

**IMPLEMENTASI TITIK KOORDINAT TENGAH KOTA DAN
KABUPATEN DALAM PERHITUNGAN
JADWAL WAKTU SALAT**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
guna Memperoleh Gelar Magister
dalam Ilmu Falak



oleh:

Moelki Fahmi Ardliansyah

NIM: 1500028008

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UIN WALISONGO SEMARANG
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : **Moelki Fahmi Ardliansyah**
NIM : 1500028008
Judul Penelitian : **Implementasi Titik Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat**
Program Studi : S2 Ilmu Falak

menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

IMPLEMENTASI TITIK KOORDINAT TENGAH KOTA DAN KABUPATEN DALAM PERHITUNGAN JADWAL WAKTU SALAT

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 12 Juni 2017
Pembuat Pernyataan,



Moelki Fahmi Ardliansyah
NIM: 1500028008



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185, Telp.(024)7601291,
Fax.(024)7624691, Website: <http://fs.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN TESIS

Tesis yang ditulis oleh:




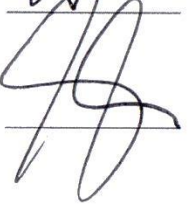
Nama lengkap : **Moelki Fahmi Ardliansyah**

NIM : 1500028008

Judul Penelitian : **Implementasi Titik Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat**

telah dilakukan revisi sesuai saran dalam Sidang Ujian Tesis pada tanggal 22 Juni 2017 dan layak dijadikan syarat memperoleh Gelar Magister dalam bidang Ilmu Falak.

Disahkan oleh:

Nama lengkap & Jabatan	Tanggal	Tanda tangan
Dr. H. Ja'far Baehaqi, S.Ag., MH. Ketua Sidang/Penguji	<u>3/7 2017</u>	<u></u>
Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag. Sekretaris Sidang/Penguji	<u>3/7 2017</u>	<u></u>
Drs. KH. Slamet Hambali, M.SI. Penguji 1	<u>3/7 2017</u>	<u></u>
Dr. Rokhmadi, M.Ag. Penguji 2	<u>3/7 2017</u>	<u></u>

NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2017

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

Assalamu 'alaikum wr. wb.

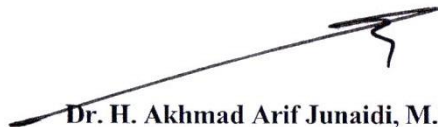
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Moelki Fahmi Ardliansyah**
NIM : 1500028008
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Judul : **Implementasi Titik Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag
NIP: 19701208 199603 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2017

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

Assalamu 'alaikum wr. wb.

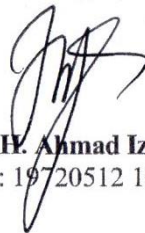
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Moelki Fahmi Ardliansyah**
NIM : 1500028008
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Judul : **Implementasi Titik Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag
NIP: 19720512 199903 1 003

ABSTRAK

Kajian studi Astronomi Islam dalam persoalan waktu salat kurang mendapat perhatian khusus. Padahal persoalan jadwal waktu salat sangat kompleks, salah satunya jadwal waktu salat yang berlaku sepanjang masa beserta konversi ke daerah lain, yang sebetulnya sangat penting untuk dikaji. Oleh sebab itu, sebaiknya jadwal waktu salat disusun berdasarkan kota masing-masing. Persoalan baru yang muncul adalah data titik koordinat (lintang dan bujur) mana yang akan digunakan sebagai acuan perhitungannya. Dalam tulisan ini meneliti implementasi titik koordinat tengah dalam perhitungan jadwal waktu salat, dengan pokok bahasan : 1). Bagaimana dampak implementasi titik koordinat tengah kota dan kabupaten dalam perhitungan jadwal waktu salat? 2). Mengapa titik koordinat tengah kota dan kabupaten perlu diimplementasikan dalam perhitungan jadwal waktu salat?

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kepustakaan (*library research*) yang bersifat *deskriptif-matematis* yang bertujuan untuk mengetahui lebih detail mengenai implikasi dari implimentasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat melalui perhitungan yang komprehesif. Teknik pengumpulan data melalui dokumentasi, yakni mengkaji data pemetaan dari BIG (badan Informasi Geospasial dan dilanjut dengan observasi nonpartisipan dengan mengamati titik koordinat tengah kota melalui *software google earth* untuk mendapatkan gambaran suatu daerah kota dalam peta serta batasan-batasan wilayahnya. Teknik analisis berupa *deskriptif analitis matematis* yakni menghitung jadwal waktu salat menggunakan koordinat tengah kota dan *analisis komparatif* untuk melakukan perbandingan hasil perhitungan jadwal waktu salat dengan menggunakan titik koordinat tengah kota dan yang tidak menggunakan koordinat tersebut.

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menemukan bahwa : 1). Koordinat tengah diimplementasikan dengan cara menjadikan koordinat tersebut sebagai acuan dalam perhitungan jadwal waktu salat. Dampak dari diimplementasikannya koordinat tengah adalah hasilnya akan banyak bersinggungan dengan hasil yang menggunakan

koordinat lain yang selisihnya di bawah $0,5^\circ$ dengan koordinat tengah. Koordinat tengah lebih penting untuk diimplementasikan apabila terdapat koordinat lain yang berada di selatan dan timur koordinat tengah, karena dengan mengimplementasikan koordinat tengah akan lebih mencakup dalam satu wilayah kota. 2). Koordinat tengah perlu diimplementasikan dalam jadwal waktu salat, karena pada dasarnya koordinat ini telah mempertimbangkan aspek geografis. Dimana dalam segi luas untuk bagian utara, selatan dan timur, baratnya telah dipertimbangkan dan jaraknya pun seimbang, sehingga apabila diimplementasikan dalam perhitungan jadwal waktu salat setengah bagian dari wilayah suatu kota telah tercakup dan untuk mencakup seluruhnya tidak perlu menambahkan *iḥtiyāt* terlalu banyak, yakni dengan menyesuaikan daerah yang hendak dicakup. Biasanya *iḥtiyāt* cukup menggunakan 2 menit.

Kata Kunci : Koordinat Tengah, Jadwal Waktu Salat, Wilayah Kota dan Kabupaten

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN
Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1	ا	tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	ṣ
5	ج	J
6	ح	ḥ
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	ẓ
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	ṣ
15	ض	ḍ

No.	Arab	Latin
16	ط	ṭ
17	ظ	ẓ
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
21	ك	k
22	ل	l
23	م	m
24	ن	n
25	و	w
26	هـ	h
27	ء	’
28	ي	y

2. Vokal Pendek

.... = a	كَتَبَ	kataba
.... = i	سُئِلَ	su’ila
.... = u	يَذْهَبُ	yażhabu

4. Diftong

أَيَّ = ai	كَيْفَ	kaifa
أَوْ = au	حَوْلَ	ḥaula

3. Vokal Panjang

ا... = ā	قَالَ	qāla
إِي = ī	قِيلَ	qīla
أُو = ū	يَقُولُ	yaqūlu

Catatan:

Kata sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis [al-] secara konsisten supaya selaras dengan teks Arabnya.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah swt., yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul : **Implementasi Titik Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat**, dengan baik tanpa banyak menemui kendala yang berarti.

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada *Khotamu Anbiya' wal Mursalin* Rosulullah Muhammad saw., beserta keluarga, sahabat-sahabat, dan para pengikutnya, yang telah membawa dan mengembangkan Islam hingga sekarang ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tesis ini bukanlah hasil jerih payah penulis pribadi. Akan tetapi semua itu dapat terwujud berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, penulis sampaikan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag., selaku pembimbing I dan selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, terimakasih atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas.

2. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., selaku pembimbing II dan selaku Kaprodi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang serta Pengasuh di mana penulis menimba ilmu di Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, yang selalu menjadi motivator dan inspirator untuk segera menyelesaikan tesis ini.
3. Dr.-Ing. Khafid terimakasih atas ilmu dan masukannya untuk penyelesaian tesis ini.
4. Orang tua penulis beserta keluarga, atas segala doa, perhatian, dukungan, kelembutan dan curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam untaian kata-kata.
5. Adinda Annidjatuz Zahra, M.Pd yang selalu mewarnai hari-hari penulis. Semoga kita dipertemukan dalam momen yang sangat indah dan bahagia.
6. Keluarga besar dan teman-teman Santri Life Skill Daarun Najaah Bringin Lestari Ngaliyan Semarang, yang telah memberikan dukungan, khususnya kepada pengasuh yang selalu memeberikan ilmunya dan selalu mengingatkan untuk menjadi lebih baik lagi.
7. Teman-teman angkatan 2015 Prodi S2 Ilmu Falak, semoga kita dipertemukan kembali dengan kesuksesan masing-masing.

Penulis berdoa semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tesis ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik lagi.

Penulis juga menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis.

Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik konstruktif dari pembaca demi sempurnanya tesis ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat nyata bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 12 Juni 2017

Penulis

A handwritten signature in brown ink, consisting of a large, stylized loop followed by several smaller, connected strokes.

Moelki Fahmi Ardliansyah

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	v
NOTA PEMBIMBING	vii
ABSTRAK	xi
TRANSLITERASI	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pertanyaan Penelitian	11
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian	12
E. Kajian Pustaka	12
F. Metode Penelitian	15
G. Sistematika Penulisan	21
BAB II : TINJAUAN UMUM JADWAL WAKTU SALAT	23
A. Pengertian Waktu Salat dan Dasar Hukumnya	23
B. Pendapat Ulama tentang Waktu Salat	34
C. Posisi Matahari Pada Awal Waktu Salat	40
D. Sejarah Singkat Penjadwalan Waktu Salat	50
E. Perkembangan Jadwal Waktu Salat di Indonesia.....	56
F. Jadwal Waktu Salat Berbasis Geografis dan Astronomis	66
BAB III : PEMBENTUKAN TITIK KOORDINAT TENGAH KOTA DAN KABUPATEN	71

A. Sistem Koordinat Bumi	71
B. Metode Penentuan Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten	86
C. Letak Geografis dan Astronomis Indonesia ...	91
D. Variabel Perhitungan Jadwal Waktu Salat	97
E. Metode Perhitungan Jadwal Waktu Salat	104
BAB IV : ANALISIS IMPLEMENTASI TITIK KOORDINAT TENGGAH DALAM PERHITUNGAN JADWAL WAKTU SALAT.....	119
A. Dampak Implementasi Titik Koordinat Tengah dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat	119
B. Urgensitas Implementasi Titik Koordinat Tengah dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat	140
BAB V : PENUTUP	157
A. Simpulan	157
B. Saran	158
C. Penutup	159
KEPUSTAKAAN	160
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketinggian Matahari Subuh, 49.
Tabel 3.1	Geografis Provinsi di Indonesia, 94-97.
Tabel 3.2	Hasil Perhitungan Awal Waktu Salat Kabupaten Lampung Timur 15 Juli 2017, 118
Tabel 4.1	Selisih Koordinat $> 0,5^\circ$, 134.
Tabel 4.2	Luas dan Jarak Kota atau Kabupaten, 144.
Tabel 4.3	Keberlakuan Waktu Salat, 146.
Tabel 4.4	Jadwal Waktu Salat Kabupaten Seruyan Bulan Mei 2017, 150.
Tabel 4.5	Selisih Menit, 153.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Koordinat Kabupaten Jepara, 7.
Gambar 1.2 Koordinat Kota Surakarta, 8.
Gambar 1.3 Koordinat Kota Salatiga, 8.
Gambar 1.4 Koordinat Kabupaten Wonosobo, 9.
Gambar 1.5 Skema Proses Kerja Penelitian, 20.
Gambar 2.1 Posisi Matahari Zuhur, 42.
Gambar 2.2 Posisi Matahari Asar, 44.
Gambar 2.3 Posisi Matahari Magrib, 45.
Gambar 2.4 Posisi Matahari Isya, 47.
Gambar 2.5 Posisi Matahari Subuh, 49.
Gambar 3.1 Koordinat Kartesian Orthogonal Dua Dimensi, 72.
Gambar 3.2 Koordinat Kartesian 3 dimensi (x, y, z), 73.
Gambar 3.3 Koordinat Bola tiga dimensi (r, Alpha, Beta), 74.
Gambar 3.4 Bentuk Bumi, 76.
Gambar 3.5 Garis Acuan Lintang dan Bujur, 79.
Gambar 3.6 Proyeksi Bumi pada Bentuk Tabung, 80.
Gambar 3.7 Zona UTM, 81.
Gambar 3.8 Sumbu Major dan Minor Dari Suatu Ellips, 83.
Gambar 3.9 Area Poligon, 87.
Gambar 3.10 Titik Tengah Poligon, 90.
Gambar 3.11 Segitiga Poligon, 90.
Gambar 3.12 Letak Geografis Indonesia, 92.
Gambar 3.13 Letak Astronomis Indonesia, 93.
Gambar 3.14 Lintang Tempat, 98.
Gambar 3.15 Bujur Tempat, 99.
Gambar 3.16 Bujur Daerah, 99.

- Gambar 3.17 Deklinasi Matahari, 101.
- Gambar 4.1 Bola Langit, 122.
- Gambar 4.2 Diagram Equation of Time, 124.
- Gambar 4.3 Diagram Deklinasi dalam Satu Tahun, 127.
- Gambar 4.4 Diagram Selisih Lintang, 131.
- Gambar 4.5 Diagram Selisih Bujur, 132.
- Gambar 4.6 Diagram Jadwal Waktu Salat Asar Kabupaten Pandeglang, 135.
- Gambar 4.7 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib Kabupaten Maluku Tenggara Barat, 136.
- Gambar 4.8 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib Kabupaten Murung raya, 138.
- Gambar 4.9 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib Kabupaten Kepulauan Selayar, 139.
- Gambar 4.10 Koordinat Center Kota Metro, 141.
- Gambar 4.11 Sebaran Data Selisih Lintang Kota dengan Masjid, 148.
- Gambar 4.12 Sebaran Data Selisih Bujur Kota dengan Masjid, 148.
- Gambar 4.13 Selisih Jadwal Waktu Salat Kabupaten Seruyan, 151.
- Gambar 4.14 Peta Kabupaten Seruyan, 151.
- Gambar 4.15 Peta Kabupaten Marauke, 152.
- Gambar 4.16 Selisih Jadwal Waktu Salat Kabupaten Marauke 152

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Jadwal waktu salat saat ini lebih dipilih oleh masyarakat sebagai acuan dalam memulai salat dibandingkan dengan melihat fenomena pergerakan secara langsung. Hal ini terjadi karena perjalanan Matahari itu relatif tetap, maka terbit, tergelincir dan terbenamnya dapat diperhitungkan dengan mudah. Demikian pula kapan Matahari itu akan membuat bayang-bayang suatu benda sama panjang dengan bendanya, juga dapat diperhitungkan untuk setiap hari sepanjang tahun. Oleh karena itu mudah jika orang akan melakukan salat hanya dengan melihat jadwal yang sudah berdasarkan perhitungan falak.¹

Jadwal waktu salat merupakan terjemahan terhadap fenomena astronomis yang diformulasikan dalam bentuk perhitungan, dimana acuannya berdasarkan atas petunjuk *al-Qur'an* dan *Hadis*. Pada masa Rosulullah saw., memang belum menggunakan ilmu hisab atau perhitungan falak, namun masih melihat pergerakan Matahari. Seperti yang tergambarkan dalam *Hadis* yang dijelaskan oleh Abdullah bin

¹ Penentuan awal waktu salat dengan sistem hisab merupakan bagian dari ilmu falak yang perhitungannya ditetapkan berdasarkan garis edar Matahari atau penentuan posisi Matahari terhadap Bumi. Baca A. Mukri Agrafi, *Aplikasi Hisab Rukyat*, (t.tp, 2002), 53.

Umar yang diriwayatkan oleh Imam Muslim.² Setelah Islam berkembang dan berdialog dengan peradaban luar, khususnya Yunani yang memiliki tradisi observasi yang dikompilasi dalam bentuk *Zij* (tabel astronomi), memberi inspirasi bagi para ilmuwan muslim untuk membuat jadwal waktu salat.³

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan hasil penyelidikan terbukti memang pergerakan Matahari berdampak pada berubahnya panjang bayangan, terbit dan terbenam, serta kemunculan mega merah. Menurut Saleh, salat lima waktu menyebar pada 24 jam, tergantung pada posisi astronomi Matahari. Waktu-waktu salat ditentukan dengan menggunakan panjang bayang-bayang, mulai dan

² *Hadis* yang diriwayatkan Abdullah bin Amr r.a.

عن عبد الله بن عمر رضي الله عنه قال ان النبي صلى الله عليه وسلم قال وقت الظهر اذا زالت الشمس وكان ظل كل الرجل كطول مالم يحضر العصر ووقت العصر مالم تصفر الشمس ووقت صلاة المغرب مالم يغيب الشفق ووقت صلاة العشاء الى نصف الليل الوسط وقت صلاة الصبح من طلوع الفجر مالم تطلع الشمس (رواه مسلم)

Baca Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj al-Qusyairy, *Ṣaḥīḥ Muslim*, (Beirut – Libanon: Dar al-Kutub al-Alamiah, t.th), 427.

³ David A. King, salah seorang peneliti manuskrip Astronomi Islam menyatakan bahwa al-Khawarizmi adalah tokoh pertama yang membuat jadwal waktu salat, dengan menggunakan markaz kota Baghdad. Tabel jadwal waktu salat yang dibuatnya memuat bayang Matahari waktu Zuhur, bayang Matahari awal dan akhir Asar serta ditulis menggunakan *hisab jumali* (Abajadun hawazun). Selengkapnya baca David A. King, *In Synchrony With The Heavens : Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization, Vol. The Call of The Muezzin*, (Brill :Leiden – Boston, 2004). Pada abad 3H/9M Ali bin Amajur melanjutkan langkah al-Khawarizmi membuat jadwal waktu salat dengan memasuki data tambahan seperti sudut waktu Asar dan *Raṣḍul Qiblah*. Susiknan Azhari, *Catatan & Koleksi Astronomi Islam dan Seni*, (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam dan Pintu Publishing, 2015), 146.

berakhirnya senja. Waktu-waktu salat tidak sama antara suatu tempat dengan tempat lainnya. Hal ini tergantung pada bujur tempat (*longitude*) dan lintang tempat (*latitude*) pengamat.⁴ Sehingga apabila masih terus melihat fenomena alam secara langsung akan kesulitan karena terdapat faktor cuaca yang terkadang menghalangi seperti halnya mendung, hujan, dan awan tebal.

Pergerakan Matahari yang sudah dianggap relatif tetap pada setiap hari sepanjang tahun yang dijadikan dasar dalam perhitungan jadwal waktu salat terkesan tidak ada masalah. Padahal, dalam kajian studi astronomi Islam persoalan waktu salat kurang mendapat perhatian khusus, yang paling diminati adalah persoalan awal bulan kamariah. Kondisi ini sangat dimaklumi karena permasalahan yang sering muncul di permukaan adalah penentuan awal bulan kamariah, khususnya Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah. Menurut Azhari masih sangat komplek persoalan jadwal waktu salat, mulai dari permasalahan waktu salat Subuh dan Isya yang tidak sesuai hasil observasi, penginformasian jadwal salat yang tidak ada sumber, sampai masalah jadwal waktu salat sepanjang masa beserta konversi ke daerah lain.⁵ Meskipun secara umum sistem perhitungan jadwal waktu salat di Indonesia mengalami kemajuan dari tahun ke tahun, yakni dari yang menghitung dengan manual menggunakan kalkulator,

⁴ Zakaria Saleh, "GPS to Provide Prayer Time Onboard an Airplane while in Motion," *Questia Journal : Journal of International Technology and Information Management*, Vol. 18, (2009): 3-4.

⁵ Azhari, *Catatan & Koleksi Astronomi*, 148 -165.

bantuan komputer sampai memprogramkannya menjadi sebuah *software*.⁶

Di Indonesia banyak berbagai macam penyusunan jadwal waktu salat, yang merupakan hasil perhitungan dari beberapa organisasi sosial keagamaan, inisiatif personal di masyarakat dan hasil perhitungan dari lembaga pemerintah dan non pemerintah yang mendapat rekomendasi dari Kementerian Agama RI. Jadwal tersebut dipajang di masjid-masjid dan disebarluaskan ke masyarakat dalam bentuk kalender. Namun tak jarang pemberlakuan jadwal tersebut sepanjang masa dan masih menggunakan sistem konversi waktu untuk daerah lain. Meskipun agar tidak terjadi kekeliruan jadwal waktu salat diberlakukan *ihtiyāt*, hal semacam ini belum memadai.

Sebetulnya dalam sejarah pemikiran Astronomi Islam penggunaan konversi atau koreksi daerah dalam jadwal waktu salat merupakan isu penting yang harus dikaji. Menurut Wahid, sebaiknya jadwal waktu salat disusun berdasarkan kota masing-masing dan menghindari penggunaan konversi daerah dengan cara mengurangi dan menambah.⁷ Azhari mengutarakan bahwa pembuatan jadwal

⁶ Dahlia Haliah Ma'u, "Jadwal Salat Sepanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)", (Desertasi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013), 4.

⁷ Basit Wahid, "Penentuan Waktu-waktu Shalat", *Suara Muhammadiyah*, No. 8/81/1996. Pendapat tersebut diperjelas oleh Dimsiki Hadi yang menyatakan : "Konversi waktu yang berlaku selama ini sebenarnya hanyalah berlaku tatkala Matahari berada diatas ekuator. Dalam keadaan ini lama waktu siang dan malam untuk semua tempat sama yaitu 12 jam. Tetapi dalam realitasnya Matahari tidak selamanya berada di ekuator. Hal ini yang menyebabkan konversi waktu salat tidak

waktu salat menggunakan konversi memiliki selisih paling kecil 1 menit dan paling besar 14 menit.⁸ Hal senada juga disampaikan oleh Dahlia dalam penelitian desertasinya bahwa jadwal yang menggunakan sistem konversi dengan daerah sekitar maupun konversi antar kota dan negara menghasilkan data yang konstan (tetap) dan tidak konstan (bervariasi), batasan maksimal keberlakuan lintang tempat (*latitude*) dalam menyusun jadwal salat sistem konversi adalah; untuk waktu Asar dan Magrib = 1°20', Isya dan Subuh = 1°. Untuk waktu Zuhur tidak terdapat limit keberlakuan *latitude* sehingga dapat menggunakan konversi atau koreksi waktu antar kota.⁹

Dari gambaran jadwal waktu salat yang beredar di masyarakat, memang benar-benar harus diperhatikan. Karena syarat yang pokok bagi sahnya salat adalah memasuki waktu, dan masing-masing waktu telah ditentukan dan tidak boleh melaksanakan di sembarang waktu.¹⁰ Apabila merujuk pada jadwal salat yang menggunakan sistem konversi

konstan sepanjang tahun”. Baca HM Dimsiki Hadi, *Sains untuk Kesempurnaan Ibadah*, (Yogyakarta: Prima Pustaka, 2009).

⁸ Azhari, *Catatan & Koleksi Astronomi*, 151.

⁹ Ma’u, “Jadwal Salat Sepanjang Masa”, 202-203.

¹⁰ Firman Allah SWT dalam Surat al-Nisa (4) ayat 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَرُغُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا ﴿١٠٣﴾

Dalam *Tafsir Ibnu Kasir*, apabila waktu salat pertama habis maka salat yang kedua tidak lagi sebagai waktu salat pertama, namun ia milik waktu salat berikutnya. Baca Muhammad Nasib al-Rifa’i, *Tafsir Ibnu Kasir*, Jilid 3. (Jakarta: Gema Insani, Jil. 3), 292.

maka barang tentu pasti ada sedikit ketidak sesuaian. Karena pada dasarnya konversi tersebut hanya mempertimbangkan koreksi garis bujur tanpa mempertimbangkan garis lintang. Oleh karena itu sistem koordinat geografis¹¹ suatu kota sangat urgen keberadaan dalam memperhitungkan jadwal waktu salat.

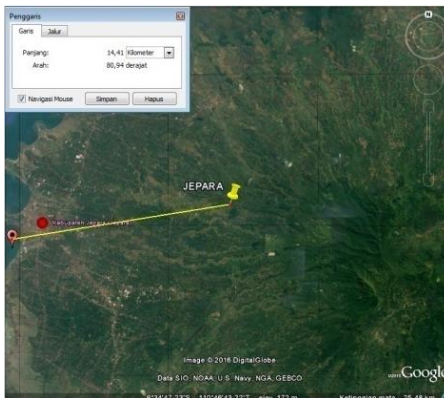
Akan lebih baik jika jadwal salat berbasis markas kabupaten atau kota, namun ketika jadwal salat sudah diperhitungkan berdasarkan masing-masing kabupaten atau kota,¹² persoalan baru yang muncul adalah data titik koordinat (lintang dan bujur) mana yang akan digunakan sebagai acuan perhitungannya. Selama ini masih banyak yang menggunakan data dari *Atlas Der Gehele Aarde oleh PR Bos – JF Nier Meyer JB, Wolters Groningen*, Jakarta, 1951. Padahal kita tahu keakurasian data tersebut. Dahulu penentuan data lintang dan bujur tempat suatu kota biasanya diukur pada titik di pusat kota. Setelah kota itu mengalami perkembangan maka luas kota akan bertambah dan tidak mustahil daerah yang tadinya pusat kota

¹¹ Sistem koordinat geografis menggunakan permukaan bola (*spheres*) tiga dimensi (*three dimensional spherical surface*) untuk mendefinisikan suatu lokasi di permukaan Bumi. Suatu titik ditentukan oleh nilai bujur dan lintang, dimana garis tersebut merupakan sudut yang diukur dari pusat Bumi ke titik permukaan Bumi yang diukur. Sudutnya sering dinyatakan dalam derajat (*degree*) atau radian (*grad*). Indarto, *Sistem Informasi Geografis*, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), 125. Baca juga Hasanuddin Abidin, *Geodesi Satelit*, (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001), 15.

¹² Menurut Izzuddin, “Perlu dibangun kesepakatan pemberlakuan jadwal salat dalam wilayah hukum kabupaten atau kota. Tidak perlu membuat jadwal salat dalam tiap kecamatan apalagi tiap desa”. Ahmad Izzuddin, “Panduan Jadwal Imsakiyah (Merumuskan Jadwal Imsakiyah Standart di Jawa Tengah)”, (Makalah Lokakarya Imsakiyah 1436 H, Semarang: Kanwil Kemenag Provinsi Jawa Tengah, 19 Mei 2015), 3.

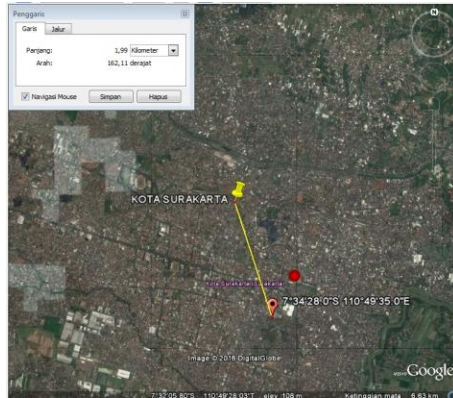
akibatnya menjadi pinggiran kota. Akibat dari perkembangan ini maka ujung timur dan ujung barat suatu kota akan mempunyai jarak yang cukup jauh dari titik penentuan lintang dan bujur kota sebelumnya.

Sebagai contoh bahwa koordinat yang digunakan dalam perhitungan jadwal waktu salat belum menggunakan koordinat yang benar-benar di tengah kota, yakni pada penyusunan jadwal imsakiyah 1436 H Provinsi Jawa Tengah. Ada yang dalam memperhitungkan jadwal waktu salat masih menggunakan koordinat alun-alun kota.¹³ Dengan alasan bahwa alun-alun merupakan pusat kegiatan masyarakat dan dimana terdapat masjid yang representatif untuk mewakili kota tersebut. Visualisasi koordinat kota bisa kita amati melalui *software google earth*, sebagai berikut :

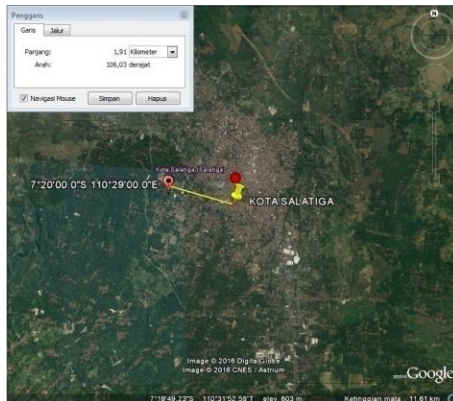


Gambar 1.1 Koordinat Kabupaten Jepara

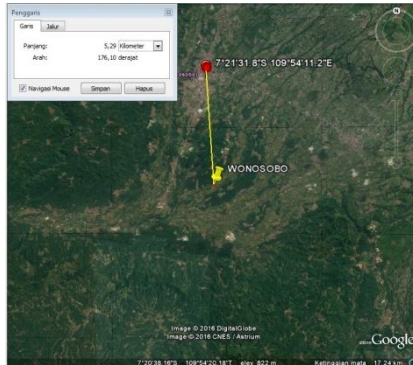
¹³ Kabupaten Jepara 6° 36' LS 110° 39' BT, Kota Wonosobo 7° 21' 31,790'' LS 109° 54' 11,212'' BT, Surakarta 7° 34' 28'' LS 110° 49' 35'' BT, Salatiga 7° 20' LS 110° 29' BT. Lihat kumpulan makalah Lokakarya Imsakiyah 1436 H, Semarang: Kanwil Kemenag Provinsi Jawa Tengah, 19 Mei 2015.



Gambar 1.2 Koordinat Kota Surakarta



Gambar 1.3 Koordinat Kota Salatiga



Gambar 1.4 Koordinat Kabupaten Wonosobo

Gambar di atas menunjukkan bahwa ada selisih koordinat pada kabupaten atau kota di Jawa Tengah yang digunakan acuan perhitungan (tanda berwarna merah) dengan koordinat tengah (tanda berwarna kuning). Kabupaten Jepara mengambil markaz perhitungannya pada sebelah sisi barat dari titik tengah berjarak 14,41 km, Kota Surakarta mengambil markaz perhitungannya pada sebelah tenggara dari titik tengah berjarak 1,99 km, Kota Salatiga mengambil markaz perhitungannya pada sebelah Barat dari titik tengah berjarak 1,91 km, Kabupaten Wonosobo mengambil markaz perhitungannya pada sebelah selatan dari titik tengah berjarak 14,41 km. Dari gambar di atas selisih mungkin terpaut kecil, namun apabila dari masing-masing koordinat tersebut ditarik sampai ujung paling barat daerah

tersebut apakah jadwal salat masih mencakupnya. Bagaimana apabila daerahnya lebih luas.¹⁴

Akibat dari koordinat yang tidak sesuai dengan yang benar-benar pusat kota maka hasil perhitungan jadwal waktu salatnnya belum mencakup seluruh daerah. Hanya berlaku pada titik pusat kota dan daerah sebelah timurnya saja dan tidak berlaku untuk daerah sebelah baratnya, meskipun ditambahkan waktu *iḥtiyāt*¹⁵ untuk mengantisipasi sebelah baratnya. Mungkin antisipasi waktu *iḥtiyāt* bisa digunakan untuk kota yang tidak terlalu luas, apabila daerahnya luas maka waktu *iḥtiyāt* tidak bisa mencakup jadwal waktu salat untuk kota tertentu dan memerlukan waktu *iḥtiyāt* yang sangat besar.¹⁶ Sehingga diperlukan titik koordinat tengah kota yang dijadikan acuan.¹⁷

¹⁴ Sebagai gambaran selisih 1 menit pada garis khatulistiwa Bumi apabila berjarak 27, 83 km dari markaz. Diambil dari keliling bumi dibagi waktu rotasi (40075 km :1440 menit).

¹⁵ *Iḥtiyāt* adalah suatu langkah pengaman dengan cara menambahkan atau mengurangi waktu beberapa menit dari hasil perhitungan agar jadwal waktu salat tidak mendahului awal waktu atau melampaui akhir waktu. Depag, Badan Hisab dan Rukyah. *Almanak Hisab Rukyah*, (Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Depag RI, 1981), 38.

¹⁶ Nilai *iḥtiyāt* berkisar antara 1-4 menit, tetapi karena semakin presisinya perhitungan hisab saat ini maka dianjurkan untuk menggunakan *iḥtiyāt* tidak lebih dari 2 menit kecuali untuk waktu Zuhur. Ahmad Mushonnif, *Ilmu Falak (Metode Hisab Awal Waktu Salat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Bulan)*, (Yogyakarta: Teras, Cet. I, 2011), 66.

¹⁷ Lembaga yang berkompeten mengeluarkan data titik koordinat adalah Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dulu bernama Bakosurtanal. Kementerian Agama mulai mensosialisasikan data koordinat titik tengah tanggal 1 Oktober 2013. Hal ini disepakati untuk standarisasi hisab rukyat (hisab waktu salat dan arah kiblat), saat Temu Kerja Hisab Rukyat Kemenag RI yang dilaksanakan di Sempur Park Hotel Bogor pada tanggal 3-5 April 2014. Baca Izzuddin, "Panduan Jadwal Imsakiyah", 3.

Uraian dalam latar belakang di atas membuat penulis merasa tertarik untuk mengkaji dan menganalisis, karena pada satu sisi tidak jadi permasalahan apabila besar wilayah kota tersebut tidak begitu luas. Bagi wilayah kota yang sangat luas, perlu adanya solusi dalam penempatan koordinat dalam perhitungan waktu salat. Apakah dengan begitu luasnya wilayah kota dapat tercakup dalam satu jadwal salat. Bagaimana dampaknya serta perbandingan hasil perhitungan yang menggunakan titik koordinat tengah dan yang tidak menggunakan titik koordinat tengah. Oleh karena itu, penulis mencoba mengkaji dalam suatu penelitian ilmiah yang dituangkan dalam bentuk tesis.

B. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan diangkat penulis untuk menjadi pokok permasalahan dalam tesis ini adalah :

1. Bagaimana dampak implementasi titik koordinat tengah kota dan kabupaten dalam perhitungan jadwal waktu salat?
2. Mengapa titik koordinat tengah kota dan kabupaten perlu diimplementasikan dalam perhitungan jadwal waktu salat?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dasar pemikiran dan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui dampak dari implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat.
2. Untuk mengetahui alasan perlunya implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat.

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari Penelitian ini diharapkan:

1. Memberikan informasi tentang implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat.
2. Memberikan alasan tentang sejauh mana perlunya implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat.
3. Memberikan sumbangan teoritik terhadap pengembangan dalam perhitungan jadwal waktu salat di suatu kota.

E. Kajian Pustaka

Sejauh pengamatan penulis, belum diketahui tulisan yang secara mendetail membahas tentang analisis implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat. berikut beberapa kajian pustaka yang berkaitan dengan waktu salat.

Penelitian Mohammad Ilyas (1984), "*a Modern Guide To Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times & Qibla*".¹⁸

¹⁸ Mohammad Ilyas, *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times & Qibla*, (Kuala Lumpur: Islamic Civilisation Exhibition, 1984).

Salah satu kajian dalam tulisannya mengenai waktu-waktu salat, baik yang berkaitan dengan fenomena *twilight*, waktu fajar dan Isya, awal waktu Magrib, Matahari terbit dan terbenam, waktu Zuhur dan Asar, koreksi *longitude*, serta waktu salat pada lintang tinggi. Tulisan ini hanya mendeskripsikan fenomena astronomis yang berkaitan dengan waktu salat, tidak mengulas tentang sistem konversi dan keberlakuan *latitude* dalam jadwal salat.

Penelitian Zulfiah (2012), "*Konsep Ihtiyāt Awal Waktu Salat Perspektif Fiqih dan Astronomi*".¹⁹ Kajian ini merumuskan bahwa elevasi, lintang, dan bujur, sangat mempengaruhi penentuan *ihtiyāt* awal waktu salat. Menurutnya, *ihtiyāt* tidak hanya berkaitan dengan bujur, tapi juga berkaitan dengan ketinggian tempat. Besaran *ihtiyāt* yang digunakan dalam penentuan awal waktu salat disesuaikan dengan karakter suatu daerah, karena ada daerah yang memiliki dataran rendah dan ada daerah yang memiliki dataran tinggi. Studi ini tidak mengkaji secara detail pengaruh *ihtiyāt* dalam penentuan waktu salat yang lintang tempatnya berbeda.

Penelitian Dahlia Haliah Ma'u (2013), "*Jadwal Salat Sepanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)*",²⁰ Kajian ini menunjukkan bahwa jadwal yang menggunakan sistem konversi dengan daerah

¹⁹ Zulfiah, "Konsep *Ihtiyāt* Awal Waktu Salat Perspektif Fiqih dan Astronomi", (Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2012).

²⁰ Ma'u, "Jadwal Salat Sepanjang Masa".

sekitar maupun konversi antar kota dan negara menghasilkan data yang konstan (tetap) dan tidak konstan (bervariasi). Dengan kata lain, terdapat selisih waktu yang signifikan, sehingga jadwal salat sistem konversi pada kategori ini, tidak dapat dijadikan acuan penentuan waktu salat. Selanjutnya, hasil temuan juga menunjukkan bahwa batasan maksimal keberlakuan lintang tempat (*latitude*) dalam menyusun jadwal salat sistem konversi adalah; untuk waktu Asar dan Magrib = $1^{\circ}20'$, Isya dan Subuh = 1° . Untuk waktu Zuhur tidak terdapat limit keberlakuan *latitude* sehingga dapat menggunakan konversi atau koreksi waktu antar kota.

Khozin Alfani (2010) dalam tesisnya yang berjudul: ”*Analisis Perhitungan Awal Waktu Salat dengan Basis Algoritma VSOP87 dan ELP2000*”²¹ memaparkan teknik perhitungan awal waktu salat dengan basis data VSOP 87 dan ELP 2000 menggunakan bahasa pemrograman computer Visual Basic 6.0

Penelitian yang berjudul *Penetapan Lintang dan Bujur Kabupaten Dati II Batang (Tahkik di Pusat Kota dan Pengaruhnya terhadap Arah Kiblat,Waktu Salat dan Ihtiyāt)*,²² penelitian yang ditulis oleh Drs. M.Muslih, pada tahun 1997 di STAIN Pekalongan,

²¹ Khozin Alfani, “Analisis Perhitungan Awal Waktu Salat dengan Basis Algoritma VSOP87 dan ELP2000”, (Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2010).

²² M.Muslih, “Penetapan Lintang dan Bujur Kabupaten Dati II Batang (Tahkik di Pusat Kota dan Pengaruhnya terhadap Arah Kiblat,Waktu Salat dan Ihtiyāt)”, (Penelitian, Pekalongan: STAIN Pekalongan, 1997).

penelitian ini membahas tentang pengaruh lintang dan bujur terhadap *iḥtiyāt*, dan tidak menjelaskan besaran. *Iḥtiyāt* secara mendetail, penelitian ini hanya memfokuskan pada pengaruh lintang dan bujur terhadap *iḥtiyāt*.

*Pedoman Penyusunan Jadwal Imsakiyah Ramadan 1432 H/2011 M (Studi Kasus Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah) dan Iḥtiyāt Qiblat sebuah gagasan.*²³ Kedua tulisan ini di teliti oleh Ma'rufin Sudibyo di kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, yang isinya Ada dua gagasan terkait *iḥtiyāt*. Pertama masuk ranah waktu Salat, dimana dalam penelitian itu mengusulkan adanya *iḥtiyāt* vertikal dan horizontal. Kedua masuk pada ranah arah kiblat yaitu *iḥtiyāt Qiblat* sebuah gagasan.

Dari beberapa telaah pustaka tersebut, menurut penulis belum ada pembahasan secara spesifik tentang analisis implementasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat. Dengan demikian, penelitian ini berbeda dari penelitian yang lain.

F. Metode Penelitian

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

²³ Ma'rufin Sudibyo, "Pedoman Penyusunan Jadwal Imsakiyah Ramadan 1432 H/2011 M (Studi Kasus Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah)", (t.p.).

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kepustakaan (*library research*) yang bersifat *deskriptif-matematis*. Sifat deskriptif yang dimaksud untuk memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai hubungan antar fenomena yang diselidiki.²⁴ Tujuannya untuk mengetahui lebih detail mengenai implikasi dari implimentasi titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.²⁵ Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu :

a) Data Primer²⁶

Dalam penelitian ini data primer diperoleh dari hasil pemetaan daerah oleh badan yang kompeten di bidangnya, yakni Badan Informasi Geospasial.

²⁴ A. Chaedar Alwasilah, *Pokoknya Kualitatif, Dasar-dasar Merancang dan Melakukan Penelitian Kualitatif*, (Jakarta: PT. Dunia Pustaka Jaya, 2008), 22.

²⁵ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. 5, 2004), 91.

²⁶ Data primer adalah data tangan pertama atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Lihat M. Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2002), 82.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh oleh penulis dari objek penelitian. Sehingga untuk memperjelas penelitian ini, penulis akan mengkaji dokumen berupa buku makalah atau sumber lain yang terkait dengan pemetaan daerah, selain itu penulis juga melakukan observasi koordinat tempat secara tak langsung melalui *software google earth* sebagai data tambahan dan pelengkap.

3. Fokus Penelitian

Pada perhitungan waktu salat banyak variabel perhitungan yang harus diperhatikan. Supaya penelitian ini tidak melebar kepada permasalahan yang lain, maka penulis memberi batasan masalah pada penerapan titik koordinat tengah kota dalam perhitungan jadwal waktu salat. Yakni untuk mengetahui bagaimana dampaknya terhadap jadwal waktu salat. Algoritma yang digunakan adalah rumusan baku perhitungan awal waktu salat Kementerian Agama RI.²⁷ Variabel yang lain seperti halnya tinggi tempat, data yang digunakan dari Sistem Informasi Hisab Rukyat KEMENAG RI. Sedangkan untuk data

²⁷ Kementerian agama telah memiliki rumusan baku perhitungan arah kiblat dan waktu salat yang telah disepakati oleh para pakar fuqoha dan saintis yang tergabung dalam Tim Hisab Rukyat Kementerian Agama RI. Rumusan baku tersebut sudah dibuatkan program secara online sehingga masyarakat dapat mengakses informasi dengan cepat. Diakses 1 Februari 2017, <http://sihat.kemenag.go.id/waktu-sholat>

Matahari diperhitungkan dengan menggunakan algoritma Jean Meuss *Low Accuracy*²⁸ atau akurasi rendah.

4. Teknik Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan dokumentasi dan observasi. Dokumentasi²⁹ dalam penelitian ini digunakan oleh penulis untuk memperoleh data pendukung. Penulis meneliti data fisik berupa dokumen yang terkait dengan fokus penelitian dalam hal ini adalah data dari Badan Informasi dan Geospasial.

Selain itu penulis menggunakan observasi yang digunakan sebagai instrumen untuk memperoleh data. Pola observasi yang penulis lakukan dalam penelitian ini ialah observasi nonpartisipan.³⁰ Yakni dengan melakukan

²⁸ Untuk menghitung posisi Matahari dengan tujuan memperoleh waktu terbit, transit dan terbenam, akurasi 0.01 derajat sudah memadai. Alasannya jelas: gerakan harian tampak dari bola langit bersesuaian dengan rotasi lebih dari satu derajat selama interval waktu empat menit, dan kesalahan 0.01 derajat pada posisi objek akan menghasilkan kesalahan hanya 0.04 menit. Baca Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Willman-Bell, Inc, 1991), 17. Jika akurasi 0.01derajat dianggap memadai, posisi Matahari dapat dihitung dengan asumsi gerakan Bumi murni berbentuk elipsoid, yang mana gangguan disebabkan oleh Bulan dan planet-planet dapat diabaikan. Oleh karena itu lintang ekliptika Matahari dianggap sama dengan nol, Kemiringan ekliptika dianggap konstan dengan nilai 23°26'21".448, Koreksi-koreksi Nutasi, Aberasi, Presesi diabaikan . Selengkapnya baca Khafid, *Telaah Pedoman Baku Hisab Jadwal Sholat*, (Cibinong: Badan Informasi Geospasial, 2013), 4.

²⁹ Dokumentasi merupakan intrumen pendukung utama yang sangat valid karna dapat dijadikan bukti yang akurat. Baca Suharsimi Arikunto, *Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2002), 206.

³⁰ Observasi nonpartisipan yang dimaksud disini adalah peneliti tidak terjun langsung untuk mengumpulkan satu per satu akan tetapi menggunakan data yang sudah

pengamatan titik koordinat tengah kota melalui *software google earth*. Hal ini penulis lakukan untuk mendapatkan gambaran suatu daerah kota dalam peta serta batasan-batasan wilayahnya kemudian dilihat titik tengah dari daerah tersebut.

5. Analisis Data

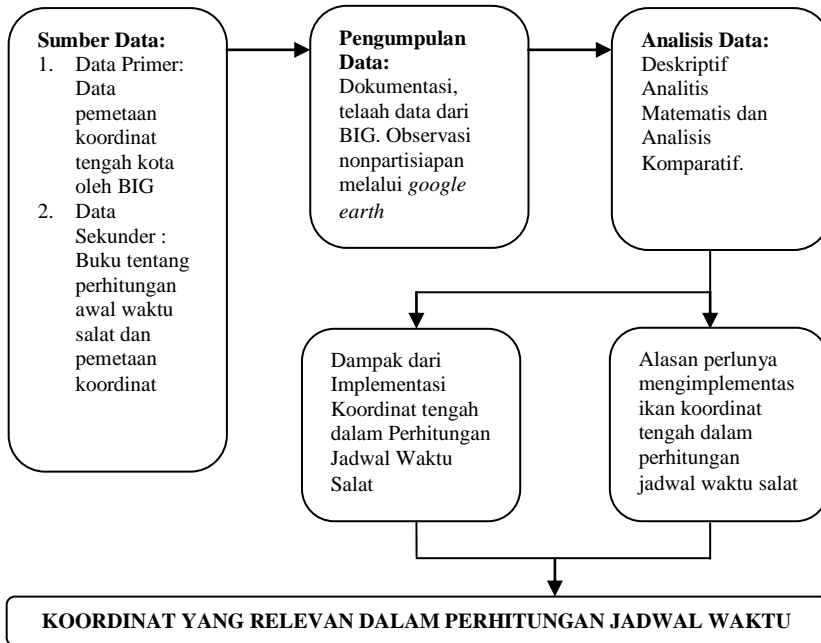
Penelitian ini menggunakan teknik *deskriptif analitis matematis*³¹, yakni analisis dengan menggambarkan perhitungan jadwal waktu salat menggunakan koordinat tengah kota. Teknik ini dimaksudkan agar dalam penelitian selalu memperhatikan segi matematis dari perhitungan jadwal waktu salat yang menggunakan koordinat tengah kota dan koordinat yang lain. Kemudian penulis juga menggunakan *analisis komparatif*³², yakni menggunakan logika perbandingan. Dengan melakukan perbandingan hasil perhitungan jadwal waktu salat dengan menggunakan titik koordinat tengah kota dan yang tidak menggunakan koordinat tersebut. Dari komparasi tersebut dapat dibandingkan dan dianalisis bahwa koordinat tengah kota

ada yang kemudian di cek ulang. James A. Black & Dean J. Champion, *Metode & Masalah Penelitian Sosial*, terj. E. Koswara, dkk, (Bandung: Refika Aditama, 2009), 289.

³¹ Analisis ini ditemukan pertama kali oleh Leonhard Euler, yakni digunakan untuk menganalisa dalam bidang matematika dan fisika serta permasalahan astronomi khususnya menyangkut 3 benda langit : Matahari, Bulan dan Bumi. Diakses 1 Februari 2017, https://id.wikipedia.org/wiki/Analisis_matematis

³² Teknik analisis komparatif termasuk bagian dari analisis kualitatif. Analisis kualitatif pada dasarnya menggunakan pemikiran logis, analisis dengan logika, induksi, deduksi, analogi, komparasi dan sejenisnya. Baca Tatang M Amirin, *Menyusun Rencana Penelitian*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1995), 95.

apakah benar mewakili satu daerah tertentu dalam hal perhitungan jadwal waktu salat, dan sejauh mana selisih dibandingkan dengan koordinat yang lain. Dengan menganalisis perhitungan dan komparasinya maka dapat diambil sebuah kesimpulan untuk mendapatkan koordinat yang relevan dalam perhitungan dan pembuatan jadwal waktu salat pada suatu kota.



Gambar 1.5 Skema Proses Kerja Penelitian

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan disusun per bab yang terdiri dari lima bab, yang di dalamnya diperjelas dengan sub-sub pembahasan. Untuk lebih jelasnya, sistematika penulisannya sebagai berikut.

Bab *pertama* berisi tentang, latar belakang penelitian ini dilakukan, rumusan masalah yang hendak diteliti sebagai pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya telaah pustaka, dan metode penelitian yang mana menjelaskan teknis analisis yang dilakukan dalam penelitian, serta dikemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan tesis.

Bab *kedua* membahas tentang tinjauan umum jadwal waktu salat yang di dalamnya meliputi penjelasan tentang konsep fikih dan astronomi jadwal waktu salat. Sub bahasanya secara fikih mengenai pengertian dan dasar hukum serta pendapat ulama, sedangkan secara astronomi menjelaskan posisi matahari saat masuk waktu-waktu salat. Kemudian dijelaskan tentang sejarah singkat penjadwalan waktu salat dan perkembangannya di Indonesia dan dijelaskan juga tentang jadwal waktu salat yang berbasis geografis astronomis.

Bab *ketiga* menjelaskan tentang pembentukan koordinat tempat pada Bumi berdasarkan teori bentuk bumi elipsoid. Dimana sub bahasanya menjelaskan tentang koordinat lintang dan bujur. Kemudian penjelasan pengambilan titik tengah koordinat tengah daerah beserta dengan algoritma pembentukannya.

Bab keempat menyajikan dan mengemukakan pokok dari pembahasan penulisan tesis ini, yakni menganalisis hasil penelitian dengan menggunakan metode yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Yaitu dengan melakukan analisis matematis dan analisis komparatif untuk mendapatkan hasil data yang variatif. Untuk menggambarkan bagaimana dampak dari penerapan titik koordinat tengah serta alasan perlunya mengimplemtasikan koordinat tengah pada perhitungan jadwal waktu salat.

Bab *kelima* berisi kesimpulan atas bahasan dan hasil penelitian yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM JADWAL WAKTU SALAT

A. Pengertian Waktu Salat dan Dasar Hukumnya

1. Definisi Salat dan Waktunya

Salat merupakan perintah ibadah yang diterima oleh Rosulullah saw., secara langsung dari Allah swt., pada peristiwa *isra' mi'raj*. Berdasarkan catatan sejarah, peristiwa *isra' mi'raj* terjadi pada 16 bulan sebelum nabi hijrah ke Madinah.¹ Dari peristiwa tersebut maka umat Islam mempunyai kewajiban melaksanakan salat sehari semalam 5 waktu yakni Subuh, Zuhur, Asar, Magrib, dan Isya, yang kemudian salat merupakan salah satu dari rukun Islam yang harus dipenuhi.

Dalam artian bahasa salat didefinisikan dengan do'a. Salat juga mempunyai arti rahmat dan juga mempunyai arti memohon ampunan.² Kata salat adalah kata jadian dari kata *al-ṣilat* artinya

¹ Abdul Hasan Ali Hasan al-Nadwi, *Sejarah Lengkap Nabi Muhammad saw*, terj. Muhammad Halabi Hamdi, (Yogyakarta: Darul Manar, 2012), 159. Dalam sejarah Islam ada perbedaan pendapat mengenai tanggal terjadinya *isra' mi'raj*, ulama ada yang mengatakan pada malam tanggal 7 Rabiul Awal, 27 Rabiul Akhir, 17 Rabiul Awal, 29 Ramadhan, 27 Rajab dan sebagian ulama yang lain mengatakan pada tanggal-tanggal selain dari yang tersebut. Adapun yang terbanyak ialah golongan yang mengatakan pada tanggal 27 Rajab.

² Salat juga dapat di artikan rahmat, baca Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, Cet. Ke II, (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), 792. Sedangkan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) kata salat diartikan sebagai doa kepada Allah SWT. Baca Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus*

hubungan hamba dengan Tuhan. Dalam ibadah seseorang hamba menghadap Allah Maha Pencipta dengan memusatkan daya dan gaya inderanya kepada Allah swt. Dan dalam melaksanakan salat seorang muslim harus mengungkap rasa penyerahan dan pengabdian dirinya kepada Allah.³

Adapun secara terminologi jumhur ulama sepakat mendefinisikan salat sebagai berikut:

اقوال وافعال مفتححة بالتكبير ومختمة بالتسليم بشرائط مخصوصة⁴

“Ucapan-ucapan dan perbuatan-perbuatan yang diawali dengan takbir dan diakhiri dengan salam dengan syarat-syarat tertentu.”

Salat merupakan salah satu dari rukun Islam yang dikerjakan lima kali dalam sehari semalam. Karena salat dilakukan pada waktu-waktu tertentu maka salat termasuk ibadah *muwaqat*. Dalam literatur fikih pembahasan antara salat dan waktu salat biasanya tak bisa dipisahkan. Sehingga ilmu yang berkaitan erat dengan waktu salat sangat dinantikan kajian ilmiahnya, secara data

Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa, Edisi Keempat, Cet. Ke I, (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2008), 1208.

³ Sahabuddin, dkk. *Ensiklopedi al-Qur'an: Kajian Kosakata*, (Jakarta: Lentera Hati, 2007), 896. Baca S.D. Goitein, *Studies in Islamic History and Institutions* (Leiden: E.J Brill, 1966), 74.

⁴ Imam Taqiyuddin Abu Bakar bin Muhammad al-Husaini, *Kifayah al-Akhyar fi Halli Gayati al-Ikhtisar*, (Damaskus : Dar al-Basyaair, 2001), 106.

yang empirik dan hasil observasi lapangan untuk memberikan masukan yang signifikan terhadap batasan-batasan waktu salat.

Waktu salat adalah waktu di mana posisi Matahari dalam koordinat horizon pada saat tertentu, terutama ketinggian atau jarak zenit. Fenomena yang berkaitan dengan posisi Matahari adalah fajar (*morning twilight*), terbit, melintasi meridian, terbenam, dan senja (*evening twilight*). Dalam hal ini astronomi berperan menafsirkan fenomena yang disebutkan dalam *naṣṣ* menjadi sebuah informasi tentang posisi Matahari,⁵ sehingga dapat diformulasikan batasan-batasan secara astronomis dalam bentuk perhitungan waktunya.

2. Dasar Hukum Waktu Salat

Dalam *al-Qur'an* ada beberapa ayat yang membicarakan awal waktu salat, yaitu Surat al-Nisa' (4) ayat 103, Surat al-Isra' (14) ayat 78, Surat Ṭaha (20) ayat 130, Surat Hūd (11) ayat 114. Sedangkan *ḥadīṣ* Nabi saw., jumlahnya sangat banyak. Sebagai mana penelitian Jalaludin al-Khanji yang dikutip oleh Susiknan Azhari, menginformasikan bahwa dalam *Kutubut Tis'ah* terdapat 543 *ḥadīṣ* yang membicarakan waktu salat.⁶

⁵ Thomas Djamaluddin, "Matahari dan Penentuan Jadwal Salat", diakses 15 April 2017, <https://tdjmaluddin.wordpress.com/2010/04/19/matahari-dan-penentuan-jadwal-shalat/>

⁶ Adapun rinciannya adalah : *Ṣaḥīḥ al-Bukhari* 77 *ḥadīṣ*, *Ṣaḥīḥ Muslim* berjumlah 73 *ḥadīṣ*, *Sunan al-Tarmīzī* berjumlah 35 *ḥadīṣ*, *Sunan al-Nasai* berjumlah 131 *ḥadīṣ*, *Sunan Abu Daud* berjumlah 45 *ḥadīṣ*, *Sunan Ibnu Majah* 40 *ḥadīṣ*, *Sunan al-Darimi* 30 *ḥadīṣ*, *al-Muwāṭa' Imam Malik* berjumlah 28 *ḥadīṣ*, dan *al-Musannif Ibn*

Surat al-Nisa' (4) ayat 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا
أَطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَىٰ الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا
مَّوْقُوتًا ﴿١٠٣﴾

“Selanjutnya, 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). Sungguh salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman”.⁷ (QS. al-Nisa' (4):103)

Dalam ayat ini dijelaskan bahwa dalam pelaksanaan salat telah ditetapkan waktunya masing-masing. Sehingga tidak boleh menunda, meninggalkan ataupun dilaksanakan di sembarang waktu, meskipun pada waktu *khauf* (salat dalam peperangan). Sebagaimana penjelasan dalam tafsir Ibnu Kašīr, apabila waktu salat pertama habis maka salat yang kedua tidak lagi sebagai waktu salat pertama, namun ia milik waktu salat berikutnya.⁸ yang dimaksud dengan (كِتَابًا) yaitu bahwa hukum salat itu adalah wajib

Abi Syaibah berjumlah 84 *ḥadīṣ*, Lihat Susiknan Azhari, *Catatan & Koleksi Astronomi Islam dan Seni*, (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam dan Pintu Publishing, 2015), 144.

⁷ Kementerian Agama RI, *Al-qur'an dan Tafsirnya*, Jil. 2, (Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012), 253.

⁸ Muhammad Nasib al-Rifa'i, *Tafsir Ibnu Kašīr*, Jil. 1, (Lebanon : Dar al-Ma'rifah,1999), 225.

dan maksud dari (موقوتًا) adalah ditentukan dalam waktu-waktu yang tertentu dan dalam batas-batas waktu tertentu.⁹

Hikmah dari disyari'atkannya melaksanakan salat dalam waktu-waktu tertentu tersebut adalah sebagai pengingat bagi setiap umat Islam terhadap Tuhan mereka dalam waktu yang berbeda-beda, sehingga mereka tidak dilanda dengan lupa dan kejelekan atau sedikit dalam kebaikan.¹⁰

Surat al-Isra' (14) ayat 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْءَانَ الْفَجْرِ
كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

“Laksanakanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakanlah pula salat) Subuh. Sungguh salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”.¹¹ (QS. al-Isra' (14):78)

Kalimat (لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ) mengandung perintah untuk melaksanakan salat wajib setelah tergelincirnya Matahari sampai gelapnya malam. Kalimat tersebut mengandung empat kewajiban salat, yakni salat Zuhur, Asar, Magrib, dan Isya. Adapun kalimat

⁹ Rasyid Riḍo, *Tafsir al-Manār*, (Beirut: Dar Al Ma'rifah, t.t.), 383.

¹⁰ Riḍo, *Tafsir al-Manār*, 385.

¹¹ Agama RI, *Al-qur'an dan Tafsirnya*, Jil. 5, 524.

(وَتُزَانُ الْفَجْرُ) secara harfiah berarti bacaan *al-Qur'an* di waktu fajar, tetapi ayat ini berbicara dalam konteks kewajiban salat, maka tidak ada bacaan wajib pada saat fajar kecuali bacaan *al-Quran* yang dilaksanakan ketika salat Subuh. Salat Subuh merupakan hal yang dimaksud dalam kalimat tersebut.¹²

Surat Ṭaha (20) ayat 130

فَاصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا
وَمِنْ أَثَانِي اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ ﴿١٣٠﴾

“Maka sabarlah engkau (Muhammad) atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhan mu, sebelum Matahari terbit dan terbenam, dan bertasbih (pula) pada waktu tengah malam dan di ujung siang hari, agar engkau merasa senang”.¹³ (QS. Ṭaha (20):130)

Perintah untuk bertasbih dalam ayat di atas dipahami oleh para ulama sebagai perintah untuk melaksanakan salat yang di dalamnya juga terdapat bacaan tasbih.¹⁴ Bila dipahami demikian, maka ayat tersebut dapat dijadikan isyarat tentang waktu-waktu

¹² Ahmad Muṣṭafa Al-Maragi, *Tafsir Al-Maragi*, Jil. 1V, (Beirut Libanon : Dar al-Fikr, t.t.), 82.

¹³ Agama RI, *Al-qur'an dan Tafsirnya*, Jil. 6, 211.

¹⁴ Ayat ini turun berkenaan dengan banyaknya cemoohan, penghinaan dan tuduhan yang tidak-tidak kepada Nabi oleh orang-orang yang menolak ajaran beliau, sehingga Allah memerintahkan kepada beliau untuk bersabar dengan selalu bertasbih kepada Allah yakni dengan melaksanakan salat yang tertunag dalam ayat tersebut. Lihat Syihabuddin, *Ringkasan Tafsir Ibnu Kaṣīr*, Jil. 3, Cet. Ke I, (Jakarta: Gema Insani, 2001), 85.

salat yang telah ditetapkan oleh Allah swt. Dengan begitu ayat di atas memerintahkan supaya orang muslim selalu menyucikan Allah swt., dengan melakukan salat, sebelum Matahari terbit (waktu Subuh), sebelum terbenamnya Matahari (waktu Asar), pada beberapa waktu di malam hari (waktu Magrib dan Isya) serta beberapa waktu di siang hari (waktu Zuhur). Orang-orang muslim akan memperoleh keikhlasan hati dan ketenangan karena menjalankan salat pada waktu-waktu yang telah ditentukan.¹⁵

Kalimat (قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ) “*sebelum terbit Matahari*” mengisyaratkan salat Subuh, (وَقَبْلَ غُرُوبِ) “*sebelum terbenamnya*” berarti salat Zuhur dan Asar, karena waktu tersebut merupakan separuh akhir siang antara tergelincirnya Matahari dan terbenamnya Matahari. Maksud kalimat (آتَاءَ اللَّيْلِ) “*pada waktu-waktu malam*” menunjukkan salat Magrib dan Isya, sedang (أَطْرَافَ) “*pada penghujung siang*” menunjukkan salat Zuhur.¹⁶

Surat Hūd (11) ayat 114

¹⁵ Teungku Muhammad Hasbi al-Ṣiddiqī, *Tafsir Al-Qur'an al-Majid al-Nūr*, Jil. III, Cet. Ke II, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2000), 258.

¹⁶ Imam Abi al-Qasim Jarullah Muhammad bin Umar bin Muhammad al-Zamakhsharī, *al-Kasysyaf an Haqiqi Giwamid al-Tanzil wa Uyun al-Aqawil fi Wajwi al-Ta'wil*, Jil. II, (Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t.), 93-94.

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَزُلْفَا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُدْهَبْنَ السَّيِّئَاتِ
ذَلِكَ ذِكْرِي لِلذَّاكِرِينَ

“Dan laksanakanlah salat pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bagian permulaan malam. Perbuatan-perbuatan baik itu menghapus kesalahan-kesalahan. Itulah peringatan bagi orang-orang yang selalu mengingat (Allah)”¹⁷ (QS. Hūd (11):114)

Kalimat (طَرَفِي النَّهَارِ) tepi siang “pagi dan petang”, mujahid berkata, “Tepi yang pertama adalah salat Subuh dan yang kedua adalah salat Zuhur dan Asar”. Pendapat ini dipilih oleh Ibnu Atiyyah Al-Ṭabari menegaskan bahwa yang dimaksud dengan kedua tepi itu adalah Subuh dan Magrib.¹⁸

Sedangkan kalimat (وَزُلْفَا مِّنَ اللَّيْلِ) dalam tafsir al-Miṣbah, kata (زُلْفَا) merupakan jama’ dari kata (زَلْفَةٌ) berarti waktu-waktu yang saling berdekatan, ada yang memahami sebagaimana berdekatan antara Mekah dan Arafah dalam hal melontar jumroh yang disebut dengan *Muzdalifah*. Atas dasar tersebut para ulama

¹⁷ Agama RI, *Al-qur’an dan Tafsirnya*, Jil. 4, 483.

¹⁸ Abu ‘Ali al-Faḍl bin al-Ḥasan al-Ṭabari, *Jami’ al-Bayan fi Tafsir al-Quran*, Juz V, (Beirut: Dar al-Ma’rifah, t.t.), 306.

sepakat waktu salat yang dimaksud adalah salat yang dilaksanakan pada waktu gelap yaitu Magrib dan Isya.¹⁹

Ayat-ayat *al-Qur'an* di atas yang sifatnya masih global kemudian diperinci oleh *ḥadīṣ*. Dimana *ḥadīṣ-ḥadīṣ* tentang waktu salat memberikan petunjuk fenomena alam sebagai tanda dari permulaan waktu salat. Fenomena tersebut sangat berkaitan dengan posisi Matahari sebagai akibat dari rotasi Bumi yang berimplikasi pada pergantian siang dan malam. Diantara *ḥadīṣ- ḥadīṣ* tersebut, sebagai berikut :

Ḥadīṣ yang diriwayatkan Abdullah bin Amr r.a.

عن عبد الله بن عمر رضى الله عنه قال ان النبي صلى الله عليه وسلم قال
وقت الظهر اذا زالت الشمس وكان ظل كل الرجل كظوله ما لم يحضر العصر
ووقت العصر ما لم تصفر الشمس ووقت صلاة المغرب ما لم يغب الشفق
ووقت صلاة العشاء الى نصف الليل الوسط وقت صلاة الصبح من طلوع
الفجر ما لم تطلع الشمس²⁰. (رواه مسلم)

“Dari Abdullah bin Amr r.a. berkata : sabda Rasulullah saw. ; 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 Magrib selama *syafaq* (mega merah) belum terbenam. Dan waktu Isya

¹⁹ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Miṣbah*, Vol. 2, Cet. Ke 2, (Jakarta: Lentera Hati, 2004), 356.

²⁰ Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj al-Qusyairī, *Ṣaḥīḥ Muslim*, (Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.th), 427.

sampai tengah malam yang pertengahan. Dan waktu Subuh mulai fajar menyingsing sampai selama Matahari belum terbit. (HR Muslim).

Hadis di atas kemudian diperjelas kembali oleh *hadis* yang diriwayatkan oleh Jabir bin Abdullah r.a.

عن جا بر رضى الله عنه قال ان النبي صلى الله عليه وسلم جاءه جبريل عليه السلام فقال له قم فصله فصلى الظهر حين زالت الشمس ثم جاءه العصر فقال قم فصله فصلى المغرب حين صار ظل كل شئى مثله ثم جائه المغرب فقال قم فصله فصلى المغرب حين وجبت الشمس ثم جاءه العشاء فقال قم فصله فصلى العشاء حين غاب الشفق ثم جاءه الفجر فقال قم فصله فصلى الفجر حين برق الفجر او قال سطع البحر ثم جاءه بعد الغد للظهر فقال قم فصله فصلى الظهر حين صار ظل كل شئى مثله ثم جاءه العصر قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شئى مثله ثم جاءه المغرب وقتا واحدا لم يزل عنه ثم جاءه العشاء حين ذهب نصف الليل او قال ثلث الليل فقال قم فصله فصلى العشاء حين جاءه حين اسفر جدا فقال قم فصله فصلى الفجر ثم قال ماهذين الوقتين وقت. ²¹ (رواه النسائ)

“Dari Jabir bin Abdullah r.a. berkata telah datang kepada Nabi saw., Jibril as. lalu berkata kepadanya ; bangunlah! lalu salatlah, kemudian Nabi saw. salat Zuhur di kala Matahari tergelincir. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Asar lalu berkata : bangunlah lalu salatlah!. Kemudian Nabi saw. salat Asar di kala bayang-bayang sesuatu sama

²¹ Al-Hafiz Jalal al-Din al-Suyuti, *Sunan al-Nasa'i*, (Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t.), 263.

dengannya. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Magrib lalu berkata : bangunlah lalu salatlah, kemudian Nabi saw. salat Magrib di kala Matahari terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu Isya lalu berkata : bangunlah dan salatlah! Kemudian Nabi salat Isya di kala Matahari telah terbenam. Kemudian ia datang lagi kepadanya di waktu fajar lalu berkata : bangunlah dan salatlah! kemudian Nabi saw. salat fajar di kala fajar menyingsing. Ia berkat : di waktu fajar bersinar. Kemudian ia datang pula esok harinya pada waktu Zuhur, kemudian berkata kepadanya : bangunlah lalu salatlah, kemudian Nabi saw. salat Zuhur di kala bayang-bayang sesuatu sama dengannya. Kemudian datang lagi kepadanya di waktu Asar dan ia berkata : bangunlah dan salatlah! kemudian Nabi saw. 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 kepadanya di waktu Isya di kala telah lalu separuh malam, atau ia berkata : telah hilang sepertiga malam, Kemudian Nabi saw. 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. al-Nasa’i).

Pada prinsipnya kedua *hadis* di atas senada, yakni menerangkan batasan waktu salat secara perinci. Dimana dapat diambil sebuah pemahaman sebagai berikut : (1) Waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah Matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya, sampai tiba waktu Asar (2) Waktu Asar dimulai saat panjang bayangan suatu benda sama dengan bendanya ditambah dengan panjang bayangan

saat Matahari berkulminasi, sampai tibanya waktu Magrib (3) Waktu Magrib dimulai sejak Matahari terbenam sampai tibanya waktu Isya (4) Waktu Isya dimulai sejak hilang mega merah sampai separuh malam (ada juga yang menyatakan akhir salat Isya adalah terbit fajar) dan (5) Waktu Salat Subuh dimulai sejak terbit fajar sampai terbit Matahari.

Dengan begitu sesungguhnya waktu salat itu ditentukan berdasarkan posisi Matahari dilihat dari suatu tempat di Bumi, baik akibat pergerakan Matahari diatas ufuk maupun dampak dari pergerakan Matahari di bawah ufuk. Fenomena pergerakan Matahari ini berdampak pada panjang bayangan benda, terbit dan terbenamnya Matahari, munculnya mega merah di waktu fajar, dan berakhirnya mega merah di malam hari.²²

B. Pendapat Ulama Tentang Waktu Salat

Hubungan antara ilmu falak dan fikih sangat erat, dikarenakan ilmu falak diposisikan sebagai sarana pembantu dalam menjelaskan batasan-batasan waktu kaitannya dengan pelaksanaan ibadah,²³ maka sudah seharusnya ilmu falak terus dikaji dan dipahami. Dalam satu kaidah menyatakan “*segala sesuatu yang berhubungan dengan hal wajib maka hukumnya juga ikut wajib*”. Para ulama fikih dalam

²² Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi*, (Bandung: Kaki Langit, 2005), 138-139

²³ Tamhid Amri, “Waktu Salat Perspektif Syar’i,” *Jurnal Asy-Syari’ah*, Vol.17 No. 1 (2015), 214.

memahami ibadah yang berkaitan dengan batasan waktu seperti halnya salat, memiliki pandangan dan pemahaman serta penafsiran yang berbeda-beda terhadap teks *al-Quran* dan *ḥadīṣ* mengenai hal itu. Berikut beberapa pandangan ulama fikih tentang waktu salat.

1. Waktu Salat Zuhur

Ulama Hanafiyah sepakat mengenai permulaan waktu Zuhur yaitu dimulai saat Matahari tergelincir ke arah barat.²⁴ Sedangkan untuk akhir waktu Zuhur belum ada sepakat dari mazhab Hanafiyah mengenai akhir waktu Zuhur, karena tidak disebutkan dengan jelas oleh *naṣṣ*.²⁵ Imam Abu Hanifah berpendapat bahwa akhir Zuhur ketika bayangan suatu benda sama dengan bendanya, tetapi tidak serta merta langsung memasuki salat Asar, salat Asar menunggu beberapa saat sampai panjang bayangan dua kali panjang bendanya. Namun pendapat Imam Abu Hanifah yang paling kuat adalah waktu Zuhur berakhir ketika panjang bayangan dua kali panjang bendanya.²⁶

²⁴ Gambarannya yakni ketika panjang sebuah tongkat tidak membentuk bayangan baik di sebelah barat maupun timur, ini menunjukkan Matahari berada di tengah langit, ini menunjukkan belum masuk waktu Zuhur. Begitu muncul bayangan di sebelah timur maka pada saat itu masuk waktu Zuhur. Lihat Slamet Hambali, *Aplikasi Astronomi Modern dalam Kitab al-Ṣalat karya Abdul Hakim*, (Penelitian Individual, Fakultas Syari'ah, 2012), 19.

²⁵ Abu Bakar Ibnu Mas'ud, *Badāi Sonāi' fi Tarībī Sarai'*, (Beirut: Darul al-Kutub Imiah, t.t.), 495.

²⁶ Hal ini dikuatkan dengan *ḥadīṣ* yang diriwayatkan dari Abu Sa'id bahwasannya Rasulullah SAW telah bersabda : “*cari sejuklah kalian (mengakhirkan) saat salat zuhur, karena sesungguhnya keadaan yang panas sekali itu termasuk luapan neraka jahanam*”. Kata “cari sejuk” yang dimaksud dalam *ḥadīṣ* tersebut

Sedangkan ulama Malikiyah, Syafi'iyah, dan Hambali sepakat bahwa mengenai permulaan waktu Zuhur yaitu sejak tergelincirnya Matahari dari posisi *istiwa'* menuju ke arah barat dan berakhir saat bayangan benda sama dengan bendanya selain bayangan saat *istiwa'*.²⁷

2. Waktu Salat Asar

Awal waktu Asar berdasarkan literatur fikih tidak ada kesepakatan, hal ini dikarenakan fenomena yang dijadikan dasar tidak jelas atau terkesan apa adanya. Dalam *hadis* di atas, Nabi saw. diajak salat Asar oleh Malaikat Jibril ketika panjang bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya dan pada keesokan harinya Nabi diajak pada saat panjang bayangan dua kali tinggi benda sebenarnya. Dari *hadis* inilah para fuqoha berbeda pendapat mengenai waktu salat Asar.

Jumhur ulama berpendapat masuknya awal waktu Asar ketika berakhirnya waktu Zuhur atau ketika bayang-bayang suatu benda sama dengan tersebut dan berakhir saat terbenam Matahari.²⁸ Imam Syafi'i berpendapat bahwa awal Asar adalah ketika bayangan tongkat sama dengan tongkat ditambah bayangan saat

dalam *hadis* adalah tidak terjadi kecuali jika bayangan suatu benda dua kali panjang bendanya. Ibnu Mas'ud, *Badāi Sonāi'*, 496-498.

²⁷ Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad ibnu Rusyd al-Qurtuby, *Bidayah al-Mujtahid wa Nihayah al-Muqtasid*, Juz II, (Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyah, 1996), 116.

²⁸ Wahbah Zuhaili, *Al-Fiqih al-Islam Wa Adillatihi*, Jil. 1, (Beirut : Dar al-Fikr, t.t.) 666.

istiwa' dan berakhir ketika Matahari terbenam.²⁹ Sedangkan Imam Hanafi awal Asar ketika bayang-bayang benda tersebut dua kali bayangan benda dan berakhir ketika Matahari menguning.³⁰

Pendapat yang menambahkan dua kali panjang bayangan benda dimaksudkan untuk mengatasi masalah panjang bayangan ketika musim dingin. Hal ini dikarenakan pada musim dingin ketika Zuhur panjang bayangan lebih panjang dari benda.³¹

3. Waktu Salat Magrib

Ulama Hanafiyah sepakat bahwa waktu Magrib dimulai saat terbenam Matahari dan berakhir saat terbenamnya awan (*syafaq*). Akan tetapi berselisih pendapat mengenai *syafaq* yang dimaksud, Imam Abu Hanifah berpendapat bahwa *syafaq* yang dimaksud adalah berwarna putih.³² Menurut ijmak ulama waktu Magrib dimulai sejak Matahari terbenam (*gurub al-syams*) dan berakhir hingga hilangnya mega merah (*syafaq al-ahmar*).³³ Digambarkan

²⁹ Imam Abi Abdillah Muhammad bin Idris al-Syafi'i, *al-Umm*, Juz 1, (Beirut: Dar al-Kitabah, t.t.), 153.

³⁰ Syamsudin Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsuṭ*, Juz 1, (Beirut Libanon : Darul Kitab al-Ilmiyah, t.t.), 143.

³¹ Kondisi seperti ini seperti yang terjadi di daerah Madinah yang lintangnya 24° 28' pada akhir bulan Desember dengan deklinasi Matahari -23°, sehingga pada saat Zuhur sudut Matahari sudah mencapai 47° lebih dan tentunya pada saat Zuhur panjang suatu benda sudah melebihi panjang benda itu sendiri. Lihat Ahmad Mushonnif, *Ilmu Falak, Metode Hisab Awal Waktu Salat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Bulan*, Cet. Ke I, (Yogyakarta: Teras, 2011), 63-64.

³² Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsuṭ*, 146.

³³ Mohammad Yasir Abd Muṭalib, *Ringkasan Kitab al-Umm*, (Jakarta: Pustaka Azzam, 2004), 114.

dengan sejak tenggelamnya lingkaran Matahari dan ini bisa terlihat di padang pasir. Sedangkan di tengah pemukiman, atau di tempat yang terhalang oleh gunung, maka waktunya dapat diketahui dengan tidak tampak sinarnya di dinding, dan disambut kegelapan dari arah timur.

Namun para ulama berbeda pendapat tentang lamanya salat Magrib. Imam Maliki dan Syafi'i yang berpendapat bahwa waktu salat Magrib tidak luas yakni hanya mempunyai satu waktu. Perkiraan seseorang mengumandangkan azan, berwudlu, menutup aurat (berpakaian), melaksanakan salat (Magrib), dan mengerjakan lima raka'at sunah. Sedangkan Abu Hanifah, Ahmad, Abu Šaur, dan Daud berpendapat bahwa waktu Magrib itu luas yakni antara tenggelamnya Matahari sampai tenggelamnya mega.³⁴

4. Waktu Salat Isya

Ulama sudah sepakat bahwa salat Isya dimulai ketika *syafaq* telah terbenam atau menghilang. Demikian menurut Syafi'i dan Maliki. Sementara itu, Hanafi dan Hambali berpendapat: Waktu Isya dimulai sejak hilangnya cahaya putih sesudah hilangnya mega merah.³⁵ Berdasarkan hasil identifikasi *hadis* Nabi terkait dengan *syafaq*, terdapat dua macam *syafaq*, yaitu *syafaq aħmar* dan *abyaḍ*. Keduanya muncul di waktu yang berbeda pada tingkat

³⁴ Al-Qurtuby, *Bidayah al-Mujtahid*, 206.

³⁵ Abu Abdullah bin Abdurrahman ad-Dimasyqi al-Ušmani al-Syafi'i, *Raħmatu al-Ummah fi Ikhtilafi al-A'immah*, Cet. Ke 1, (Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 1987), 28.

pencerahan di langit malam, di mana *syafaq aḥmar* muncul terlebih dahulu dari pada *syafaq abyad*.³⁶

Imam Abu Hanifah menggunakan *syafaq abyad* sebagai awal permulaan salat isya.³⁷ Namun para pengikut Abu Hanifah menggunakan *syafaq aḥmar* pada saat tertentu. Hal ini dimungkinkan karena ada beberapa negara di Eropa Utara terutama di musim panas akan mengalami kesulitan untuk mengamati *syafaq abyad*. *Syafaq* sangat dipengaruhi oleh kelembaban atmosfer dan kemunculan berbeda waktu yang dipengaruhi oleh lintang tempat.³⁸

Ulama berbeda pendapat tentang akhir waktu salat Isya. Umar ibnu al-Khattab, al-Syafi'i, Umar bin Abdul Aziz, al-Hadi dan al-Qasim mengatakan akhir waktu Isya adalah sepertiga malam. Menurut riwayat lain, dari al-Syafi'i juga bahwa akhir waktu Isya adalah tengah malam. Al-Bagawi, al-Rafi'i, al-Mawardi, al-Gazali dan al-Syasi menetapkan bahwa pendapat yang lebih sahih dari al-Syafi'i adalah akhir Isya sepertiga malam. Abu Ishaq al-Syirazi mengatakan bahwa yang lebih sahih dari pendapat

³⁶ Nihayatur Rohmah, *Syafaq dan Fajar*, (Bantul: Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 26.

³⁷ Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsut*, 171.

³⁸ Molvi Yaqub A Miftahi, *Fajar and Isya Times & Twilight*, (ttp.: Hizbul Ulama UK, 2007), 15.

al-Syafi'i bahwa akhir Isya adalah separuh malam. Menurut pendapat Abu Hanifah, akhir waktu isya saat terbit fajar.³⁹

5. Waktu Salat Subuh

Jumhur ulama sepakat bahwa awal waktu salat Subuh yaitu dimulai sejak terbitnya fajar *ṣadiq* dan berakhir hingga terbit Matahari.⁴⁰ Berdasarkan petunjuk *ḥadis*, bisa dipahami bahwa masuknya salat Subuh adalah ketika ada cahaya putih melebar horizontal di cakrawala dan bukan cahaya yang memanjang vertikal ke langit. Sedangkan waktu subuh itu menurut Imam Maliki terbagi menjadi dua. Yang pertama adalah *ikhtiyar* (memilih) yaitu dari terbitnya fajar sampai terlihatnya wajah, dan yang kedua adalah *Idtirari* (terpaksa) yaitu dari terlihatnya wajah sampai terbitnya Matahari.⁴¹

C. Posisi Matahari Pada Awal Waktu Salat

Dalam penentuan awal waktu salat yang menjadi dasar perhitungannya ialah garis edar Matahari terhadap Bumi, dan posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian atau jarak zenit Matahari terbit (*sunrise*), Matahari melewati meridian

³⁹ Teungku Muhammad Hasbi Al-Ṣiddīqī, *Koleksi Hadits-Hadits Hukum*, Jil. I, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2002), 313.

⁴⁰ Al-Syafi'i, *Raḥmatu al-Ummah*, 51.

⁴¹ Muhammad Jawa Mugniyyah, *Al-Fiqh 'ala Al-Mazāhib Al-Khamsah*, Ter. Masykur, dkk. *Fiqh Lima Madzhab*, Cet. Ke VI (Jakart: Lentera, 2007), 76.

(*culmination*), Matahari terbenam (*sunset*), akhir senja (*evening twilight*), dan ketika fajar (*morning twilight*).⁴²

1. Awal Waktu Zuhur

Waktu salat Zuhur yaitu dimulai saat zawal, di mana Matahari bergeser dari tengah langit sampai panjang bayang-bayang sama dengan panjang benda tegaknya ditambah dengan panjang bayangan saat kulminasi.

Awal waktu Zuhur diformulasikan sejak Matahari meninggalkan meridian, biasanya diambil sekitar 2 menit setelah tengah hari.⁴³ Slamet Hambali menyatakan, waktu Zuhur dimulai saat pertengahan hari (*noon*), yaitu ketika Matahari melewati garis meridian (lingkaran besar langit yang menghubungkan utara dan selatan),⁴⁴ di mana pada saat titik pusat Matahari terlepas dari meridian setempat yang tingginya relatif terhadap deklinasi Matahari dan lintang tempat.⁴⁵ Namun, untuk keperluan praktis,

⁴² Thomas Djamaluddin, "Hisab Waktu Salat dalam Kajian Astronomi", (Makalah Lokakarya Imsakiyah Ramadhan 1432 H, Semarang : PPM IAIN Walisongo, Hotel Muria pada hari Senin, 27 Juni 2011), 2.

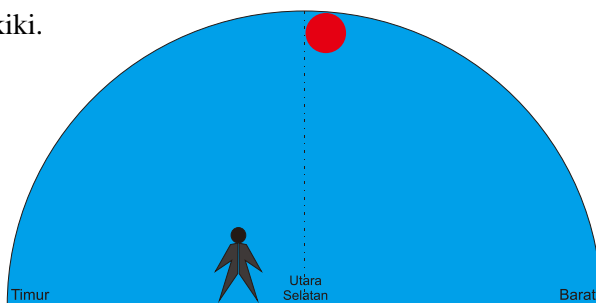
⁴³ Djamaluddin, "Matahari dan Penentuan Jadwal Salat"

⁴⁴ Hambali, *Aplikasi Astronomi Modern*, 38. Saat itu ada 3 kemungkinan bayangan yang terjadi yakni : berada di sebelah utara, selatan dan tidak ada bayangan sama sekali. Dalam hal seperti ini penentuan waktu Zuhur, pada saat Matahari berada di meridian sudah terbentuk bayangan di Utara atau Selatan maka waktu Zuhurnya ketika bertambah panjang bayangan suatu benda, apabila saat matahari di meridian tidak membentuk bayangan Matahari maka waktu salat Zuhur ketika muncul bayangan Matahari.

⁴⁵ Dirjen Bimbingan Masyarakat Islam, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Kemenag RI, 2010), 142.

waktu tengah hari cukup diambil waktu tengah antara Matahari terbit dan terbenam.

Pada saat itu waktu pertengahan belum menunjukkan jam 12, melainkan kadang masih kurang bahkan sudah lebih tergantung pada nilai *equation of time*.⁴⁶ Oleh karenanya, waktu pertengahan saat Matahari berada di meridian dirumuskan dengan $MP = 12 - e$.⁴⁷ Mengingat bahwa sudut waktu itu dihitung dari meridian, maka dalam perhitungan waktu Zuhur tidak memerlukan sudut waktu karena ketika Matahari di meridian tentunya mempunyai sudut waktu 0° dan pada saat itu waktu menunjukkan jam 12 menurut waktu hakiki.



Gambar 2.1 Posisi Matahari Zuhur

⁴⁶ Jika diartikan secara harfiah, *equation of time* berarti persamaan waktu. Namun, *equation of time* tidak dapat dimaknai dengan pengertian "persamaan". Dalam astronomi, kata "*equation*" sering merujuk pada adanya koreksi atau selisih antara nilai rata-rata suatu variabel dengan nilai sesungguhnya. Dalam hal ini *equation of time* berarti adanya selisih antara waktu Matahari rata-rata dengan waktu Matahari sesungguhnya. Disini, yang dimaksud dengan waktu Matahari adalah waktu lokal menurut pengamat di suatu tempat ketika Matahari mencapai transit. Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, 2012), 76.

⁴⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, cet ke IV (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008), 88.

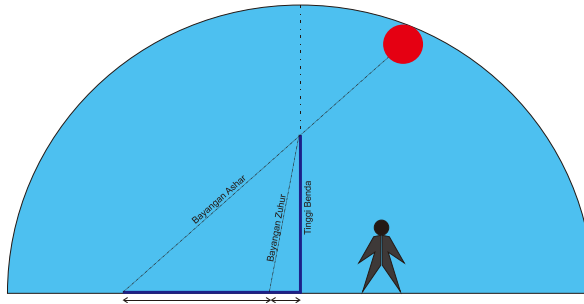
2. Awal Waktu Asar

Ketika Matahari berkulminasi atau berada di meridian (awal waktu Zuhur) barang yang berdiri tegak lurus di permukaan Bumi belum tentu memiliki bayangan. Bayangan itu akan terjadi manakala harga lintang tempat dan deklinasi Matahari itu berbeda. Panjang bayangan yang terjadi pada saat Matahari berkulminasi adalah sebesar $\tan ZM$, di mana ZM adalah jarak sudut antara zenit dan Matahari ketika berkulminasi sepanjang meridian yakni $ZM =$ jarak antara zenit dan Matahari adalah sebesar harga mutlak lintang tempat dikurangi deklinasi Matahari.⁴⁸

Padahal awal waktu Asar dimulai ketika bayangan Matahari sama dengan benda tegaknya, artinya apabila pada saat Matahari berkulminasi atas membuat bayangan senilai 0, maka awal waktu Asar dimulai sejak bayangan Matahari sama panjang dengan bendanya. Akan tetapi apabila pada saat Matahari berkulminasi sudah mempunyai bayangan sepanjang bendanya, maka awal waktu Asar dimulai sejak panjang bayangan Matahari itu dua kali panjang bendanya. Oleh karena itu, kedudukan Matahari atau tinggi Matahari pada posisi awal waktu Asar ini dihitung dari ufuk sepanjang lingkaran vertikal dengan rumus *Cotan H asar = Tan ZM + I*.⁴⁹

⁴⁸ Khazin, *Ilmu Falak*, 88.

⁴⁹ Khazin, *Ilmu Falak*, 89.



Gambar 2.2 Posisi Matahari Asar

3. Awal Waktu Magrib

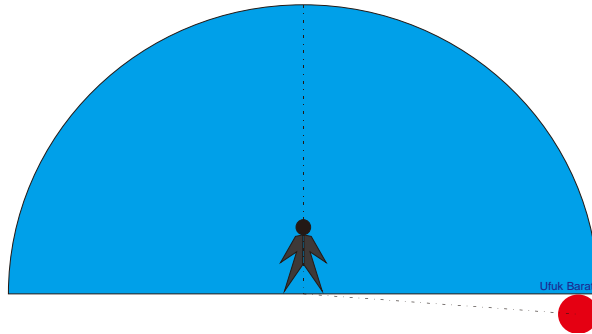
Waktu Magrib adalah waktu Matahari terbenam. Dikatakan Matahari terbenam apabila menurut pandangan mata piringan atas Matahari bersinggungan dengan ufuk. Pada saat seperti itu titik pusat Matahari berjarak sepanjang semi diameter (SD) Matahari. Oleh karena SD Matahari besarnya rata-rata $32'$, maka jarak dari ufuk ke titik pusat Matahari pada saat itu adalah $\frac{1}{2} \times 32' = 16'$.⁵⁰

Selanjutnya karena adanya fenomena refraksi atau pembiasan cahaya, maka pada saat piringan Matahari yang sebelah atas terlihat berhimpit dengan ufuk, kedudukan yang sebenarnya adalah di bawahnya lagi. Benda langit yang berada di ufuk mengalami refraksi dengan harga terbesar, yakni $34.5'$. Karena itu ketika terbenam, piringan Matahari yang sebelah atas sudah

⁵⁰ Mushonnif, *Ilmu Falak*, 73.

berkedudukan $34.5'$ di bawah ufuk, sedangkan titik pusatnya sudah berkedudukan $34.5' + 16' = 50.5'$ di bawah ufuk.⁵¹

Pada dasarnya dalam menghitung posisi benda langit itu dihitung dari posisi suatu benda langit (Matahari) sampai ke pusat Bumi, sedangkan yang mengamati itu di permukaan Bumi. Maka perlu adanya koreksi horizontal paralaks, kerendahan ufuk, semidiameter Matahari, dan refraksi cahaya. Karena paralaks Matahari itu terlalu kecil senilai $0\ 0'8''$, maka dapat diabaikan. Sehingga posisi Matahari saat terbenam sebagai tanda masuknya waktu magrib dapat diformulasikan sebagai berikut. ***H magrib*** = - (*Sd* + *Refraksi* + *Ku*)⁵²



Gambar 2.3 Posisi Matahari Magrib

4. Awal Waktu Isya

Tanda dimulainya waktu Isya adalah memudarnya cahaya merah di ufuk barat, yaitu tanda masuknya gelap malam, di mana

⁵¹ Mushonnif, *Ilmu Falak*, 73.

⁵² Khazin, *Ilmu Falak*, 91.

dalam istilah astronomi hal ini dikenal sebagai akhir senja astronomi (*astronomical twilight*).⁵³ Menurut Rachim akhir senja dibagi menjadi tiga tingkatan : pertama, *civil twilight* yakni ketika posisi Matahari 6° di bawah ufuk. Pada waktu itu benda-benda di lapangan terbuka masih tampak batas-batas bentuknya dan bintang-bintang yang paling terang dapat dilihat. Kedua, *nautical twilight*, ketika posisi Matahari 12° di bawah ufuk hampir tidak kelihatan dan semua bintang terang dapat dilihat. Ketiga, *astronomical twilight* yakni ketika posisi Matahari 18° di bawah ufuk, pada waktu itu gelap malam sudah sempurna, yang membedakan awal waktu isya.⁵⁴

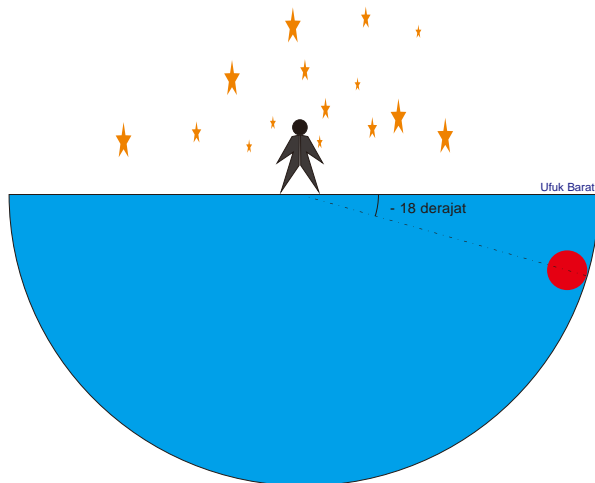
Departemen Agama merumuskan kedudukan Matahari merumuskan kedudukan Matahari pada awal waktu Isya dengan cara observasi pada waktu petang. Hasil observasi menunjukkan pada saat itu jarak zenith Matahari = 108° , dengan kata lain tinggi

⁵³ Ketika Matahari terbenam di ufuk barat, permukaan Bumi tidak serta merta gelap. Namun cahaya senja berubah kuning kemerah-merahan, kemudian berangsur menjadi merah kehitaman hingga Matahari terus terbenam dan gelap sempurna. Keadaan ini terjadi karena adanya partikel-partikel yang berada di luar angkasa yang membiaskan cahaya Matahari, sehingga meskipun Matahari sudah tidak mengenai Bumi namun bias partikelnya masih ada. Kondisi seperti ini disebut dengan “cahaya senja” atau *twilight*. Khazin, *Ilmu Falak*, 91.

⁵⁴ Abd. Rachim, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Liberty, 1983), 39. Ilyas menambahkan selama *civil twilight* seseorang dapat membaca dengan nyaman di bawah langit cerah, dengan intensitas cahaya 3×10^{-1} *fc* (*foot-candles*), sedangkan intensitas cahaya saat *nautical twilight* 9×10^{-4} , dan 6×10^{-5} . Baca Mohammad Ilyas, *A Modern Guide to Astronomical Calculation of Islamic Calendar, Times & Qibla*, (Kuala Lumpur : Berita Publishing, 1984), 145.

Matahari pada saat itu rata-rata = -18° .⁵⁵ Hal tersebut sanada juga dengan apa yang diyakini oleh Saadoedin Djambek, bahwa masuknya waktu Isya ketika hilangnya warna merah di langit bagian barat yaitu pada posisi Matahari 18° di bawah ufuk.⁵⁶

Posisi Matahari 18° di bawah ufuk menjadi rujukan dikarenakan secara astronomis pada posisi ini seluruh permukaan Bumi menjadi gelap dan telah hilang bias partikel mega merah. Bentuk benda sudah tidak lagi terlihat yang menandakan bahwa waktu sudah berpindah ke waktu malam seutuhnya.



Gambar 2.4 Posisi Matahari Isya

⁵⁵ Badan Hisab dan Rukyah Depag, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam-Depag RI, 1981), 62.

⁵⁶ Saadoedin Djambek, *Salat dan Puasa di Daerah Kutub*, (Jakarta: Bulan Bintang, 1974),10.

5. Awal Waktu Subuh

Keterangan pada *hadis* dinyatakan bahwa permulaan waktu Subuh ditandai dengan terbitnya fajar *sadiq* bukan fajar *kazib*.⁵⁷ Apabila dilihat fenomenanya waktu Subuh hampir sama dengan waktu Isya, di mana waktu Isya perubahan alam dari terang ke gelap sedangkan subuh dari gelap ke terang. Oleh karenanya, waktu Subuh itu ketika sinar menyebar atau melintang di sepanjang ufuk timur dan secara horizontal sinar itu memenuhi langit bagian timur.

Di Indonesia waktu salat Subuh pada umumnya dimulai pada saat kedudukan Matahari 20° di bawah ufuk atau jarak zenith Matahari 110° .⁵⁸ Pada saat posisi Matahari seperti ini cahaya bintang mulai menyurut karena dipengaruhi sinar Matahari yang datang di ufuk timur dan mengakibatkan keadaan alam akan terus berubah dari gelap ke terang dari waktu ke waktu. Sedangkan para ahli falak Indonesia berbeda pendapat mengenai posisi Matahari awal waktu salat Subuh, sebagai berikut :

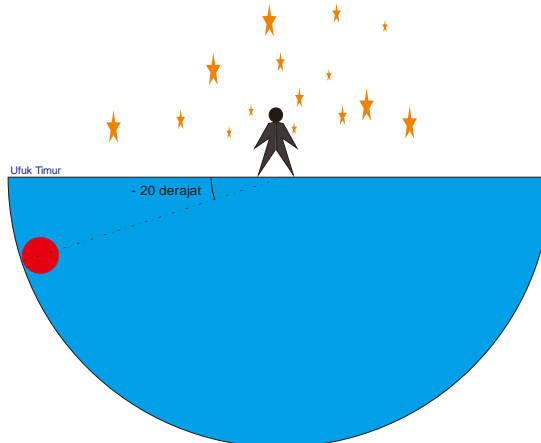
⁵⁷ Menurut Thomas Djamaluddin, Fajar *kazib* secara astronomi itu cahaya zodiak, yakni hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak. Sedangkan fajar *sadiq* adalah hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel di udara yang melingkupi Bumi. T. Djamaluddin & M Husni Sunarjo, *Hisab Rukyat di Indonesia serta Permasalahannya*, (Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2011), 201.

⁵⁸ Depag, *Almanak Hisab Rukyat*, 62.

No.	Ahli Falak	Posisi Matahari
1.	Saadoedin Djambek	-20°
2.	KH. Zubair Umar al-Jailani	-18°
3.	Muhammad Ma'shum bin Ali	-19°
4.	Abdur Rachim	-20°
5.	Noor Ahmad SS	-20°
6.	KH. Slamet Hambali	-19° + h terbit / terbenam
7.	T. Djamaluddin	-18°
8.	Muhyiddin Khazin	-20°

Tabel 2.1 Ketinggian Matahari Subuh

Sumber : Nihayur Rohmah⁵⁹



Gambar 2.5 Posisi Matahari Subuh

⁵⁹ Rohmah, *Syafaq dan Fajar*, 48.

D. Sejarah Singkat Penjadwalan Waktu Salat

Pada periode Mekah belum muncul *taklīf syara'* yang mempertalikan pelaksanaan sejumlah perbuatan *mukallaḥ* dengan aspek waktu. Baru kemudian *taklīf syara'* ini muncul periode Madinah, dengan sabda Nabi saw. yang memposisikan keadaan waktu itu sebagai berikut :⁶⁰

حدثنا سعيد بن عمرو أنه سمع ابن عمر رضي الله عنهما عن النبي صلى الله عليه وسلم أنه قال : إنا أمة أمية لانكتب ولا نحسب الشهر هكذا وهكذا يعني مرة تسعة وعشرين ومرة ثلاثين

Said ibn Amr menceritakan kepada kami, bahwa ia mendengar dari ibn Umar *raḍiyallaahu ‘anhumā* dari Nabi *sallallaahu alaihi wasallam*, sesungguhnya Ia bersabda : Sungguh kita adalah umat yang ummi (buta huruf). Kita tidak bisa menulis dan tidak bisa menghitung. Satu bulan itu sekian dan sekian, yaitu kadang 29 kadang 30 hari.

Maksud *ḥadis* di atas adalah bahwa “sesungguhnya kita, segenap orang Arab, adalah umat yang buta huruf. Kita tidak punya pengetahuan tentang tulis-menulis dan tidak mempunyai pengetahuan tentang perhitungan bintang dan lintasannya”. Atau maksudnya adalah, kita tidak bisa menulis dan menghitung dengan baik.⁶¹

⁶⁰ Abū Abdillāh Muhammad Ibn Ismāīl Al-Bukhārī, *al-Jāmi’ al-Saḥīḥ*, Juz 1, (Kairo : al-Maṭba’ah al-salafiyah, 1400), 34.

⁶¹ ‘Ali Nāsif Mansūr, *at-Tāj al-Jāmi’ li al-Uṣūl*, Juz 2, (Beirut Lebanon: Dār al-Fikr, 1986), 54.

Hadis di atas juga menginformasikan bahwa Nabi saw., tentu telah sungguh menyadari apa yang menjadi kehendak Allah swt., berkaitan tentang waktu dan penerapannya. Namun karena kondisi umat yang memang masih “*ummi*”, maka realitas aktual umat kala itu dalam kaitannya dengan implementasi waktu adalah sungguh masih jauh dari kualifikasi ideal. Dengan begitu umat memang tidak dapat berbuat dan bahkan tidak punya pilihan untuk mendeteksi batas-batas waktu kecuali mengobservasi langsung fenomena alam yang menjadi acuannya.

Pada awalnya pelaksanaan salat lima waktu merupakan tugas para *muazin*. Mereka melakukan observasi setiap hendak melaksanakan salat. Jika tanda-tanda yang ditunjukkan oleh *hadis* telah terpenuhi maka awal waktu salat telah tiba. Sehingga batasan waktu yang digunakan masih perkiraan dari hasil observasi tersebut, karena belum ada penanda waktu yang jelas layaknya jam yang ada saat ini.

Pada saat permulaan risalah Islam, pengetahuan yang berkaitan tentang pergerakan benda-benda langit belum diperhatikan apalagi terstruktur sebagai ilmu dan dikaji secara mendalam. Hal ini karena umat Islam masih disibukkan dengan perang dan penyebarluasan ajaran Islam kepada masyarakat. Kalaupun ada, hanya sebatas pengetahuan yang didapat bangsa Arab dari negeri-negeri tetangga ketika mereka berdagang.

Setelah Islam tersebar luas, mulailah kaum muslim mengkaji ilmu astronomi secara menyeluruh. Mulai dari masa pemerintahan *Khulafaur Rasyidin*, Dinasti Umayyah, hingga era keemasan Dinasti Abbasiyah. Ilmu astronomi merupakan bagian ilmu penting yang pernah tercatat dalam sejarah yang menunjang peradaban dan kemajuan di era keemasan Islam. Bahkan Khalifah Abu Ja'far al-Mansur meletakkan kedudukan ilmu astronomi sebagai bagian dari ilmu penting kenegaraan setelah ilmu tauhid, fikih dan kedokteran.⁶²

Cara pandang umat Islam untuk menentukan waktu salat pun lambat laun berubah. Awalnya yang hanya melakukan observasi dan melihat tanda-tanda alam secara langsung, kini mereka memikirkan cara-cara yang mudah untuk mengetahui waktu salat. Karena observasi secara langsung juga memiliki kelemahan, yang dipengaruhi oleh faktor cuaca dan alam sekitar. Dahulu umat Islam hanya berpegang dengan pergantian hari yang terus berputar menurut pergantian musim yang berbeda.⁶³ Kini untuk mempermudah itu mereka membuat sebuah alat penunjuk waktu yakni berupa alat yang dipancangkan dan mempunyai bayangan yang disebut dengan jam Matahari atau jam *Istiwa'*, dan alat ini digunakan cukup lama dikalangan umat Islam.⁶⁴

⁶² Ali Muchyidin, *Astronomi Islam Upaya Memahami Ilmu Falak dalam Ranah Fiqih, Sains, dan Mitos*, (Rembang :Pustaka Rahmatika, 2015), 32.

⁶³ Muchyidin, *Astronomi Islam*, 225.

⁶⁴ Jam *istiwa'* memanfaatkan tongkat sebagai acuan dalam membaca bayangan Matahari. Tongkat *istiwa'* merupakan tongkat biasa yang ditancapkan tegak

Kemudian, sekitar tiga ratus tahun setelah wafatnya Nabi Muhammad saw, negara-negara Islam telah memiliki kebudayaan dan pengetahuan tinggi. Hal ini ditandai dengan banyaknya ilmuwan muslim yang bermunculan dengan hasil karyanya yang gemilang.⁶⁵ Ilmu astronomi juga turut berkembang dan digunakan dalam menentukan waktu-waktu ibadah. Jasa para ilmuwan muslim di bidang astronomi sangat diapresiasi terlebih pada abad pertengahan atau di masa-masa kejayaan Islam era Dinasti Mamluk. Banyak karya-karya berupa alat astronomi yang ditemukan ilmuwan muslim, di antaranya *saphaea* untuk menghitung waktu terbit dan terbenam Matahari, *ekuatorium*⁶⁶, *celestial sphere* untuk membaca konstelasi bintang, *quadrant*⁶⁷, *sundial*⁶⁸ dan *astrolabe* dengan berbagai bentuk dan fungsi.⁶⁹

lurus pada bidang datar di tempat terbuka (sinar Matahari tidak terhalang). Kegunaannya, untuk menentukan arah secara tepat dengan menghubungkan dua titik (jarak kedua titik ke tongkat harus sama) ujung bayangan tongkat saat Matahari bergeser ke Barat. Itulah arah tepat untuk titik Barat. Kegunaan lain, untuk mengetahui secara persis waktu Zuhur, tinggi Matahari, dan – setelah menghitung arah Barat – menentukan arah kiblat. Pada zaman dahulu tongkat ini dikenal dengan nama Gnomon. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Cet. ke-2, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), 105.

⁶⁵ Khazin, *Ilmu Falak*, 22.

⁶⁶ *Ekuatorium* digunakan untuk menentukan posisi Bulan, Matahari, dan planet tanpa harus menggunakan sebuah model geometri. Lihat James Evans, *The History and Practice of Ancient Astronomy*. (Oxford & New York: Oxford University Press, 1998), 404.

⁶⁷ *Quadrant* adalah suatu alat untuk menghitung fungsi goniometris yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Baca Selengkapnya Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 182. Menurut King dalam buku *Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval*

Setelah Islam berkembang dan berdialog dengan peradaban luar, khususnya Yunani yang memiliki tradisi observasi yang dikompilasi dalam bentuk “*Zij*” (tabel astronomi) memberi inspirasi bagi para ilmuwan muslim untuk membuat jadwal waktu salat. Al-Khawarizmi adalah tokoh pertama kali yang membuat jadwal waktu salat dengan menggunakan markaz kota Baghdad. Tabel jadwal waktu salat yang dibuat al-Khawarizmi memuat bayang Matahari waktu Zuhur, bayang Matahari awal dan akhir waktu Asar serta ditulis menggunakan “*hisab Jumali*” (Abjadun hawazun).⁷⁰

Pada Abad 3H/ 9M Ali bin Amajur melanjutkan langkah al-Khawarizmi membuat jadwal waktu salat yang lebih lengkap. Begitu juga Abu Ali al-Marrakusi membuat jadwal waktu salat dengan memasukkan data tambahan, seperti sudut waktu Asar dan *raşdul qiblah*. Dari sinilah kemudian muncul beragam model jadwal waktu salat yang dikembangkan oleh para tokoh astronomi Islam dengan memadukan nilai-nilai seni yang sangat indah, seperti model Syria,

Islamic Civilization, ada empat jenis *quadrant* dalam astronomi Islam, yaitu *quadrant* sinus untuk menyelesaikan problem trigonometri, *quadrant* universal untuk menyelesaikan problem astronomi pada sembarang lintang, *horary quadrant* yang berkaitan dengan waktu dan Matahari, serta *astrolabe quadrant* yang bersumber dari *astrolabe*.

⁶⁸ Sundial atau Jam Matahari adalah alat astronomi kuno yang digunakan sebagai penunjuk waktu melalui bayang-bayang Matahari. Baca Azhari, *Ensikloped Hisab Rukyat*, 198.

⁶⁹ Anton Ramdan, *Islam dan Astronomi*, (Jakarta: Bee Media, 2009), 40-41.

⁷⁰ David A. King, *In Synchrony With The Heavens : Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization, Vol. The Call of The Muezzin*, (Brill :Leiden – Boston, 2004), 4.

Tunisia, dan Istanbul. Bukti sejarah menunjukkan kehadiran jadwal waktu salat ketika itu tidak sekedar kumpulan data namun memiliki seni yang sangat mengagumkan.⁷¹

Dengan kemajuan teknologi, kaum muslimin mengetahui waktu dengan sangat tepat, bahkan dapat mengetahui perbedaan waktu permenitnya. Kemudian ditemukan jam yang menggunakan bandul pada abad 18. Penemuan ini semakin lama membuat manusia mengetahui waktu lebih teliti sampai perdetiknya, dan terus berkembang bentuk-bentuk jam ini sampai sekarang.⁷²

Ketika manusia membutuhkan jam-jam ini maka mereka juga membutuhkannya untuk mengetahui waktu salat secara detail. Karena jika tidak demikian maka mereka harus berulang kali melihat tanda-tanda masuknya salat yang setiap hariya terulang 5 kali waktu, belum lagi keadaan langit sudah berubah. Bersamaan dengan itulah menjadi dikenal perhitungan waktu bagi kaum muslimin. Dan cara perhitungan ini terus berkembang seiring dengan berkembangnya alat-alat perhitungan waktu yang digunakan oleh kaum muslimin. Lalu ketika ditemukan mesin cetak mulailah dicetak jadwal waktu salat yang kemudian disebar, sehingga memudahkan kaum muslimin dalam menjalankan ibadah mereka.

Pembuatan jadwal ini berdasarkan perhitungan yang sangat teliti oleh para ahli dibidangnya, yaitu menjadikan gerakan Matahari

⁷¹ Azhari, *Catatan & Koleksi Astronomi Islam*, 146.

⁷² Muchyidin, *Astronomi Islam*, 226.

sebagai acuannya.⁷³ Mereka membedakan penentuan waktu sesuai perbedaan hari dan tempatnya, bahkan dengan perhitungan menggunakan alat-alat yang lebih canggih dapat diketahui waktu salat lima waktu sampai beberapa tahun kedepannya. Demikianlah kaum muslimin terus menggunakan jadwal-jadwal waktu salat dari dahulu hingga sekarang.

Mulai abad ke-20 jadwal waktu salat menyatu dalam kalender tahunan yang berbentuk kalender dinding dan berbentuk kalender duduk. Ada pula jadwal waktu salat harian yang dimuat di media masa. Khusus bulan ramadhan jadwal waktu salat diistilahkan dengan “jadwal imsakiyah” karena memuat jadwal imsak sebagai pertanda untuk siap-siap memulai puasa ramadhan setiap hari.

E. Perkembangan Jadwal Waktu Salat di Indonesia

1. Perkembangan Ilmu Falak Di Indonesia

Sejarah perkembangan ilmu falak di Indonesia bersifat dinamis. Saat dunia Islam memasuki priode modernnya pada awal abad ke-20, ilmu falak pun bersentuhan dengan kemodernan ilmu pengetahuan yang berasal dari Barat. Teori-teori lama yang sudah *out of date* mulai ditinggalkan digantikan dengan penemuan baru

⁷³ Pergerakan semu Matahari $23,5^\circ$ ke utara dan $23,5^\circ$ ke selatan selama periode satu tahun mengakibatkan waktu bergeser dari hari ke hari. Akibatnya waktu salat juga mengalami perubahan, oleh karenanya perlu disusun jadwal waktu salat yang digunakan minimal dalam kurun satu tahun. Sehingga dapat diprediksi secara tepat melalui perhitungan ilmu falak dari posisi-posisi Matahari saat waktu salat. Muchyidin, *Astronomi Islam*, 227.

yang lebih sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.⁷⁴ Ilmu falak sebagai bagian sains yang berkembang di kalangan umat Islam mengalami hal sama.

Dalam sejarah perkembangan modern ilmu falak di Indonesia pada awal abad ke 20, ditandai dengan penulisan kitab-kitab ilmu falak oleh para ulama ahli falak Indonesia. Seiring kembalinya para ulama yang telah berguru di Mekah pada awal abad kedua puluh, ilmu falak mulai tumbuh dan berkembang di tanah air. Ketika berguru di tanah suci, mereka tidak hanya mempelajari ilmu-ilmu agama seperti: tafsir, *ḥadis*, fikih, tauhid, tasawuf, dan pemikiran yang mendorong umat Islam yang pada masa itu rata-rata di bawah belenggu kolonialisme untuk membebaskan diri, melainkan juga membawa catatan tentang ilmu falak. Kemudian proses *transfer knowledge* ini berlanjut kepada para murid mereka di tanah air.⁷⁵

⁷⁴ Setelah Nicolas Copernicus menemukan teori Heliosentris, bahwa Mataharilah pusat tata surya kita (bukan Bumi sebagaimana yang diyakini sebelumnya). Penemuan ini tentu saja akan berpengaruh terhadap metode dan rumus ilmu falak atau astronomi yang selama ini digunakan. Selengkapnya baca Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Heliocentris Nicolaus Copernicus," *Al-Ahkam : Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol.23 No.2 Oktober 2013, 225 -236. Pembaharuan yang digulirkan inipun kemudian sampai ke Indonesia. Diperkirakan sampai ke Indonesia pada pertengahan abad ke-20. Pelopornya adalah dua buah kitab yakni kitab *Maḥla' as-Sa'id fi Hisab al-Kawakib 'ala Raṣd al-Jadid* karangan Husen Zaid al-Miṣra dan *al-Manahij al-Hamidiyah* karangan Abd al-Hamid Mursy Gais al-Falaki asy-Syafi'i. Jayusman, "Sejarah Perkembangan Falak di Indonesia : Upaya Penelusuran", diakses tanggal 16 April 2017, <http://jayusmanfalak.blogspot.co.id/search?q=Sejarah+perkembangan+falak>

⁷⁵ Khazin, *Ilmu Falak*, 28-29.

Pada dekade itu misalnya, Syekh Abdurrahman ibn Ahmad al-Miṣra pada tahun 1314H/1896M datang ke Betawi. Ia membawa *Zij* (tabel astronomi) Ulug Beik (w. 1449 M) yang berdasarkan teori geosentris. Ia kemudian mengajarkannya pada para ulama di Betawi pada waktu itu. Di antara muridnya adalah Ahmad Dahlan al-Simarani atau al-Tarmasi (w. 1329H/1911M) dan Habib Usman ibn Abdillah ibn ‘Aqil ibn Yahya yang dikenal dengan Mufti Betawi.⁷⁶

Lalu Ahmad Dahlan al-Simarani atau al-Tarmasi mengajarkannya di daerah Termas (Pacitan) dengan menyusun buku *Taẓkirah al-Ikhwan fi Ba’ḍi Tawarikhī A’mal al-Falakiyati bi Semarang*. Sedang Habib Usman ibn Abdillah ibn ‘Aqil ibn Yahya tetap mengajar di Betawi. Ia menulis buku *Iqazu al-Niyam fi ma Yata’allaq bi ahillah wa al-Ṣiyam*. Buku ini di samping memuat masalah ilmu falak, juga terdapat di dalamnya tentang masalah puasa.⁷⁷ Adapun pemikirannya tentang ilmu falak kemudian dibukukan oleh salah seorang muridnya Muhammad Manṣur bin Abdul Hamid bin Muhammad Damiri bin Muhammad Habib bin Abdul Muhit bin Tumenggung Tjakra Jaya yang menulis kitab *Sullamun Nayyiran*. Itulah kitab-kitab yang dihasilkan oleh ulama falak nusantara pada priode awal ini.

⁷⁶ Jayusman, “ Sejarah Perkembangan Ilmu Falak Sebuah Ilustrasi Paradoks Perkembangan Sains Dalam Islam,” *Jurnal Al-Marshad*, Vol.1 No.1 (2015), 57.

⁷⁷ Khazin, *Ilmu Falak*, 29.

Sementara tokoh Falak yang menonjol di daerah Sumatera adalah Ṭahir Djalaluddin dan Djamil Djambek. Ṭahir Djalaluddin dengan karyanya *Pati Kiraan Pada Menentukan Waktu yang Lima* diterbitkan pada 1357H/1938M, dan *Natijah al-Ummi The Almanac: Muslim and Christian Calendar and Direction of Qiblat according to Shafie Sect* dicetak pada 1951. Tokoh lainnya Djamil Djambek dengan karyanya *Almanak Djamiliyah* dan *Ḍiya'al Niri fi ma Yata'allaq bi al-Kawakib*. Tokoh Falak Nusantara yang hidup pada masa itu yang bersinar antara lain Syekh Ahmad Khatib al-Minangkabawi, Ahmad Rifa'i, dan KH Sholeh Darat.⁷⁸

Pada priode kedua, ditandai dengan kuatnya pengaruh kitab *Maṭla' al-Sa'id fi Ḥisab al-Kawakib 'ala Raṣd al-Jadid* karangan Husen Zaid al-Miṣra dan *al-Manahij al-Hamidiyah* karangan Abd al-Hamid Mursy Gais al-Falaki al-Syafi'i. Menurut M. Taufik bahwa kitab ilmu Falak yang ditulis oleh ulama Falak nusantara pada priode kedua ini banyak yang merupakan cangkokan dari kedua kitab tersebut. Di antara kitab-kitab karangan ulama Nusantara tersebut adalah kitab *al-Khulaṣah al-Wafiyah* karya Zubair Umar al-Jailani, *Hisab Hakiki* karya K Wardan Dipo Ningrat, *al-Qawa'id al-Falakiyah* karya Abd al-Fatah al-Sayyid al-

⁷⁸ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Cet. Ke-2, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 10.

Ṭufi al-Falaki, *Nur al-Anwar* karya Noor Ahmad SS, dan *Badi'ah al-Miṣal* karya Ma'shum Jombang.⁷⁹

Berikutnya, sejarah perkembangan ilmu falak modern Indonesia tak lepas dari peran Saadoeddin Djambek.⁸⁰ Ia lah yang memelopori perhitungan ilmu falak menggunakan rumus-rumus ilmu ukur segitiga bola yang penyelesaiannya menggunakan tabel logaritma dan menggunakan data astronomis yang terbaru, seperti halnya almanak nautika dari Amerika, ephemeris dari Uni Soviet.

Mengingat data almanak nautika itu hanya diterbitkan setahun sekali, sehingga tidak bisa menghitung 2 tahun kedepan

⁷⁹ Masih banyak lagi kitab-kitab ilmu Falak karya para ulama Indonesia, yang selain menjadikan *al-Maṭla' al-Sa'id fi Hisbah al-Kawakib 'Ala Raṣd al-Jadid* dan *al-Manahij al-Hamidiyah* sebagai rujukan utamanya juga merujuk karya ulama Indonesia sebelum mereka (yang telah mempelajari dan mencangkok kitab *al-Maṭla' as-Sa'id fi Hisbah al-Kawakib 'Ala Raṣd al-Jadid* dan *al-Manahij al-Hamidiyah*), yang merupakan guru mereka sendiri ataupun guru dari guru mereka. Di antaranya adalah *Almanak Menara Kudus* karya Turaikhan Adjhuri, *Nur al-Anwar* karya Noor Ahmad SS Jepara, *al-Maksuf* karya Ahmad Soleh Mahmud Jauhari Cirebon, *Ittiḥaq Żat al-Bain* karya Muhammad Zuber Abdul Abdul Karim Gresik. Baca Moh Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, cet.ke1, (Malang: UIN Malang Press, 2008), 29.

⁸⁰ Ia lahir di Bukittinggi pada tanggal 24 Maret 1911 M/ 1330 H. ia wafat di Jakarta pada tanggal 22 November 1977 M/11 Zulhijjah 1397 H. Ia merupakan seorang guru serta ahli hisab dan ruyat, putra ulama besar Syekh Muhammad Djamil Djambek (1860-1947 M/1277-1367 H) dari Minangkabau. Ia mulai tertarik mempelajari ilmu hisab pada tahun 1929 M/1348 H. Ia belajar ilmu hisab dari Syekh Taḥer Jalaluddin, yang mengajar di Al-Jami'ah Islamiah Padang tahun 1939 M/1358 H. Pertemuannya dengan Syekh Taḥer Jalaluddin membekas dalam dirinya dan menjadi awal pembentukan keahliannya di bidang penanggalan. Untuk memperdalam pengetahuannya, ia kemudian mengikuti kursus Legere Akte Ilmu Pasti di Yogyakarta pada tahun 1941-1942 M/1360-1361 H serta mengikuti kuliah ilmu pasti alam dan astronomi pada FIPIA (Fakultas Ilmu Pasti dan Ilmu Alam) di Bandung pada tahun 1954-1955 M/1374-1375 H. <http://bimasislam.depag.go.id>

tentu hal ini menjadi kesulitan tersendiri. H. Abdur Rachim⁸¹ yang merupakan salah satu murid Saadoedin Djambek mencoba untuk mengatasi masalah ini dengan membuat perhitungan sistem Newcomb di mana ia merujuk pada buku *A Compendium of Spherical Astronomy*. Hasil perhitungannya mirip dengan menggunakan data almanak nautika, namun pada sistem perhitungannya sangat panjang.

Oleh sebab itu pada waktu berikutnya perhitungan yang panjang tersebut coba dibuat sitem program komputer oleh Drs. H. Taufik dan putranya yakni dengan menyusun *Win Hisab versi 2.0* pada tahun 1998. Diantara isi program ini adalah data astronomis Matahari dan Bulan yang dapat digunakan untuk perhitungan falak, yang kemudian perhitungan yang didasarkan pada data ini disebut dengan *Sistem Ephemeris Hisab Rukyat*. Hak lisensinya pada badan Hisab dan Rukyat Depag RI.⁸²

2. Metode Perhitungan Waktu Salat yang Berkembang

⁸¹ Haji Rachim begitulah panggilannya. Tokoh ilmu falak ini dilahirkan di Panarukan, Jawa Barat, pada tanggal 3 Februari 1935, dan meninggal di Yogyakarta pada tanggal 19 November 2004. Dia adalah murid penerus dari H. Saadoedin Djambek, ia menjadi mahasiswa IAIN Sunan Kalijaga 1965 dan menjadi asisten dosennya. Setelah lulus 1972 ia diangkat dosen pada kampus yang sama, ia juga dipercaya sebagai ketua lembaga hisab rukyah IAIN Sunan Kalijaga 1980. Ia juga pernah mengikuti Konferensi Penyatuan Kalender di turki (1981) dan Tunisia (1983). M. Solahudin, *Ahli Falak dari Pesantren*, (Kediri : Nous Pustaka Utama, 2012), 28.

⁸²Khazin, *Ilmu Falak*, 36-37.

Suatu kenyataan bahwa terdapat banyak jadwal waktu salat yang dipergunakan oleh masyarakat saling berbeda. Hal ini disebabkan beberapa hal :

a. Perbedaan cara sistem penyusunan.

Pada awalnya semua hari dan tepat ditandai dengan waktu yang sama, yakni Zuhur selalu jam 12, Asar jam 3 sore, magrib jam 6 sore, Isya jam setengah 8 malam dan Subuh setengah 5 pagi. Namun kemudian diketahui bahwa Matahari itu tidaklah tetap, maka perlu diperhitungkan deklinasinya.

b. Perbedaan *Ihtiyāt*

Para penyusun jadwal berbeda-beda dalam menetapkan berupa menit waktu yang dijadikan sebagai langkah pengamanan ini, ada yang 2 menit, 4 menit dan sebagainya. Hal ini yang menyebabkan jadwal akan berbeda-beda meskipun sistem penyusunannya sama

c. Adanya konversi waktu salat suatu kota ke kota lain

Adanya penambahan dan pengurangan pada jadwal salat untuk kota tertentu. Hal ini mengakibatkan ketidak sesuaian dengan fenomena alam sebenarnya. Ada beberapa jenis jadwal waktu salat sistem konversi ini antara lain⁸³ :

⁸³ Dahlia Haliah Ma'u, "Jadwal Salat Seanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)", (Desertasi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013), 82-92

- 1) Jadwal yang berlaku di kota tertentu dan mencantumkan konversi dengan daerah sekitar
- 2) Jadwal yang berlaku di kota tertentu dan mencantumkan konversi dengan kota-kota besar di Indonesia
- 3) Jadwal yang berlaku di kota tertentu dan mencantumkan konversi dengan kota-kota besar di pulau Jawa dan luar pulau Jawa
- 4) Jadwal yang berlaku pada selisih lintang. Membatasi keberlakuan lintang dalam konversinya.

Mengacu pada jenis jadwal salat yang dipaparkan di atas, maka sesungguhnya jadwal waktu salat yang beredar di masyarakat rata-rata menggunakan konversi atau koreksi waktu salat dari satu kota/daerah ke kota/daerah yang lain. Konversi atau koreksi itu dilakukan dengan cara melakukan penambahan beberapa menit waktu bagi kota/daerah yang berada di bagian barat dan melakukan pengurangan beberapa menit bagi daerah/kota yang berada di bagian timur dari kota yang dijadikan acuan pengambilan waktu salatnya.⁸⁴

⁸⁴ Penambahan dan pengurangan beberapa menit tersebut, didasarkan pada selisih bujur tempat dibagi 15 derajat. Angka 15 diperoleh dari teori bahwa dalam sekali rotasi bumi sama dengan 360° yang ditempuh selama sekitar 24 jam dan setiap jam menempuh jarak 15° . Lihat George O Abell, et.al, *Exploration of The Universe*, (New York : Saunders College Publishing, 1987), 104.

Dengan begitu perlu adanya pedoman yang dapat dijadikan acuan oleh umat Islam untuk mengatasi hal tersebut. Sudah barang tentu pedoman tersebut harus memuat kaidah yang dibenarkan oleh agama dan ilmu pengetahuan.

Perhitungan jadwal waktu salat mengalami perubahan dari waktu ke waktu, diiringi dengan kajian astronomis yang ada. Hal ini menunjukkan supaya dalam hal ibadah juga memertimbangkan aspek ilmiah. Ada beberapa hal yang mengalami transformasi tersebut :

a. Data koordinat yang digunakan acuan dalam perhitungan.

Koordinat dalam buku-buku falak relatif sama dan terkesan turun temurun. Padahal daerah kabupaten atau kota terus mengalami perkembangan. Ada yang sudah menggunakan data yang mutakhir hanya saja acuan nya alun-alun atau masjid yang mewakili daerah tersebut.

b. Pengambilan data deklinasi dan *equation of time*.

Pada awalnya data deklinasi dan *equation of time* mengambil dari tabel-tabel dalam kitab klasik. Kemudian karena dirasa datanya statis sedangkan Matahari geraknya dinamis, maka mencoba untuk menghitung pendekatan dengan mempertimbangkan bujur Matahari pada tanggal tertentu. Namun kini data tersebut dapat diperoleh melalui buku ephemeris yang di dalamnya terdapat perhitungan yang akurat.

c. Perumusan Ketinggian Matahari

Rumusan tinggi Matahari masing-masing pakar berbeda pendapat. Namun Departemen Agama merumuskan ketinggian Matahari adalah -1,-18,-20 untuk Magrib Isya dan Subuh. Ketinggian tersebut sudah mempertimbangkan koreksi diameter, refraksi dan kerendahan ufuk. Dengan rincian $-(16' + 34' + 10')$. Harga semidiameter dan refraksi, apabila ingin lebih teliti maka kerendahan ufuk diperhitungkan kembali.⁸⁵

d. Algoritma perhitungan

Kini telah disepakati algoritma baku untuk hisab arah kiblat dan waktu salat. Kementerian Agama RI sudah melakukan Standardisasi Hisab Rukyat, bahkan sudah didesain berbasis IT yakni dalam SIHAT Indonesia (Sistem Informasi Hisab Rukyat Indonesia). Standardisasi ini dihasilkan subdit Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI saat mengadakan Temu kerja hisab rukyat Kemenag RI yang dilaksanakan di Sempur Park Hotel Bogor pada tanggal 3-5 April 2014 dengan tema Standardisasi Hisab Rukyat : Sebuah Upaya Penyatuan Umat.⁸⁶

⁸⁵ Masyarakat Islam, *Almanak Hisab Rukyat*, 142.

⁸⁶ simbi.kemenag.go.id/sihat/waktu-solat

F. Jadwal Waktu Salat Berbasis Geografis Astronomis

Jadwal waktu salat merupakan hasil perhitungan waktu salat yang disusun dalam jangka waktu tertentu guna dijadikan acuan dalam memulai salat. Manfaatnya adalah mempermudah dan memberikan informasi lebih awal sehingga seseorang dapat mengatur waktu di tengah kesibukan aktifitas sehari-hari. Tentu jadwal waktu salat yang dihitung dengan kaedah formulasi astronomi harus dapat juga dipertanggungjawabkan secara syar'i. Artinya dalam hal jadwal waktu salat jangan sampai berbeda antara fenomena alam yang terjadi dengan hasil perhitungan yang ada.

Di dalam jadwal waktu salat biasanya tidak hanya memuat 5 waktu salat saja, terkadang ditambah dengan waktu Imsak,⁸⁷ waktu terbit dan Duha. Ini untuk memberikan informasi supaya muslim dapat berhati-hati dalam memulai puasa yakni dengan waktu Imsak, dan mengakhiri waktu salat Subuh, serta mengetahui kapan yang tepat melaksanakan salat Duha. Terkadang juga ada jadwal imsakiyah yang diterbitkan setiap bulan ramadhan, jadwal ini harusnya tidak berbeda dengan jadwal salat yang berlaku selama ini. Hanya digunakan untuk

⁸⁷ Waktu imsak yang biasanya dengan mengurangi 8 menit atau 10 menit, 12 menit atau 15 menit sebelum awal waktu shalat sesuai ijihad dalam memperkirakan waktu nabi Muhammad saw dalam membaca 50 ayat al-Quran. Ahmad Izzuddin menyatakan bahwa adanya waktu imsak sebelum waktu shalat shubuh hanya merupakan tradisi masyarakat muslim Asia Tenggara dalam rangka *iḥtiyāṭ* malam memulai puasa. Baca Ahmad Izzuddin, "Jadwal Imsakiyah yang Berbasis Unity of Sciences", (Makalah Lokakarya Imsakiyah 1438 H, Semarang:LP2M UIN Walisongo, tanggal 12 April 2017), 3.

evaluasi data jadwal salat yang ada, sehingga tidak perlu membuat jadwal salat baru.

Menurut Izzuddin,⁸⁸ jadwal waktu salat akan lebih baik jika dalam membuat dan menyusun perhitungan dengan berbasis markas kabupaten atau kota masing-masing dan data astronomis yang *update*. Sehingga tidak zamannya lagi, jika membuat jadwal salat dengan melakukan penyesuaian jadwal salat dengan tambah atau kurang dengan kabupaten atau kota yang lain.⁸⁹ Penyusunan jadwal waktu salat setidaknya memperhatikan dan mempertimbangkan hal sebagai berikut :

1. Algoritma atau rumus hisab awal salat dengan data yang diperlukan dalam menghitung ketinggian Matahari, merujuk pada aturan baku standarisasi hisab rukyah Kemenag RI.
2. Data titik koordinat (lintang dan bujur) yang dipakai data lintang bujur yang terbaru dengan menggunakan markaz data di titik tengah kabupaten atau kota terkait.⁹⁰

⁸⁸ Ahmad Izzuddin lahir di Kudus Jawa Tengah, 12 MEI 1972. Dia adalah anak ke-7 dari pasangan KH. Maksun Rosyidie dan Hj. Siti Musri'ah. Setelah lulus SMP ia melanjutkan studinya di Pesantren Al-Falah Ploso Mojo Kediri. Lulus dari pesantren ia kuliah di IAIN Walisongo, S1 selesai tahun 1997, S2 selesai tahun 2001 dan S3 tahun 2011. Dia diangkat dosen di kampus yang sama. Ketika di pesantren ia aktif sebagai tim pembuat kalender, dan ketika kuliah ia dipercaya menjad sekretaris Lajnah Falakiyah PWNU Jawa Tengah. Solahudin, *Ahli Falak dari Pesantren*, 38.

⁸⁹ Jayusman, "Jadwal Waktu Salat Abadi," *Khatulistiwa : Journal of Islamic Studies*, Vol.3 No.1 Maret 2013, 67.

⁹⁰ Lembaga yang berkompeten mengeluarkan data titik koordinat adalah Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dulu bernama Bakosurtanal. Mulai disosialisasikan tanggal 1 Oktober 2013.

3. pemberlakukan jadwal salat dalam wilayahat hukmi kabupaten atau kota. Tidak perlu membuat jadwal salat dalam tiap kecamatan apalagi tiap desa.⁹¹
4. Waktu *iḥtiyāt* yang disepakati. Waktu *iḥtiyāt* dimaksud sebagai langkah pengamanan dengan cara menambah atau mengurangi waktu agar jadwal waktu shalat tidak mendahului awal waktu salat atau melampaui akhir waktu salat. Langkah yang ditempuh, pertama dengan pembulatan angka dalam satuan detik dibulatkan menjadi satu menit. Kementerian agama RI sejak 1979, menggunakan *iḥtiyāt* 2 menit sebagaimana Saadoedin Djambek, yang sudah dianggap cukup memberikan pengamanan.⁹²
5. Jadwal disusun perhari supaya hitungan dapat akurat.

Aspek astronomis yang harus diperhatikan dalam penyusunan jadwal waktu salat adalah Matahari pada posisi tertentu. Perjalanan Matahari setiap harinya baik terbit maupun terbenam itu tidak sebenarnya. Melainkan disebabkan oleh perputaran Bumi pada sumbunya (rotasi) sehari semalam, sehingga perjalanan seperti itu disebut perjalanan semu Matahari. Selain itu Matahari melakukan perjalanan semu tahunan ke arah timur dalam waktu 365,2425 hari.

⁹¹ Sebagai gambaran selisih 1 menit pada garis khatulistiwa bumi apabila berjarak 27,83 km dari markaz diambil dari keliling bumi dibagi waktu rotasi (40075 km :1440 menit). Sehingga pemberlakuan jadwal salat dalam satu wilayah kabupaten atau kota dengan markaz hisab dititik tengah kabupaten atau kota tersebut, diasumsikan masih bisa menjangkau.

⁹² Depag RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Shalat Sepanjang Masa*, (Jakarta : Depag RI, 1985), 37-39.

Dan posisi Matahari tidak tepat pada equator langit melainkan miring $23^{\circ} 27'$. Sehingga posisi Matahari (deklinasi terhadap equator) pada setiap harinya berubah, dan menyebabkan waktu salat berbeda setiap harinya.⁹³

Selain hal di atas, yang menyebabkan waktu salat berbeda pada setiap harinya adalah *equation of time*. Yakni selisih waktu pertengahan dan waktu hakiki. Waktu hakiki berdasarkan perputaran bumi tidak tentu 24 jam, namun jam yang kita gunakan menggunakan waktu pertengahan / rata-rata, sehingga perlu ada penyesuaian. Hal ini disebabkan peredaran Bumi mengelilingi Matahari berbentuk elips dan Matahari berada pada salah satu titik apinya. Nilai *equation of time* pun dalam setiap hari dalam setahun tidak statis, sehingga perlu adanya data yang akurat dalam perhitungan waktu salat.⁹⁴

Selanjutnya aspek astronomis posisi Matahari pada waktu salat adalah sudut waktu Matahari. yakni busur sepanjang lingkaran harian Matahari dihitung dari titik kulminasi atas sampai Matahari berada. Nilai sudut waktu 0° sampai 180° , bernilai positif apabila di sebelah barat meridian dan negatif apabila di sebelah timurnya, dan titik 0° berada pada titik kulminasi atas pada meridian langit.⁹⁵

⁹³ A. Frangky Soleiman, "Penentuan Awal Waktu Shalat," *Jurnal Ilmiah Al-Syir'ah*, Vol.9 No.2 (2011), 13.

⁹⁴ Khazin, *Ilmu Falak*, 67.

⁹⁵ Khazin, *Ilmu Falak*, 81.

Dengan pertimbangan di atas maka jadwal waktu salat dihitung berdasarkan perhari untuk lebih akurat dan kehati-hatian. Apabila Konsep astronomis tersebut digabungkan dengan kajian fikih maka melahirkan jadwal waktu salat yang berbasis saintifik dan syar'i.

Jadwal waktu salat yang baik adalah jadwal yang dapat mencakup daerah dalam satu kota. Meskipun secara astronomis dapat diperhitungkan masing-masing kecamatan atau desa. Namun, yang dititik tekankan disini adalah kemaslahatan. Kemaslahatan dibangun untuk saling menghormati hak sesama manusia. Apabila jadwal dibangun berdasarkan acuan kota maka dalam satu kota adzan akan serentak. Sehingga tidak mengganggu kenyamanan aktifitas orang lain.

Akurasi waktu salat belum berarti maslahat, maksudnya ketika seorang ahli falak dapat menghitung waktu salat ditempat ia berdiri, maka ia tidak boleh menfatwakan hasil perhitungannya. Artinya hasil perhitungannya hanya berlaku untuk dirinya, bukan untuk masyarakat secara umum, karena apabila diterapkan maka akan terjadi kebingungan dan ketidaknyamanan di masyarakat. Jadi jadwal waktu salat mempertimbangkan aspek maslahat dan harus dicarikan solusi dan kajian supaya dapat akurat. Sehingga terjadi sinkronisasi antara syar'i dan saintifik.

BAB III

PEMBENTUKAN TITIK KOORDINAT TENGAH KOTA DAN KABUPATEN

A. Sistem Koordinat Bumi

1. Pengertian Koordinat

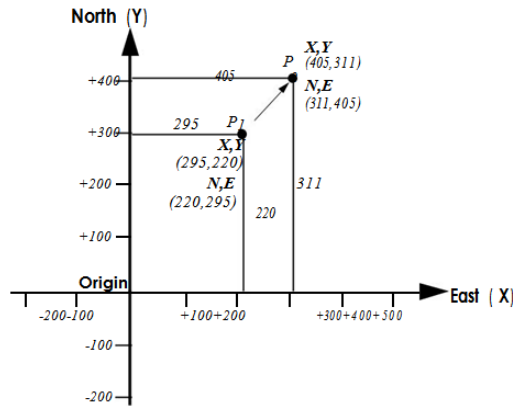
Posisi suatu titik dapat dinyatakan secara kuantitatif maupun kualitatif. Secara kuantitatif posisi suatu titik dinyatakan dalam koordinat baik dalam ruang satu, dua, tiga, maupun empat dimensi. Koordinat tidak hanya memberi deskripsi kuantitatif tentang posisi, tetapi juga pergerakan suatu titik seandainya titik yang bersangkutan bergerak. Maka dari itu, untuk menjamin konsistensi atau standarisasi diperlukan suatu sistem untuk menyatakan koordinat.¹

Untuk menyatakan posisi sebuah benda di dalam ruang, dibutuhkan suatu sistem koordinat yang memiliki pusat koordinat (*origin*) dan sumbu koordinat (*axis*). Sistem koordinat yang paling dasar atau sederhana adalah kartesian.² Koordinat kartesian

¹ Hasanuddin Abidin, *Geodesi Satelit*, (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001), 15.

² Kartesian atau istilah *Kartesius* digunakan untuk mengenang ahli matematika sekaligus filsuf dari Perancis Descartes, yang perannya besar dalam menggabungkan aljabar dan geometri (Cartesius adalah latinisasi untuk Descartes). Hasil kerjanya sangat berpengaruh dalam perkembangan geometri analitik, kalkulus, dan kartografi. Ide dasar sistem ini dikembangkan pada tahun 1637 dalam dua tulisan karya Descartes. Pada bagian kedua dari tulisannya *Discourse on the Method*, ia memperkenalkan ide baru untuk menggambarkan posisi titik atau objek pada sebuah permukaan, dengan menggunakan dua sumbu yang bertegak lurus antar satu dengan

dinyatakan dalam berpasangan. Setiap elemen pasangan koordinat adalah jarak yang diukur di atas bidang datar dari titik. Jarak diukur sepanjang garis sejajar dengan satu sumbu yang meluas ke sumbu lainnya. Jika pengukuran sejajar dengan sumbu x, itu disebut koordinat x, dan jika pengukuran sejajar dengan sumbu y, ini disebut koordinat y.³



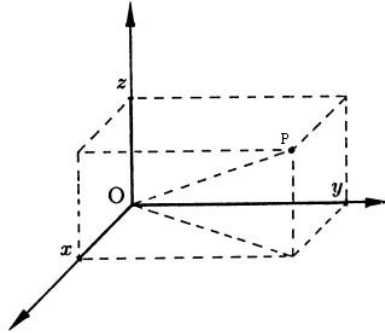
Gambar 3.1 Koordinat Kartesian Orthogonal Dua Dimensi

Gambar di atas menunjukkan sistem koordinat *orthogonal* dua sumbu, pusat koordinat (titik o) pada perpotongan ke dua sumbu (sumbu OX dan OY). Posisi relatif titik P dinyatakan dengan dua pengukuran jarak ox dan oy. Sumbu vertikal oy disebut *ordinat* dan sumbu horizontal ox disebut *absis*.

yang lain. Dalam tulisannya yang lain, *La Géométrie*, ia memperdalam konsep-konsep yang telah dikembangkannya.

³ Jan Van Sickle, *Basic GIS Coordinates*, (Washington DC: CRC Press, 2004), 2.

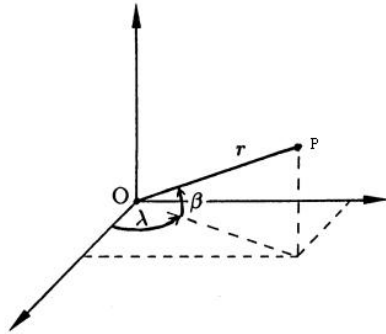
Selanjutnya koordinat Kartesian 2 dimensi dapat diperluas menjadi Kartesian 3 dimensi yang berpusat di O dan memiliki sumbu x, y dan z. Pada Gambar 2, titik P dapat dinyatakan dalam x, y dan z. OP adalah jarak titik P ke pusat O.



Gambar 3.2 Koordinat Kartesian 3 dimensi (x, y, z)

Koordinat Kartesian 3 dimensi (x, y, z) pada Gambar di atas dapat diubah menjadi Koordinat Bola (*Spherical Coordinate*) 3 dimensi (r, *Alpha*, *Beta*) seperti pada Gambar di bawah. Dalam koordinat Kartesian 3 dimensi, seluruh koordinat (x, y dan z) berdimensi panjang. Sedangkan dalam koordinat bola, terdapat satu koordinat yang berdimensi panjang (yaitu r) dan dua koordinat lainnya berdimensi sudut (yaitu *Alpha* dan *Beta*). Titik P masih tetap menyatakan titik yang sama dengan titik P pada Gambar di atas. Jarak titik P ke pusat O sama dengan r. Jika titik P diproyeksikan ke bidang datar xy, maka sudut antara garis OP

dengan bidang datar xy adalah $Beta$. Selanjutnya sudut antara proyeksi OP pada bidang xy dengan sumbu x adalah $Alpha$.⁴



Gambar 3.3 Koordinat Bola tiga dimensi (r, Alpha, Beta)

Hubungan antara (x, y, z) dengan $(r, Alpha, Beta)$ dinyatakan dalam transformasi koordinat berikut.

$$x = r \cos(\beta) \cos(\alpha)$$

$$y = r \cos(\beta) \sin(\alpha)$$

$$z = r \sin(\beta)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$

⁴ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, 2012), 48-49.

Sebagai contoh, jika titik P terletak di koordinat $x = 3$, $y = 4$ dan $z = 12$, maka diperoleh $r = 13$, $\text{Alpha} = 53,13$ derajat dan $\text{Beta} = 67,38$ derajat.

2. Sistem Koordinat Geografis

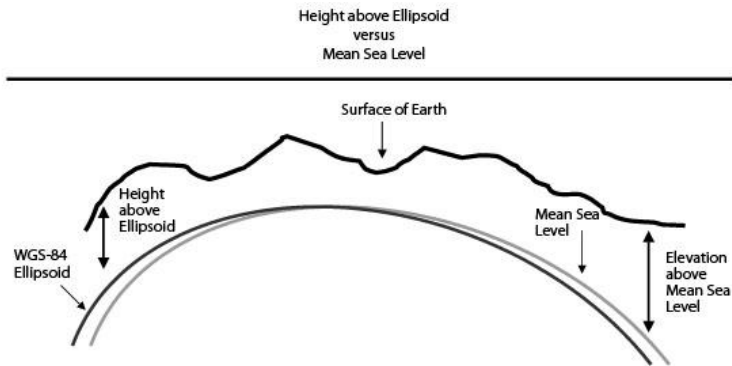
Untuk menggambarkan permukaan Bumi yang berbentuk bola (mendekati bola/ellips) ke dalam bentuk peta (gambar 2 dimensi), diperlukan sebuah persamaan matematis untuk mentransformasikannya. Persamaan matematis ini dikenal sebagai sistem koordinat. Penggunaan sistem koordinat merupakan ciri khas utama GIS karena sistem koordinat inilah yang menunjukkan referensi geografis pada data-data GIS.

Dengan kata lain, sistem koordinat merupakan semacam pendekatan dalam mendefinisikan posisi data-data GIS di atas permukaan Bumi. Pada umumnya, di Indonesia ada dua jenis sistem koordinat yang lazim digunakan yakni Sistem Koordinat Geografis (*Geographic Coordinate System*), dan UTM (*Universal Transverse Mercator*).⁵

Kedua sistem koordinat tersebut menggunakan datum global WGS (*World Geodetic System*) 84. Datum global merupakan salah satu pendekatan dalam membuat permukaan Bumi mendekati ellips sempurna. Dalam kenyataannya, Bumi kita ini tidaklah berbentuk ellips secara utuh. Oleh karena itu,

⁵ Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis, Konsep-Konsep Dasar (Prespektif Geodesi & Geomatika)*, (Bandung: Informatika, 2014), 118.

diperlukan beragam pendekatan untuk membuat permukaan bola Bumi (titik ketinggian nol) mendekati ellips supaya sistem koordinat bisa diterapkan.



Gambar 3.4 Bentuk Bumi

Sebelum WGS84, datum-datum global yang digunakan adalah WGS60, WGS66, dan ketiga jenis datum global ini dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (DoD). Karena ditemukan beberapa kelemahan pada tiga datum ini, pada tahun 1984 DoD mempublikasikan WGS84 menggantikan datum-datum sebelumnya. Datum WGS84 yang dikembangkan oleh DMA (*Defence Mapping Agency*) ini merepresentasikan pemodelan Bumi dari *stand point* (posisi titik di mana pengamatan/pengukuran dilakukan) gravitasional, geodetik, dan geometrik dengan menggunakan data-data, teknik, dan teknologi yang sudah ada pada saat itu.

a) Penentuan Titik Koordinat Bumi

Ada dua teori yang digunakan untuk menentukan koordinat Bumi. Pertama, teori trigonometri bola atau yang disebut dengan *spherical trigonometry*. Teori ini merupakan studi yang berkonsentrasi pada geometri permukaan sebuah bola.⁶ Teori ini digunakan dalam menentukan arah pada satu titik posisi di permukaan bola. Teori ini dapat diterapkan pula pada penentuan titik koordinat pada bola Bumi dan bola langit. Kedua, teori Geodesi, yaitu ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan Bumi.⁷ Geodesi merupakan cabang ilmu matematika terapan, yaitu berupa pengukuran di permukaan Bumi. Ilmu ini digunakan untuk menentukan: 1) bentuk dan ukuran Bumi,⁸ 2) posisi atau koordinat suatu titik, 3) panjang dan arah garis, dan 4) mempelajari medan gravitasi Bumi.⁹

⁶ W.M. Smart, *Textbook on Spherical Astronomy*, (New York : Cambridge University Press, 1997), 1.

⁷ Friedrich Robert Helmert, *Die Mathematischen und physikalischen Theorien der Hoheren Geodasie*, (Leipzig : Band 1.G. Teuner, 1880), 1.

⁸ Bentuk dan ukuran Bumi bisa didapatkan melalui sebuah pemetaan. Pemetaan mengalami perkembangan yang luar biasa dimana data hasil pemetaan dibuatkan suatu database yang saling mengkonfirmasi dari pengamatan satelit. Selanjutnya baca Irawan Sumarto, "Dari Teodolit ke Satelit : Reorientasi Bidang Pemetaan." *Jurnal Surveying dan Geodesi : Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Geodesi ITB*, Vol.X No.3 September 2000, 49-53.

⁹ W.J. Krakiwsky, dan D.E. Wells, *Coordinate Systems in Geodesy*, (Canada : Departement of Geodesy an Geometrics Engineering Univerrsty of New Brunswick Frederiction N.B, 1971), 4

Teori trigonometri bola dan teori geodesi dalam hal persamaannya dapat menyelesaikan penentuan titik koordinat, azimut, arah, maupun jarak satu tempat ke tempat lainnya. Namun hal yang membedakan, adalah pendekatan bentuk Buminya. Teori trigonometri bola menggunakan konsep Bumi berbentuk bola dan teori Geodesi menggunakan bentuk pendekatan ellipsoid. Pendekatan ini akan menghasilkan konsep, teori, dan akurasi yang berbeda.

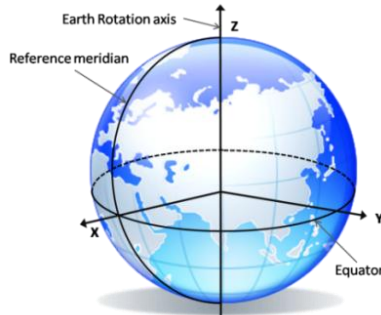
Alat yang dapat dimanfaatkan dalam penentuan koordinat, antara lain tongkat istiwa, *software google earth* dan GPS. Diantara yang paling praktis dan akurat adalah GPS, karena menggunakan pendekatan teori geodesi yang menganggap Bumi itu berbentuk ellips, dan untuk cara kerjanya menggunakan bantuan satelit.¹⁰

b) Sistem Koordinat Geografis (GCS)

GCS merupakan sistem koordinat yang mengacu terhadap bentuk bumi sesungguhnya yakni mendekati bola (ellips). Posisi objek di permukaan Bumi didefinisikan berdasarkan garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*). Garis lintang adalah garis vertikal yang mengukur sudut antara

¹⁰ Anisah Budiwati, Tongkat Istiwa, GPS, dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam penentuan Arah Kiblat, Jurnal Al-Ahkam vol.26 no.1 April 2016, 88.

suatu titik dengan equator/garis khatulistiwa.¹¹ Sedangkan Garis bujur adalah garis horizontal yang mengukur sudut suatu titik dengan titik nol Bumi yakni Greenwich di London Britania Raya.¹² Unit satuan dari GCS adalah derajat.



Gambar 3.5 Garis Acuan Lintang dan Bujur

Penulisan koordinat pada GCS mengikuti kaidah dalam sistem koordinat kartesius yakni x, y dengan titik $(0,0)$ pada perpotongan garis khatulistiwa dan Greenwich. Garis lintang merepresentasikan posisi y dan garis bujur merepresentasikan posisi x . Unit satuan GCS bisa juga ditulis dalam DMS (*Degree*

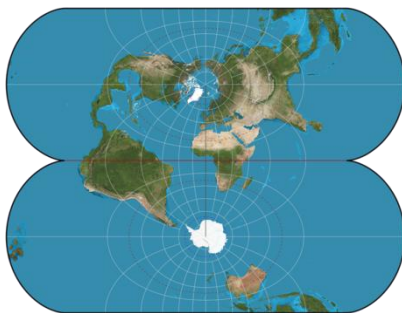
¹¹ Jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat dimaksud. Nilai Lintang suatu tempat berkisar antara 0° sampai 90° . Jika letaknya di sebelah Selatan garis khatulistiwa disebut dengan garis Lintang Selatan dan diberi tanda negatif (-). Sedangkan letaknya di sebelah Utara khatulistiwa disebut dengan garis Lintang Utara dan diberi tanda positif (+). Susiknan Azhari, *Ensikopedi Hisab Rukyat*, Cet. Ke II, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 134.

¹² Jarak suatu tempat dari kota Greenwich di Inggris diukur melalui lingkaran meridian. Ke arah Timur disebut dengan bujur Timur diberi tanda (-) atau minus yang berarti negatif dan ke arah Barat dinamakan bujur Barat diberi tanda (+) atau plus yang berarti positif. Baik bujur Timur maupun bujur Barat diukur melalui lingkaran meridian dari kota Greenwich di Inggris, yaitu pada bujur (0°) sampai dengan bujur (180°). 0° sebagai bujur standar sedangkan 180° sebagai batas tanggal internasional. A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, Cet. Ke II, (Jakarta : Amzah, 2011), 10.

Minute Second) dengan 1 derajat = 60 menit dan 1 menit = 60 detik.

c) *Universal Transverse Mercator (UTM)*

Berbeda dengan GCS yang mengacu pada bentuk Bumi sesungguhnya, UTM tergolong salah satu jenis sistem koordinat proyeksi. Artinya, UTM tidak mengacu pada bentuk bumi yang bulat, melainkan mengacu pada bentuk bumi yang datar/planar melalui proyeksi tertentu. Sistem koordinat UTM memproyeksikan Bumi ke dalam bentuk tabung dalam satuan meter.¹³

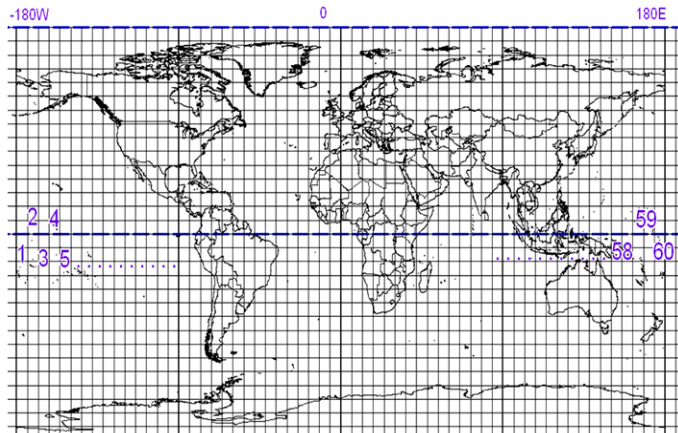


Gambar 3.6 Proyeksi Bumi pada Bentuk Tabung

Proyeksi dilakukan antar garis bujur setiap 60. Setiap daerah yang dibatasi oleh garis bujur sejauh 60 ini disebut zone UTM. Dengan demikian mengacu pada bentuk Bumi bulat sempurna (360°), terdapat 60 zona UTM di dunia.

¹³ Christian Alesandro, *Sistem Koordinat CGS dan UTM*, diakses pada 28 April 2017, <https://www.academia.edu>. 4.

Zona 1 dimulai dari 180° Bujur Barat (BB) hingga 174° BB, zona 2 dari 174° BB hingga 168°BB, terus ke arah timur hingga zona 60 yang dimulai dari 174° Bujur Timur (BT) hingga 180° BT. Secara keseluruhan terdapat 120 zona UTM didunia karena tiap zona yang ada dibagi lagi menjadi bagian utara (*north*) garis khatulistiwa dan bagian selatan (*south*) garis khatulistiwa.



Gambar 3.7 Zona UTM

Setiap zona UTM memiliki sistem koordinat sendiri dengan titik nol sejati pada perpotongan antara meridian (garis bujur) sentralnya dengan ekuator. Untuk menghindari koordinat negatif, meridian tengah diberi nilai awal *absis* (x) 500.000 meter. Untuk zona yang terletak di bagian selatan ekuator (LS), juga untuk menghindari koordinat negatif, ekuator diberi nilai awal *ordinat* (y) 10.000.000 meter. Sedangkan untuk zona yang

terletak di bagian utara ekuator, ekuator tetap memiliki nilai *ordinat* 0 meter.¹⁴

Khusus untuk wilayah Indonesia, terdapat 9 zona UTM yang dimulai dari meridian 90° BT hingga meridian 144° BT dengan batas paralel (lintang) 11° Lintang Selatan (LS) hingga 6° Lintang Utara (LU). Dengan demikian, wilayah Indonesia dimulai dari zona 46 (meridian sentral 93° BT) hingga zona 54 (meridian sentral 141° BT).

3. Bentuk dan Ukuran Bumi

a) *Sphere* dan *Spheroid*

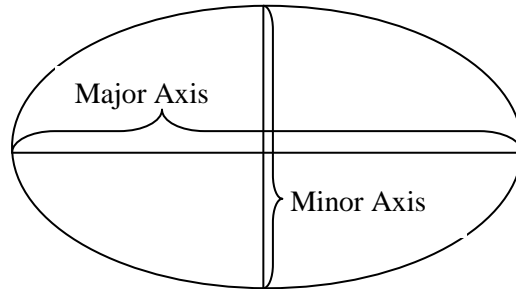
Bentuk dan ukuran permukaan pada suatu sistem koordinat geografis didefinisikan oleh lingkaran (*sphere*) atau ellips (*Spheroid*) yang menggambarkan bola Bumi. Meskipun bumi lebih baik digambarkan sebagai bentuk ellips (*spheroid*), namun dalam beberapa kasus masih menggunakan bentuk bulat dalam membuat peta skala kecil (*small-scale-maps* lebih kecil dari 1: 5.000.000). tapi untuk menjaga keakuratan pada pemetaan maka bentuk ellips lah yang digunakan.¹⁵

Bentuk ellips didefinisikan oleh dua garis tengah. Garis tengah yang panjang disebut sebagai sumbu major (*major axis*). Dan garis tengah yang pendek disebut (*minor axis*). Jarak dari

¹⁴ Prahasta, *Sistem Informasi Geografis*, 118.

¹⁵ Indarto, *Sistem Informasi Geografis*, (Jember: Graha Ilmu, 2013), 127.

pusat ellips ke permukaan ellips didefinisikan sebagai setengah sumbu atau semi major axis dan semiminor axis.



Gambar 3.8 Sumbu Major dan Minor Dari Suatu Ellips

Suatu *spheroid* didefinisikan baik oleh sumbu *semimajor*, a dan sumbu *semiminor*, b , atau oleh *flattening*.¹⁶ *Flattening*, f didefinisikan $f = (a-b)/a$. Nilainya sangat kecil, sehingga biasanya digunakan $1/f$. Paramater *spheroid* dari WGS 1984 adalah :

$$a = 6378137,0 \text{ meter}$$

$$b = 6356752,314 \text{ meter}$$

$$1/f = 298,257223563$$

Sehingga apabila ingin mengoreksi lintang ke bentuk Bumi Spheroid dapat menggunakan rumus; $\tan p' = b^2 / a^2 \times \tan p$.

Dimana P adalah lintang yang akan dikoreksi.

¹⁶ *Flattening* adalah perbedaan panjang antara dua sumbu dan dinyatakan dalam perbandingan desimal.

Nilai *flattening* berkisar 0 sampai 1, nilai *flattening* 0 menunjukkan bahwa kedua sumbu sama panjang, membentuk *sphere* (bola). *Flattening* Bumi diperkirakan = 0,003353.

Kuantitas lain, yang menjelaskan bentuk *spheroid* adalah *eccentricity*, e^2 dan dipresentasikan oleh : $e^2 = a^2 - b^2 / a^2$. $e = 0,08181919133$.

b) Datum

Sementara *spheroid* memperkirakan bentuk Bumi, datum mendefinisikan posisi relatif *spheroid* terhadap pusat Bumi. Datum merupakan referensi untuk pengukuran lokasi ada permukaan Bumi. Datum mendefinisikan asal dan orientasi garis lintang dan garis bujur. Sistem datum yang paling banyak digunakan adalah WGS 1984.¹⁷ Dalam hal ini datum lokal dapat digunakan sebagai informasi tambahan untuk dapat menggambarkan dengan lebih akurat posisi titik di permukaan Bumi.

4. Fungsi Koordinat Bumi

Fungsi utama dari titik koordinat adalah untuk mengetahui suatu tempat secara tepat dipermukaan Bumi. Titik koordinat di referensikan dengan garis lintang dan bujur dimana keduanya

¹⁷ Kependekan dari World Geodetic System 1984, datum geodetik yang direalisasikan dan dipantau oleh NIMA (National Imagery and Mapping) Amerika Serikat. WGS 84 adalah sistem yang saat ini digunakan oleh sistem satelit navigasi GPS. Berdasarkan peningkatan kualitas dari WGS 84 yang dilakukan secara berkesinambungan, sudah dikenal tiga sistem yaitu WGS 84, (G730), (G873) yang terbaru saat ini.

merupakan garis khayal yang melingkari Bumi dengan ketentuan tertentu. Dimana lintang diukur dari equator dan bujur dari lingkaran meridian kota Greenwich.¹⁸ Ketika lintang dan bujur telah diketahui secara tepat maka dapat membantu dalam penentuan arah atau azimuth sudut misalnya dalam aplikasi arah kiblat, sedangkan bujur dapat dimanfaatkan mengetahui perbedaan waktu dengan daerah tertentu.

Titik koordinat Bumi memberikan informasi posisi dimana seseorang berada di atas permukaan Bumi. Adanya posisi suatu titik sebagai sumber pengetahuan yang dapat dijadikan patokan ketika ingin mengetahui titik yang lain dari keberadaan kita. Dalam mengetahui posisi tidak hanya dengan koordinat (garis lintang dan bujur) akan tetapi dapat menggunakan sistem lain misalnya kode pos atau referensi peta kadaster¹⁹.

Posisi geografis terkait dengan bentuk Bumi :²⁰

¹⁸ Purwanto menambahkan bahwa pentingnya mengetahui satu tempat atau posisi itu layaknya seseorang yang berada dalam ruangan dengan waktu tertentu. Maka apabila ruang sudah berbeda maka waktunya pun akan berbeda pun sebaliknya, layaknya teori relativitas khusus. Baca Agus Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, (Surabaya: ITSPress, 2009), 45.

¹⁹ Peta kadaster adalah jenis peta yang skalanya sangat besar, yakni 1:100 – 1:5.00. Peta ini menampilkan secara rinci setiap detail yang ada di permukaan bumi. Pada umumnya peta ini digunakan untuk menunjukkan batas-batas dan kepemilikan bidang tanah.

²⁰ Indarto, *Sistem Informasi Geografis*, 121.

- a) Bentuk Bumi tidak bulat sempurna (*perfect sphere*) maupun elips sempurna (*perfect ellipsoid*), tetapi antara keduanya dan mengarah ada bentuk elis yang tidak teratur.
- b) Posisi terkadang dinyatakan dalam bentuk koordinat *globe* yang tiga dimensi, tetapi seseorang lebih sering menggunakan datum geodesi (bidang datar dua dimensi).
- c) Pengetahuan posisi yang tepat memerlukan sistem datum yang digunakan.

B. Metode Penentuan Koordinat Tengah Kota dan Kabupaten

Pada dasarnya mencari titik tengah suatu daerah adalah mempertimbangkan segala aspek luas daerah yang dicakupnya. Dalam kartografi titik tengah atau yang disebut juga *centroid* merupakan titik tengah dari suatu wilayah geografis. Misalnya, *centroid* dari wilayah kabupaten X merupakan titik yang letaknya tepat di tengah-tengah wilayah kabupaten tersebut.

Pusat geometri (*centroid*) dikenal juga dengan sebutan *centre of gravity* atau *center of mass*. Dalam matematika maupun fisika, pusat geometri dari sebuah area dua dimensi merupakan posisi rata-rata aritmatika dari semua titik pembatas area tersebut.²¹ Untuk

²¹ Francis E. Greulich, "Accurate Polygon Centroid Computation," *Journal of Computing in Civil Engineering* 9 (1) : 88 Januari 1995

menghitung luas area bentuk poligon dalam bidang datar dua dimensi (xy) digunakan persamaan sebagai berikut.²²

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (2-1)$$

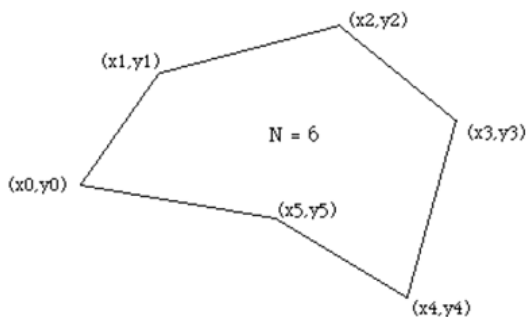
Keterangan:

A: luas area poligon

x_i : posisi titik ke-i pada poligon berdasarkan sumbu x

y_i : posisi titik ke-i pada poligon berdasarkan sumbu y

n : banyaknya titik pada poligon



Gambar 3.9 Area Poligon

Poligon adalah rangkaian titik-titik secara berurutan, sebagai kerangka dasar pemetaan. Untuk kepentingan kerangka dasar, titik-titik poligon tersebut harus diketahui atau ditentukan posisinya atau koordinatnya. Jumlah titik sampel pada satu poligon bergantung pada

²² Paul Bourke, *Calculating the Area and Centroid of a Polygon*, University of Western Australia, diakses pada 23 April 2017, <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/geometry/polyarea/>

luas poligon tersebut. Semakin besar poligon semakin banyak titik sampel yang ada pada satu poligon. Poligon dapat dihitung luasnya apabila titik sudut diketahui koordinatnya.

Dalam persamaan (2-1) titik simpul diberikan nomor secara berurutan sepanjang garis poligon dan titik simpul (x_n, y_n) sama dengan titik simpul (x_0, y_0) sebagai poligon tertutup. Jika titik simpul diberi nomor urut searah jarum jam maka nilai variabel A akan negatif, tetapi posisi koordinat pusat geometri akan tetap benar. Titik tengah atau pusat geometri dari sebuah poligon tertutup yang terdiri dari sejumlah n titik simpul dapat ditentukan menggunakan persamaan (2-2) dan (2-3).

dengan menggunakan rumus :²³

$$C_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (2 - 2)$$

$$C_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (2 - 3)$$

Keterangan:

C_x : Pusat geometri poligon berdasarkan sumbu x

C_y : Pusat geometri poligon berdasarkan sumbu y

²³ Bourke, *Calculating the Area*, 3.

Hasil perhitungan pusat geometri dari setiap poligon berdasarkan koordinat Kartesius xy merupakan titik koordinat berdasarkan bujur dan lintang geografisnya.

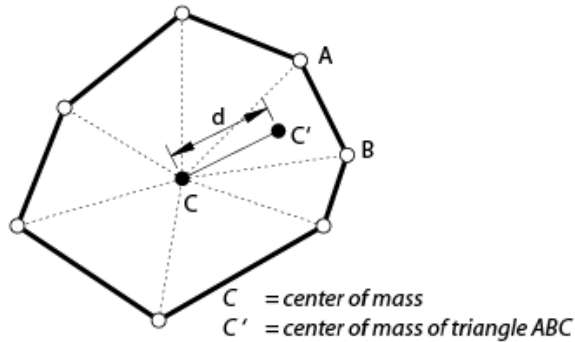
Ada beberapa cara lain yang dapat digunakan dalam menentukan titik *centroid* antara lain dengan menggunakan *software* ArcGIS atau menghitung Momen Inersia Poligon cembung tidak teratur. *Software* ArcGIS²⁴ digunakan untuk mempermudah dalam pemetaan. Sedangkan dalam menghitung Momen Inersia Poligon cembung tidak teratur ada beberapa tahapan.

Saat inersia dibutuhkan untuk menghitung pergerakan rotasi suatu bentuk daerah. Hal itu dapat dianggap sebagai rotasi yang setara dengan massa. Untuk menghitung momen inersia harus mengintegrasikan area (volume dalam 3D) dari poligon yang berhubungan dengan sumbu rotasi (sumbu tidak melalui pusat massa). Cara yang dilakukan sebagai berikut :²⁵

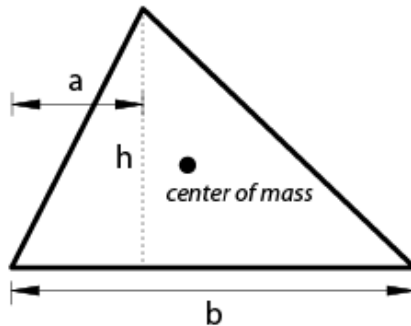
²⁴ Software ini digunakan dalam pemetaan wilayah secara geografis dan dimanfaatkan dalam segala bidang, yakni dalam sebuah sistem informasi geografis. Contoh pemanfaatan sistem informasi geografis, baca Erna Kharistiani dan Eko Ariwibowo, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Potensi SMA/SMK Berbasis Web (Studi Kasus : Kabupaten Kebumen)," *Jurnal Sarjana TeknikInformatika*, Vol.1 No.1, Juni 2013. Baca Rossi Hamzah, dkk, "Metode Penentuan Titik Koordinat Zona Potensi Penangkapan Ikan Pelagis Berdasarkan Hasil Deteksi Termal Front Suhu Permukaan Laut," *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol.13 No.2 Desember 2016 : 97-108. Baca juga Muhammad Arizar Hidayat, dkk, "Pemodelan Pertumbuhan Tata Ruang Kota Semarang Berdasarkan Aspek Ekonomi Menggunakan Konsep Analisis Spasial Citra Satelit Resolusi Tinggi," *Jurnal Geodesi Undip* Agustus 2016.

²⁵ Michael, *Calculating the Moment of Inertia of a non-regular convex Polygon*, diakses pada tanggal 20 April 2017,

Pertama, poligon di triangulasi²⁶ dengan mengitari sekitar *centroid* (pusat massa), sehingga *centroid* adalah bagian dari setiap segitiga.



Gambar 3.10 Titik Tengah Poligon



Gambar 3.11 Segitiga Poligon

<http://lab.polygonal.de/2006/08/17/calculating-the-moment-of-inertia-of-a-convex-polygon/>

²⁶ Clark Kimberling, "Trilinear Distance Inequalities for the Symmedian Point, the Centroid, and Other Triangular Centers," *Forum Geom : Forum Geometricorum*, Vol.10 (2010), 135-139.

Sekarang *centroid* segitiga dan momen inersia segitiga tentang sumbu melalui pusat massa segitiga harus dihitung.

$$I_{triangle} = \frac{b^3 h - b^2 ha + bha^2 + bh^3}{36}$$

Tapi poligon asli berputar sekitar sumbu melalui pusat massa poligon asli, jadi kita harus menggunakan sumbu paralel. Aturan tersebut menyatakan bahwa momen inersia tentang sumbu yang sejajar dengan satu melalui *centroid* dapat dihitung dengan menambahkan massa (dalam hal ini kita menggunakan area segitiga sebagai massa) dikalikan dengan jarak terpendek kuadrat ke sumbu paralel. Langkah terakhir adalah meringkas semua momen inersia segitiga.

$$I_{total} = \sum_{k=1}^n (I_{triangle} + Md^2)_k$$

C. Letak Geografis dan Astronomis Indonesia

Letak geografi Indonesia dan letak astronomis Indonesia adalah posisi negara Indonesia yang didefinisikan terhadap batasan-batasan yang mengelilingi Indonesia. Negara kita memiliki sejumlah pulau yang tersusun dari Sabang sampai Merauke. Penampakan permukaan alam Indonesia terdiri dari perairan dan daratan yang berbanding antara 4:1. Penampakan daratan berupa gunung tertinggi, sungai terpanjang di Indonesia, membuat Indonesia menjadi negara ke 15 terluas di dunia.

Letak geografis Indonesia adalah posisi negara Indonesia yang dilihat dari permukaan Bumi secara nyata sesuai penampakan alam yang membatasi Indonesia. Letak geografis menekankan pada fenomena alam berupa keadaan alam yang melingkupi wilayah tersebut. Hal ini berarti benua, samudera, danau, laut dan sebagainya.

Batasan letak geografis Indonesia secara umum diapit oleh dua benua dan dua samudera:

1. Bagian barat laut : Wilayah Indonesia di batasi dengan Benua Asia
2. Bagian tenggara : Batasan wilayah Indonesia dengan Benua Australia
3. Bagian barat : Indonesia sebelah barat berbatasan dengan Samudera Hindia
4. Bagian timur : wilayah laut Indonesia berbatasan dengan Samudera Pasifik



Gambar 3.12 Letak Geografis Indonesia

Letak astronomi adalah letak suatu tempat berdasarkan garis lintang dan garis bujur. Secara astronomis Indonesia terletak antara 95 BT – 141 BT dan 6 LS – 11 LS dengan letak astronomis tersebut, Indonesia termasuk ke dalam wilayah tropis.²⁷

Posisi kepulauan Indonesia berdasarkan garis lintang dan garis bujurnya mempengaruhi iklim, dan perbedaan waktu. Indonesia terletak di sepanjang garis khatulistiwa yang berarti memiliki iklim tropis. Wilayah negara dengan iklim tropis akan memperoleh sinar Matahari sebagai pusat tata surya sepanjang waktu

Perbedaan waktu yang ditetapkan mulai pada titik lintang dan bujur 0 ° pada kota Greenwich Inggris. Indonesia sendiri terbagi menjadi 3 zona waktu yaitu WIB, WIT dan WITA sesuai Keputusan Presiden No.41 Tahun 1987.



Gambar 3.13 Letak Astronomis Indonesia

²⁷ *Geografi Regional Indonesia*, Pdf.1.

Detail letak geografis Indonesia dalam setiap provinsi dapat di lihat pada tabel berikut :

No.	Provinsi	Ibu Kota	Luas Wilayah	Letak Geografis	Jumlah Kab./ Kota
1	Nangro Aceh Darussalam (Daerah Istimewa Aceh)	Banda Aceh	57.365,57 km ²	2°-6° LU dan 95°-98° BT	21
2	Sumatera Utara	Medan	71.680 km ²	1°-4° LU dan 89°-100° BT	25
3	Sumatera Barat	Padang	42.297 km ²		
4	Sumatera Selatan	Palembang	113.339,07 km ²	1 ° - 4 ° LS dan 102° - 103° BT	14
5	Jambi	Jambi	54.436 km ²	1° - 3° LS dan 101° - 104° BT	10
6	Bengkulu	Bengkulu	19.788 km ²	5° LS dan 101° - 104° BT	9
7	Riau	Pekanbaru	94.561 km ²	1° 31' - 2° 31' LS dan 100° - 105° BT	11
8	Kepulauan Riau/ Kepri	Btam	11.195 km ²	5° LU - 1° LS dan 105°- 109° BT	6
9	Lampung	Bandar Lampung	35.376,84 km ²	3°- 6° LS dan 103° - 105° BT	10
10	Keulauan Bangka Belitung / Babel	Pangkal Pinang	95,1 km ²		7

11	Bali	Denpasar	5.632,86 km ²	8,3° - 8,5° LS dan 114° - 116° BT	9
12	Nusa Tenggara Barat / NTB	Mataram	20.153,15 km ²	8°- 9°LS dan 115°- 119° BT	9
13	Nusa Tenggara Timur / NTT	Kupang	47.349 km ²	: 8°- 9° LS dan 108°- 125° BT	16
14	Kalimantan Barat / Kalbar	Pontianak	14.680,70 0 km ²	2° - 3° LS dan 108°- 114° BT	12
15	Kalimantan Tengah / Kalteng	Palangkaraya	153.800 km ²	1°- 4° LS dan 111° - 116° BT	14
16	Kalimantan Selatan / Kalsel	Banjarmasin	37.377,53 km ²	1° - 4° LS dan 114°- 117 ° BT	13
17	Kalimantan Timur / Kaltim	Samarinda	211.440 km ²	2° - 25° LS dan 113° - 118° BT	14
18	Jawa Timur	Surabaya	47.921,98 km ²	7,12° - 8,48° LS dan 111° - 114,4° BT	38
19	Daerah Istimewa Yogyakarta	Yogyakarta	3.142 km ²	7° - 8° LS dan 110° - 111° BT	5
20	Jawa Tengah	Semarang	33.171,88 km ²	6° - 8° LS dan 108° - 111° BT	35
21	Banten	Serang	8.234,69 km ²	5,75°- 7,25° LS dan 105°- 160° BT	6
22	Jawa Barat	Bandung	44.176	6° - 8° LS	24

			km ²	dan 105° - 108° BT	
23	DKI Jakarta	Jakarta	661,62 km ²	6° - 7° LS dan 107° - 108° BT	6
24	Sulawesi Utara	Manado	25.768 km ²	0°- 5° LU dan 121°- 127° BT	9
25	Sulawesi Barat	Mamasa			5
26	Sulawesi Tengah	Palu	68.033 km ²	2° LU - 3° LS dan 119° - 124° BT	10
27	Sulawesi Tenggara	Kendari	38.140 km ²	3° - 6°LS dan 120°- 124° BT	10
28	Sulawesi Selatan	Makassar	62.482,54 km ²	4°- 6° LS dan 119° - 121° BT	28
29	Gorontalo	Gorontalo	10.804 km ²	0,5° - 1,25° LU dan 121,3° - 122,3° BT	5
30	Maluku	Ambon	851.00 km ²	5° LU - 9° LS dan 122° - 136° BT	8
31	Maluku Utara	Sofifi	53.836 km ²	3,9° LU - 2,1° LS dan 123,15° - 129,4° BT	8
32	Irian Jaya Barat	Sorong	116.571 km ²	0,15° LU - 5,15° LS dan 130° - 133° BT	9
33	Papua	Jayapura	307.775	0,5° LU -	20

			km ²	10° LS dan 134°- 141,6° BT	
--	--	--	-----------------	----------------------------------	--

Tabel 3.1 Geografis Provinsi di Indonesia²⁸

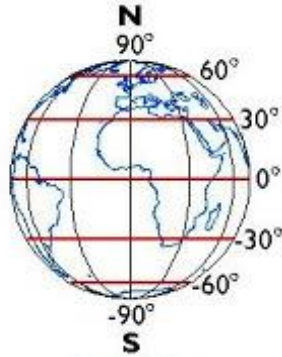
D. Variabel Perhitungan Jadwal Waktu salat

1. Lintang Tempat

Lintang Tempat adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat dimaksud. Nilai Lintang suatu tempat berkisar antara 0° sampai 90°. Jika letaknya di sebelah selatan garis khatulistiwa disebut dengan garis Lintang Selatan dan diberi tanda negatif (-). Sedangkan letaknya di sebelah utara khatulistiwa disebut dengan garis Lintang Utara dan diberi tanda positif (+). Lintang dalam bahasa Inggris biasa diistilahkan *latitude* dan dalam bahasa Arab diistilahkan dengan *Urđ al-Balad*. Dalam astronomi Lintang tempat biasanya diberi tanda huruf Yunani Φ (*phi*).²⁹

²⁸ Ditjen PUM Kemendagri, *Kode dan Data Wilayah Administrasi Pemerintah (Permendagri No.56-2015)*, diakses pada tanggal 28 April 2017, <http://www.kemendagri.go.id/pages/data-wilayah>

²⁹ Azhari, *Ensikopedi Hisab Rukyat*, 134.

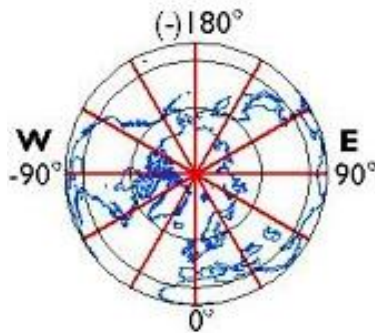


Gambar 3.14 Lintang Tempat

2. Bujur Tempat

Dalam astronomi Bujur Tempat biasanya diberi tanda λ (*lamda*), adalah jarak suatu tempat dari kota Greenwich di Inggris diukur melalui lingkaran meridian. Ke arah Timur disebut dengan bujur Timur diberi tanda (-) atau minus yang berarti negatif dan ke arah Barat dinamakan bujur Barat diberi tanda (+) atau plus yang berarti positif. Baik bujur Timur maupun bujur Barat diukur melalui lingkaran meridian dari kota Greenwich di Inggris, yaitu pada bujur (0°) sampai dengan bujur (180°). 0° sebagai bujur standar sedangkan 180° sebagai batas tanggal internasional.³⁰

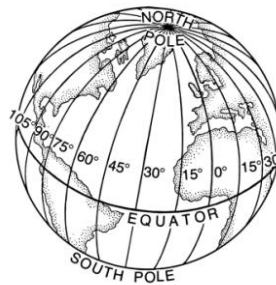
³⁰ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, 10.



Gambar 3.15 Bujur Tempat

3. Bujur daerah (λ^d)

Bujur daerah yaitu garis bujur yang berada di suatu daerah dihitung 15° mulai dari Greenwich. Sehingga garis bujur daerah terbagi menjadi 24 bagian yaitu 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135°, 150°, 165°, 180° bernilai negatif di sebelah barat Greenwich dan bernilai positif sebelah timur Greenwich.



Gambar 3.16 Bujur Daerah

4. Tinggi Tempat (m)

Tinggi tempat yaitu letak suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut,³¹ sampai tempat yang bersangkutan. Dalam perhitungan awal waktu salat, tinggi tempat berfungsi untuk mencari kerendahan ufuk (ku). Ketinggian lokasi dari permukaan laut (h) menentukan waktu kapan terbit dan terbenamnya Matahari. Tempat yang berada tinggi di atas permukaan laut akan lebih awal menyaksikan Matahari terbit serta lebih akhir melihat Matahari terbenam, dibandingkan dengan tempat yang lebih rendah. Satuan h adalah meter atau *feet* (kaki). Ketinggian tempat bisa diperoleh dari data geografis tempat itu atau bisa dari pengukuran sendiri dengan alat yang bernama Altimeter atau GPS.

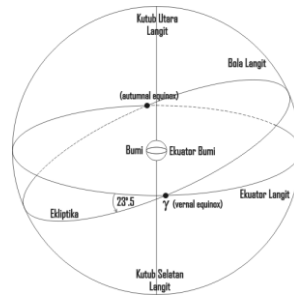
5. Deklinasi Matahari

Deklinasi Matahari adalah busur pada lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan lingkaran ekuator ke arah utara atau selatan sampai ke titik pusat benda langit. Dalam bahasa Arab dikenal dengan istilah *al-Mail*. Deklinasi sebelah Utara ekuator dinyatakan positif dan diberi tanda (+), sedangkan deklinasi sebelah Selatan ekuator dinyatakan

³¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program ascasarjana IAIN Walisonggo, 2011), 141.

negatif dan diberi tanda (-).³² Dalam astronomi dilambangkan dengan δ (delta).

Ketika Matahari melintasi khatulistiwa deklinasinya adalah 0° . Hal ini terjadi sekitar tanggal 21 Maret dan tanggal 23 September. Setelah Matahari melintasi khatulistiwa pada tanggal 21 Maret, Matahari bergeser ke utara hingga mencapai garis balik utara (deklinasi $+23^\circ27'$) kemudian, sekitar tanggal 21 Juni kembali bergeser ke arah selatan sampai pada khatulistiwa lagi sekitar tanggal 23 September, setelah itu terus ke arah selatan hingga mencapai titik balik selatan (deklinasi $-23^\circ27'$). Sekitar tanggal 22 Desember, kemudian kembali ke arah Utara hingga mencapai khatulistiwa lagi sekitar tanggal 21 Maret, demikian seterusnya.³³



Gambar 3.17 Deklinasi Matahari

³² Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 51.

³³ Hambali, *Ilmu Falak 1*, 55.

6. *Equation of time*

Equation of time dapat disebut juga Perata Waktu atau *Ta'dil al-Waqt* dan *Ta'dil al-Zaman* dalam bahasa arab. Ialah selisih waktu antara waktu Matahari hakiki dengan waktu Matahari rata-rata (pertengahan).³⁴ Hal ini terjadi karena lintasan Bumi yang berbentuk *ellips* yang menyebabkan jarak Bumi dan Matahari selalu berubah-ubah. Hal ini mengakibatkan perjalanan Matahari menjadi tidak tetap, pada saat Bumi dekat dengan Matahari maka putaran Matahari lebih cepat, dan pada saat Bumi jauh dari Matahari maka putaran Matahari nampak lambat. Dengan demikian matahari mencapai titik kulminasi tidak selamanya tepat jam 12.00.³⁵

Waktu Matahari rata-rata adalah waktu peredaran semu Matahari seolah-olah Matahari beredar dalam waktu yang konstan. *Equation of time* ini berfungsi untuk mengetahui kecepatan gerak Matahari, bertanda positif (+) jika pada saat pukul 12.00 Matahari sudah melewati titik kulminasi atas, dan bertanda negatif (-) jika pada saat pukul 12.00 Matahari belum melewati titik kulminasi atas. Data ini biasa dilambangkan dengan huruf *e* dan diperlukan dalam menghitung waktu salat.

7. Semidiameter Matahari

³⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Cet. Ke IV, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 67.

³⁵ Hambali, *Ilmu Falak 1*, 92.

Semidiameter atau jari-jari adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya. Besar kecil semidiameter tidak menentu tergantung jauh dekatnya Bumi – Matahari.³⁶ Semakin dekat semakin besar diameter hingga mencapai $0^{\circ} 16' 16,1''$, semakin jauh semakin kecil pula semidiameter $0^{\circ} 15' 43,86''$. Sedangkan nilai semidiameter Matahari rata-rata adalah $0^{\circ} 16'$ yang digunakan untuk menghitung secara tepat saat Matahari terbenam dan terbit.³⁷

8. Refraksi

Dalam bahasa Arab refraksi diistilahkan dengan *Daqoiq al-ikhtilaf*, sedangkan dalam bahasa Inggris disebut *Refraction*. Refraksi adalah perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang dilihat dengan tinggi sebenarnya diakibatkan adanya pembiasan sinar. Pembiasan ini terjadi karena sinar yang dipancarkan benda tersebut datang ke mata melalui lapisan-lapisan Atmosfer yang berbeda-beda tingkat kerenggangan udaranya, sehingga posisi setiap benda langit terlihat lebih tinggi dari posisi sebenarnya. Benda langit yang sedang menempati titik zenit refraksinya adalah 0° . Semakin rendah posisi benda langit, refraksinya semakin besar, dan refraksi itu mencapai nilai paling besar yaitu sekitar $0^{\circ} 34' 30''$

³⁶ Sriyatin Sadiq, *Konversi Tahun, Sistem Ephemeris Hisab dan Metode Rukyatul Hilal*, (Jakarta: Ditnibanpera Islam Depag. RI, 2002), 3.

³⁷ Slamet Hambali, “Standarisasi Awal Ramadhan dan Syawal 1435 H/ 2014 M”, (Pekalongan : seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H di STAIN Pekalongan, Sabtu 14 Juni 2014), 4.

pada saat piringan benda langit itu bersinggungan dengan kaki langit, namun untuk perhitungan waktu salat refraksi untuk terbit dan terbenam adalah $0^{\circ} 34'$.³⁸ Refraksi yang digunakan untuk Isya dan Subuh berbeda karena refraksi diperoleh berdasarkan ketinggian Matahari. Nilai refraksinya secara detail untuk Isya $0^{\circ} 3' 9,75''$ sedangkan Subuh $0^{\circ} 2' 49,77''$, namun untuk keduanya cukup menggunakan refraksi $0^{\circ} 3'$. Refraksi dapat diperoleh melalui rumus berikut :³⁹

$$\text{Refraksi} = 0,0167 : \tan (h + 7,31 : (h + 4,4))$$

E. Metode Perhitungan Jadwal Waktu Salat

Dalam hal ini penulis mencoba untuk menghitung jadwal salat dengan menggunakan algoritma *Jean Meeus Low Accuracy* dalam mencari data ephemeris Matahari kaitannya dengan deklinasi dan *equation of time*, sedangkan prosedur berikutnya menggunakan rumusan baku Hisab Awal Waktu Salat Kemenag RI.

1. Menghitung Data Matahari

a) Menghitung Julian Day⁴⁰

³⁸ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 180.

³⁹ Hambali, "Standarisasi Awal Ramadhan", 3.

⁴⁰ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm*, Terj., Khafid, Modul Kuliah Astronomi IAIN Walisongo, tt. 61

Metode berikut ini berlaku untuk tahun positif maupun negatif, tetapi tidak untuk JD negatif. Misalkan saja Y adalah tahun, M adalah urutan bulan (untuk Januari = 1, Februari = 2, dan seterusnya sampai Desember = 12), dan D Hari kesekian dalam bulan yang dimaksud (dengan desimal, jika ada) dari tanggal kalender tertentu.

- Jika $M > 2$, maka biarkan Y dan M tidak berubah.
- Jika $M = 1$ atau 2 , maka Y dirubah dengan $Y - 1$, dan M dirubah dengan $M + 12$.

Dengan kata lain, jika tanggal adalah pada bulan Januari atau Februari, hal itu dianggap pada bulan ke 13 atau 14 tahun sebelumnya.

- Dalam kalender Gregorian, menghitung

$$A = \text{INT}(y/100) \qquad B = 2 - A + \text{INT}(A/4)$$

- Dalam kalender Julian, berarti $B = 0$.

Hari Julian kemudian dapat dihitung dengan rumus,

$$\text{JD} = \text{INT}(365.25(y + 4716)) + \text{INT}(30.6001(M + 1)) + D + B - 1524.5$$

Contoh:

Tanggal 15 Juli 2017, Jam = 12 : 00 : 00 WIB

Sebelum masuk ke rumus Julian Day, Tanggal dan Jamnya harus dirubah ke UT atau GMT

$$12:00:00 \text{ WIB} = 5:00:00 \text{ GMT}$$

- Jika bulan > 2 , maka $M = \text{bulan}$ $Y = \text{Tahun}$

- Jika bulan = 1 atau 2, maka $M = \text{bulan} + 12$, $Y = \text{Tahun} - 1$

Maka $M = 7$, dan $Y = 2017$

Menghitung Julian Day

$$A = \text{INT}(Y/100)$$

$$= 20$$

$$B = \text{Jika } Y < 1582 \text{ B}=0, \text{ Jika tidak, } B = 2 - A + \text{INT}(A/4)$$

$$= -13$$

$$JD = \text{INT}(365,25*(Y+4716)) + \text{INT}(30,6001*(M+1)) +$$

$$B + \text{TGL} + (\text{Jam} + \text{Menit}/60 + \text{Detik}/3600)/24 - 1524,5$$

$$\mathbf{JD = 2457949,708}$$

b) Menghitung T^{41}

Jika akurasi 0.01 derajat dianggap memadai, posisi Matahari dapat dihitung dengan asumsi gerakan Bumi murni berbentuk elipsoid, yang mana gangguan disebabkan oleh Bulan dan planet-planet dapat diabaikan. Perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut.

Sebut saja JD adalah Hari Julian (Ephemeris). Maka waktu T , diukur dalam abad Julian berdurasi 36.525 hari ephemeris dihitung dari epoch J2000.0 (Tanggal 1.5 Januari Waktu Dinamis tahun 2000), dirumuskan dengan:

$$T = (JD - 2451\,545.0) / 36525$$

⁴¹ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

Kuantitas ini harus dihitung dengan jumlah desimal yang memadai. Misalnya, lima desimal tidak cukup (kecuali Bujur Matahari tidak diperlukan dengan akurasi lebih baik dari satu derajat): ingat bahwa T dinyatakan dalam satuan abad, sehingga kesalahan 0.00001 di dalam T berarti kesalahan waktu 0.37 hari.

Contoh:

Menghitung T tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$T = (2457949,708 - 2451545)/36525$$

$$T = \mathbf{0,17535136}$$

- c) Menghitung Bujur Geometrik rata-rata Matahari (L_o)⁴²

Bujur geometrik rata-rata Matahari, mengacu pada ekuinoks pada saat tanggal tertentu, dinyatakan dengan:

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

Contoh:

Menghitung L_o pada tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$L_o = \text{MOD} (280.46645 + 36000.76983 * T + 0.0003032 * T^2, 360)$$

$$L_o = \mathbf{113,2503207}$$

- d) Menghitung Anomali rata-rata matahari⁴³

Anomali rata-rata Matahari adalah

⁴² Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

⁴³ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

$$M = 357^{\circ}52910 + 35\,999^{\circ}.050\,30\,T - 0^{\circ}.000\,1559\,T^2 - 0^{\circ}.000\,000\,48\,T^3$$

Contoh:

Menghitung M tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$M = \text{MOD}(357.5291 + 35999.0503 * T - 0.0001559 * T^2 - 0.00000048 * T^3, 360)$$

$$M = \mathbf{190,011435}$$

e) Menghitung eksentrisitas orbit matahari⁴⁴

Eksentrisitas orbit Bumi adalah

$$e = 0.016\,708\,617 - 0.000\,042\,037\,T - 0.000\,000\,1236\,T^2$$

Contoh:

Menghitung e tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$e = 0.016708617 - 0.000042037 * T - 0.0000001236 * T^2$$

$$e = \mathbf{0,016701242}$$

f) Menghitung persamaan matahari dari pusat (C)⁴⁵

$$C = (1^{\circ}.914\,600 - 0^{\circ}.004817\,T - 0^{\circ}.000014\,T^2) \sin M + (0^{\circ}.019993 - 0^{\circ}.000\,101\,T) \sin 2M + 0^{\circ}.000\,290 \sin 3M$$

Contoh:

Menghitung C tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$C = (1.9146 - 0.004817 * T - 0.000014 * T^2) * \text{SIN}(\text{RADIANS}(M)) + (0.019993 - 0.000101 * T) * \text{SIN}(2 * M) + 0.000290 * \text{SIN}(3 * M)$$

⁴⁴ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

⁴⁵ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

$$\begin{aligned} & \text{SIN(RADIANS}(2 * M)) & + \\ & 0.00029 * \text{SIN(RADIANS}(3 * M)) \\ & \mathbf{C = -0,32600188} \end{aligned}$$

g) Menghitung Bujur Matahari (θ)⁴⁶

$$\theta = L_o + C$$

Contoh:

Menghitung θ tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$\theta = 113,2503207 + - 0,32600188$$

$$\mathbf{\theta = 112,9243188}$$

h) Menghitung kemiringan ekliptika rata-rata⁴⁷

Kemiringan ekliptika rata-rata dinyatakan dalam rumus berikut ini, yang diadopsi oleh International Astronomical Union:

$$\epsilon = 23^{\circ}26'21''.448 - 46''.8150 T - 0''.00059 T^2 + 0''.001813 T^3$$

Contoh:

Menghitung kemiringan ekliptika rata-rata tanggal 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$\begin{aligned} \epsilon = & 23 + 26/60 + 21.448/3600 - 46.815/3600 & * & T - \\ & 0.00059/3600 * T^2 + 0.001813/3600 * T^3 \end{aligned}$$

$$\mathbf{\epsilon = 23,4370108}$$

⁴⁶ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 108.

⁴⁷ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 106.

i) Menghitung deklinasi matahari (δ)⁴⁸

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \cdot \sin \theta$$

Contoh:

Menghitung deklinasi matahari 15 Juli 2017 pukul 12.00
WIB

$$\delta = \text{DEGREES}(\text{ASIN}(\text{SIN}(\text{RADIANS}(\varepsilon)) * \text{SIN}(\text{RADIANS}(\theta))))$$

$$\delta = \mathbf{21,489281}$$

j) Menghitung aksensiorekta (α)⁴⁹

$$\tan \alpha = \cos \varepsilon \cdot \sin \theta / \cos \theta$$

Contoh:

Menghitung aksensiorekta 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB
 $\alpha = \text{DEGREES}(\text{ATAN2}(\text{COS}(\text{RADIANS}(\theta)), \text{COS}(\text{RADIANS}(\varepsilon)) * \text{SIN}(\text{RADIANS}(\theta))))$

$$\alpha = \mathbf{114,74714}$$

k) Menghitung Perata Waktu (E)⁵⁰

Perata atau persamaan waktu E , pada saat tertentu,
dirumuskan dengan:

$$E = L_o - 0^\circ.005\ 7183 - \alpha$$

Contoh:

Menghitung Perata Waktu 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

⁴⁸ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 109.

⁴⁹ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 109.

⁵⁰ Meeus, *Astronomical Algorithm*, 115.

$$E = (Lo-0.0057183-\alpha)/15$$

$$E = - 0,100169227$$

2. Proses Perhitungan Jadwal Waktu Salat

Penulis mengimplementasikan koordinat tengah kota/kabupaten dalam menghitung jadwal waktu salat, berikut salah satu contoh perhitungan lokasi dan pada tanggal tertentu:

Lokasi = Lampung Timur

Lintang = $-5^{\circ} 7' 48''$

Bujur = $105^{\circ} 42' 32''$

Tinggi Tempat⁵¹ = 30 meter

Bujur Daerah⁵² = $105 / TZ = +7$

Waktu = 15 Juli 2017

Dari hasil akhir perhitungan ini, kemudian ditambahkan dengan *ihtiyat*⁵³ dengan kriteria sebagai berikut :⁵⁴

⁵¹ Tinggi tempat yaitu letak suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut, sampai tempat yang bersangkutan. Dalam perhitungan awal waktu salat, tinggi tempat berfungsi untuk mencari kerendahan ufuk (ku).

⁵² Bujur daerah yaitu garis bujur yang berada di suatu daerah dihitung 15° mulai dari Greenwich. Sehingga garis bujur daerah terbagi menjadi 24 bagian yaitu $0^{\circ}, 15^{\circ}, 30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}, 75^{\circ}, 90^{\circ}, 105^{\circ}, 120^{\circ}, 135^{\circ}, 150^{\circ}, 165^{\circ}, 180^{\circ}$ bernilai negatif di sebelah barat Greenwich dan bernilai positif sebelah timur Greenwich.

⁵³ *Ihtiyat* adalah suatu langkah pengaman dengan cara menambahkan atau mengurangi waktu beberapa menit dari hasil perhitungan agar jadwal waktu salat tidak mendahului awal waktu atau melampaui akhir waktu. Tujuan *ihtiyat* adalah untuk mengantisipasi adanya kesalahan dalam perhitungan.

⁵⁴ Ahmad Izzuddin, "Standarisasi Hisab Rukyat Sebagai Upaya Pemerintah dalam Penyatuan Umat", (Pekalongan : seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H di STAIN Pekalongan, Sabtu 14 Juni 2014), 26.

- Detik berapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kecuali terbit detik berapa pun dibuang.
- Zuhur ditambah 3 menit.
- Asar, magrib, isya, subuh dan dhuha ditambah 2 menit.
- Terbit dikurangi 2 menit.
- Imsak, subuh sudah menggunakan ihtiyat di kurangi 10 menit.

a) *Meridian Pass*

Meridian Pass (MP) adalah waktu pada saat Matahari tepat di titik kulminasi atas atau tepat di meridian langit menurut waktu pertengahan, yang menurut waktu hakiki saat itu menunjukkan tepat jam 12 siang.⁵⁵ Data *meridian pass* ini bisa didapatkan dengan cara mengurangi waktu hakiki Matahari dengan *equation of time* (*e*). Formulasi ini bisa dirumuskan menjadi, $MP = 12 - e$

Contoh :

Menghitung Meridian Pass 15 Juli 2017 pukul 12.00 WIB

$$MP = 12 - (-0,100169227)$$

$$= \mathbf{12,10016923}$$

b) Koreksi Waktu Daerah (KWD)

Untuk memindahkan waktu *istiwa* yang dihasilkan oleh perhitungan awal waktu salat yang menggunakan data-data

⁵⁵ Khazin. *Kamus Ilmu Falak*, 68.

GMT, maka harus dilakukan koreksi untuk mengetahui waktu setempat.

Rumus koreksi waktu daerah :

$$(\lambda_d - \lambda_x) / 15$$

Keterangan: λ_d : Bujur Daerah, λ_x : Bujur Tempat

Contoh :

Menghitung KWD untuk Lampung Timur

$$\begin{aligned} \text{KWD} &= (105 - 105^\circ 42' 32'') / 15 \\ &= \mathbf{-0,05} \end{aligned}$$

c) Zenit Matahari

Panjang bayangan yang terjadi pada saat Matahari berkulminasi adalah sebesar **tan zm**, di mana zm adalah jarak sudut antara zenit dan Matahari ketika berkulminasi sepanjang meridian, yakni **ZM = [$\varphi - \delta$]**. Jarak zenit dan Matahari adalah sebesar harga mutlak lintang tempat dikurangi deklinasi Matahari.⁵⁶

Contoh :

Menghitung ZM 15 Juli 2017

$$\begin{aligned} \text{ZM} &= (-5^\circ 7' 48'' - \mathbf{21,489281}) \\ &= \mathbf{26,61928059} \end{aligned}$$

d) Kerendahan Ufuk

⁵⁶ Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, 88.

Kerendahan ufuk adalah perbedaan kedudukan antara kaki langit (horizon) sebenarnya (ufuk hakiki) dengan kaki langit yang terlihat (ufuk *mar'i*) seorang pengamat. Kerendahan ufuk dalam bahasa Inggris disebut dengan *Dip* dan *Ikhtilaf al-Ufuq* dalam bahasa Arab.⁵⁷ Untuk mencari *dip* digunakan rumus **dip = 0° 1,76' x √tinggi tempat.**

Kerendahan ufuk tergantung pada ketinggian tempat, semakin tinggi tempat dari permukaan air laut semakin besar pula kerendahan ufuknya. Oleh karena itu ketika seorang pengamat yang berada di pantai melihat Matahari benar-benar sudah terbenam, ternyata yang berada di gunung masih terlihat mendapat cahaya.

Contoh :

Menghitung DIP Lampung Timur

$$\begin{aligned} \text{DIP} &= 0^\circ 1,76' \times \sqrt{30} \\ &= \mathbf{0,160665} \end{aligned}$$

e) Ketinggian Matahari

Dalam bahasa arab ketinggian Matahari disebut dengan *Irtifa' al-Syams*, sedangkan dalam istilah astronomi dikenal dengan *Altitude* yang biasa diberi notasi h_0 (*hight of Sun*). adalah jarak busur sepanjang lingkaran vertikal dihitung dari

⁵⁷ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, 58.

ufuk sampai Matahari.⁵⁸ Ketinggian ini dinyatakan dengan derajat ($^{\circ}$), minimal 0° dan maksimal 90° . Jika Matahari berada di atas ufuk maka nilainya positif (+), sebaliknya jika Matahari di bawah ufuk maka nilainya negatif (-).

$$\begin{aligned} h_0 \text{ asar} &= \cotan h_0 = \tan z_m + 1 \\ h_0 \text{ terbit/terbenam}^{59} &= -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\ h_0 \text{ isya}' &= -17' + -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\ h_0 \text{ subuh} &= -19' + -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\ h_0 \text{ duha} &= 4^{\circ} 30' \end{aligned}$$

Contoh :

Menghitung Tinggi Matahari 15 Juli 2017 di Lampung Timur

$$\begin{aligned} h_0 \text{ asar} &= 33,66921157 \\ h_0 \text{ terbit/terbenam} &= -0,993998617 \\ h_0 \text{ isya}' &= -17,47733195 \end{aligned}$$

⁵⁸ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, 80.

⁵⁹ Refraksi adalah perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang dilihat dengan tinggi sebenarnya diakibatkan adanya pembiasan sinar. refraksi itu mencapai nilai paling besar yaitu sekitar $0^{\circ} 34' 30''$ pada saat piringan benda langit itu bersinggungan dengan kaki langit, namun untuk perhitungan waktu salat refraksi untuk terbit dan terbenam adalah $0^{\circ} 34'$. Refraksi yang digunakan untuk Isya dan subuh berbeda karena refraksi diperoleh berdasarkan ketinggian Matahari keduanya cukup menggunakan refraksi $0^{\circ} 3'$.

Semidiameter atau jari-jari adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya. Besar kecil semidiameter tidak menentu tergantung jauh dekatnya Bumi – Matahari. Semakin dekat semakin besar diameter hingga mencapai $0^{\circ} 16' 16,1''$, semakin jauh semakin kecil pula semidiameter $0^{\circ} 15' 43,86''$. Sedangkan nilai semidiameter Matahari rata-rata adalah $0^{\circ} 16'$ yang digunakan untuk menghitung secara tepat saat Matahari terbenam dan terbit.

$$h_0 \text{ subuh} = -19,47733195$$

$$h_0 \text{ duha} = 4^\circ 30'$$

f) Sudut Waktu Matahari

Sudut waktu adalah sudut yang dibentuk oleh setiap lingkaran waktu dengan lingkaran meridian. Sudut waktu matahari adalah jarak matahari dari titik kulminasi diukur sepanjang lintasan harian. Sudut waktu disebut juga *Hour Angle* atau dalam bahasa Arab disebut *faḍ al-dāir*. Dinamakan sudut waktu, karena bagi semua benda langit yang terletak pada lingkaran waktu yang sama akan berkulminasi pada waktu yang sama.

Nilai sudut waktu adalah antara 0° - 180° . Jika benda langit sedang berkulminasi, maka harga t -nya = 0° . Besar t diukur dengan derajat sudut dari 0° - 180° dan selalu berubah $\pm 15^\circ$ /jam, karena gerak harian benda-benda langit. Sudut waktu akan bernilai positif (+) ketika Matahari berada di sebelah barat meridian atau ketika telah melewati titik kulminasinya dari 0° - 180° , sebaliknya ketika berada di sebelah timur maka akan bernilai negatif (-) dan karena belum melewati titik kulminasinya dari 0° - 180° .⁶⁰

Rumus Sudut Waktu Matahari Awal Waktu Salat (t) :

⁶⁰ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Cet. Ke II, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007) 195 -196.

$$\cos t = \sin h \div \cos \Phi \div \cos \delta - \tan \Phi \times \tan \delta$$

Keterangan:

t = Sudut waktu, Φ = Lintang Tempat, δ = Deklinasi Matahari, h = Ketinggian Matahari

Catatan: Ashar, Magrib dan Isya ; $t_0 = +$ (positif)

Subuh, Terbit dan Duha; $t_0 = -$ (negatif)

Contoh :

Menghitung Sudut Waktu Matahari 17 Juli 2017 di Lampung Timur

t Asar = 50,68710936

t Magrib = 89,04738948

t Isya = 106,7812863

t Subuh = -108,9317021

t Terbit = -89,04738948

t Duha = -83,10768191

3. Hasil Perhitungan Awal Waktu Salat

Metode perhitungan awal waktu salat ketika input data dan proses perhitungan telah dilakukan maka berikutnya adalah mengambil hasil akhirnya dengan melakukan beberapa tahap, yakni dengan menjumlahkan dari proses perhitungan yang ada ditambah dengan *iḥtiyāt*, dengan formulasi sebagai berikut:

- Zuhur = $MP + KWD + \text{Ihtiyat } 3 \text{ menit}$
- Asar = $MP + t_0 \text{ Ashar} \div 15 + KWD + \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$
- Magrib = $MP + t_0 \text{ Magrib} \div 15 + KWD + \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$
- Isya = $MP + t_0 \text{ Isya} \div 15 + KWD + \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$
- Subuh = $MP + t_0 \text{ Subuh} \div 15 + KWD + \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$
- Imsak = $\text{Subuh} - 10 \text{ menit}$
- Terbit = $MP + t_0 \text{ terbit} \div 15 + KWD - \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$
- Duha = $MP + t_0 \text{ Duha} \div 15 + KWD + \text{Ihtiyat } 2 \text{ menit}$

Zuhur	Asar	Magrib	Isya	Imsak	Subuh	Terbit	Duha
12:07	15:28	18:02	19:13	4:40	4:50	6:04	6:33

**Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Awal Waktu Salat
Kabupaten Lampung Timur 15 Juli 2017**

BAB IV

ANALISIS IMPLEMENTASI TITIK KOORDINAT TENGAH DALAM PERHITUNGAN JADWAL WAKTU SALAT

A. Dampak Implementasi Titik Koordinat Tengah dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat

Implementasi koordinat tengah dalam perhitungan jadwal waktu salat akan berbeda hasilnya dengan koordinat lain. Perbedaan koordinat tentu akan berpengaruh pada posisi Matahari pada saat tertentu dan waktunya. Selain perbedaan koordinat, hal lain yang harus dipahami mengenai posisi Matahari dan perbedaan waktu adalah posisi Matahari pada bola langit dan pergerakannya serta akibat dari pergerakan Bumi. Maka, hemat penulis perlu untuk dianalisa sebelum pada pembahasan inti mengenai dampak implementasi koordinat tengah itu sendiri.

1. Posisi Matahari Pada Bola Langit dan Kaitannya dengan Waktu Salat

Matahari pada bola langit dapat diketahui posisinya berdasarkan koordinat langit yang berlaku. Bola langit layaknya seperti Bumi, yakni ada tanda untuk membantu dalam menyediakan dasar bagi sistem koordinat yang digunakan dalam navigasi langit dan menentukan posisi dan gerakan benda-benda langit. Utara dan Selatan dari langit adalah perpanjangan dari

sumbu Bumi.¹ Ekuator langit adalah proyeksi dari ekuator Bumi. Ekliptika menandai jalan tahunan Matahari di langit, dan daerah tropis menandai perjalanan utara dan selatan Matahari di langit.

Titik sekitar sumbu putar bola langit di sebelah utara adalah Polaris, Bintang Utara, atau Bintang Kutub, yang menandai kutub utara langit. Yang terlihat berlawanan dengan belahan Bumi utara, adalah kutub selatan langit. Di antara kedua kutub tersebut terdapat lingkaran yang membagi belahan utara dan selatan yang disebut dengan lingkaran ekuator. Dengan adanya kutub dan ekuator langit, maka ini serupa dengan sistem koordinat yang berada di Bumi, di mana dapat menentukan suatu posisi dengan garis lintang maupun bujur.

Ekliptika adalah jalur yang dilalui oleh suatu benda dalam mengelilingi suatu titik pusat sistem koordinat tertentu. Ekliptika pada benda langit merupakan suatu bidang edar berupa garis khayal yang menjadi jalur lintasan benda-benda langit dalam mengelilingi suatu titik pusat sistem tata surya. Sebagaimana equator langit yang merupakan garis potong di antara bidang khatulistiwa dengan bola langit, ekliptika merupakan garis potong di antara bidang tempuhan Bumi dengan bola langit atau lingkaran

¹ The American Heritage, "Science Dictionary 2002". Houghton Mifflin, <http://dictionary.reference.com>, diakses pada tanggal 28 April 2017, pukul 09:13.

yang memotong lingkaran equator langit membentuk sudut $23^{\circ}27'$.²

Matahari bergerak sepanjang lingkaran ekliptika, bergerak ke arah utara sebagai penanda musim panas, dan kembali ke selatan saat musim dingin datang.³ Lingkaran menandai titik paling utara dari jalannya matahari dikenal sebagai *Tropic of Cancer* dan selatan *Tropic of Capricorn*.

Ada 4 momen tetap tahunan, yakni disebabkan oleh gerak matahari sepanjang ekliptika.

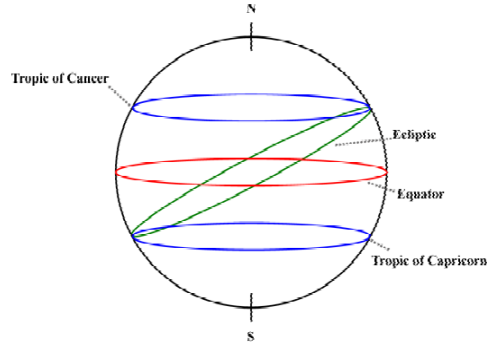
Solstice adalah suatu peristiwa astronomi yang terjadi dua kali setiap tahun sebagai akibat dari Matahari mencapai titik relatif tertinggi atau terendah, yakni ketika Matahari berada pada batas paling utara dan selatan pada ekuator langit.⁴

² M. Suyuthi Ali, *Ilmu Falak*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1997), 58.

³ Bumi berputar mengelilingi matahari setiap 365.2425 hari sekali dalam orbit elips pada Jarak rata-rata 154.400.000 km (94.450.000 mil). Jarak Bumi-Matahari 154,4 juta kilometer pada 21 Juni dan 144.600.000 kilometer (91.340.000 mil) di 21 Desember. Bumi dimiringkan pada sudut 23 derajat dan 27 menit dari bidang ekliptika, hal ini disebut deklinasi bumi. Pada tengah hari pada 21 Juni matahari langsung tegak lurus ke permukaan bumi pada $23,5^{\circ}$ utara. Ini adalah alasan *Tropic of Cancer* ditandai pada bola dunia. Pada tanggal yang sama, seluruh bagian bumi selatan dari Antartika lingkaran ($66,5^{\circ}$ S, atau $90^{\circ} - 23,5^{\circ}$) akan mengalami 24 jam gelap, sementara semua wilayah utara dari lingkaran Arktik ($66,5^{\circ}$ N) mengalami terang selama 24 jam. Pada tengah hari pada 21 Desember Matahari tegak lurus dengan *Tropic of Capricorn*. Lihat, John Straube, *Building Science*, (University of Waterloo, 2002), Pdf, 1.

⁴ Philip dan Deborah Scherrer, *Solstice and Equinox ("Suntrack") Model*, (Stanford University, tt), Pdf, 3.

Dua momen tahunan berikutnya yakni, ketika Matahari tepat di atas khatulistiwa yaitu ketika garis ekuator Bumi melewati pusat Matahari mengakibatkan lama siang dan malam sama, juga salah satu dari dua titik di langit di mana ekliptika dan ekuator langit berpotongan. *Vernal equinox*, menandai awal musim semi di belahan Bumi utara, terjadi sekitar 21 Maret, ketika Matahari bergerak ke utara melintasi ekuator langit. *Autumnal Equinox*, musim gugur jatuh sekitar tanggal 23 September sebagai Matahari melintasi ekuator langit akan Selatan.⁵



Gambar 4.1 Bola Langit

Pemahaman atas posisi Matahari di bola langit erat kaitannya dengan penentuan waktu salat. Karena dalam memulai waktu salat yang menjadi titik referensi adalah posisi Matahari itu sendiri. Posisi Matahari pada saat tertentu akan memberikan informasi bahwa, misalkan akan ada perbedaan lama siang dan

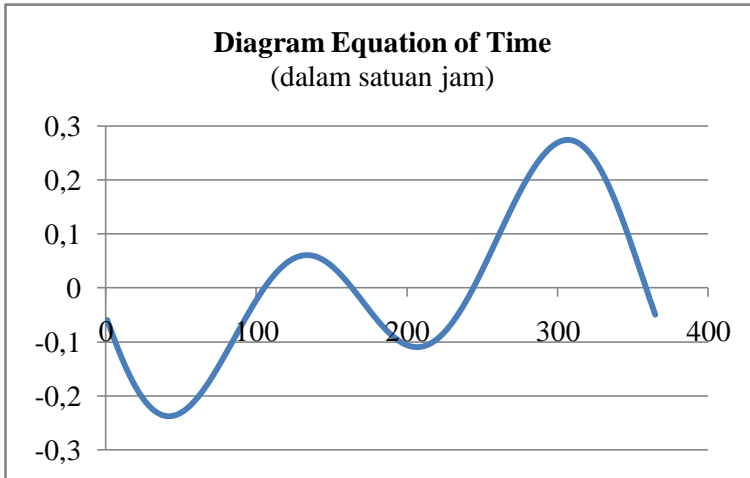
⁵ *Ibid.*

malam, Matahari akan terbit dan terbenam ketika berada di ufuk dengan azimuth sekian dan lain sebagainya. Posisinya pun pada ekuator langit yakni deklinasi Matahari akan berubah pada setiap waktunya sepanjang tahun dengan ketentuan-ketentuan di atas.

Mengacu pada penjelasan di atas, bahwa jadwal waktu salat itu disusun berdasarkan pergerakan semu Matahari harian maupun tahunan. Hal ini menyebabkan deklinasi atau posisi Matahari terhadap Bumi berubah dari hari ke hari. Sehingga jadwal waktu salat tidak tetap dan selalu ada perubahan. Hal lain yang mempengaruhi jadwal waktu salat adalah, bentuk ellips orbit Bumi dalam mengitari Matahari yang berdampak pada lama rotasi Bumi dalam sehari semalam. Sehingga terdapat selisih antara waktu pertengahan dan waktu hakiki pada setiap harinya.

Pada bab 3 dijelaskan bahwa selisih antara waktu pertengahan dan waktu hakiki terjadi karena lintasan Bumi yang berbentuk *ellips* yang menyebabkan jarak Bumi dan Matahari selalu berubah-ubah. Hal ini mengakibatkan perjalanan Matahari menjadi tidak tetap, pada saat Bumi dekat dengan Matahari maka putaran Matahari lebih cepat, dan pada saat Bumi jauh dari Matahari maka putaran Matahari nampak lambat. Dengan demikian matahari mencapai titik kulminasi tidak selamanya tepat jam 12.00.⁶

⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program ascasarjana IAIN Walisonggo, 2011), 92.



Gambar 4.2 Diagram Equation of Time

Waktu Matahari rata-rata adalah waktu peredaran semu Matahari seolah-olah Matahari beredar dalam waktu yang konstan. *Equation of time* ini berfungsi untuk mengetahui kecepatan gerak Matahari, bertanda positif (+) jika pada saat pukul 12.00 Matahari sudah melewati titik kulminasi atas, dan bertanda negatif (-) jika pada saat pukul 12.00 Matahari belum melewati titik kulminasi atas.

Gambar diagram di atas menunjukkan bahwa, *equation of time* setiap harinya secara bertahap mengalami perubahan. Nilai *equation of time* membentuk grafik *sinusoidal* dimana pada bulan tertentu berada pada titik paling bawah dan pada bulan yang lain pada titik yang teratas. Oleh sebab itu dalam perhitungan waktu

salat diperlukan data *equation of time* yang akurat sehingga hasilnya pun akan akurat.

Dalam perkembangan penyusunan jadwal salat data *equation of time* adalah salah satu data yang harus dipertimbangkan. Kalau dahulu hanya diambil dari tabel-tabel dimana sifatnya statis sepanjang tahun, maka kini perlu adanya pembacaan yang teliti perubahannya dari hari ke hari ataupun dari jam ke jam yang bisa dilihat pada *ephemeris* atau dihitung secara akurat melalui algoritma *Jean Meuus*. Sehingga keberadaan waktu salat dari sisi data sudah terpenuhi.

2. Implikasi Pergerakan Bumi terhadap Waktu Salat

Pergerakan Bumi ada kaitannya dengan waktu salat, salah satunya yakni terjadinya siang dan malam. Ketika Bumi berputar pada porosnya maka waktu akan terus berubah dari siang ke malam atau sebaliknya. Sedangkan Bumi ketika berputar pada porosnya tidak tegak lurus pada sumbunya melainkan miring 23,5 derajat. Maka dengan begitu pergerakan Bumi akan berpengaruh dengan waktu salat.

Secara teori pergerakan Bumi itu ada 2, rotasi dan revolusi Bumi. Bumi sekali berotasi dari barat ke timur lebih kurang selama 24 jam. Apabila Bumi berotasi 360 derajat yang ditempuh selama 24 jam, maka setiap jam menempuh jarak 15 derajat busur, dan seterusnya. Sehingga dapat dijadikan konversi dari jam ke derajat.

Dimana konversi itu berpedoman pada peredaran semu Matahari atau Bumi berotasi dalam sehari semalam.⁷

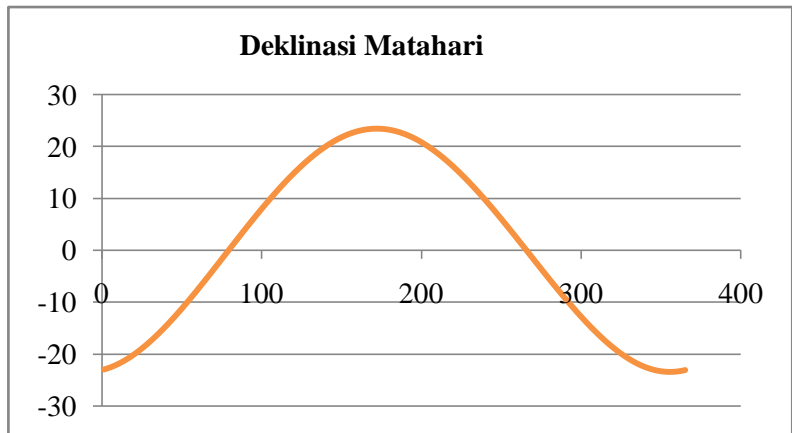
Lebih lanjut, selain terjadinya pergantian siang dan malam yakni terjadinya perbedaan waktu. Karena Bumi berotasi dari barat ke timur, secara otomatis bagian timur akan mengalami waktu lebih awal dari yang sebelah baratnya. Jadi jadwal waktu salat untuk kota yang berada di sebelah barat tidak akan mendahului jadwal waktu salat kota yang berada di sebelah timurnya. Dengan begitu setiap tempat memiliki waktu salat tersendiri yang tidak sama dengan tempat lain.

Sedangkan gerak revolusi Bumi⁸ dimana bidang orbitnya dalam mengelilingi Matahari miring 23,5 derajat terhadap bidang ekuator mengakibatkan adanya perubahan deklinasi. Deklinasi berubah sepanjang waktu selama satu tahun. Deklinasi Matahari akan mempengaruhi dalam perhitungan jadwal waktu salat. Deklinasi menunjukkan posisi Matahari di ekuator langit, dan posisi ekuator langit pun akan berbeda antara tempat yang berbeda lintang. Sehingga ada kaitanya deklinasi Matahari dengan lintang

⁷ Perputaran gerak rotasi Bumi pada porosnya dari barat ke timur, dengan kecepatan 11.600 km/jam. Dan satu kali putaran tepatnya selama 23 jam 56 menit 4,091 detik. George O Abbel, et. Al, *Exploration of The Universe*, (New York : Saunders College Publishing, 1987), 105

⁸ Peredaran Bumi mengelilingi Matahari memerlukan waktu 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik. Saadoedin Djambek, *Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa*, (Jakarta : Bulan Bintang, 1974), 3.

tempat. Oleh karenanya, perhitungan untuk mendapatkan data deklinasi perlu diperhitungkan secara tepat.



Gambar 4.3 Diagram Deklinasi dalam Satu Tahun

Jadi, pergerakan bumi akan mempengaruhi jadwal waktu salat. Sehingga perlu adanya kecermatan dalam menyusun jadwal waktu salat, disertai dengan perhitungan yang akurat, mengingat banyak hal yang harus dipertimbangkan. Maka, penulis mencoba menggunakan algoritma *Jean Meeus* dalam mendapatkan data Matahari.

3. Pengaruh Perbedaan Koordinat Geografis dan Dampak Implementasi Koordinat Tengah dalam Penyusunan Jadwal Waktu Salat

Pergerakan Matahari yang dilihat selama ini bukan merupakan pergerakan yang sebenarnya, melainkan oleh pergerakan Bumi berotasi atau berevolusi yang kemudian

dinamakan gerak semu Matahari. Yang mengakibatkan banyak hal seperti penjalasan sebelumnya. semua itu (posisi Matahari) akan berbeda ketika berbeda pula tempatnya dan waktunya.

Perbedaan waktu pada jadwal waktu salat dapat dipengaruhi oleh perbedaan tempat. Acuan untuk memahami perbedaan waktu tersebut adalah mengetahui konsep koordinat geografis, dimana titik refrensinya adalah lintang dan bujur tempat. Oleh karenanya dengan perbedaan koordinat lintang dan bujur maka posisi Matahari pun akan berbeda dan waktunya pun akan berbeda.

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya mengenai pengertian lintang dan bujur. Disini penulis menganalisis dimana pengaruhnya terhadap perbedaan waktu yang ditimbulkan akibat perbedaan koordinat tersebut.

Tempat yang memiliki garis lintang yang sama maka panjang siang dan malamnya sama pula.⁹ Dimana, hal ini berkaitan dengan peredaran Matahari yang menurut garis edarnya selalu berpindah-pindah dari utara ke selatan. Ketika Matahari berada di utara maka tempat yang kedudukannya di lintang utara akan mengalami masa siang yang berbeda dengan tempat yang berada di lintang selatan, demikian sebaliknya. Oleh sebab itu maka tidak tepat apabila jadwal waktu salat mencantumkan konversi untuk daerah lain yang notabane nya terpaut selisih garis lintangnya.

⁹ Chatief Kunjaya, *Menuju Olimpiade Astronomi*, Jil. 1, (Bandung : ITB, 2006), 24.

Sedangkan garis bujur yang titik 0 nya berada di kota Greenwich, akan mempengaruhi perbedaan waktu pada setiap garis bujur.¹⁰ Garis bujur juga dijadikan acuan dalam pembagian zona waktu, dimana zona waktu tersebut setiap 15 derajat bujur memiliki selisih 1 jam. Jika waktu standar di sebelah barat bujur 0 maka waktunya dikurangi, sebaliknya disebelah timur bujur 0 derajat waktunya ditambah. Pada bab 3 disebutkan bahwa Indonesia berada pada bujur 105 – 135 maka Indonesia terbagi dalam 3 zona waktu yakni WIB, WITA, dan WIT.

Zona waktu ini sangat berperan kaitannya dengan penyusunan jadwal waktu salat. Dimana waktu yang kita gunakan selama ini adalah berbasis pada waktu daerah sedangkan yang dimaksudkan dalam awal waktu salat adalah fenomena yang benar-benar terjadi pada daerah tertentu dengan koordinat tertentu. Maka perlu adanya koreksi waktu daerah dengan waktu setempat.

Selain itu, pada bab 3 dijelaskan bahwa garis bujur itu bernilai 0 – 180 derajat ke timur dan 0 - 180 ke barat, berarti jumlahnya ada 360 derajat. Apabila dalam sehari semalam Bumi berotasi 360 derajat selama 24 jam maka dapat diartikan setiap 1 jam akan menempuh 15 derajat garis bujur. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk setiap 1 derajat bujur perbedaan waktunya adalah 4 menit.

¹⁰ Kunjaya, *Menuju Oliimpiade Astronomi*, 24.

Dengan begitu, hal ini akan mempengaruhi jadwal waktu salat apabila terdapat selisih bujur antara satu tempat dengan yang lain. Namun konsep ini terkadang disalah artikan, dimana selama ini yang beredar dimasyarakat terdapat konversi jadwal waktu salat dari satu kota ke kota lain dengan acuan perbedaan garis bujur saja. Apabila selisih bujurnya 1 derajat maka selisih waktunya 4 menit. Praktik konversi jadwal waktu salat yang semacam ini tidak tepat, karena tidak mempertimbangkan selisih garis lintang.

Dahlia dalam penelitian desertasinya menyatakan bahwa dalam sistem konversi jadwal waktu salat tidak boleh selisih garis lintang nya melebihi 1 derajat.¹¹ Karena apabila melebihi ketentuan itu maka waktunya sudah tidak tercakup dalam waktu *iḥtiyāt*. Oleh sebab itu ia menegaskan dalam penelitiannya untuk tidak mengkonversi jadwal waktu salat melebihi selisih lintang 1 derajat.

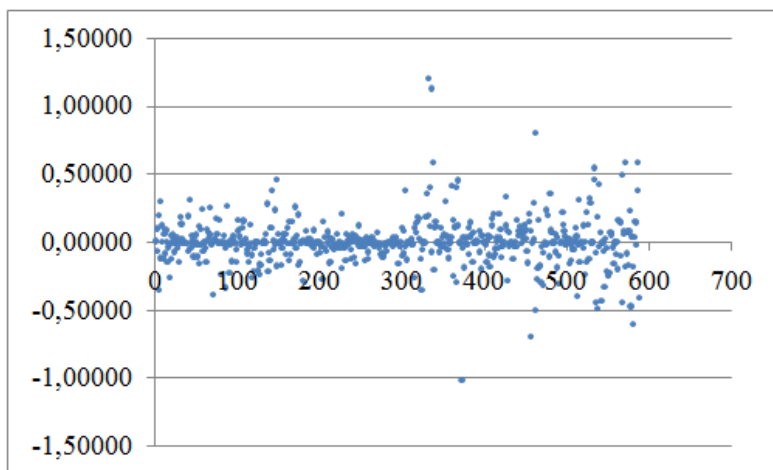
Namun, hemat penulis seperti yang telah dijelaskan pada bab 2. Maka penyusunan jadwal salat yang ideal adalah jadwal salat yang berbasis kota atau kabupaten tanpa adanya konversi dengan daerah lain. Sedangkan data yang dijadikan acuan dalam perhitungannya adalah data koordinat titik tengah dari kota atau kabupaten tersebut, dimana koordinat tersebut telah mempertimbangkan seluruh bagian daerah, baik bagian barat,

¹¹ Dahlia Haliah Ma'u, "Jadwal Salat Sepanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)", (Desertasi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013), 203.

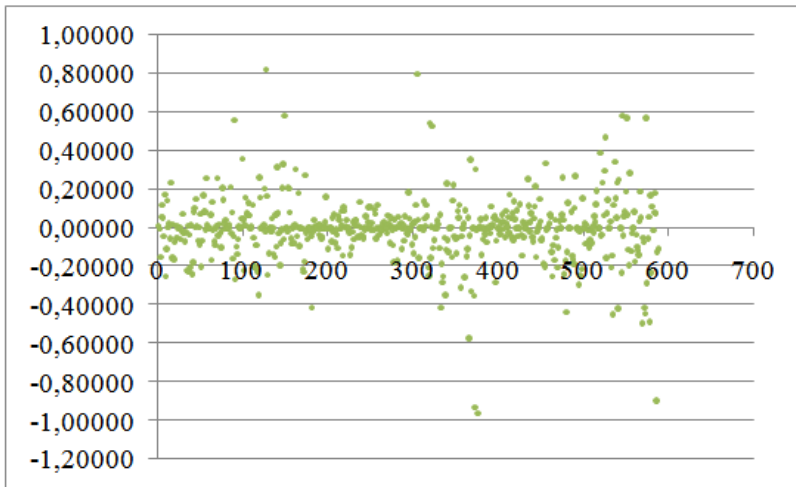
timurnya atau utara selatannya. Oleh karena itu, dengan menggunakan koordinat titik tengah dan di tambah dengan *iḥtiyāt* 2 menit, telah mencakup satu wilayah kabupaten atau kota.

a) Perbedaan Koordinat Tengah dengan Koordinat Kantor Bupati atau Alun-alun

Berikut data selisih koordinat tengah kota dengan koordinat yang selama ini digunakan dalam acuan atau markaz perhitungan untuk waktu salat. penulis mencoba untuk mencari selisih baik garis lintang ataupun garis bujur. Data yang di olah adalah koordinat kota dan kabupaten seluruh Indonesia yang berjumlah 511. Data koordinat yang dijadikan acuan adalah koordinat titik tengah yang dibandingkan dengan koordinat pusat keramaian yang ditandai dengan kantor walikota atau alun-alun.



Gambar 4.4 Diagram Selisih Lintang



Gambar 4.5 Diagram Selisih Bujur

Gambar diagram di atas menunjukkan sebaran data selisih koordinat tengah dengan koordinat lain. Kebanyakan selisih baik lintang maupun bujur di bawah setengah derajat ($0,5^\circ$). Tanda positif atau negatif untuk menggambarkan posisi koordinat lain dari koordinat tengah, untuk yang garis lintang tanda positif menunjukkan di sebelah selatan dan negatif sebelah utara koordinat tengah. Sedangkan untuk bujur nilai positif menunjukkan di sebelah barat dan negatif sebelah timurnya.

Dari 511 data, penulis menyaring selisih koordinat yang di atas $0,5^\circ$ baik selisih lintang atau bujur. Alasan yang digunakan adalah dari teori-teori yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa perbedaan lintang akan berpengaruh pada waktu salat apabila telah

lebih dari 1° dan perbedaan bujur 1° sama dengan 4 menit, atau 1 menit setara dengan jarak kurang lebih 27,5 km. Oleh karena itu untuk lebih hati-hati penulis mengambil acuan selisih 0,5° untuk menyaring datanya. Berikut hasil penyaringan dari 511 data :

No.	Provinsi	Kabupaten/Kota	Selisih Koordinat	Keterangan
1.	Riau	Pelalawan	0,55935°	Sebelah Barat titik Center
2.	Kepulauan Riau	Bintan	0,81951°	Sebelah Barat titik Center
3.	Palembang	Ogan Komering Ilir	0,58388°	Sebelah Barat titik Center
4.	Jawa Timur	Sumenep	0,80008°	Sebelah Barat titik Center
5.	Kalimantan Barat	Ketapang	0,54394°	Sebelah Barat titik Center
6.		Sintang	0,52981°	Sebelah Barat titik Center
7.	Kalimantan Tengah	Seruyan	1,20740°	Sebelah Selatan titik Center
8.		Kapuas	1,13504°	Sebelah Selatan titik Center
9.		Murung Raya	0,58742°	Sebelah Selatan titik Center
10.	Kalimantan Timur	Kutai Kartanegara	-0,57285°	Sebelah timur titik Center
11.	Kalimantan Utara	Malinau	-1,01179°	Sebelah Utara titik Center

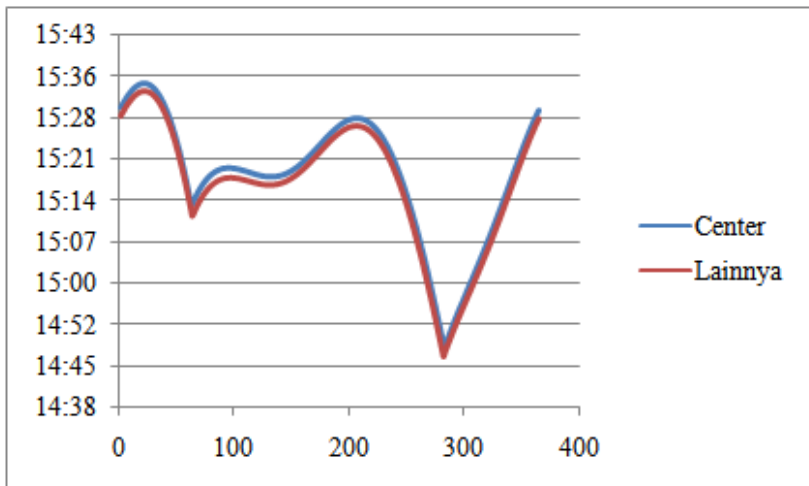
			-0,93190°	Sebelah timur titik Center
12.		Nunukan	-0,95891°	Sebelah timur titik Center
13.	Sulawesi Selatan	Kepulauan Selayar	-0,69642°	Sebelah Utara titik Center
14.	Sulawesi Tengah	Sigi	-0,56165°	Sebelah Utara titik Center
15.		Parigi Moutong	0,80419°	Sebelah Selatan titik Center
16.	Maluku	Maluku Barat Daya	0,55048°	Sebelah Selatan titik Center
17.	Papua Barat	Tambaraup	0,58094°	Sebelah Barat titik Center
18.		Fakfak	0,56989°	Sebelah Barat titik Center
19.	Papua	Puncak	0,59367°	Sebelah Selatan titik Center
20.		Asmat	0,57179°	Sebelah Barat titik Center
21.		Sarmi	-0,59707°	Sebelah Utara titik Center
22.		Marauke	0,59255°	Sebelah Selatan titik Center
	-0,89616°		Sebelah timur titik Center	

Tabel 4.1 Selisih Koordinat > 0,5°

b) Perbandingan Implementasi Koordinat Tengah dengan Koordinat Kantor Bupati dengan Selisih Lintang atau Bujur di bawah $0,5^\circ$

Contoh perhitungan jadwal waktu salat yang selisih garis lintang atau bujur nya di bawah $0,5^\circ$.

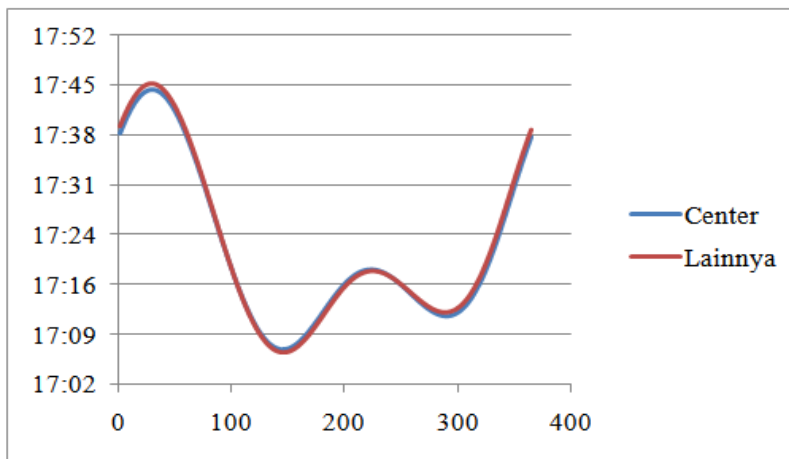
Koordinat tengah Kabupaten Pandeglang $-6^\circ 36' 15,98''$ LS $105^\circ 41' 30,12''$ BT tinggi tempat 259 m dan koordinat Kantor Bupati atau alun-alun $-6^\circ 18' 31,86''$ LS $106^\circ 6' 18,61''$ BT. Terdapat selisih bujur $0^\circ 24' 48,49''$ di sebelah timur koordinat tengah. Berikut diagram jadwal waktu salat tahun 2017 untuk waktu asar :



Gambar 4.6 Diagram Jadwal Waktu Salat Asar Kabupaten Pandeglang

Gambar diagram di atas menunjukkan hampir seluruhnya saling bersinggungan antara kedua koordinat. Hasil yang menggunakan koordinat tengah terkadang lebih lambat 1 menit pada beberapa hari. Hal ini menunjukkan selisih $0,5^\circ$ pada bujur tidak begitu berpengaruh pada jadwal waktu salat, karena masih diakomodir dengan waktu *ihtiyāt*.

Contoh lain untuk selisih $0,5^\circ$ lintang pada Koordinat tengah Kabupaten Maluku Tenggara Barat $-7^\circ 32' 35,02''$ LS $131^\circ 21' 32,04''$ BT tinggi tempat 52 m dan koordinat Kantor Bupati atau alun-alun $-7^\circ 58' 38,6''$ LS $131^\circ 18' 17,6''$ BT. Terdapat selisih lintang $0^\circ 26' 3,59''$ di sebelah utara koordinat tengah. Berikut diagram jadwal waktu salat tahun 2017 untuk waktu magrib :



**Gambar 4.7 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib
Kabupaten Maluku Tenggara Barat**

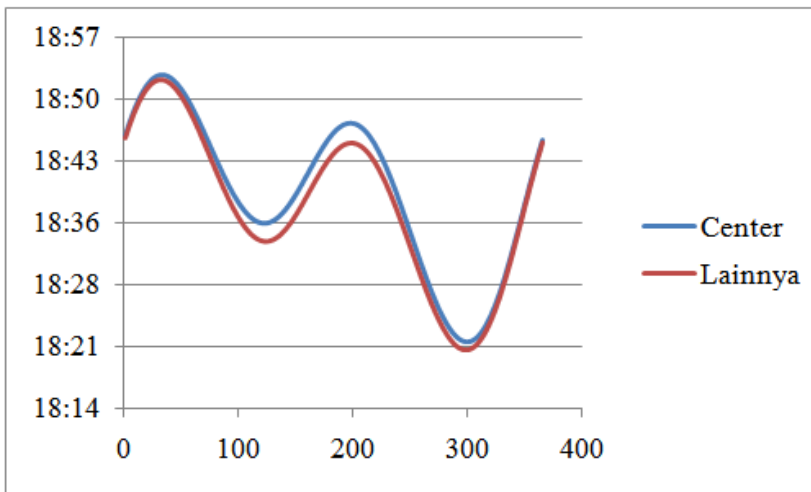
Kedua diagram diatas baik lintang atau bujur menunjukkan bahwa selisih di bawah $0,5^\circ$ tidak berpengaruh signifikan terhadap jadwal waktu salat dengan yang menggunakan koordinat tengah. Maka dari 511 data kota menjadi 22 kota yang tersaring patut untuk dianalisa, karena di atas selisih $0,5^\circ$ akan berpengaruh pada jadwal waktu salat.

c) Dampak Implementasi Koordinat Tengah dan Koordinat Kantor Bupati dengan Selisih Lintang atau Bujur di atas $0,5^\circ$

Melihat 22 data di atas posisinya berbeda-beda terhadap koordinat tengah. Ada selisih koordinat $0,5^\circ$ yang posisinya berada pada sebelah barat koordinat tengah, maka tentu sesuai teori yang ada maka sebelah timur akan mengalami waktu salat terlebih dahulu. Artinya apabila koordinat tengah yang berada di sebelah timur saja sudah dapat mencakup seluruh daerah, maka apabila ada koordinat alun-alun yang berada di sebelah baratnya akan sangat terjaga jadwal waktu salatnya.

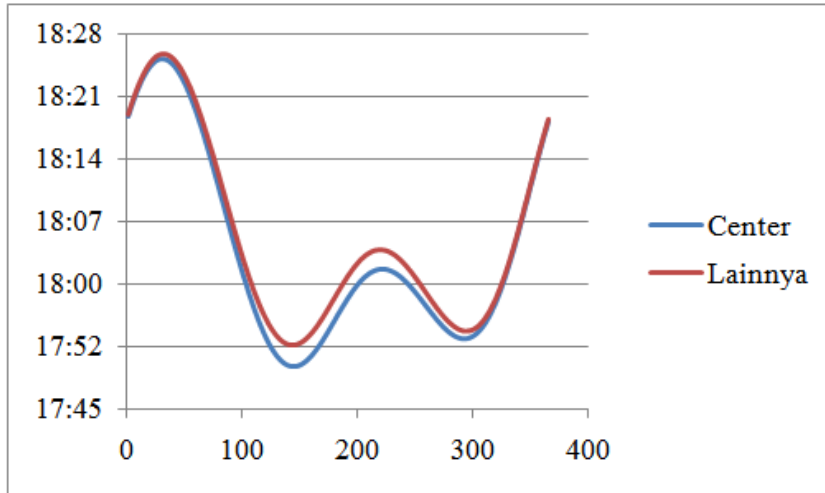
Untuk posisi sebelah barat atau timur dari koordinat tengah akan sangat mudah untuk di analisa secara cepat. Secara otomatis data yang berada di sebelah barat koordinat tengah dieliminir atau dapat ditinggalkan untuk tidak dianalisa berikutnya. Sedangkan untuk yang berada pada utara atau selatan koordinat tengah, perlu adanya pembuktian secara perhitungan. Berikut ini hasil perhitungan untuk koordinat yang berada di utara atau selatan koordinat tengah :

Penulis menampilkan 2 koordinat kota yang posisi nya berada di sebelah utara koordinat tengah dan selatannya. Diambil sampel kabupaten Murung Raya yang berada $0^{\circ} 35' 14,71''$ sebelah selatan koordinat tengah dan Kabupaten Kepulauan selayar $0^{\circ} 41' 47,11''$ sebelah utaranya. 2 koordinat ini coba dibandingkan dalam menghitung waktu magrib dalam tahun 2017.



**Gambar 4.8 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib
Kabupaten Murung raya**

Data dari diagram di atas menghasilkan selisih maksimal 0j 02m 25d dan minimal 0j 00m 22d. Hasil menggunakan koordinat tengah lebih lambat, sehingga untuk perhitungan yang tidak menggunakan koordinat tengah belum mencakup seluruh daerah.



**Gambar 4.9 Diagram Jadwal Waktu Salat Magrib
Kabupaten Kepulauan Selayar**

Data dari diagram di atas menghasilkan selisih maksimal 0j 02m 33d dan minimal 0j 00m 06d. Hasil menggunakan koordinat tengah lebih cepat, sehingga apabila menggunakan data selain koordinat tengah seperti halnya koordinat yang berada di barat koordinat tengah jadwal waktu salat akan mencakup seluruh daerah.

Jadi, dalam penyusunan jadwal salat dari analisa poin a, b, dan c dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa:

- 1) Koordinat tengah, ideal untuk di implementasikan sebagai acuan perhitungan jadwal waktu salat, karena mempertimbangkan seluruh daerah.

- 2) Koordinat lain dapat di jadikan sebagai acuan perhitungan jadwal waktu salat apabila selisih dengan koordinat tengah di bawah $0,5^\circ$ baik lintang atau bujuranya.
- 3) Koordinat yang berada sebelah utara atau barat koordinat tengah tidak menjadi masalah, karena waktunya lebih lambat dari hasil perhitungan yang menggunakan koordinat tengah.

B. Urgensitas Implimentasi Titik Koordinat Tengah dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat

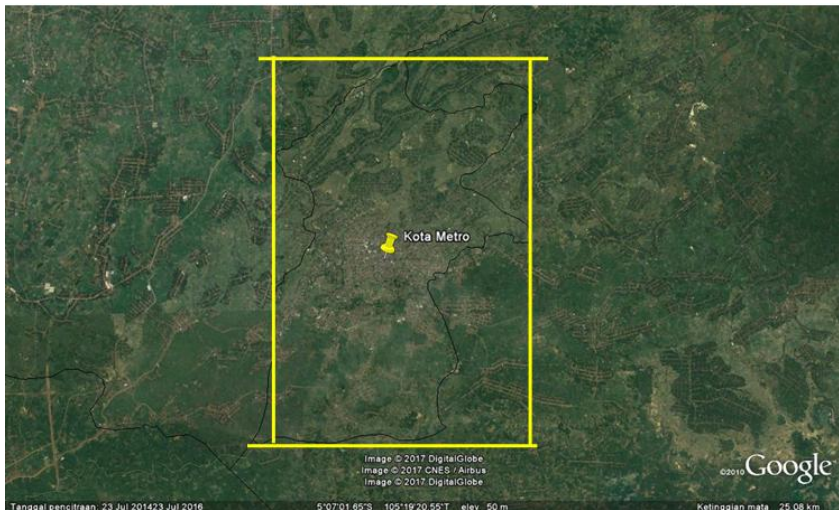
1. Titik Koordinat Tengah sebagai Acuan Perhitungan Jadwal Waktu Salat
 - a) Analisis Proses Pembentukan Titik Tengah Koordinat

Titik tengah koordinat dalam bahasa pemetaan yakni *centroid*, merupakan koordinat center (tengah) dari suatu wilayah. Apabila suatu wilayah kota diambil titik tengahnya pada dasarnya telah memperhitungkan aspek luas dan jarak. Pada bab 3 telah dijelaskan bahwa dalam matematika maupun fisika, pusat geometri dari sebuah area dua dimensi merupakan posisi rata-rata aritmatika dari semua titik pembatas area tersebut.¹²

¹² Paul Bourke, *Calculating the Area and Centroid of a Polygon*, University of Western Australia, diakses pada 23 April 2017, <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/geometry/polyarea/>

Koordinat titik center diperoleh dari membagi luas daerah dengan seluruh titik koordinat yang melingkupinya, sehingga benar-benar berada di tengah. Secara sederhana unsur koordinat yang melingkupi center setidaknya koordinat paling utara, selatan, barat, dan timur.

Contoh pembentukan koordinat tengah Kota Metro :



Gambar 4.10 Koordinat Center Kota Metro

Diketahui koordinat center Kota Metro adalah $5^{\circ} 7'1.99''$ LS $105^{\circ} 18'36''$ BT. Koordinat tersebut dapat di deteksi melalui *software google earth*. apabila melihat gambar diatas koordinat tersebut terbentuk dari koordinat paling utara $5^{\circ} 3'19.25''$ LS $105^{\circ} 18'58.04''$ BT, koordinat paling selatan $5^{\circ} 10'27.27''$ LS

105°16'17.83" BT, koordinat paling timur 5° 4'13.30" LS
105°21'26.07" BT, koordinat paling barat 5°10'22.07" LS
105°16'11.09" BT.

Garis-garis kuning merupakan garis yang ditarik dari koordinat-koordinat tersebut, sehingga membentuk satu daerah center berbentuk kotak. Apabila ingin mencari titik tengah dengan cara mencari selisih lintang dan selisih bujur daerah kotak yang terbentuk garis merah tersebut.

Lintang center = [Lintang paling Utara + [Lintang paling Utara – Lintang paling Selatan]/2]

Bujur center = [Bujur paling Barat + [Bujur paling Timur – Bujur paling Barat]/2]

**Lintang center = [5° 3'19.25" + [5° 3'19.25" – 5°10'27.27"]/2]
= - 5° 6' 53.26"**

**Bujur center = [105°16'11.09" + [105°21'26.07" – 105°16'11.09"]/2]
= 105°18' 48.5"**

Rumus di atas adalah cara pendekatan mencari koordinat tengah suatu daerah. Tentu masih terdapat selisih karena suatu daerah kota atau kabupaten tidak berbentuk kotak sempurna melainkan tidak beraturan yang terdapat banyak sudut. Maka

penjelasan pada bab 3 dalam mencari luas daerah semua sudut harus diperhitungkan.

Sedangkan jarak dapat dilihat dengan bantuan *software google earth* jarak dari koordinat tengah ke utara dan selatan nilainya sama rata-rata 14 km sedangkan jarak dari koordinat tengah ke timur dan barat nilainya sama rata-rata 12 km.

Jadi koordinat tengah itu mencari benar-benar titik tengah dengan mempertimbangkan baik luas daerah yang berbentuk tidak teratur dan jaraknya.

b) Luas dan Jarak Kota atau Kabupaten dalam Implementasi Koordinat Tengah pada Perhitungan Jadwal Waktu Salat

Ketampakan alam Indonesia terdiri dari perairan dan daratan yang berbanding antara 4:1. Masing-masing pulau, provinsi dan kota, luas dan bentuknya pun akan berbeda-beda. Setidaknya ada beberapa pengklasifikasian untuk bentuk kota-kota di Indonesia, yakni ada yang melintang dan membujur. Hal ini akan berpengaruh terhadap posisi koordinat tengahnya. Tak jarang juga terdapat beberapa koordinat tengah yang berada di tengah laut, karena daerahnya terdapat lautan.

Dari data 511 kota disaring menjadi 22 kota yang selisih koordinatnya terpaut jauh dengan koordinat tengah. Kemudian disaring lagi untuk daerah barat dan selatan koordinat tengah yang waktunya lebih lambat, menjadi 10 kota. Dengan rincian sebagai berikut :

No.	Kabupaten/Kota	Koordinat Center	Luas Daerah	Jarak
1.	Seruyan	-2,20694° LS 112,1308° BT	14292,018	143 km
2.	Kapuas	-1,82972° LS 114,3636° BT	16852,265	130 km
3.	Murung Raya	-0,05333° LS 114,2211° BT	24138,984	194 km
4.	Kutai Kartanegara	-0,03222° LS 116,4258° BT	26005,290	223 km
5.	Malinau	2,574167° LU 115,7147° BT	38545,350	249 km
6.	Nunukan	3,958056° LU 116,6919° BT	15640,489	254 km
7.	Parigi Moutong	-0,00139° LS 120,0356° BT	4617,677	157 km
8.	Maluku Barat Daya	-7,59917° LS 127,6042° BT	9112,344	310 km
9.	Puncak	-3,40361° LS 137,5506° BT	12779	131 km
10.	Marauke	-7,91611° LS 139,5133° BT	44862,096	372 km

Tabel 4.2 Luas dan Jarak Kota atau Kabupaten

Data jarak pada tabel tersebut diperoleh dari *google earth* melalui menu *ruler*,¹³ dengan menarik garis dari garis bujur paling timur ke garis bujur paling barat suatu kota. Dari informasi luas dan jarak dapat di manfaatkan dalam mencari keberlakuan jadwal waktu salat suatu kota berdasarkan garis bujur. Apakah dengan menerapkan koordinat tengah sudah cukup dengan *iḥtiyāt* 2 menit atau tidak. Yakni dengan cara :

1) Menghitung jari-jari bumi pada lintang x

Untuk menentukan panjang R Bumi, kita bisa mendapatkan banyak informasi dari literatur-literatur yang ada. Andaikan bentuk Bumi bulat, menurut Tjasyono jari-jari Bumi adalah 6371 km dan apabila bentuk Bumi tidak bulat persis maka jari-jari di ekuator 6378,4 km dan jari-jari di kutub adalah 6356,9 km.¹⁴ Sedangkan untuk menentukan jari-jari lingkaran kecil, kita bisa menggunakan hubungan antara jari-jari bumi dengan letak lintang suatu tempat, dengan Rumus $r = R \cos \Phi$, dimana R adalah jari bumi dan Φ adalah letak lintang suatu tempat.

2) Menghitung Keliling Bumi pada Lintang x

¹³ Salah satu menu pada software *google earth* yang digunakan untuk mengetahui jarak antara 2 titik atau lebih. Satuan jarak yang dihasilkan dalam kondisi asli adalah mil, tetapi dapat diubah dalam satuan lainnya, misalnya inci, yard, kilometer, dll. Baca Efisitek.com, *Menjelajah Dunia dengan Google Earth & Maps*, (Bandung : CV. Yrama Widya, 2006), 92.

¹⁴ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, cet ke-3, (Bandung, PT. Remaja Rosdakarya, 2009), 34.

Panjang keliling lingkaran besar / khatulistiwa / ekuator menurut Sadiq adalah ± 40000 km.¹⁵ Kita bisa menentukan keliling lingkaran jika jari-jari lingkaran tersebut telah diketahui. Rumus keliling lingkaran dirumuskan dengan $K = 2 \pi r$. dengan r adalah jari-jari lingkaran

- 3) Menghitung Waktu Tempuh pada Keliling Bumi Lintang x
Maka apabila telah diketahui Keliling Bumi maka akan dapat menghitung waktu dan jarak yang ditempuh dalam 1° busur.

No.	Kabupaten/Kota	Jari-jari	Keliling	Jarak Permenit
1.	Seruyan	6373,669	40026,64	27,79628
2.	Kapuas	6375,148	40035,93	27,80273
3.	Murung Raya	6378,397	40056,33	27,8169
4.	Kutai Kartanegara	6378,399	40056,35	27,81691
5.	Malinau	6371,964	40015,93	27,78884
6.	Nunukan	6363,187	39960,81	27,75056
7.	Parigi Moutong	6378,4	40056,35	27,81691
8.	Maluku Barat Daya	6322,381	39704,56	27,57261
9.	Puncak	6367,149	39985,7	27,76784
10.	Marauke	6317,619	39674,65	27,55184

Tabel 4.3 Keberlakuan Waktu Salat

¹⁵ Sriyatin Sadiq, *Ilmu Falak*, (Surabaya : Fakultas Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surabaya, 1994), 54.

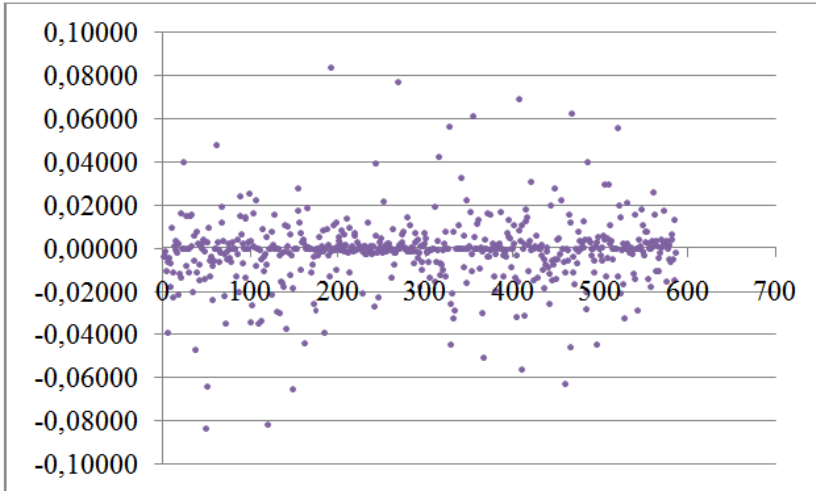
Tabel di atas menjelaskan bahwa setiap menit pada lintang yang berbeda maka akan berbeda pula jarak yang ditempuh. Pada jadwal waktu salat, hal ini digunakan untuk mengetahui seberapa jauh jadwal waktu salat dapat di berlakukan.

Jadi, apabila koordinat tengah diimplementasikan untuk keberlakuan sampai sejauh mana. Maka, setengah dari jarak tersebut sudah tercakup, sedangkan ke baratnya tergantung pada *ih̥tiyḁ̄t* yang digunakan, dengan ketentuan per menitnya sesuai dengan tabel di atas.

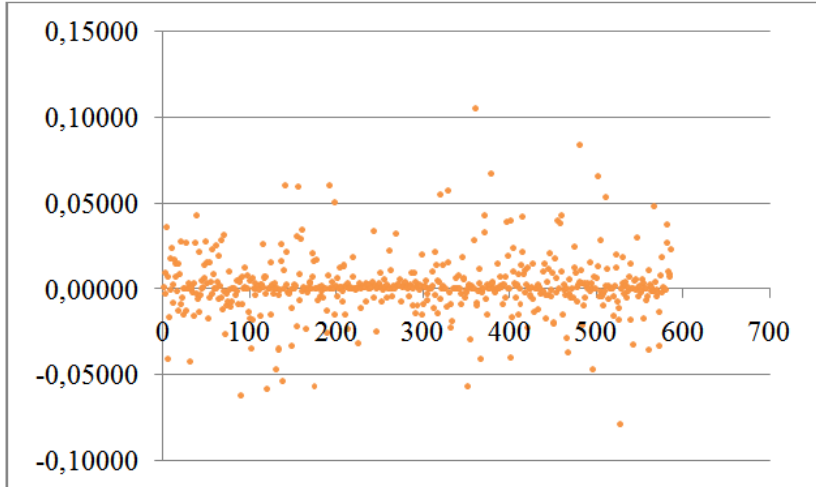
2. Perbandingan Koordinat Tengah dengan Koordinat Lain

Perbandingan dilakukan untuk mengetahui selisih hasil perhitungan jadwal waktu salat antara yang menerapkan koordinat tengah dan koordinat lain. Koordinat lain yang dimaksud adalah koordinat kantor kabupaten dan kota atau alun-alun atau pusat dari keramaian dalam suatu kota, bisa juga koordinat masjid yang representatif pada kota dan kabupaten tersebut.

Koordinat masjid yang representatif pada suatu kota dengan kantor kabupaten dan kota atau alun-alun biasanya berdekatan. Sehingga jadwal waktu salat yang berdasarkan koordinat masjid hasilnya akan sama dengan yang menggunakan koordinat kantor kabupaten dan kota atau alun-alun. Selisih koordinatnya tidak terpaut jauh, seperti sebaran data dibawah ini :



Gambar 4.11 Sebaran Data Selisih Lintang Kota dengan Masjid



Gambar 4.12 Sebaran Data Selisih Bujur Kota dengan Masjid

Sebaran data di atas diambil dari 511 masjid kota atau kabupaten di Indonesia. Setelah diolah menunjukkan selisih nilai baik bujur atau lintang di bawah $0,1^\circ$. Maka, dalam hasil perhitungan tidak akan berbeda atau sama dengan koordinat kantor kabupaten atau kota. Sedangkan selisih koordinat kabupaten atau kota dengan koordinat tengah, seperti yang telah dikaji pada sub bab sebelumnya.

Pada sub bab ini menganalisa hasil perhitungan jadwal waktu salat 10 kota yang selisih koordinatnya terpaut jauh dengan koordinat tengah, seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

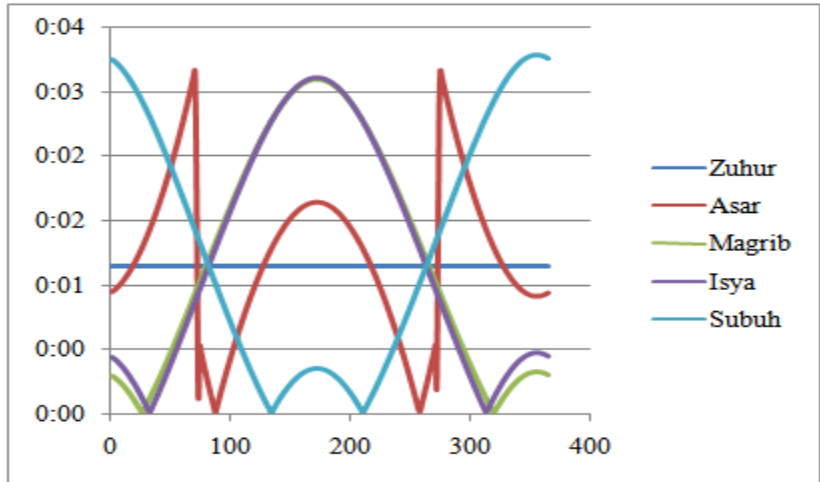
Contoh Jadwal Salat Kabupaten Seruyan Bulan Mei 2017, Koordinat tengah lintang $-2^\circ 12' 24,98''$ LS, bujur $112^\circ 7' 50,88''$ BT, tinggi tempat 6 meter.

Zuhur		Asar		Magrib		Isya		Subuh	
11:39	11:37	14:49	14:49	17:41	17:39	18:47	18:45	4:21	4:19
11:39	11:37	14:49	14:49	17:40	17:38	18:47	18:45	4:21	4:19
11:38	11:37	14:49	14:49	17:40	17:38	18:46	18:44	4:20	4:19
11:38	11:36	14:50	14:49	17:40	17:38	18:46	18:44	4:20	4:19
11:38	11:36	14:50	14:49	17:39	17:37	18:46	18:44	4:20	4:18
11:37	11:36	14:50	14:50	17:39	17:37	18:45	18:43	4:19	4:18
11:37	11:36	14:50	14:50	17:39	17:37	18:45	18:43	4:19	4:18
11:37	11:35	14:50	14:50	17:38	17:36	18:45	18:43	4:19	4:18
11:37	11:35	14:50	14:50	17:38	17:36	18:45	18:42	4:19	4:17
11:36	11:35	14:51	14:50	17:38	17:35	18:44	18:42	4:18	4:17
11:36	11:34	14:51	14:50	17:37	17:35	18:44	18:42	4:18	4:17

11:36	11:34	14:51	14:50	17:37	17:35	18:44	18:41	4:18	4:17
11:36	11:34	14:51	14:50	17:37	17:34	18:44	18:41	4:17	4:17
11:35	11:34	14:51	14:50	17:37	17:34	18:43	18:41	4:17	4:16
11:35	11:33	14:51	14:50	17:36	17:34	18:43	18:41	4:17	4:16
11:35	11:33	14:51	14:50	17:36	17:33	18:43	18:40	4:17	4:16
11:35	11:33	14:51	14:50	17:36	17:33	18:43	18:40	4:16	4:16
11:34	11:33	14:51	14:50	17:35	17:33	18:43	18:40	4:16	4:15
11:34	11:33	14:51	14:50	17:35	17:32	18:42	18:40	4:16	4:15
11:34	11:32	14:52	14:50	17:35	17:32	18:42	18:40	4:16	4:15
11:34	11:32	14:52	14:51	17:35	17:32	18:42	18:39	4:15	4:15
11:34	11:32	14:52	14:51	17:34	17:32	18:42	18:39	4:15	4:14
11:33	11:32	14:52	14:51	17:34	17:31	18:42	18:39	4:15	4:14
11:33	11:32	14:52	14:51	17:34	17:31	18:42	18:39	4:15	4:14
11:33	11:31	14:52	14:51	17:34	17:31	18:41	18:39	4:14	4:14
11:33	11:31	14:52	14:51	17:33	17:31	18:41	18:38	4:14	4:14
11:33	11:31	14:52	14:51	17:33	17:30	18:41	18:38	4:14	4:13
11:33	11:31	14:52	14:51	17:33	17:30	18:41	18:38	4:14	4:13
11:32	11:31	14:52	14:51	17:33	17:30	18:41	18:38	4:14	4:13
11:32	11:31	14:52	14:51	17:33	17:30	18:41	18:38	4:13	4:13

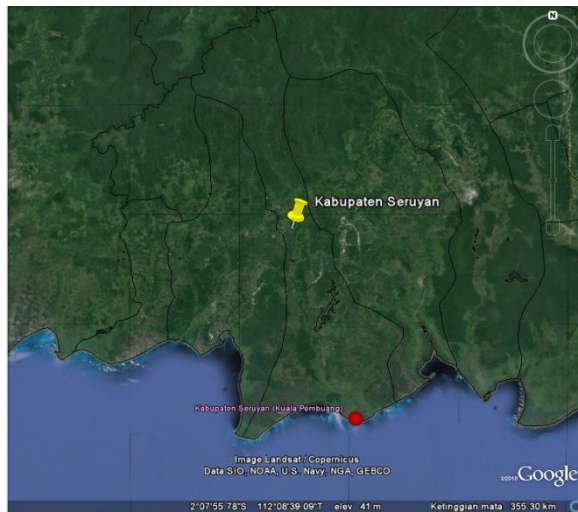
**Tabel 4.4 Jadwal Waktu Salat Kabupaten Seruyan Bulan Mei
2017**

Jadwal waktu salat kolom pertama merupakan hasil perhitungan menggunakan koordinat tengah. Terlihat lebih lambat, karena untuk mencakup daerah baratnya. Selisih menit dalam satu tahun dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



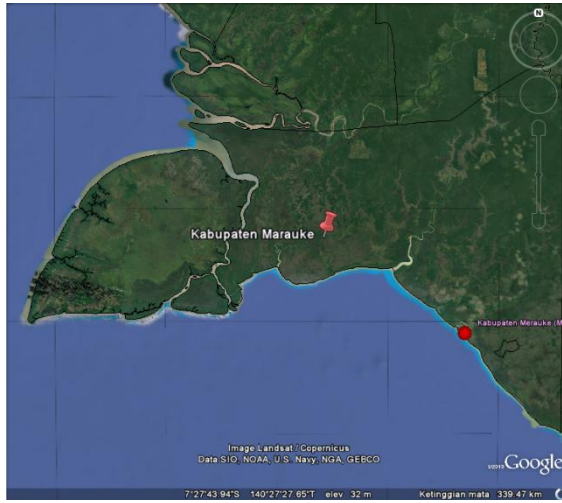
Gambar 4.13 Selisih Jadwal Waktu Salat Kabupaten Seruyan

Hasil perhitungan untuk Kabupaten Seruyan dengan koordinat tengah antara 0 menit sampai 4 menit lebih lambat.

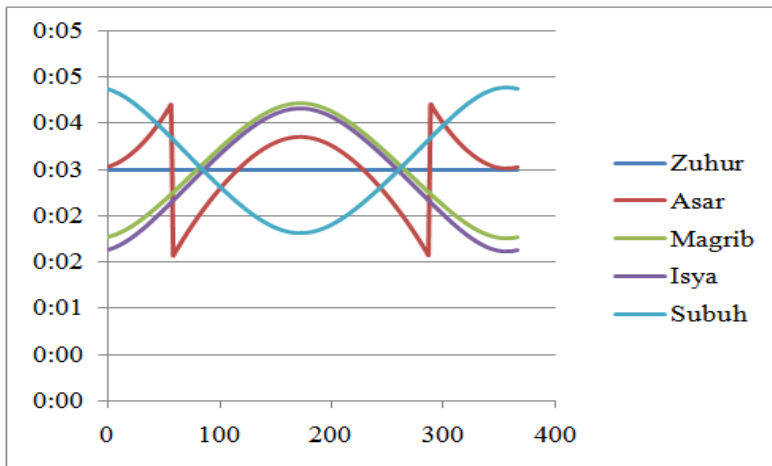


Gambar 4.14 Peta Kabupaten Seruyan

Kabupaten Seruyan merupakan contoh daerah yang koordinat selisihnya pada lintang. Berikut contoh daerah yang selisih koordinat selisihnya pada Bujur, yakni Kabupaten Marauke:



Gambar 4.15 Peta Kabupaten Marauke



Gambar 4.16 Selisih Jadwal Waktu Salat Kabupaten Marauke

Rekapitulasi hasil dari perhitungan Jadwal Waktu Salat koordinat tengah dengan koordinat lain

No.	Kabupaten/Kota	Selisih
1.	Seruyan	0 – 4 menit
2.	Kapuas	0 – 2 menit
3.	Murung Raya	0 – 2 menit
4.	Kutai Kartanegara	1 – 3 menit
5.	Malinau	1 – 5 menit
6.	Nunukan	2 – 4 menit
7.	Parigi Moutong	0 – 2 menit
8.	Maluku Barat Daya	0 – 2 menit
9.	Puncak	0 – 1 menit
10.	Marauke	2 – 5 menit

Tabel 4.5 Selisih Menit

Jadi perbandingan antara koordinat tengah dengan koordinat lain berkisar antara 0 -5 menit. Jadwal waktu salat menggunakan koordinat tengah waktunya lebih lambat dari koordinat lain, karena untuk mencakup seluruh wilayah kota.

Koordinat tengah yang posisinya benar-benar berada di tengah yang di implementasikan dalam perhitungan waktu salat mempunyai beberapa fungsi :

- a) Sebagai koordinat acuan untuk koordinat lain yang hendak dijadikan sebagai markaz perhitungan.

- b) Sebagai koordinat acuan dengan selisih dibawah $0,5^{\circ}$ untuk lintang atau bujur tidak dihiraukan, akan tetapi lebih baik menggunakan koordinat tengah.
 - c) Sebagai koordinat acuan, apabila koordinat lain yang berada di utara atau barat lebih dipilih karena waktunya lebih lambat dan lebih mencakup.
 - d) Untuk mencakup seluruh daerah, karena apabila dengan koordinat lain yang selisih jauh akan berbeda waktunya antara 0 – 5 menit.
 - e) *Ihtiyāt* 2 menit dengan mengimplementasikan koordinat tengah lebih mencakup.
3. Urgensi *Ihtiyāt* dalam Jadwal Waktu Salat

Ihtiyāt secara definisi merupakan langkah pengamanan atau koreksi dalam perhitungan waktu salat dengan menambahkan atau mengurangi hasil perhitungan terhadap suatu nilai, ¹⁶ dengan tujuan untuk :

- a) Agar hasil perhitungan dapat mencakup daerah–daerah di sekitarnya terutama yang berada di sebelah baratnya.
- b) Menjadikan pembulatan pada satuan terkecil dalam menit waktu, sehingga penggunaannya menjadi lebih mudah.
- c) Untuk memberikan koreksi atas kesalahan dalam perhitungan, agar menambahkan keyakinan bahwa waktu salat benar–benar

¹⁶ Abd. Rachim, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Liberty, 1983), 89.

sudah masuk sehingga ibadah salat itu benar-benar dilaksanakan pada waktunya.

Mengacu pada hasil analisis yang telah penulis deskripsikan pada sub bab sebelumnya, maka pada bahasan ini menguraikan urgensi *iḥtiyāt* yang disandingkan dengan penerapan koordinat tengah dalam jadwal waktu salat. Dari hasil analisis dijelaskan bahwa selisih terpaut berkisar 0 – 5 menit dengan hasil menggunakan koordinat lain. Hal ini menunjukkan bahwa, apabila koordinat lain menggunakan waktu *iḥtiyāt* belum mencakup seluruh daerah.

Dalam tataran aplikatifnya perbedaan koordinat yang digunakan dalam perhitungan jadwal waktu salat akan berpengaruh pula terhadap penggunaan *iḥtiyāt* untuk daerah tersebut. Bentuk pengaruhnya antara lain :

- a) Apabila terdapat koordinat yang terletak pada bagian barat suatu kota maka *iḥtiyāt* yang digunakan sedikit saja untuk bisa mencakup seluruh daerah. Hal ini yang mendasari apabila terdapat koordinat lain yang berada pada bagian barat koordinat tengah, sebaiknya koordinat lain itu yang digunakan.
- b) Jika letak koordinat di bagian timur, sedangkan daerah sebelah baratnya masih panjang, maka *iḥtiyāt* yang digunakan akan banyak. Hal ini dapat disesuaikan dengan perhitungan 1 menit dapat menjangkau berapa jaraknya, pada sub bab bahasan sebelumnya.

Oleh sebab itu *iḥtiyāṭ* sangat penting kehadirannya dalam penyusunan jadwal waktu salat. Apabila disandingkan dengan koordinat tengah, maka tinggal memperhitungkan jarak ke sebelah baratnya untuk menentukan berapa *iḥtiyāṭ* yang digunakan. Namun setidaknya setengah dari wilayah kota telah tercakup pada jadwal tersebut. Sedangkan apabila dilihat dari sisi perbedaan lintangnya maka apabila telah melebihi 1 derajat *iḥtiyāṭ* pun harus diperhitungkan, namun apabila sudah menerapkan koordinat tengah maka daerah yang melintang telah tercakup.

Jadi, apabila mengacu pada konsep jadwal waktu salat yang diberlakukan untuk satu wilayah kota atau kabupaten, maka koordinat tengah dapat mencakup seluruh daerah dengan *iḥtiyāṭ* yang sedikit. Namun, apabila koordinat lain yang diterapkan sedangkan hasilnya untuk diberlakukan satu wilayah kota akan kesulitan, karena nilai *iḥtiyāṭ* yang digunakan akan banyak.

Jadwal waktu salat yang di idam-idamkan adalah jadwal waktu salat yang keberlakuannya untuk satu wilayah kota atau kabupaten. Sehingga tidak perlu kesulitan dalam merumuskan waktu *iḥtiyāṭ*. Untuk memenuhi itu tentu faktor geografis harus dipertimbangkan, maka implementasi koordinat tengah sangat ideal untuk perhitungan jadwal waktu salat, dan sebagai koordinat acuan pada penjelasan sub bab sebelumnya.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

1. Koordinat tengah diimplementasikan dengan cara menjadikan koordinat tersebut sebagai acuan dalam perhitungan jadwal waktu salat. Tentu perhitungannya dengan menggunakan algoritma baku Hisab Rukyah Kemenag RI, dan data Matahari yang digunakan adalah data yang terkini yakni dari ephemeris atau diperhitungkan dengan algoritma *Jean Meuus*. Dampak pengimplementasian koordinat tengah hasilnya akan banyak bersinggungan dengan hasil yang menggunakan koordinat lain yang selisihnya di bawah $0,5^\circ$ dengan koordinat tengah. Koordinat tengah lebih penting untuk diimplementasikan apabila terdapat koordinat lain yang berada di selatan dan timur koordinat tengah, karena dengan mengimplementasikan koordinat tengah akan lebih mencakup dalam satu wilayah kota.
2. Koordinat tengah perlu diimplementasikan dalam jadwal waktu salat, karena pada dasarnya koordinat ini telah mempertimbangkan aspek geografis. Dimana dalam segi luas, untuk bagian utara selatan dan timur barat nya telah dipertimbangkan dan jaraknya pun seimbang. Sehingga apabila diimplementasikan dalam perhitungan jadwal waktu salat setengah bagian dari wilayah suatu kota telah tercakup dan untuk mencakup seluruhnya tidak perlu

menambahkan *iḥtiyāt* terlalu banyak, yakni dengan menyesuaikan daerah yang hendak dicakup. Biasanya *iḥtiyāt* cukup menggunakan 2 menit.

B. Saran

1. Bagi para penyusun jadwal salat, sebaiknya jadwal waktu salat dibuat berdasarkan satu kota dan menggunakan *iḥtiyāt* 2 menit. serta perhitungan berdasarkan algoritma baku terbaru yang telah dirilis oleh Kemenag RI.
2. Titik Koordinat tengah kota dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun jadwal salat. Karena telah mempertimbangkan aspek geografis dari suatu kota, yakni mempertimbangkan daerah timur, barat dan utara, selata dari kota tersebut.
3. Kajian terhadap perhitungan waktu salat tetap terus dikembangkan supaya mendapatkan hasil yang akurat, karena variabel perhitungan salat sangat banyak sekali dan banyak teori yang berbeda-beda dalam membahas satu persatu dari variabel tersebut. Kiranya ada kajian yang mendalam lagi untuk variabel perhitungan yang lain. Karena hakikatnya, jadwal waktu salat memprediksi kejadian alam dalam memulai waktu salat yang didasarkan keterangan *ḥadis* dan diformulasikan melauai astronomi dan perhitungannya.
4. Bagi pencinta ilmu falak, titik koodinat tengah kota dapat dijadikan acuan dalam menghitung waktu salat. karena memang data-data

geografis itu perlu ada data yang terbaru. Sehingga data titik tengah koordinat ini kiranya menjadi sarana memperbarui data tersebut.

5. Ilmu falak harus tetap terjaga khususnya dalam perhitungan jadwal waktu salat. supaya dapat berhati-hati menggunakan acuan dan berpedoman pada jadwal salat yang beredar di masyarakat

C. Penutup

Alhamdulillahirobbil 'Alamiin penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah mengatur seluruh peredaran benda-benda langit di alam semesta ini. Yang telah memberikan kasih sayang serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penelitian berupa tesis ini. Meskipun penulis telah berupaya secara optimal, namun menyadari bahwa dalam menyusun tulisan ini masih banyak kekurangan di sana – sini, oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan demi sempurnanya tulisan ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat serta dapat meningkatkan wawasan khazanah keilmuan kita, khususnya di bidang ilmu falak.

KEPUSTAKAAN

Sumber Jurnal :

- Amri, Tamhid. "Waktu Salat Perspektif Syar'i." *Jurnal Asy-Syari'ah*, Vol.17 No. 1 (2015).
- Budiwati, Anisah. "Tingkat Istiwa, GPS, dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam penentuan Arah Kiblat." *Jurnal Al-Ahkam* vol.26 no.1 April 2016.
- Greulich, Francis E. "Accurate Polygon Centroid Computation." *Journal of Computing in Civil Engineering* 9 (1) : 88 Januari 1995.
- Hambali, Slamet. "Astronomi Islam dan Heliocentris Nicolaus Copernicus." *Al-Ahkam : Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol.23 No.2 Oktober 2013.
- Hamzah, Rossi dkk. "Metode Penentuan Titik Koordinat Zona Potensi Penangkapan Ikan Pelagis Berdasarkan Hasil Deteksi Termal Front Suhu Permukaan Laut." *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol.13 No.2 Desember 2016.
- Hidayat, Muhammad Arizar, dkk. "Pemodelan Pertumbuhan Tata Ruang Kota Semarang Berdasarkan Aspek Ekonomi Menggunakan Konsep Analisis Spasial Citra Satelit Resolusi Tinggi." *Jurnal Geodesi Undip* Agustus 2016.
- Jayusman. "Jadwal Waktu Salat Abadi." *Khatulistiwa : Journal of Islamic Studies*, Vol.3 No.1 Maret 2013.
- _____. "Sejarah Perkembangan Ilmu Falak Sebuah Ilustrasi Paradoks Perkembangan Sains Dalam Islam." *Jurnal Al-Marshad*, Vol.1 No.1 (2015).
- Kharistiani, Erna dan Eko Ariwibowo. "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Potensi SMA/SMK Berbasis Web (Studi Kasus :

- Kabupaten Kebumen).” *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, Vol.1 No.1, Juni 2013.
- Kimberling, Clark. “Trilinear Distance Inequalities for the Symmedian Point, the Centroid, and Other Triangular Centers.” *Forum Geom : Forum Geometricorum*, Vol.10 (2010).
- Saleh, Zakaria. “GPS to Provide Prayer Time Onboard an Airplane while in Motion.” *Questia Journal : Journal of International Technology and Information Management*, Vol. 18 (2009).
- Soleiman, A. Frangky. “Penentuan Awal Waktu Shalat.” *Jurnal Ilmiah Al-Syir’ah*, Vol.9 No.2 (2011).
- Sumarto, Irawan. “Dari Teodolit ke Satelit : Reorientasi Bidang Pemetaan.” *Jurnal Surveying dan Geodesi : Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Geodesi ITB*, Vol.X No.3 September 2000.

Sumber Buku :

- Abbel, George O. et. Al. *Exploration of The Universe*. New York : Saunders College Publishing, 1987.
- Abidin, Hasanuddin. *Geodesi Satelit*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001.
- Agrafi, A. Mukri. *Aplikasi Hisab Rukyat*. t.tp, 2002.
- Ali, M. Suyuthi. *Ilmu Falak*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1997.
- Alwasilah, A. Chaedar. *Pokoknya Kualitatif, Dasar-dasar Merancang dan Melakukan Penelitian Kualitatif*. Jakarta: PT. Dunia Pustaka Jaya, 2008.
- Amirin, Tatang M. *Menyusun Rencana Penelitian*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1995.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, 2012.

- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta, 2002.
- Azhari, Susiknan. *Catatan & Koleksi Astronomi Islam dan Seni*. Yogyakarta: Museum Astronomi Islam dan Pintu Publishing, 2015.
- _____. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Cet. ke-2, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005.
- _____. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Cet. Ke-2, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. 5, 2004.
- Black, James A. & Dean J. Champion. *Metode & Masalah Penelitian Sosial*. terj. E. Koswara, dkk. Bandung: Refika Aditama, 2009.
- Bukhāri (al-), Abū Abdillāh Muhammad Ibn Ismāil. *al-Jāmi' al-Ṣaḥīḥ*. Juz 1, Kairo : al-Maṭba'ah al-salafiyah, 1400.
- Depag RI. *Pedoman Penentuan Jadwal Shalat Sepanjang Masa*. Jakarta : Depag RI, 1985.
- Depag, Badan Hisab dan Rukyah. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam-Depag RI, 1981.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*. Edisi Keempat, Cet. Ke I, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- Dirjen Bimbingan Masyarakat Islam. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Kemenag RI, 2010.
- Djamaluddin, Thomas. & M Husni Sunarjo. *Hisab Rukyat di Indonesia serta Permasalahannya*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2011.
- _____. *Mengagas Fiqih Astronomi*. Bandung: Kaki Langit, 2005.

- Djambek, Saadoedin. *Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa*. Jakarta : Bulan Bintang, 1974.
- _____. *Salat dan Puasa di Daerah Kutub*. Jakarta: Bulan Bintang, 1974.
- Efisitek.com. *Menjelajah Dunia dengan Google Earth & Maps*. Bandung : CV. Yrama Widya, 2006.
- Evans, James. *The History and Practice of Ancient Astronomy*. Oxford & New York: Oxford University Press, 1998.
- Goitein, S.D. *Studies in Islamic History and Institutions*. Leiden: E.J Brill, 1966.
- Hadi, HM Dimsiki. *Sains untuk Kesempurnaan Ibadah*. Yogyakarta: Prima Pustaka, 2009.
- Hambali, Slamet. *Aplikasi Astronomi Modern dalam Kitab al-Şalat karya Abdul Hakim*. Penelitian Individual, Fakultas Syari'ah, 2012.
- _____. *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Hasan, M. Iqbal. *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2002.
- Husaini (al-), Imam Taqiyuddin Abu Bakar bin Muhammad. *Kifayah al-Akhyar fi Halli Gayati al-Ikhtişar*. Cet. Ke 7, Damaskus : Dar al-Basyaair, 2001.
- Helmert, Friedrich Robert. *Die Mathematischen und physikalischen Theorien der Hoheren Geodasie*. Leipzig : Band 1.G. Teuner, 1880.
- Ilyas, Mohammad. *A Modern Guide to Asronomical Calculation of Islamic Calender, Times & Qibla*. Kuala Lumpur : Berita Publishing, 1984..
- Indarto. *Sitem Informasi Geografis*. Jember: Graha Ilmu, 2013.

- Jamil, A. *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*. Cet. Ke II, Jakarta : Amzah, 2011.
- Kementerian Agama RI. *Al-qur'an dan Tafsirnya*. Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012.
- Khafid. *Telaah Pedoman Baku Hisab Jadwal Sholat*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial, 2013.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. cet ke IV, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008.
- _____. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- King, David A. *In Synchrony With The Heavens : Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization, Vol. The Call of The Muezzin*. Brill :Leiden – Boston, 2004.
- Krakiwsky, W.J. dan D.E. Wells. *Coordinate Systems in Geodesy*. Canada : Departement of Geodesy an Geometrics Engineering University of New Brunswick Frederiction N.B, 1971.
- Kunjaya, Chatief. *Menuju Oliimpiade Astronomi*. Jil. 1, Bandung : ITB, 2006.
- Mansūr, ‘Ali Nāsif. *al-Tāj al-Jāmi’ li al-Uṣūl*. Juz 2, Beirut Lebanon: Dār al-Fikr, 1986.
- Maragi (al-), Ahmad Muṣṭafa. *Tafsir Al-Maragi*. Jil. 1V, Beirut Libanon : Dar al-Fikr, t.t.
- Mas’ud, Abu Bakar Ibnu. *Badāi Sonāi’ fi Tartībi Sarai’*. Beirut: Dar al-Kutub Imiah, t.t.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms*. Willman-Bell, Inc, 1991.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm*. Terj., Khafid, Modul Kuliah Astronomi IAIN Walisongo, tt.
- Miftahi, Molvi Yaqub A. *Fajar and Isya Times & Twilight*. ttp.: Hizbul Ulama UK, 2007.

- Muchyidin, Ali. *Astronomi Islam Upaya Memahami Ilmu Falak dalam Ranah Fiqih, Sains, dan Mitos*. Rembang :Pustaka Rahmatika, 2015.
- Mugniyyah, Muhammad Jawa. *Al-Fiqh 'ala al-Mazahib al-Khamsah*. Ter. Masykur, dkk. *Fiqih Lima Madzhab*. Cet. Ke VI, Jakart: Lentera, 2007.
- Munawir, Ahmad Warson. *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*. Cet. Ke II, Surabaya: Pustaka Progresif, 1997.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*. cet.ke1, Malang: UIN Malang Press, 2008.
- Mushonnif, Ahmad. *Ilmu Falak, Metode Hisab Awal Waktu Salat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Bulan*. Cet. Ke I, Yogyakarta: Teras, 2011.
- Muṭalib, Mohammad Yasir Abd. *Ringkasan Kitab al-Umm*. Jakarta: Pustaka Azzam, 2004.
- Nadwi (al), Abdul Hasan Ali Hasan. *Sejarah Lengkap Nabi Muhammad saw*. terj. Muhammad Halabi Hamdi. Yogyakarta: Darul Manar, 2012.
- Prahasta, Eddy. *Sistem Informasi Geografis, Konsep-Konsep Dasar (Prespektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Informatika, 2014.
- Purwanto, Agus. *Pengantar Kosmologi*. Surabaya: ITSPress, 2009.
- Qurṭuby (al-), Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad ibnu Rusyd. *Bidayah al-Mujtahid wa Nihayah al-Muqtaṣid*. Juz II, Beirut: Dar al-Kutub al-‘Ilmiyah, 1996.
- Qusyairī (al-), Imam Abi al-Husain Muslim bin al-Hajjaj. *Ṣaḥīḥ Muslim*. Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t.
- Rachim, Abd. *Ilmu Falak*. Yogyakarta : Liberty, 1983.
- Ramdan, Anton. *Islam dan Astronomi*. Jakarta: Bee Media, 2009.

- Riḍo, Rasyid. *Tafsir al-Manār*. Beirut: Dar Al Ma'rifah, t.t.
- Rifa'i (al-), Muhammad Nasib. *Tafsir Ibnu Kaṣīr*. Jil. 1, Lebanon: Dar al-Ma'rifah, 1999.
- Rohmah, Nihayatur. *Syafaq dan Fajar*. Bantul: Lintang Rasi Aksara Books, 2012.
- Sadiq, Sriyatin. *Konversi Tahun, Sistem Ephemeris Hisab dan Metode Rukyatul Hilal*. Jakarta: Ditnibanpera Islam Depag. RI, 2002.
- _____. *Ilmu Falak*. Surabaya : Fakultas Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surabaya, 1994.
- Sahabuddin, dkk. *Ensiklopedi al-Qur'an: Kajian Kosakata*. Jakarta: Lentera Hati, 2007.
- Sarakhsi, Syamsudin. *Kitab Al-Mabsuṭ*. Juz 1, Beirut Libanon : Darul Kitab al-Ilmiyah, t.t.
- Ṣiddīqī (al-), Teungku Muhammad Hasbi. *Koleksi Hadits-Hadits Huku*. Jil. I, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2002.
- _____. *Tafsir Al-Qur'an al-Majid al-Nūr*. Jil. III, Cet. Ke II, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2000.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir al-Miṣbah*. Vol. 2, Cet. Ke 2, Jakarta: Lentera Hati, 2004.
- Sickle, Jan Van. *Basic GIS Coordinates*. Washington DC: CRC Press, 2004.
- Smart, W.M. *Textbook on Spherical Astronomy*. New York : Cambridge University Press, 1997.
- Solahudin, M. *Ahli Falak dari Pesantren*. Kediri : Nous Pustaka Utama, 2012.
- Straube, John. *Building Science*. University of Waterloo, 2002. Pdf.
- Suyuṭi (al-), Al-Hafiz Jalal al-Din. *Sunan al-Nasa'i*. Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t.

- Syafi'i (al-), Abu Abdullah bin Abdurrahman al-Dimasyqi al-Usmāni. *Rahmatu al-Ummah fi Ikhtilafi al-A'immah*. Cet. Ke 1, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 1987.
- Syafi'i (al-), Imam Abi Abdillah Muhammad bin Idris . *al-Umm*. Juz 1, Beirut: Dar al-Kitabah, t.t.
- Syihabuddin. *Ringkasan Tafsir Ibnu Kaṣīr*. Jil. 3, Cet. Ke I. Jakarta: Gema Insani, 2001.
- Ṭabari (al-), Abu 'Ali al-Faḍl bin al-Ḥasan. *Jami' al-Bayan fi Tafsir al-Quran*. Juz V, Beirut: Dar al-Ma'rifah, t.t.
- Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. cet ke-3, Bandung, PT. Remaja Rosdakarya, 2009.
- Zamakhsharī (al-), Imam Abi al-Qasim Jarullah Muhammad bin Umar bin Muhammad. *al-Kasysyaf an Haqaiq Giwamid al-Tanzil wa Uyun al-Aqawil fi Wajwi al-Ta'wil*. Jil. II, Beirut Libanon : Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t.
- Zuhaili, Wahbah. *Al-Fiqih al-Islam Wa Adillatihi*. Jil. 1, Beirut : Dar al-Fikr, t.t.

Sumber Lain :

- Alesandro, Christian. "Sistem Koordinat CGS dan UTM". diakses pada 28 April 2017. <https://www.academia.edu>. 4.
- Alfani, Khozin. "Analisis Perhitungan Awal Waktu Salat dengan Basis Algoritma VSOP87 dan ELP2000". Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2010.
- Bourke, Paul. "Calculating the Area and Centroid of a Polygon". University of Western Australia. diakses pada 23 April 2017, <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/geometry/polyarea/>
- Ditjen PUM Kemendagri. "Kode dan Data Wilayah Administrasi Pemerintah (Permendagri No.56-2015)". diakses pada tanggal

28 April 2017, <http://www.kemendagri.go.id/pages/data-wilayah>

Djmaluddin, Thomas. "Hisab Waktu Salat dalam Kajian Astronomi", Makalah Lokakarya Imsakiyah Ramadhan 1432 H, Semarang : PPM IAIN Walisongo, Hotel Muria pada hari Senin, 27 Juni 2011.

_____. "Matahari dan Penentuan Jadwal Salat", diakses 15 April 2017, <https://tdjmaluddin.wordpress.com/2010/04/19/matahari-dan-penentuan-jadwal-shalat/>

Geografi Regional Indonesia, Pdf.

Hambali, Slamet. "Standarisasi Awal Ramadhan dan Syawal 1435 H/ 2014 M". Pekalongan : seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H di STAIN Pekalongan, Sabtu 14 Juni 2014.

<http://bimasislam.depag.go.id>

<http://sihat.kemenag.go.id/waktu-sholat>, diakses 1 Februari 2017

https://id.wikipedia.org/wiki/Analisis_matematis, diakses 1 Februari 2017

Izzuddin, Ahmad. "Jadwal Imsakiyah yang Berbasis Unity of Sciences". Makalah Lokakarya Imsakiyah 1438 H, Semarang:LP2M UIN Walisongo, tanggal 12 April 2017.

_____. "Panduan Jadwal Imsakiyah (Merumuskan Jadwal Imsakiyah Standart di Jawa Tengah)". Makalah Lokakarya Imsakiyah 1436 H, Semarang: Kanwil Kemenag Provinsi Jawa Tengah, 19 Mei 2015.

_____. "Standarisasi Hisab Rukyat Sebagai Upaya Pemerintah dalam Penyatuan Umat". Pekalongan : seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H di STAIN Pekalongan, Sabtu 14 Juni 2014.

Jayusman. "Sejarah Perkembangan Falak di Indonesia : Upaya Penelusuran". diakses tanggal 16 April 2017.

<http://jayusmanfalak.blogspot.co.id/search?q=Sejarah+perkembangan+falak>

Ma'u, Dahlia Haliah. "Jadwal Salat Seanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)". Desertasi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013.

Michael. "Calculating the Moment of Inertia of a non-regular convex Polygon". diakses pada tanggal 20 April 2017. <http://lab.polygonal.de/2006/08/17/calculating-the-moment-of-inertia-of-a-convex-polygon/>

Muslih, M. "Penetapan Lintang dan Bujur Kabupaten Dati II Batang (Tahkik di Pusat Kota dan Pengaruhnya terhadap Arah Kiblat, Waktu Salat dan *Ihtiyāṭ*)". Penelitian, Pekalongan :STAIN Pekalongan, 1997.

Scherrer, Phillip dan Deborah. *Solstice and Equinox ("Suntrack") Model*. Stanford University : tt. Pdf.

Sudibyo, Ma'rufin. "Pedoman Penyusunan Jadwal Imsakiyah Ramadan 1432 H/2011 M (Studi Kasus Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah)". t.p.

The American Heritage, "Science Dictionary 2002". Houghton Mifflin, <http://dictionary.reference.com>, diakses pada tanggal 28 April 2017, pukul 09:13.

Wahid, Basit. "Penentuan Waktu-waktu Shalat", *Suara Muhammadiyah*, No. 8/81/1996.

Zulfiah. "Konsep *Ihtiyāṭ* Awal Waktu Salat Perspektif Fiqih dan Astronomi". Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2012.

LAMPIRAN

DAFTAR TITIK KOORDINAT TENGAH KABUPATEN DAN KOTA¹

No	Kabupaten/Kota	TT	Koordinat Tengah	
			Lintang	Bujur
1	Kota Banda Aceh	11	05° 33' 43,00"	95° 19' 49,01"
2	Kota Sabang	39	05° 50' 04,00"	95° 18' 58,00"
3	Kabupaten Aceh Besar	137	05° 24' 05,00"	95° 27' 40,00"
4	Kabupaten Aceh Jaya	15	04° 49' 16,00"	95° 40' 22,01"
5	Kabupaten Pidie	15	04° 59' 35,00"	96° 02' 07,01"
6	Kabupaten Aceh Barat	7	04° 27' 26,00"	96° 11' 04,99"
7	Kabupaten Pidie Jaya	15	05° 06' 54,00"	96° 12' 04,00"
8	Kabupaten Nagan Raya	35	04° 10' 29,00"	96° 29' 57,98"
9	Kabupaten Simeulue	7	02° 35' 17,00"	96° 07' 45,01"
10	Kabupaten Bireuen	20	05° 05' 21,00"	96° 37' 01,99"
11	Kabupaten Bener Meriah	1392	04° 46' 11,00"	97° 00' 13,00"
12	Kabupaten Aceh Tengah	1262	04° 32' 30,00"	96° 50' 52,01"
13	Kabupaten Aceh Barat Daya	25	03° 49' 50,00"	96° 52' 21,00"
14	Kota Lhokseumawe	4	05° 11' 15,00"	97° 05' 37,00"
15	Kabupaten Aceh Selatan	8	03° 07' 01,00"	97° 25' 44,00"
16	Kabupaten Aceh Utara	7	05° 00' 18,00"	97° 10' 00,01"
17	Kabupaten Gayo Lues	970	03° 58' 54,00"	97° 20' 35,02"
18	Kabupaten Aceh Timur	13	04° 39' 59,00"	97° 37' 54,98"

¹ Data lintang dan bujur centroid kabupaten dan kota hasil pemetaan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Penulis mendapatkan data ini dari Dr.-Ing. Khafid saat belajar pada matakuliah Astronomi di semester 2. Data ini sedikit beda dengan aslinya pada nilai detik dibelakang koma (.) karena terjadi pembulatan saat penulis melakukan penelitian, namun dalam hasil penelitian sangat tidak berpengaruh karena hanya nilai detik di belakang koma (.)

19	Kabupaten Aceh Tenggara	172	03° 21' 13,00"	97° 39' 24,98"
20	Kabupaten Aceh Singkil	7	02° 19' 34,00"	97° 44' 26,02"
21	Kota Subulussalam	74	02° 43' 44,00"	97° 56' 12,98"
22	Kota Langsa	10	04° 28' 52,00"	97° 58' 40,01"
23	Kabupaten Aceh Tamiang	15	04° 13' 56,00"	97° 59' 44,02"
1	Kota Medan	31	03° 38' 02,00"	98° 40' 41,99"
2	Kabupaten Nias Utara	172	01° 21' 10,00"	97° 19' 23,99"
3	Kabupaten Nias Barat	120	01° 00' 20,00"	97° 28' 37,99"
4	Kabupaten Nias	46	01° 05' 27,00"	97° 43' 34,00"
5	Kota Gunung Sitoli	18	01° 16' 55,00"	97° 35' 19,00"
6	Kabupaten Nias Selatan	33	00° 46' 36,00"	97° 45' 20,99"
7	Kabupaten Dairi	1073	02° 53' 11,00"	98° 14' 39,98"
8	Kabupaten Pakpak Barat	998	02° 35' 14,00"	98° 18' 15,01"
9	Kabupaten Langkat	14	03° 44' 09,00"	98° 13' 39,00"
10	Kota Binjai	35	03° 36' 38,00"	98° 29' 35,99"
11	Kabupaten Karo	1223	03° 06' 38,00"	98° 16' 21,00"
12	Kabupaten Samosir	915	02° 33' 14,00"	98° 41' 20,00"
13	Kabupaten Humbang Hasundutan	1527	02° 14' 36,00"	98° 35' 11,00"
14	Kota Sibolga	6	01° 44' 10,00"	98° 47' 21,98"
15	Kabupaten Tapanuli Tengah	7	01° 52' 44,00"	98° 35' 19,00"
16	Kabupaten Deli Serdang	17	03° 29' 12,00"	98° 41' 19,00"
17	Kabupaten Simalungun	1071	02° 57' 53,00"	99° 02' 38,00"
18	Kabupaten Tapanuli Utara	975	01° 58' 41,00"	99° 03' 59,00"
19	Kota Pematangsiantar	405	02° 57' 26,00"	99° 03' 54,00"
20	Kabupaten Toba Samosir	956	02° 22' 56,00"	99° 11' 58,99"
21	Kota Padang Sidempuan	311	01° 23' 29,00"	99° 16' 59,02"
22	Kabupaten Serdang Bedagai	14	03° 23' 17,00"	99° 03' 41,00"

23	Kota Tebing Tinggi	25	03° 19' 00,00"	99° 10' 16,00"
24	Kabupaten Tapanuli Selatan	923	01° 31' 15,00"	99° 12' 58,00"
25	Kabupaten Batu Bara	29	03° 13' 45,00"	99° 29' 35,99"
26	Kabupaten Mandailing Natal	281	00° 46' 53,00"	99° 22' 45,98"
27	Kabupaten Asahan	20	02° 53' 11,00"	99° 32' 47,00"
28	Kabupaten Padang Lawas Utara	108	01° 36' 46,00"	99° 47' 21,98"
29	Kabupaten Labuhanbatu Utara	28	02° 24' 47,00"	99° 44' 29,00"
30	Kabupaten Padang Lawas	161	01° 08' 53,00"	99° 49' 14,99"
31	Kota Tanjung Balai	4	02° 56' 12,00"	99° 47' 20,00"
32	Kabupaten Labuhanbatu	34	02° 19' 12,00"	100° 06' 52,92"
33	Kabupaten Labuhanbatu Selatan	46	01° 49' 54,00"	100° 06' 24,12"
1	Kota Padang	7	-00° 54' 56,02"	100° 23' 02,04"
2	Kabupaten Kepulauan Mentawai	1	-02° 11' 12,01"	99° 39' 01,01"
3	Kabupaten Pasaman Barat	75	00° 12' 28,00"	99° 39' 40,00"
4	Kabupaten Agam	89	-00° 15' 01,01"	100° 09' 37,08"
5	Kota Pariaman	9	-00° 35' 49,99"	100° 07' 37,92"
6	Kabupaten Pasaman	450	00° 23' 40,00"	100° 05' 56,04"
7	Kabupaten Padang Pariaman	76	-00° 33' 43,99"	100° 12' 56,16"
8	Kota Bukittinggi	936	-00° 17' 55,00"	100° 22' 06,96"
9	Kota Padangpanjang	783	-00° 28' 12,00"	100° 24' 02,16"
10	Kabupaten Pesisir Selatan	6	-01° 43' 43,00"	100° 50' 08,88"
11	Kabupaten Tanah Datar	473	-00° 27' 55,01"	100° 35' 06,00"
12	Kota Payakumbuh	540	-00° 13' 44,00"	100° 37' 42,96"
13	Kota Solok	390	-00° 46' 52,00"	100° 37' 33,96"
14	Kabupaten Lima Puluh Kota	518	00° 01' 44,95"	100° 33' 38,88"
15	Kota Sawahlunto	362	-00° 36' 40,00"	100° 45' 18,00"

16	Kabupaten Solok	1025	-00° 56' 39,98"	100° 49' 41,88"
17	Kabupaten Sijunjung	160	-00° 40' 07,00"	101° 05' 20,04"
18	Kabupaten Solok Selatan	565	-01° 23' 08,99"	101° 15' 50,04"
19	Kabupaten Dhamasraya	118	-01° 11' 29,00"	101° 32' 08,88"
1	Kota Pekanbaru	22	00° 34' 07,00"	101° 27' 38,88"
2	Kabupaten Rokan Hulu	71	00° 51' 30,00"	100° 31' 04,08"
3	Kabupaten Rokan Hilir	9	01° 49' 40,00"	100° 46' 54,12"
4	Kabupaten Kampar	103	00° 19' 07,00"	101° 06' 01,08"
5	Kota Dumai	31	01° 52' 30,00"	101° 13' 57,00"
6	Kabupaten Kuantan Singingi	105	-00° 29' 51,00"	101° 29' 43,08"
7	Kabupaten Pelalawan	41	00° 10' 58,00"	102° 21' 18,00"
8	Kabupaten Bengkalis	5	01° 27' 12,00"	101° 50' 43,08"
9	Kabupaten Siak	14	00° 47' 54,00"	101° 55' 19,92"
10	Kabupaten Indragiri Hulu	23	-00° 31' 36,01"	102° 18' 15,12"
11	Kabupaten Kepulauan Meranti	6	01° 01' 39,00"	102° 40' 01,92"
12	Kabupaten Indragiri Hilir	5	-00° 15' 45,00"	103° 09' 50,04"
1	Kota Bengkulu	22	-03° 50' 37,00"	102° 19' 03,00"
2	Kabupaten Mukomuko	8	-02° 41' 46,00"	101° 27' 47,16"
3	Kabupaten Lebong	575	-03° 04' 18,98"	102° 13' 50,16"
4	Kota Bengkulu Utara	179	-03° 16' 14,02"	101° 58' 50,88"
5	Kabupaten Bengkulu Tengah	53	-03° 40' 25,00"	102° 24' 21,96"
6	Kabupaten Rejang Lebong	668	-03° 25' 57,00"	102° 41' 27,96"
7	Kabupaten Kepahiang	560	-03° 38' 15,00"	102° 37' 53,04"
8	Kabupaten Seluma	48	-04° 03' 56,99"	102° 39' 11,88"
9	Kota Bengkulu Selatan	35	-04° 21' 09,00"	103° 02' 00,96"
10	Kabupaten Kaur	43	-04° 36' 02,99"	103° 24' 47,16"

1	Kota Jambi	22	-01° 35' 53,99"	103° 36' 50,04"
2	Kabupaten Kerinci	828	-02° 02' 56,00"	101° 28' 33,96"
3	Kota Sungai Penuh	863	-02° 07' 25,00"	101° 20' 40,92"
4	Kabupaten Bungo	87	-01° 32' 30,98"	101° 53' 49,92"
5	Kabupaten Merangin	100	-02° 12' 00,00"	102° 04' 23,88"
6	Kabupaten Tebo	42	-01° 21' 29,99"	102° 21' 11,88"
7	Kabupaten Sorolangun	55	-02° 19' 10,99"	102° 39' 45,00"
8	Kabupaten Batang Hari	22	-01° 48' 20,99"	103° 02' 17,16"
9	Kabupaten Tanjung Jabung Barat	5	-01° 05' 02,00"	103° 06' 45,00"
10	Kabupaten Muaro Jambi	24	-01° 39' 24,01"	103° 46' 44,04"
11	Kabupaten Tanjung Jabung Timur	21	-01° 14' 46,00"	103° 57' 10,08"
1	Kota Tanjung Pinang	15	00° 54' 53,00"	104° 28' 27,12"
2	Kabupaten Karimun	19	00° 49' 41,00"	103° 34' 53,04"
3	Kota Batam	36	00° 53' 53,00"	104° 02' 17,88"
4	Kabupaten Bintan	16	00° 55' 37,00"	105° 19' 23,16"
5	Kabupaten Lingga	12	-00° 18' 04,07"	104° 46' 15,96"
6	Kabupaten Kepulauan Anambas	9	03° 03' 15,00"	105° 58' 36,12"
7	Kabupaten Natuna	60	03° 55' 19,00"	108° 12' 15,84"
1	Kota Palembang	19	-02° 58' 18,01"	104° 44' 12,84"
2	Kota Lubuklinggau	188	-03° 15' 47,99"	102° 52' 23,88"
3	Kabupaten Musi Rawas Utara	39	00° 00' 00,00"	00° 00' 00,00"
4	Kabupaten Musi Rawas	68	-02° 57' 27,00"	102° 54' 12,96"
5	Kabupaten Empat Lawang	177	-03° 49' 23,99"	102° 57' 03,96"
6	Kota Pagar Alam	998	-04° 06' 56,02"	103° 15' 54,00"
7	Kabupaten Lahat	119	-03° 54' 33,98"	103° 27' 06,12"

8	Kabupaten Muara Enim	42	-03° 32' 39,98"	104° 05' 34,08"
9	Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir	62	-03° 12' 16,99"	103° 57' 42,12"
10	Kabupaten Musi Banyuasin	14	-02° 29' 28,00"	103° 48' 38,16"
11	Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan	234	-04° 34' 50,02"	103° 54' 09,00"
12	Kabupaten Ogan Komering Ulu	48	-04° 06' 06,01"	104° 05' 35,16"
13	Kota Prabumulih	48	-03° 26' 51,00"	104° 13' 51,96"
14	Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur	92	-04° 04' 05,99"	104° 33' 02,88"
15	kabupaten Banyuasin	24	-02° 27' 02,99"	104° 44' 15,00"
16	Kabupaten Ogan Ilir	8	-03° 25' 36,01"	104° 35' 34,08"
17	Kabupaten Ogan Komering Ilir	16	-03° 20' 48,01"	105° 24' 24,12"
1	Kota Bandar Lampung	98	-05° 26' 07,01"	105° 14' 44,88"
2	Kabupaten Pesisir Barat	7	-05° 21' 11,99"	104° 08' 45,96"
3	Kabupaten Lampung Barat	908	-05° 03' 29,99"	104° 15' 59,04"
4	Kabupaten Way Kanan	89	-04° 28' 23,02"	104° 35' 35,88"
5	Kabupaten Tanggamus	267	-05° 24' 46,01"	104° 37' 37,92"
6	Kabupaten Lampung Utara	35	-04° 48' 29,99"	104° 48' 24,84"
7	Kabupaten Pesawaran	152	-05° 28' 28,99"	105° 04' 53,04"
8	Kabupaten Tulang Bawang Barat	49	-04° 25' 59,02"	105° 07' 41,88"
9	Kabupaten Pringsewu	105	-05° 20' 57,01"	104° 55' 44,04"
10	Kabupaten Lampung Tengah	38	-04° 51' 59,00"	105° 13' 32,88"
11	Kabupaten Tulang Bawang	20	-04° 23' 17,99"	105° 31' 39,00"
12	Kabupaten Mesuji	13	-04° 00' 27,00"	105° 23' 03,84"
13	Kota Metro	62	-05° 07' 01,99"	105° 18' 36,00"
14	Kabupaten Lampung Timur	29	-05° 07' 48,00"	105° 42' 32,04"
15	Kabupaten Lampung Selatan	25	-05° 33' 38,99"	105° 29' 30,12"

1	Kota Pangkal Pinang	16	-02° 06' 43,99"	106° 06' 45,00"
2	Kabupaten Bangka Selatan	27	-02° 45' 24,98"	106° 17' 52,08"
3	Kabupaten Bangka	45	-01° 55' 27,01"	105° 52' 30,00"
4	Kabupaten Bangka Tengah	20	-02° 27' 46,01"	106° 14' 35,16"
5	Kabupaten Bangka Barat	51	-01° 51' 06,01"	105° 28' 27,84"
6	Kabupaten Belitung	37	-02° 54' 22,00"	107° 37' 49,08"
7	Kabupaten Belitung Timur	19	-03° 01' 35,00"	108° 10' 49,08"
1	Kota Serang	29	-06° 07' 16,00"	106° 10' 30,00"
2	Kota Cilegon	22	-05° 59' 43,01"	106° 01' 32,88"
3	Kabupaten Lebak	26	-06° 38' 35,02"	106° 12' 12,96"
4	Kabupaten Pandeglang	259	-06° 36' 15,98"	105° 41' 30,12"
5	Kabupaten Serang	29	-06° 06' 24,98"	106° 07' 57,00"
6	Kabupaten Tangerang	35	-06° 10' 44,00"	106° 31' 30,00"
7	Kota Tangerang	10	-06° 10' 48,00"	106° 39' 01,08"
8	Kota Tangerang Selatan	50	-06° 17' 56,00"	106° 42' 29,16"
1	Kota Administrasi Jakarta Barat	10	-06° 09' 46,01"	106° 45' 10,08"
2	Kota Administrasi Jakarta Utara	6	-06° 07' 55,99"	106° 51' 19,08"
3	Kota Administrasi Jakarta Pusat	6	-06° 10' 54,01"	106° 50' 08,16"
4	Kota Administrasi Jakarta Selatan	21	-06° 16' 41,99"	106° 48' 18,00"
5	Kota Administrasi Jakarta Timur	34	-06° 15' 27,00"	106° 53' 21,12"
6	Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu	7	-05° 39' 15,01"	106° 34' 05,88"
1	Kota Bandung	725	-06° 54' 40,00"	107° 38' 20,04"
2	Kabupaten Sukabumi	19	-07° 04' 35,00"	106° 42' 45,00"
3	Kota Bogor	287	-06° 35' 38,00"	106° 47' 43,08"

4	Kota Depok	89	-06° 23' 33,00"	106° 49' 05,16"
5	Kabupaten Bogor	133	-06° 33' 15,98"	106° 42' 55,08"
6	Kota Sukabumi	623	-06° 56' 16,01"	106° 55' 46,92"
7	Kota Bekasi	22	-06° 15' 56,02"	106° 59' 39,84"
8	Kabupaten Cianjur	457	-07° 05' 37,00"	107° 08' 38,04"
9	Kabupaten Bekasi	60	-06° 12' 37,01"	107° 06' 14,04"
10	Kabupaten Karawang	19	-06° 15' 27,00"	107° 21' 32,04"
11	Kabupaten Purwakarta	86	-06° 35' 43,01"	107° 25' 27,12"
12	Kabupaten Bandung	722	-07° 04' 50,02"	107° 36' 01,08"
13	Kabupaten Bandung Barat	773	-06° 54' 02,02"	107° 26' 03,12"
14	Kota Cimahi	789	-06° 52' 14,02"	107° 32' 48,84"
15	Kabupaten Subang	96	-06° 29' 28,00"	107° 43' 42,96"
16	Kabupaten Garut	760	-07° 21' 02,99"	107° 46' 59,88"
17	Kabupaten Sumedang	463	-06° 49' 03,00"	107° 58' 50,16"
18	Kabupaten Tasikmalaya	434	-07° 30' 20,02"	108° 09' 21,96"
19	Kota Tasikmalaya	380	-07° 20' 34,01"	108° 11' 30,12"
20	kabupaten Majalengka	128	-06° 48' 42,01"	108° 14' 27,96"
21	Kabupaten Ciamis	210	-07° 21' 50,00"	108° 26' 21,84"
22	Kabupaten Indramayu	5	-06° 22' 27,01"	108° 10' 54,84"
23	Kabupaten Cirebon	68	-06° 46' 59,99"	108° 35' 04,92"
24	Kabupaten Kuningan	536	-06° 59' 43,01"	108° 34' 23,88"
25	Kota Banjar	38	-07° 22' 43,00"	108° 34' 01,92"
26	Kabupaten Pangandaran	11	-07° 38' 19,00"	108° 32' 15,00"
27	Kota Cirebon	7	-06° 44' 34,01"	108° 33' 12,96"
1	Kota Semarang	12	-07° 01' 18,98"	110° 23' 20,04"
2	Kabupaten Cilacap	10	-07° 30' 38,02"	108° 52' 14,88"
3	Kabupaten Brebes	9	-07° 03' 27,00"	108° 56' 13,92"
4	Kota Tegal	4	-06° 52' 12,00"	109° 07' 03,00"

5	Kabupaten Tegal	48	-07° 02' 15,00"	109° 09' 24,84"
6	Kabupaten Banyumas	81	-07° 27' 18,00"	109° 10' 18,84"
7	Kabupaten Pemalang	11	-07° 01' 27,01"	109° 23' 35,16"
8	Kabupaten Purbalingga	62	-07° 19' 30,00"	109° 24' 20,16"
9	Kabupaten Pekalongan	49	-07° 02' 55,00"	109° 37' 51,96"
10	Kabupaten Kebumen	29	-07° 38' 56,00"	109° 36' 42,84"
11	Kota Pekalongan	9	-06° 53' 07,01"	109° 40' 41,88"
12	Kabupaten Banjarnegara	300	-07° 21' 13,00"	109° 38' 53,88"
13	Kabupaten Batang	9	-07° 01' 35,00"	109° 51' 45,00"
14	Kabupaten Wonosobo	963	-07° 24' 24,01"	109° 54' 23,04"
15	Kabupaten Purworejo	69	-07° 42' 11,99"	109° 58' 05,16"
16	Kabupaten Temanggung	591	-07° 14' 56,00"	110° 08' 00,96"
17	Kabupaten Kendal	8	-07° 01' 52,00"	110° 09' 03,96"
18	Kota Magelang	384	-07° 28' 30,00"	110° 13' 10,92"
19	Kabupaten Magelang	318	-07° 30' 27,00"	110° 14' 44,88"
20	Kabupaten Semarang	333	-07° 16' 48,00"	110° 27' 52,92"
21	Kota Salatiga	583	-07° 20' 17,02"	110° 29' 58,92"
22	Kabupaten Klaten	176	-07° 40' 46,99"	110° 37' 15,96"
23	Kabupaten Boyolali	436	-07° 24' 19,01"	110° 42' 21,96"
24	Kabupaten Demak	9	-06° 55' 00,98"	110° 38' 22,92"
25	Kabupaten Jepara	7	-06° 34' 46,99"	110° 46' 42,96"
26	Kota Surakarta	96	-07° 33' 29,99"	110° 49' 14,16"
27	Kabupaten Kudus	27	-06° 47' 39,01"	110° 52' 05,88"
28	Kabupaten Sukoharjo	516	-07° 40' 28,99"	110° 49' 54,12"
29	Kabupaten Grobogan	34	-07° 06' 38,02"	110° 54' 27,00"
30	Kabupaten Wonogiri	142	-07° 56' 28,00"	111° 01' 12,00"
31	Kabupaten Karanganyar	151	-07° 37' 04,01"	111° 00' 43,92"
32	Kabupaten Sragen	92	-07° 23' 21,98"	110° 58' 09,84"
33	Kabupaten Pati	15	-06° 43' 27,01"	111° 02' 21,84"

34	Kabupaten Rembang	10	-06° 46' 21,00"	111° 27' 42,84"
35	Kabupaten Blora	95	-07° 05' 37,00"	111° 22' 41,16"
1	Kota Yogyakarta	116	-07° 48' 11,02"	110° 22' 28,92"
2	Kabupaten Kulon Progo	25	-07° 48' 56,02"	110° 09' 10,08"
3	Kabupaten Sleman	212	-07° 42' 09,00"	110° 22' 59,16"
4	Kabupaten Bantul	54	-07° 53' 58,99"	110° 21' 29,88"
5	Kabupaten Gunung Kidul	178	-07° 59' 38,00"	110° 35' 48,12"
1	Kota Surabaya	9	-07° 16' 23,02"	112° 43' 13,08"
2	Kabupaten Pacitan	11	-08° 06' 50,00"	111° 10' 14,88"
3	Kabupaten Magetan	370	-07° 39' 32,00"	111° 21' 09,00"
4	Kabupaten Ngawi	57	-07° 26' 08,99"	111° 22' 05,88"
5	Kabupaten Ponorogo	102	-07° 57' 05,00"	111° 30' 51,84"
6	Kota Madiun	69	-07° 37' 41,99"	111° 31' 51,96"
7	Kabupaten Madiun	83	-07° 37' 05,02"	111° 38' 48,12"
8	Kabupaten Trenggalek	116	-08° 09' 15,98"	111° 37' 22,08"
9	Kabupaten Bojonegoro	23	-07° 14' 29,00"	111° 42' 07,92"
10	Kabupaten Nganjuk	61	-07° 36' 22,00"	111° 56' 34,08"
11	Kabupaten Tulungagung	92	-08° 05' 35,02"	111° 54' 06,84"
13	Kota Kediri	71	-07° 49' 26,00"	112° 00' 59,04"
14	Kabupaten Tuban	8	-06° 57' 22,00"	111° 53' 36,96"
15	Kabupaten Kediri	84	-07° 49' 01,99"	112° 05' 57,84"
16	Kota Blitar	177	-08° 05' 44,02"	112° 09' 57,96"
17	Kabupaten Blitar	174	-08° 07' 50,99"	112° 13' 39,00"
18	Kabupaten Jombang	46	-07° 33' 11,02"	112° 15' 42,84"
19	Kabupaten Lamongan	10	-07° 07' 39,00"	112° 18' 23,04"
20	Kota Mojokerto	26	-07° 28' 16,00"	112° 26' 13,92"
21	Kota Batu	917	-07° 49' 54,01"	112° 31' 59,88"

22	Kabupaten Mojokerto	35	-07° 32' 43,01"	112° 29' 36,96"
23	Kabupaten Malang	334	-08° 07' 10,99"	112° 37' 58,08"
24	Kota Malang	466	-07° 58' 46,99"	112° 38' 03,12"
25	Kabupaten Gresik	27	-07° 07' 39,00"	112° 34' 14,88"
26	Kabupaten Sidoarjo	5	-07° 27' 13,00"	112° 40' 54,84"
27	Kabupaten Bangkalan	5	-07° 02' 42,00"	112° 55' 12,00"
28	Kabupaten Pasuruan	12	-07° 44' 48,01"	112° 49' 59,88"
29	Kota Pasuruan	11	-07° 39' 09,00"	112° 54' 34,92"
30	Kota Probolinggo	15	-07° 46' 32,99"	113° 12' 15,12"
31	Kabupaten Lumajang	58	-08° 07' 28,99"	113° 08' 18,96"
32	Kabupaten Sampang	7	-07° 04' 34,00"	113° 15' 32,04"
33	Kabupaten Probolinggo	11	-07° 51' 33,01"	113° 18' 11,88"
34	Kabupaten Pamekasan	17	-07° 04' 04,01"	113° 30' 11,88"
35	Kabupaten Jember	92	-08° 15' 01,01"	113° 39' 15,84"
36	Kabupaten Bondowoso	261	-07° 56' 39,01"	113° 56' 33,00"
37	Kabupaten Sumenep	14	-06° 37' 46,99"	114° 39' 48,96"
38	Kabupaten Situbondo	33	-07° 42' 24,01"	114° 02' 38,04"
39	Kabupaten Banyuwangi	21	-08° 20' 55,00"	114° 12' 47,16"
1	Kota Pontianak	5	00° 00' 33,13"	109° 19' 45,84"
2	Kabupaten Pontianak	3	00° 19' 47,00"	109° 06' 03,96"
3	Kota Singkawang	5	00° 53' 55,00"	109° 01' 32,88"
4	Kabupaten Sambas	7	01° 28' 27,00"	109° 20' 21,12"
5	Kabupaten Kubu Raya	4	-00° 23' 04,99"	109° 31' 27,12"
6	Kabupaten Bengkayang	82	00° 56' 49,00"	109° 33' 27,00"
7	Kabupaten Landak	37	00° 30' 51,00"	109° 43' 57,00"
8	Kabupaten Kayong Utara	24	-01° 05' 38,00"	109° 42' 29,88"
9	Kabupaten Ketapang	6	-01° 39' 34,99"	110° 31' 19,92"
10	Kabupaten Sanggau	23	00° 18' 06,00"	110° 26' 24,00"

11	Kabupaten Sekadau	36	00° 01' 55,00"	110° 57' 47,88"
12	Kabupaten Sintang	27	-00° 02' 21,01"	112° 01' 31,08"
13	Kabupaten Melawi	35	-00° 41' 39,01"	111° 38' 48,84"
14	Kabupaten Kapuas Hulu	33	00° 49' 37,00"	112° 51' 42,84"
1	Kota Palangka Raya	16	-01° 59' 03,98"	113° 55' 05,16"
2	Kabupaten Sukamara	27	-02° 34' 17,00"	111° 12' 03,96"
3	Kabupaten Lamandau	30	-01° 49' 16,00"	111° 19' 27,84"
4	Kabupaten Kotawaringin Barat	20	-02° 29' 33,00"	111° 42' 11,16"
5	Kabupaten Seruyan	6	-02° 12' 24,98"	112° 07' 50,88"
6	Kabupaten Kotawaringin Timur	7	-02° 08' 03,98"	112° 45' 21,96"
7	Kabupaten Gunung Mas	75	-01° 00' 24,01"	113° 33' 55,08"
8	Kabupaten Pulang Pisau	3	-02° 49' 05,99"	114° 00' 36,00"
9	Kabupaten Kapuas	6	-01° 49' 46,99"	114° 21' 48,96"
10	Kabupaten Murung Raya	49	-00° 03' 11,99"	114° 13' 15,96"
11	Kabupaten Barito Selatan	12	-01° 54' 55,01"	114° 43' 53,04"
12	Kabupaten Barito Utara	33	-00° 50' 34,01"	115° 07' 49,08"
13	Kabupaten Barito Timur	24	-01° 58' 01,99"	115° 06' 29,88"
14	Kabupaten Katingan	24	-01° 45' 38,99"	113° 16' 37,92"
1	Kota Banjarmasin	10	-03° 19' 17,00"	114° 35' 27,96"
2	Kabupaten Barito Kuala	6	-03° 02' 48,98"	114° 36' 59,04"
3	Kabupaten Tanah Laut	24	-03° 49' 54,01"	114° 55' 36,12"
4	Kabupaten Banjar	12	-03° 17' 57,98"	115° 04' 14,16"
5	Kota Banjarbaru	40	-03° 28' 14,99"	114° 47' 24,00"
6	Kabupaten Tapin	12	-02° 53' 39,98"	115° 06' 11,88"
7	Kabupaten Hulu Sungai Utara	13	-02° 25' 44,00"	115° 07' 21,00"
8	Kabupaten Hulu Sungai Selatan	18	-02° 43' 14,99"	115° 12' 51,84"

9	Kabupaten Tabalong	40	-01° 51' 31,00"	115° 28' 18,12"
10	Kabupaten Hulu Sungai Tengah	17	-02° 37' 34,00"	115° 26' 11,04"
11	Kabupaten Balangan	62	-02° 19' 07,00"	115° 35' 29,04"
12	Kabupaten Tanah Bumbu	16	-03° 26' 22,99"	115° 39' 54,00"
13	Kabupaten Kotabaru	10	-03° 21' 02,02"	116° 11' 02,04"
1	Kota Samarinda	6	-00° 27' 01,01"	117° 10' 18,12"
2	Kabupaten Mahakam Ulu	148	00° 55' 13,00"	115° 00' 51,84"
3	Kabupaten Kutai Barat	205	-00° 27' 43,99"	115° 53' 04,92"
4	Kabupaten Paser	8	-01° 44' 43,01"	116° 02' 38,04"
5	Kabupaten Penajam Paser Utara	26	-01° 11' 20,00"	116° 37' 06,96"
6	Kota Balikpapan	9	-01° 09' 56,02"	116° 52' 51,96"
7	Kabupaten Kutai Kartanegara	5	-00° 01' 55,99"	116° 25' 32,88"
8	Kabupaten Berau	7	01° 51' 16,00"	117° 28' 08,04"
9	Kota Bontang	39	00° 11' 42,00"	117° 47' 57,12"
10	Kabupaten Kutai Timur	30	00° 58' 59,00"	117° 16' 46,92"
1	Kabupaten Bulungan	11	02° 49' 58,00"	117° 02' 44,16"
2	Kabupaten Malinau	18	02° 34' 27,00"	115° 42' 52,92"
3	Kabupaten Tana Tidung	27	03° 33' 45,00"	117° 12' 18,00"
4	Kota Tarakan	16	03° 21' 03,00"	117° 35' 44,88"
5	Kabupaten Nunukan	18	03° 57' 29,00"	116° 41' 30,84"
1	Kota Denpasar	31	-08° 40' 12,00"	115° 13' 21,00"
2	Kabupaten Jembrana	22	-08° 18' 47,02"	114° 40' 59,88"
3	Kabupaten Buleleng	54	-08° 12' 42,01"	114° 57' 10,08"
4	Kabupaten Tabanan	126	-08° 26' 06,00"	115° 04' 18,12"
5	Kabupaten Badung	88	-08° 33' 50,00"	115° 10' 41,16"

6	Kabupaten Bangli	409	-08° 18' 49,00"	115° 20' 44,16"
7	Kabupaten Gianyar	128	-08° 28' 53,00"	115° 17' 34,08"
8	Kabupaten Klungkung	98	-08° 40' 34,00"	115° 27' 24,84"
9	Kabupaten Karangasem	117	-08° 21' 59,00"	115° 32' 26,16"
1	Kota Mataram	26	-08° 35' 17,02"	116° 06' 51,84"
2	Kabupaten Lombok Barat	24	-08° 39' 56,99"	116° 06' 41,04"
3	Kabupaten Lombok Utara	14	-08° 20' 57,01"	116° 16' 12,00"
4	Kabupaten Lombok Tengah	107	-08° 42' 09,00"	116° 16' 45,12"
5	Kabupaten Lombok Timur	162	-08° 33' 42,98"	116° 32' 53,16"
6	Kabupaten Sumbawa Barat	14	-08° 48' 54,00"	116° 54' 29,16"
7	Kabupaten Sumbawa	19	-08° 41' 06,00"	117° 28' 54,84"
8	Kabupaten Dompu	33	-08° 29' 06,00"	118° 10' 58,08"
9	Kabupaten Bima	21	-08° 27' 15,98"	118° 35' 29,04"
10	Kota Bima	23	-08° 27' 09,00"	118° 47' 26,88"
1	Kota Kupang	58	-10° 10' 17,04"	123° 35' 15,00"
2	Kabupaten Sumba Barat Daya	40	-09° 32' 07,01"	119° 10' 31,08"
3	Kabupaten Sumba Barat	430	-09° 37' 40,01"	119° 25' 22,08"
4	Kabupaten Sumba Tengah	445	-09° 34' 17,00"	119° 40' 12,00"
5	Kabupaten Manggarai Barat	73	-08° 35' 17,02"	119° 55' 48,00"
6	Kabupaten Sumba Timur	59	-09° 50' 28,00"	120° 15' 29,16"
7	Kabupaten Manggarai	1219	-08° 34' 26,00"	120° 25' 09,84"
8	Kabupaten Manggarai Timur	265	-08° 34' 21,00"	120° 41' 53,88"
9	Kabupaten Ngada	1205	-08° 39' 29,99"	120° 59' 54,96"
10	Kabupaten Nagekeo	36	-08° 40' 53,00"	121° 17' 20,04"
11	Kabupaten Ende	57	-08° 38' 06,00"	121° 43' 18,12"
12	Kabupaten Sabu Raijua	54	-10° 32' 27,96"	121° 51' 10,08"
13	Kabupaten Sikka	17	-08° 39' 42,01"	122° 22' 50,88"

14	Kabupaten Rote Ndao	151	-10° 45' 20,88"	123° 06' 39,96"
15	Kabupaten Flores Timur	35	-08° 17' 30,98"	122° 57' 21,96"
16	Kabupaten Lembata	935	-08° 24' 00,00"	123° 32' 08,16"
17	Kabupaten Kupang	28	-09° 52' 07,00"	123° 48' 06,12"
18	Kabupaten Timor Tengah Selatan	887	-09° 49' 32,99"	124° 25' 18,12"
19	Kabupaten Timor Tengah Utara	408	-09° 21' 32,00"	124° 31' 17,04"
20	Kabupaten Alor	30	-08° 19' 07,00"	124° 31' 10,92"
21	Kabupaten Belu	400	-09° 08' 08,02"	124° 57' 54,00"
22	Kabupaten Malaka	29	-09° 32' 01,00"	124° 52' 37,92"
1	Kabupaten Mamuju	34	-02° 33' 46,01"	119° 00' 27,00"
2	Kabupaten Majene	26	-03° 12' 24,01"	118° 55' 24,96"
3	Kabupaten Polewali Mandar	12	-03° 19' 05,99"	119° 09' 59,04"
4	Kabupaten Mamuju Utara	7	-01° 27' 24,01"	119° 24' 25,92"
5	kabupaten Mamasa	1136	-02° 58' 41,02"	119° 18' 54,00"
6	Kabupaten Mamuju Tengah	169	-02° 01' 09,01"	119° 30' 42,12"
1	Kota Makassar	9	-05° 08' 28,00"	119° 26' 07,08"
2	Kabupaten Gowa	13	-05° 19' 12,00"	119° 42' 33,12"
3	Kabupaten Maros	8	-05° 02' 03,98"	119° 41' 21,84"
4	Kabupaten Takalar	8	-05° 27' 22,00"	119° 25' 24,96"
5	Kota Parepare	78	-04° 01' 27,98"	119° 39' 48,96"
6	Kabupaten Barru	9	-04° 26' 17,99"	119° 41' 43,08"
7	Kabupaten Pinrang	13	-03° 38' 30,01"	119° 36' 14,04"
8	Kabupaten Jeneponto	30	-05° 35' 39,01"	119° 40' 48,00"
9	Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan	8	-04° 47' 42,00"	119° 36' 29,88"
10	Kabupaten Enrekang	60	-03° 31' 05,02"	119° 52' 58,08"
11	Kabupaten Sidenreng	28	-03° 48' 51,01"	119° 59' 07,08"

	Rappang			
12	Kabupaten Tana Toraja	774	-03° 05' 19,00"	119° 42' 29,88"
13	Kabupaten Toraja Utara	788	-02° 53' 40,99"	119° 52' 32,16"
14	Kabupaten Soppeng	113	-04° 19' 44,00"	119° 53' 45,96"
15	Kabupaten Bantaeng	10	-05° 28' 46,99"	119° 58' 54,84"
16	Kabupaten Wajo	39	-03° 58' 59,99"	120° 10' 40,08"
17	Kabupaten Bulukumba	9	-05° 27' 31,00"	120° 13' 35,04"
18	Kota Palopo	12	-02° 58' 43,00"	120° 08' 22,92"
19	Kabupaten Sinjai	93	-05° 11' 04,99"	120° 10' 48,00"
20	Kabupaten Bone	38	-04° 41' 13,99"	120° 07' 30,00"
21	Kabupaten Luwu Utara	58	-02° 23' 53,99"	120° 09' 28,08"
22	Kabupaten Luwu	18	-03° 11' 06,00"	120° 09' 56,16"
23	Kabupaten Kepulauan Selayar	26	-06° 49' 00,98"	120° 47' 60,00"
24	Kabupaten Luwu Timur	87	-02° 31' 53,00"	121° 06' 47,16"
1	Kota Palu	66	-00° 52' 40,01"	119° 54' 47,88"
2	Kabupaten Donggala	64	-00° 23' 25,01"	119° 49' 12,00"
3	Kabupaten Sigi	74	-01° 27' 47,02"	119° 58' 32,16"
4	Kabupaten Parigi Moutong	30	-00° 00' 05,00"	120° 02' 08,16"
5	Kabupaten Poso	12	-01° 39' 40,00"	120° 30' 06,84"
6	Kabupaten Toli-Toli	9	00° 51' 04,00"	120° 43' 57,00"
7	Kabupaten Morowali Utara	54	-01° 48' 24,01"	121° 10' 03,00"
8	Kabupaten Buol	73	00° 59' 14,00"	121° 27' 02,16"
9	Kabupaten Tojo Una-Una	83	-01° 04' 35,00"	121° 32' 13,92"
10	Kabupaten Morowali	5	-02° 46' 31,01"	121° 55' 40,08"
11	Kabupaten Banggai	49	-00° 58' 45,01"	122° 34' 59,88"
12	Kabupaten Banggai Kepulauan	98	-01° 23' 03,01"	123° 11' 53,88"
13	Kabupaten Banggai Laut	18	-01° 54' 59,00"	123° 32' 09,96"

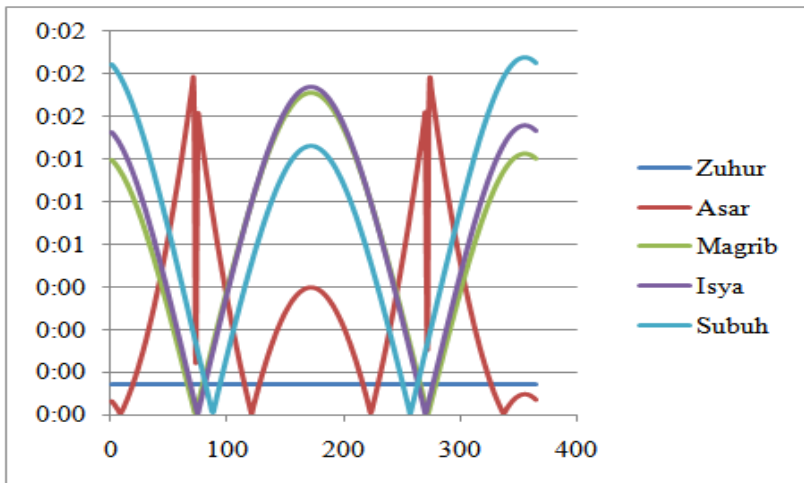
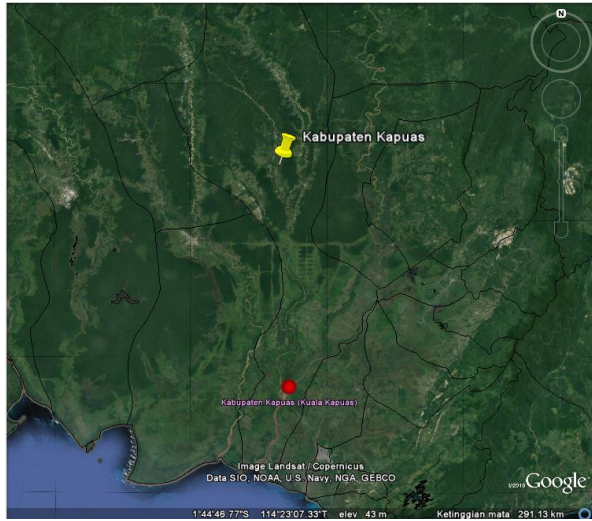
1	Kota Kendari	16	-03° 59' 10,00"	122° 34' 54,12"
2	Kabupaten Kolaka Utara	15	-03° 15' 02,02"	121° 08' 53,16"
3	Kabupaten Kolaka	14	-04° 03' 59,00"	121° 39' 30,96"
4	Kabupaten Kolaka Timur	74	-03° 49' 27,01"	121° 41' 22,92"
5	Kabupaten Bombana	12	-04° 51' 00,00"	121° 50' 30,84"
6	Kabupaten Konawe	38	-03° 29' 43,01"	121° 36' 23,04"
7	Kabupaten Konawe Utara	28	-03° 25' 10,99"	121° 59' 12,12"
8	Kabupaten Konawe Selatan	120	-04° 15' 22,00"	122° 24' 43,92"
9	Kabupaten Muna Barat	19	00° 00' 00,00"	00° 00' 00,00"
10	Kabupaten Buton Tengah	8	00° 00' 00,00"	00° 00' 00,00"
11	Kabupaten Buton Selatan	23	00° 00' 00,00"	00° 00' 00,00"
12	Kota Bau-bau	132	-05° 25' 32,99"	122° 40' 09,12"
13	Kabupaten Muna	37	-04° 51' 59,00"	122° 34' 37,92"
14	Kabupaten Buton Utara	34	-04° 44' 06,00"	123° 01' 15,96"
15	Kabupaten Buton	43	-05° 40' 45,01"	122° 39' 20,88"
16	Kabupaten Konawe Kepulauan	5	-04° 07' 00,98"	123° 05' 48,84"
17	Kabupaten Wakatobi	5	-05° 37' 50,99"	123° 48' 25,92"
1	Kota Gorontalo	8	00° 32' 21,00"	123° 03' 10,08"
2	Kabupaten Pohuwato	12	00° 40' 53,00"	121° 39' 11,88"
3	Kabupaten Boalemo	16	00° 39' 28,00"	122° 19' 59,88"
4	Kabupaten Gorontalo Utara	13	00° 52' 43,00"	122° 37' 15,96"
5	Kabupaten Gorontalo	16	00° 40' 29,00"	122° 45' 59,04"
6	Kabupaten Bone Bolango	54	00° 32' 37,00"	123° 17' 60,00"
1	Kota Manado	24	01° 30' 53,00"	124° 52' 32,88"
2	Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan	12	00° 24' 50,00"	123° 58' 10,92"

3	Kabupaten Bolaang Mongondow	16	00° 42' 50,00"	124° 02' 21,84"
4	Kota Kotamobagu	253	00° 43' 60,00"	124° 18' 02,16"
5	Kabupaten Minahasa Selatan	11	01° 04' 39,00"	124° 31' 27,84"
6	Kabupaten Bolaang Mongondow Timur	22	00° 42' 54,00"	124° 30' 51,12"
7	Kabupaten Minahasa Tenggara	350	00° 59' 45,00"	124° 44' 11,04"
8	Kota Tomohon	779	01° 19' 35,00"	124° 48' 57,96"
9	Kabupaten Minahasa	693	01° 14' 54,00"	124° 50' 02,04"
10	Kabupaten Minahasa Utara	318	01° 34' 05,00"	124° 58' 59,88"
11	Kota Bitung	13	01° 29' 30,00"	125° 09' 36,00"
12	Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro	24	02° 20' 44,00"	125° 25' 31,08"
13	Kabupaten Kepulauan Sangihe	20	03° 36' 06,00"	125° 31' 54,12"
14	Kabupaten Kepulauan Talaud	14	04° 19' 00,00"	126° 48' 03,96"
15	Kabupaten Bolaang Mongondow Utara	9	00° 45' 50,00"	123° 27' 11,88"
1	Kabupaten Pulau Taliabu	3	-01° 49' 19,99"	124° 46' 19,92"
2	Kabupaten Kepulauan Sula	26	-02° 02' 39,98"	125° 55' 36,84"
3	Kota Ternate	28	00° 47' 29,00"	127° 20' 47,04"
4	Kota Tidore Kepulauan	28	00° 26' 22,00"	127° 40' 53,04"
5	Kabupaten Halmahera Barat	22	01° 18' 18,00"	127° 32' 48,12"
6	Kabupaten Halmahera Selatan	57	-00° 47' 03,98"	127° 47' 44,16"
7	Kabupaten Halmahera Tengah	34	00° 27' 33,00"	128° 20' 25,08"
8	Kabupaten Halmahera Utara	39	01° 36' 28,00"	127° 50' 13,92"
9	Kabupaten Halmahera Timur	16	00° 59' 59,00"	128° 21' 45,00"
10	Kabupaten Pulau Morotai	16	02° 18' 32,00"	128° 25' 44,04"
1	Kota Ambon	11	-03° 41' 03,98"	128° 12' 56,16"

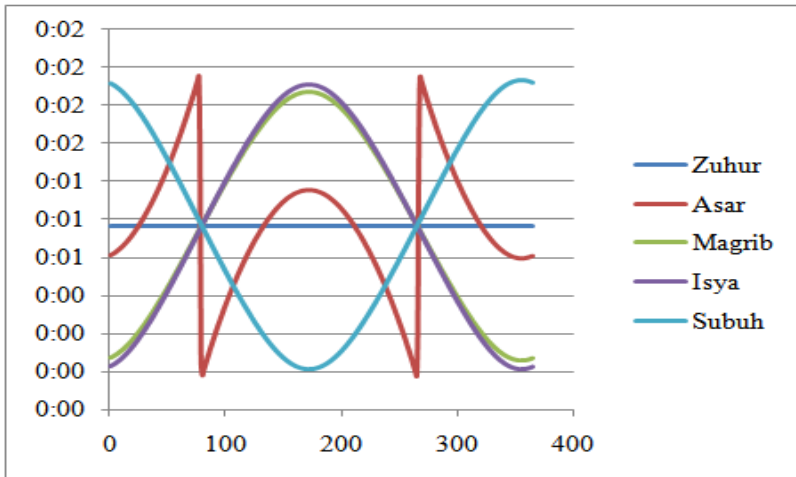
2	Kabupaten Maluku Barat Daya	28	-07° 35' 57,01"	127° 36' 15,12"
3	Kabupaten Buru Selatan	12	-03° 19' 35,00"	126° 41' 39,84"
4	Kabupaten Buru	34	-03° 42' 06,98"	126° 39' 24,84"
5	Kabupaten Seram Bagian Barat	16	-03° 08' 17,99"	128° 18' 32,04"
6	Kabupaten Maluku Tengah	11	-03° 06' 50,00"	129° 17' 56,04"
7	Kabupaten Seram Bagian Timur	15	-03° 35' 12,01"	130° 38' 21,84"
8	Kabupaten Maluku Tenggara Barat	52	-07° 32' 35,02"	131° 21' 32,04"
9	Kabupaten Maluku Tenggara	12	-05° 41' 19,00"	132° 58' 26,04"
10	Kota Tual	39	-05° 33' 34,99"	132° 20' 06,00"
11	Kabupaten Kepulauan Aru	19	-06° 12' 15,01"	134° 27' 56,16"
1	Kabupaten Manokwari	125	-00° 57' 16,99"	133° 48' 33,12"
2	Kabupaten Tambrau	14	-00° 49' 34,00"	132° 40' 14,16"
3	Kabupaten Raja Ampat	14	-00° 23' 33,00"	130° 46' 46,92"
4	Kota Sorong	9	-00° 55' 22,01"	131° 20' 60,00"
5	Kabupaten Sorong	64	-01° 12' 02,02"	131° 27' 01,08"
6	Kabupaten Sorong Selatan	12	-01° 41' 12,01"	132° 12' 09,00"
7	Kabupaten Fakfak	175	-03° 08' 60,00"	132° 51' 42,84"
8	Kabupaten Maybrat	471	-01° 23' 12,01"	132° 32' 12,84"
9	Kabupaten Teluk Bintuni	82	-02° 01' 49,01"	133° 24' 42,12"
10	Kabupaten Pegunungan Arfak	1973	-01° 18' 50,00"	133° 40' 54,84"
11	Kabupaten Kaimana	27	-03° 33' 28,01"	133° 59' 40,92"
12	Kabupaten Manokwari Selatan	25	-01° 32' 31,99"	134° 03' 21,96"
13	Kabupaten Teluk Wondana	71	-02° 58' 50,02"	134° 30' 27,00"
1	Kota Jayapura	92	-02° 38' 57,01"	140° 46' 41,16"
2	Kabupaten Supiori	13	-00° 43' 23,02"	135° 33' 37,08"

3	Kabupaten Nabire	13	-03° 33' 36,00"	135° 28' 09,84"
4	Kabupaten Dogiyai	1577	-03° 50' 38,00"	135° 53' 39,84"
5	Kabupaten Biak Numfor	22	-01° 00' 51,01"	135° 58' 21,00"
6	Kabupaten Kepulauan Yapen	10	-01° 43' 59,99"	136° 06' 11,88"
7	Kabupaten Deiyai	1734	-04° 09' 00,00"	136° 18' 46,08"
8	Kabupaten Worep	15	-02° 41' 12,01"	136° 33' 52,92"
9	Kabupaten Paniai	1786	-03° 26' 47,00"	136° 28' 24,96"
10	Kabupaten Mimika	27	-04° 28' 05,02"	136° 23' 47,04"
11	Kabupaten Intan Jaya	2168	-03° 40' 43,00"	136° 59' 42,00"
12	Kabupaten Puncak	2351	-03° 24' 13,00"	137° 33' 02,16"
13	Kabupaten Puncak Jaya	2432	-03° 54' 33,98"	137° 34' 08,04"
14	Kabupaten Mamberamo Raya	26	-02° 24' 27,00"	137° 35' 60,00"
15	Kabupaten Asmat	11	-05° 25' 59,02"	138° 38' 21,12"
16	Kabupaten Lanny Jaya	2124	-04° 05' 39,01"	138° 09' 51,84"
17	Kabupaten Nduga	151	-04° 31' 12,00"	138° 20' 15,00"
18	Kabupaten Tolikara	1571	-03° 26' 52,01"	138° 32' 12,12"
19	Kabupaten Jayapura	129	-03° 01' 09,01"	139° 59' 25,08"
20	Kabupaten Jayawijaya	1668	-04° 03' 15,01"	139° 06' 42,12"
21	Kabupaten Mamberamo Tengah	999	-03° 50' 43,01"	138° 49' 41,16"
22	Kabupaten Sarmi	5	-02° 28' 27,01"	138° 51' 54,00"
23	Kabupaten Mappi	12	-06° 22' 52,00"	139° 18' 24,84"
24	Kabupaten Yahukimo	1937	-04° 26' 56,00"	139° 36' 11,88"
25	Kabupaten Yalimo	664	-03° 39' 50,00"	139° 37' 30,00"
26	Kabupaten Boven Digoel	23	-06° 07' 14,99"	140° 22' 59,16"
27	Kabupaten Merauke	7	-07° 54' 58,00"	139° 30' 47,88"
28	Kabupaten Pegunungan Bintang	1455	-04° 30' 11,99"	140° 31' 01,92"
29	Kabupaten Keerom	54	-03° 18' 52,99"	140° 39' 57,96"

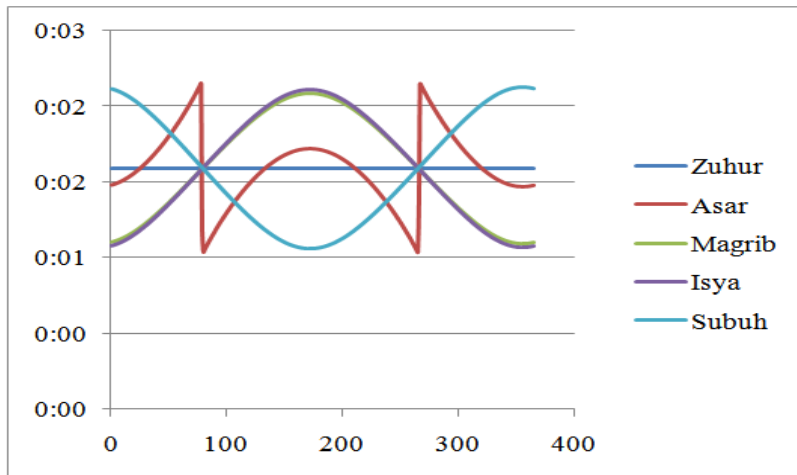
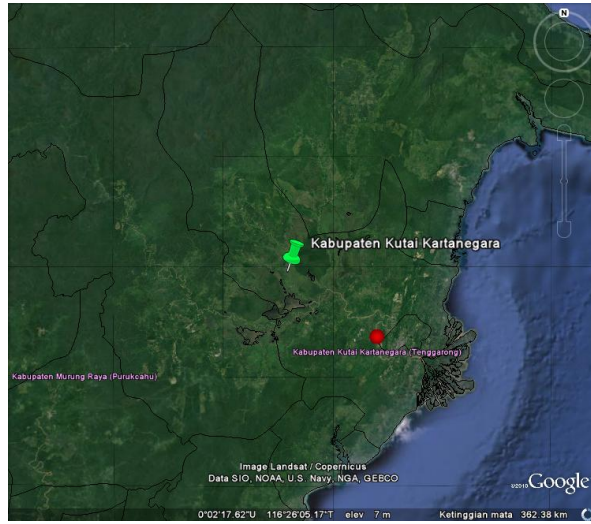
Kabupaten Kapuas



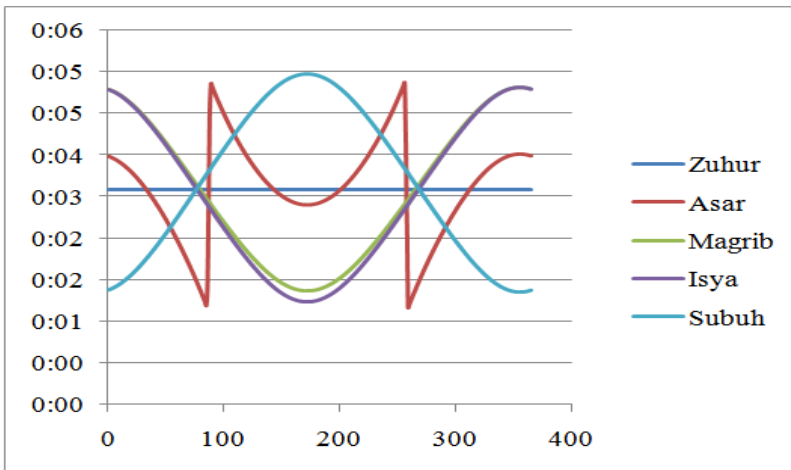
Kabupaten Murung Raya



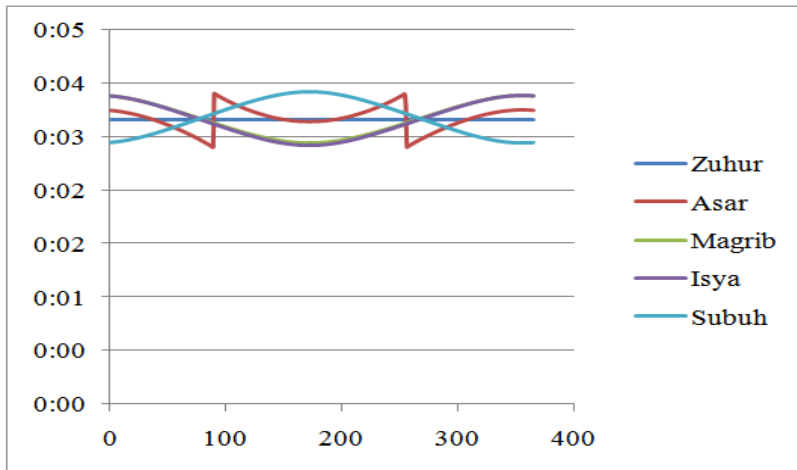
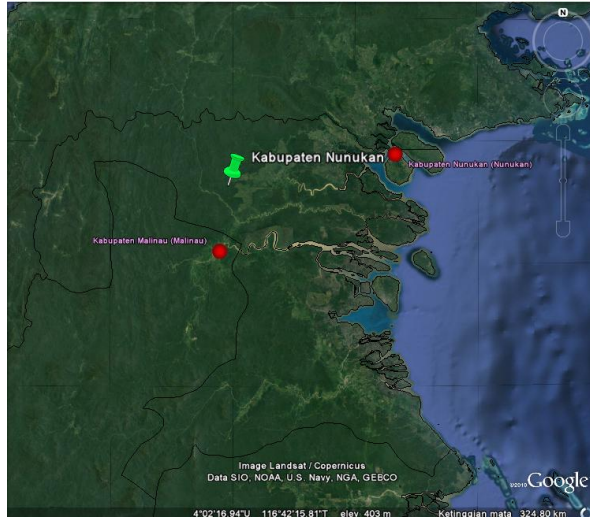
Kabupaten Kutai Kartanegara



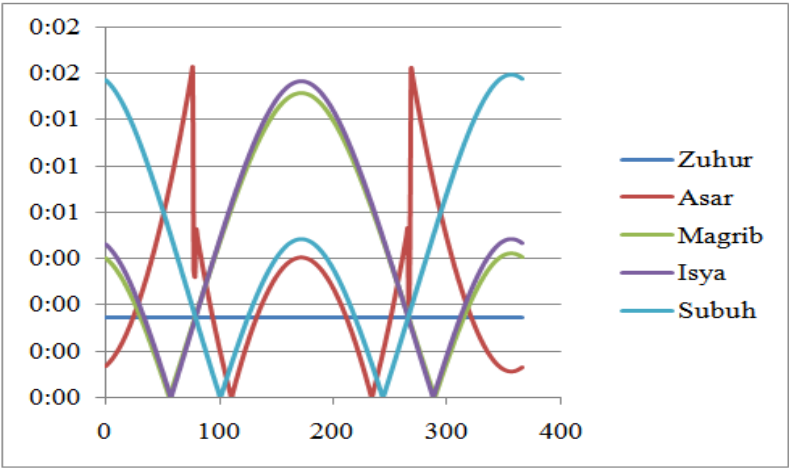
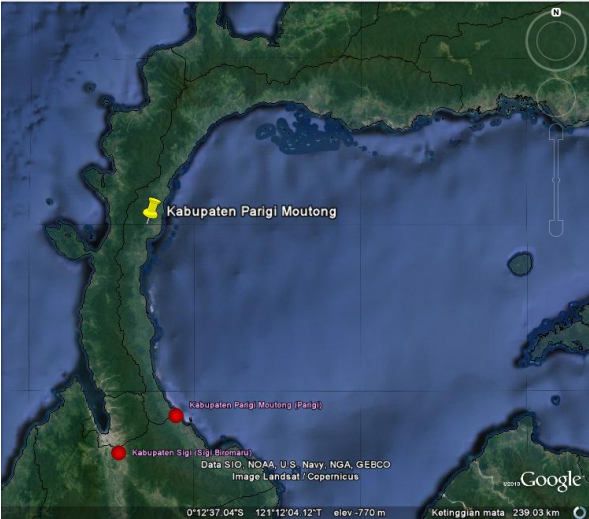
Kabupaten Malinau



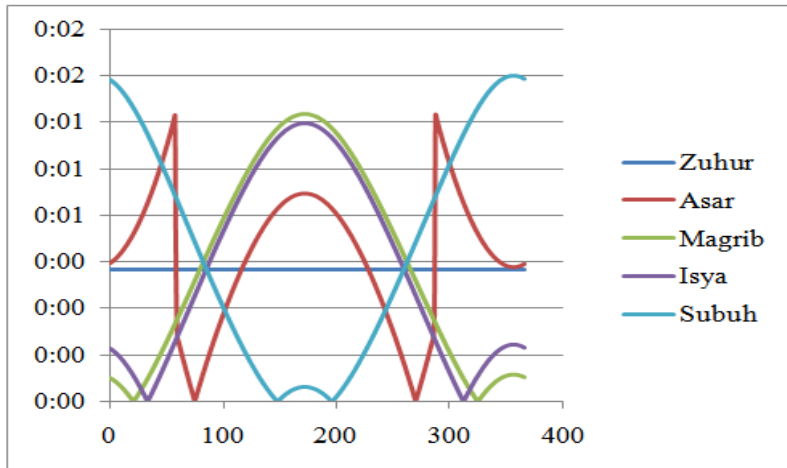
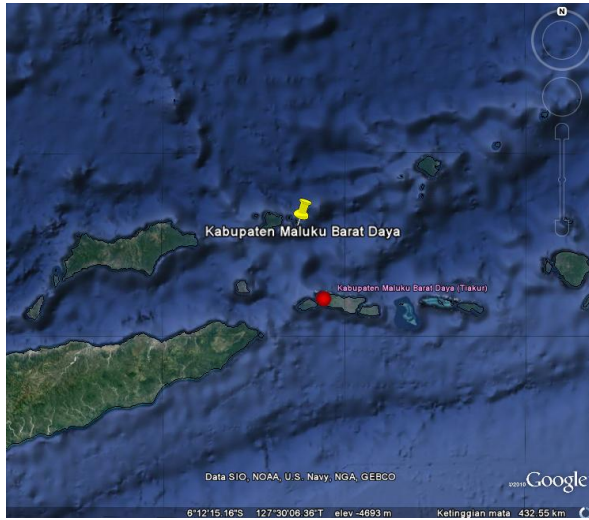
Kabupaten Nunukan



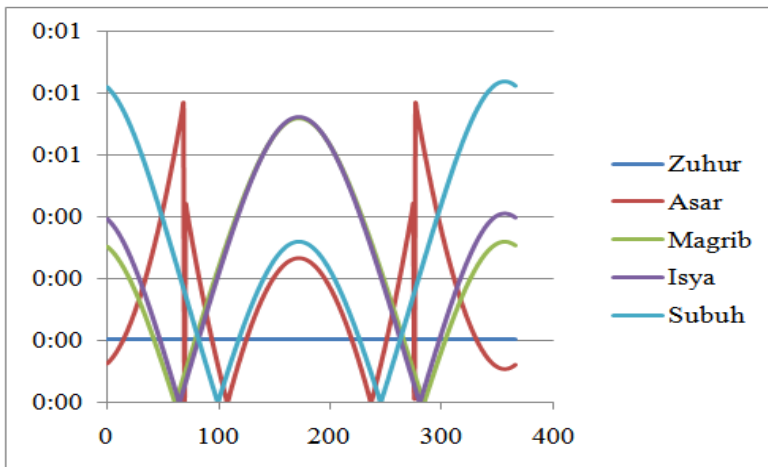
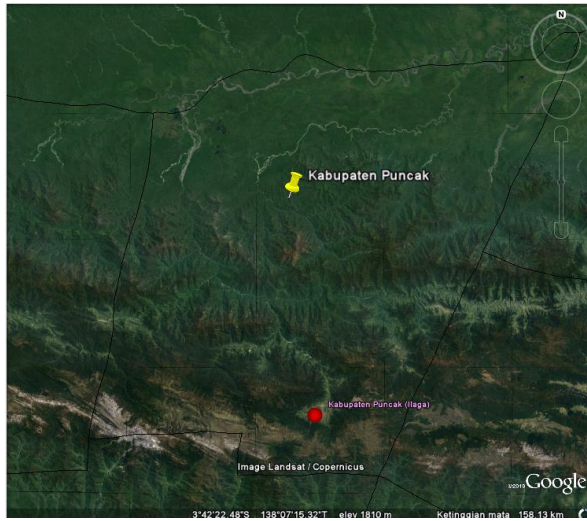
Kabupaten Parigi Moutong



Kabupaten Maluku Barat Daya



Kabupaten Puncak



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Moelki Fahmi Ardliansyah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Tanjung Karang, 10 Juli 1993
3. Alamat Rumah : Taman Fajar, Purbolinggo, Lampung Timur
HP : 0856 4530 1133
E-mail : moelkifahmi@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
- TK Aisyah Bustanul Athfal Purbolinggo Lampung Timur(1999)
 - SD.N. 04 Taman Fajar Purbolinggo Lampung Timur (2005)
 - MTsN Denanyar Jombang (2008)
 - MAN Denanyar Jombang (2011)
 - S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2015)
2. Pendidikan Non-Formal:
- Pon. Pes. Ahsanul Ibad Purbolinggo Lampung Timur (2005)
 - Pon. Pes. Mamba'ul Ma'arif Denanyar Jombang (2011)
 - Pon. Pes. Life Skill Daarun Najaah Semarang (sekarang)

C. Karya Ilmiah

- Studi Akurasi Penggunaan *Astrolabe* dalam Hisab Awal Waktu Salat (Skripsi S1 2015)
- Kajian Perangkat Hisab Rukyat Nusantara "*Rubu' Mujayyab* dan *Astrolabe* dalam Hisab Awal Waktu Salat" (Jurnal Bimas Islam 2015)

Semarang, 12 Juni 2017


Moelki Fahmi Ardliansyah
NIM: 1500028008