaan GPS *hanheld* yang sering digunakan para pengukur arah kiblat masih bersifat *konsumtif pasif*, belum ada sikap kritis dalam membangun keakuratan data. Dengan demikian, kajian ini menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan penelitian.

Tentunya, proses penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah banyak membantu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih, terutama kepada:

1. Rektor IAIN Walisongo, Prof. Dr. Muhibbin, M.Ag yang telah memberikan kesempatan penulis untuk belajar di pascasarjana IAIN Walisongo Semarang
2. Direktur pascasarjana IAIN Walisongo, Prof. Dr. H. Ibnu Hadjar, M.Ed yang juga telah memberikan semangat pembelajaran ilmu falak di kampus.
3. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag, sebagai pembimbing yang di sela-sela kesibukannya menjadi Kasubdit Pembinaan Syariat Kemenag RI, tetap dapat memberikan arahan dan motivasi untuk dapat segera selesai dengan baik.
4. Dosen inspirator ilmu falak, Drs. H. Slamet Hambali, M.SI dan Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag yang selalu memberikan teladan antara guru dan murid yang berkolaborasi dalam mengembangkan ilmu falak.

5. Seluruh dosen pascasarjana yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan dorongan, bantuan dan motivasi.
6. Kedua orangtua, Agus Muhammad Rosid, MPd dan Oom Komalasari, MPd yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis untuk senantiasa melaksanakan hal apapun dengan baik.
7. Kepada kakak dan adik-adiku di Garut, Arif Abdullah Muharram, MPd, Ilma Yulianti, S.Pd, Rahmi Dzulhijjah, Taufiqurrahman, dan Rizkia Khairunnisa. Begitupula kepada kaka ipar dan keponakan, Dina Ratnasari Cahya, Putri Amelia, dan M. Azka Rasyid Azizy yang selalu menyemangati penulis dalam menempuh cita-cita.
8. Pengasuh Pondok Pesantren Daarun Najaah Jarakah Tugu Semarang, KH. Sirodj Khudori beserta keluarga yang senantiasa memberikan bimbingan untuk tidak melupakan jati diri sebagai seorang santriwati
9. Santriwan santriwati di Pesantren Daarun Najaah Jarakah Tugu Semarang, tempat di mana penulis bernaung dan bersosialisasi sehingga membangun semangat silaturahmi yang kuat

Begitu juga kepada pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu disini, semoga kebaikan apa yang telah mereka amalkan dapat memberikan manfaat dan dibalas setimpal oleh Tuhan yang Maha Esa.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat. Sebagaimana pepatah menyatakan *tidak ada gading yang tak retak*. Begitupula dengan tesis ini yang penulis sadari masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, berbagai saran, kritik, maupun masukan terhadap tesis ini sangat penulis apresiasi sebagai perbaikan di masa mendatang. Akhirnya, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan khazanah keilmuan falak.

Semarang, 17 Juli 2013  
Hormat saya,

Anisah Budiwati  
NIM. 115112090

## MOTTO

أَلَمْ تَرَ إِلَىٰ رَبِّكَ كَيْفَ مَدَّ الظِّلَّ وَلَوْ شَاءَ لَجَعَلَهُ  
سَاكِنًا ثُمَّ جَعَلْنَا الشَّمْسَ عَلَيْهِ دَلِيلًا ﴿٤٥﴾

*Artinya : “Apakah kamu tidak memperhatikan (penciptaan) Tuhanmu, bagaimana Dia memanjangkan (dan memendekkan) bayang-bayang; dan kalau Dia menghendaki niscaya Dia menjadikan tetap bayang-bayang itu, kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayang-bayang itu.” (al-Furqan ayat 45)<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an Al Karim dan Terjemahnya*, Semarang : PT. Karya Toha Putra, 1994, hlm. 711



## PERSEMBAHAN

Tesis ini dipersembahkan untuk :

*Kedua orangtuaku,  
Bapak Agus Muhamad Rosid, MPd dan Ibu Oom Komalasari, MPd,  
Kak Arif Abdullah Muharram, M.Pd, Dik Ilma Yulianti, S.Pd,  
Dik Rahmi Dzulhijah, Dik Taufiqurrahman,  
dan Dik Rizkia Khairunnisa di Garut  
Kaka ipar Dina Ratnasari Cahya dan keponakanku  
Putri Amelia Rahayu, dan M. Azka Rasyid Azizy  
Bapak Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag dan keluarga di Semarang  
Keluarga Besar Pondok Pesantren Darul Arqam Muhammadiyah Garut Keluarga  
Besar Pondok Pesantren Daarun Najaah Semarang*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pengesahan Majelis Penguji Ujian Tesis .....	ii
Pernyataan Keaslian Tesis .....	iii
Abstrak .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Motto .....	viii
Persembahan .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xvi
Pedoman Transliterasi Arab – Latin .....	xvii
Daftar Singkatan .....	xx
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Permasalahan .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
E. Batasan Penelitian .....	7
F. Kerangka Teori .....	8
G. Kajian Pustaka .....	9
H. Metodologi Penelitian .....	12
I. Sistematika Penulisan .....	15
<b>BAB II     METODE PENENTUAN TITIK KOORDINAT BUMI</b> .....	<b>16</b>
A. Definisi Sistem Koordinat .....	16
B. Klasifikasi Sistem Koordinat .....	18
B.1. Sistem Koordinat Astronomi .....	18
B.2. Sistem Koordinat Geodesi .....	22
C. Sejarah Penentuan Titik Koordinat Bumi .....	33

	C.1. Bentuk dan Ukuran Bumi .....	33
	C.2. Garis <i>International Date Line</i> .....	35
	D. Fungsi Titik Koordinat Bumi .....	40
	E. Metode Penentuan Titik Koordinat Bumi .....	42
	E.1. Menggunakan Tongkat <i>Istiwa'</i> .....	42
	E.2. Menggunakan GPS .....	50
	E.3. Menggunakan <i>Google Earth</i> .....	62
	F. Aplikasi Penentuan Titik Koordinat dalam Arah Kiblat .....	66
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENENTUAN TITIK KOORDINAT BUMI MENGUNAKAN TONGKAT <i>ISTIWA'</i>, GPS DAN <i>GOOGLE EARTH</i></b>	<b>78</b>
	A. Metode Penentuan Titik Koordinat Menggunakan Tongkat <i>Istiwa'</i> .....	78
	B. Metode Penentuan Titik Koordinat Menggunakan GPS .....	88
	C. Metode Penentuan Titik Koordinat Menggunakan <i>Google Earth</i> .....	96
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISIS PERBANDINGAN TONGKAT <i>ISTIWA'</i> DENGAN SISTEM GPS (<i>GLOBAL POSITIONING SYSTEM</i>) DAN <i>GOOGLE EARTH</i></b>	<b>101</b>
	A. Analisis Metode Penentuan Titik Koordinat Bumi dengan Tongkat <i>Istiwa'</i> .....	101
	B. Analisis Metode Penentuan Titik Koordinat Bumi dengan GPS ( <i>Global Positioning System</i> ).....	114
	C. Analisis Metode Penentuan Titik Koordinat dengan <i>Google Earth</i> .....	130
	D. Perbandingan Metode Tongkat <i>Istiwa'</i> dengan GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) dan <i>Google Earth</i> .....	137
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN PENUTUP</b>	<b>147</b>

A. Kesimpulan .....	147
B. Rekomendasi .....	148
C. Penutup .....	148

Daftar Pustaka

Glosari

Lampiran-lampiran

Riwayat Hidup

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tongkat <i>istiwa</i> ' (Sumber : <a href="http://www.pcnulebak.blogspot.com">www.pcnulebak.blogspot.com</a> )	2
Gambar 1.2	Skema kerja penelitian	14
Gambar 2.3	Sistem koordinat 2 dan 3 dimensi	17
Gambar 2.4	Bumi dianggap sebagai bola putar pada sumbu PQ	19
Gambar 2.5	Klasifikasi sistem koordinat berdasarkan parameternya	23
Gambar 2.6	Posisi titik dalam sistem koordinat geosentrik (kartesian dan geodetik)	24
Gambar 2.7	Posisi titik dalam sistem koordinat toposentrik	25
Gambar 2.8	sistem koordinat horizon (Sumber: <a href="http://www.elcielodelmes.com">www.elcielodelmes.com</a> )	28
Gambar 2.9	Satelit-satelit yang beredar di sekitar bumi (Stellarium 0.10.6.1)	29
Gambar 2.10	Sistem koordinat terestrial, celestial, dan orbital	30
Gambar 2.11	Klasifikasi penentuan tata koordinat	31
Gambar 2.12	Klasifikasi penentuan tata koordinat Bumi ( <i>Terrestrial</i> )	31
Gambar 2.13	Lintang geodetik, lintang geosentrik, dan lintang reduksi (Sumber: Kahar, 2008: 15)	32
Gambar 2.14	Penampang ekuatorial dari Bumi (geoid global), diadaptasi dari Vanicek & Krakiwsky (1986)	34
Gambar 2.15	Penampang meridian nol dari Bumi (geoid global), diadaptasi dari Vanicek & Krakiwsky (1986)	34
Gambar 2.16	Posisi garis batas Internasional dari 'Notes on the History of the Date or Calendar Line,' pada The New Zealand Journal of Science and Technology, Vol. XI, pp. 385-388	38
Gambar 2.17	Garis <i>international date line</i> (Sumber: <a href="http://worldatlas.com">worldatlas.com</a> )	39
Gambar 2.18	Sistem koordinat pada bola bumi	40
Gambar 2.19	Lintang dan bujur pada bola bumi	41
Gambar 2.20	Tongkat <i>istiwa</i> ' dengan bayangannya	43
Gambar 2.21	Bayangan tongkat <i>istiwa</i> ' membentuk kurva harian (Sumber: Ma'shum, t.th:16)	44
Gambar 2.22	Jam bencet ( <i>sundial</i> ) dan tongkat <i>istiwa</i> ' ( <i>miqyas</i> )	47
Gambar 2.23	Fungsi tongkat <i>Istiwa</i> '	49
Gambar 2.24	Konstelasi satelit GPS	51
Gambar 2.25	Jenis GPS : <i>hanheld</i> , <i>portable</i> , dan <i>surveying</i> (berbagai sumber website)	53
Gambar 2.26	Bagian belakang Garmin GPS 76 CSX	55
Gambar 2.27	Layar dan tombol-tombol Garmin GPS 76 CSX	55
Gambar 2.28	Bagian depan Garmin GPS 76 CSX	56
Gambar 2.29	Menu aplikasi pada Garmin GPS 76 CSX	57
Gambar 2.30	Insialisasi penerima GPS	57
Gambar 2.31	Satelit pertama Uni Soviet dan Amerika Serikat (Sumber : <a href="http://www.astronomi.us">www.astronomi.us</a> )	59
Gambar 2.32	Arah kiblat menggunakan tongkat <i>istiwa</i> '	67
Gambar 2.33	Aplikasi GPS dalam menentukan arah kiblat	69
Gambar 2.34	Memasukan kata kunci GoogleEarthWin.exe	70
Gambar 2.35	Hasil pencarian di file GoogleEarthWin.exe	70

Gambar 2.36	Salah satu alamat dari file GoogleEarthWin.exe	71
Gambar 2.37	Mengunduh <i>google earth</i>	71
Gambar 2.38	Beberapa persetujuan program <i>google earth</i>	72
Gambar 2.39	Memulai download <i>google earth</i>	72
Gambar 2.40	Proses mendownload <i>google earth</i>	72
Gambar 2.41	Membuka <i>google earth</i> pada Internet download manager	73
Gambar 2.42	Tampilan ikon <i>google earth</i> di halaman desktop	73
Gambar 2.43	(a)Tampilan splash screen dari <i>google earth</i> dan (b) Tampilan jendela <i>google earth</i> ketika baru diaktifkan	73
Gambar 2.44	Menyimpan lokasi pada My Places menggunakan icon paku	74
Gambar 2.45	Meletakkan penggaris pada lokasi	74
Gambar 2.46	Tampilan penggaris ketika ditarik ke Ka'bah	75
Gambar 2.47	Menyimpan garisan kiblat Garut ke Ka'bah di "My Places"	75
Gambar 2.48	Tampilan arah kiblat Masjid Agung Jawa Barat dari atas	76
Gambar 2.49	Tampilan arah kiblat Masjid Agung Demak Jawa Tengah	76
Gambar 3.50	Contoh receiver GPS tipe pemetaan	79
Gambar 3.51	Contoh receiver GPS tipe geodetik	81
Gambar 3.52	Deklinasi Matahari dan jarak zenith	84
Gambar 3.53	Kedudukan Matahari utara pada lintang Bumi $7^{\circ}$ LS	85
Gambar 3.54	Bentuk bayangan matahari pada saat kulminasi	87
Gambar 3.55	Deklinasi matahari utara pada lintang yang berbeda	88
Gambar 3.56	Tiga segmen GPS (Sumber: Abidin, 1998)	90
Gambar 3.57	Foto stasiun MS yang juga GAS di Diego Garcia (Sumber : <a href="http://www.colorado.edu">www.colorado.edu</a> )	93
Gambar 3.58	Contoh receiver GPS tipe navigasi (sipil dan militer)	94
Gambar 3.59	Contoh receiver GPS tipe navigasi	95
Gambar 3.60	Contoh receiver GPS tipe pemetaan	95
Gambar 3.61	Contoh receiver GPS tipe geodetik	96
Gambar 4.62	Posisi zenit, deklinasi, dan lintang tempat pada bola langit	102
Gambar 4.63	Peralatan pengamatan Matahari	104
Gambar 4.64	Pengambilan cahaya Matahari saat zawal untuk mengetahui zenit Matahari	105
Gambar 4.65	Bayangan tongkat pada pkl. 11: 57: 59 WIB di Masjid Baiturrahman Simpang Lima Semarang pada 25 April 2013	110
Gambar 4.66	Bayangan tongkat pada pkl. 11: 35: 00 WIB pada tanggal 5 Mei 2013 di Ponpes Daarun Najaah Putri	113
Gambar 4.67	Orbit dan posisi satelit di sekitar Bumi	118
Gambar 4.68	DOP yang buruk (Sumber: lbprastdp.staff.ipb.ac.id)	119
Gambar 4.69	DOP yang baik (Sumber: lbprastdp.staff.ipb.ac.id)	120
Gambar 4.70	DOP yang baik dengan pengamatan yang buruk (Sumber: lbprastdp.staff.ipb.ac.id)	120
Gambar 4.71	Daerah ionosfer siang dan malam	122
Gambar 4.72	Observasi pengamatan GPS pada tanggal 20 September 2012 di kampus I IAIN Walisongo	127
Gambar 4.73	Observasi pengamatan GPS di Kelurahan Jarakah Tugu Semarang pada tanggal 13 Maret 2013	128
Gambar 4.74	About <i>google earth</i> yang diakses pada 18 Mei 2013	133
Gambar 4.75	Akses hasil gambar <i>google earth</i> pada tanggal 17 Maret 2013	135

Gambar 4.76	Akses hasil gambar <i>google earth</i> pada tanggal 17 Maret 2013	136
Gambar 4.77	Hasil pengamatan tongkat <i>istiwa'</i> pada 30 April 2013 di Masjid Baiturrahman Simpang Lima Semarang	137
Gambar 4.78	Hasil pengamatan GPS pada tanggal 30 April 2013 di Masjid Baiturrahman Simpang Lima Semarang	138
Gambar 4.79	Hasil pengamatan <i>google earth</i> pada tanggal 30 April 2013 dengan lokasi Masjid Baiturrahman Simpang Lima Semarang	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data deklinasi dan <i>equation of time</i> pada 25 April 2013	109
Tabel 4.2.	Hasil data perhitungan lintang di Masjid Baiturrahman Simpang Lima pada 25 April 2013	110
Tabel 4.3.	Hasil data perhitungan bujur di Masjid Baiturrahman Simpang Lima Semarang pada 25 April 2013	111
Tabel 4.4.	Perbedaan titik koordinat hasil GPS dan tongkat <i>istiwa'</i> pada 25 April 2013	111
Tabel 4.5.	Hasil pengamatan lintang di Ponpes Daarun Najaah pada 5 Mei 2013	113
Tabel 4.6.	Hasil pengamatan Bujur di Ponpes Daarun Najaah tanggal 5 Mei 2013	114
Tabel 4.7.	Perbedaan titik koordinat hasil GPS dan tongkat <i>istiwa'</i> pada 5 Mei 2013	114
Tabel 4.8.	Pengamatan GPS di halaman kampus I IAIN Walisongo pada tanggal 20 September 2012	127
Tabel 4.9.	Pengamatan GPS di Kelurahan Jrasah Tugu Semarang pada tanggal 13 Maret 2013	129
Tabel 4.10.	Data lintang dan bujur menggunakan tongkat <i>istiwa'</i> , GPS, dan <i>google earth</i>	139
Tabel 4.11.	Selisih data lintang tongkat <i>istiwa'</i> dan GPS	140
Tabel 4. 12.	Selisih data lintang GPS dan <i>google earth</i>	140
Tabel 4. 13.	Selisih data bujur GPS dan <i>google earth</i>	140
Tabel 4. 14.	Perbandingan sudut arah kiblat dengan input data (dari tongkat <i>istiwa'</i> , GPS, dan <i>google earth</i> )	141
Tabel 4. 15.	Selisih sudut kiblat (input data tongkat <i>istiwa'</i> dan GPS) dalam satuan jarak	143



## PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman transliterasi Arab-Latin berdasarkan SKB Menteri Agama dan Menteri P&K RI nomor: 158/1987 dan nomor: 0543 b/U/1987, tertanggal 22 Januari 1988.

### 1. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf latin	Keterangan
ا	alif	-	tidak dilambangkan
ب	bā'	Bb	-
ت	tā'	Tt	-
ث	śā'	Śś	es dengan titik di atas
ج	jīm	Jj	-
ح	ḥā'	Ḥḥ	ha dengan satu titik di bawah
خ	khā'	Khkh	-
د	dāl	Dd	-
ذ	zāl	Ẓẓ	z dengan satu titik di atas
ر	rā'	Rr	-
ز	zāi	Zz	-
س	sīn	Ss	-
ش	syīn	Ssys	-
ص	ṣād	Ṣṣ	s dengan satu titik di bawah
ض	ḍād	ḌḌ	d dengan satu titik di bawah
ط	ṭā'	Ṭṭ	t dengan satu titik di bawah
ظ	ẓā'	ẒẒ	z dengan satu titik di bawah
ع	'ain	'	koma terbalik

غ	gain	Gg	-
ف	fā'	Ff	-
ق	qāf	Qq	-
ك	kāf	Kk	-
ل	lām	Ll	-
م	mīm	Mm	-
ن	nūn	Nn	-
ه	hā'	Hh	-
و	wāwu	Ww	-
ء	hamzah	Tidak dilambangkan atau '	Apostrof, tetapi lambang ini tidak dipergunakan untuk hamzah di awal kata
ي	yā'	Yy	-

## 2. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap, termasuk tanda *syaddah*, ditulis rangkap.

Contoh: رَبَّكَ ditulis *rabbaka*, الْحَدُّ ditulis *al-haddu*.

## 3. Vokal

### a. Vokal Pendek

Vokal/*harakat fathah* ditulis *a*, *kasrah* ditulis *i*, dan *ḍammah* ditulis *u*.

Contoh: سُئِلَ ditulis *su'ila*, ذُكِرَ ditulis *zūkira*.

### b. Vokal Panjang

Vokal panjang (*māddah*), yang dalam tulisan Arab menggunakan harakat dan huruf, ditulis dengan huruf dan tanda caron ( ¯ ) di atasnya: *ā*, *ī*, *ū*.

Contoh: قَالَا ditulis *qāla*, قِيلَا ditulis *qīla*, يُقُولُ ditulis *yaqūlu*.

### c. Vokal Rangkap

1) Fathah + *yā'* mati ditulis *ai*, seperti كَيْفَ ditulis *kaifa*.

2) Fathah + *wāwu* mati ditulis *au*, seperti حَوْلٌ ditulis *ḥaula*.

#### 4. Ta' marbutah

- a. *Ta' marbutah* yang dibaca mati (*sukūn*) ditulis *hm* kecuali kata Arab yang sudah terserap menjadi bahasa Indonesia, seperti *salat*, *zakat*, *tobat*, dan sebagainya.

Contoh: طلحة ditulis *ḥalḥah*.

- b. *Ta' marbutah* yang diikuti kata sandang *al*, jika dibaca terpisah atau dimatikan, ditulis *h*.

Contoh: رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ ditulis *rauḍah al-afḥāl*. Jika dibaca menjadi satu dan dihidupkan ditulis *t*.

#### 5. Kata Sandang Alif + Lam (ال)

- a. Kata sandang diikuti huruf *syamsiyah* ditulis sesuai dengan bunyinya (sama dengan huruf yang mengikutinya, dan dipisahkan dengan tanda [-]).

Contoh: الرَّجُلُ ditulis *ar-rajulu*, الشَّمْسُ ditulis *asy-syamsu*.

- b. Kata sandang diikuti huruf *qamariyah* ditulis *al-* dan dipisahkan tanda [-] dengan huruf berikutnya.

Contoh: الْبَدِيعُ ditulis *al-badī'u*, الْجَلَالُ ditulis *al-jalālu*.

#### 6. Kata dalam Rangkaian Frasa atau Kalimat

- a. Jika rangkaian kata tidak mengubah bacaan, ditulis terpisah/kata per kata, atau  
atau  
b. Jika rangkaian kata mengubah bacaan menjadi satu, ditulis menurut bunyi/pengucapannya, atau dipisah dalam rangkaian tersebut.

Contoh: خَيْرُ الرَّازِقِينَ ditulis *khair al-rāziqīn* atau *khairurrāziqīn*.

## DAFTAR SINGKATAN

AST	: Apparent Solar Time
B	: Barat
BB	: Bujur Barat
BT	: Bujur Timur
DOP	: Dilution of Precision
e	: Equation of time
EUV	: ultra violet ekstrim
GDOP	: Geometric Dilution of Precision
GIS	: Geographic Information System
GMT	: Greenwich Mean Time
GPS	: Global Positioning System
LS	: Lintang Selatan
LU	: Lintang Utara
MMT	: Mekah Mean Time
MP	: Meridian Pass
S	: Selatan
T	: Timur
U	: Utara
WGS 84	: World Geodetic System 1984
WIB	: Waktu Indonesia Bagian Barat
WITA	: Waktu Indonesia Bagian Tengah
WIT	: Waktu Indonesia Bagian Timur