

BAB I

**APLIKASI DATA *EPHEMERIS* MATAHARI DAN BULAN
BERDASARKAN PERHITUNGAN JEAN MEEUS PADA SMARTPHONE
ANDROID**

A. Latar Belakang

Ilmu falak pada masa kejayaan keilmuan *Islam* mempunyai wilayah bahasan yang sama luasnya dengan ilmu astronomi.¹ Namun dengan adanya dikotomi keilmuan *Islam*, pembahasan ilmu falak saat ini hanya terbatas pada peristiwa-peristiwa astronomi yang berkaitan dengan beberapa kegiatan ibadah dalam agama *Islam*, seperti: waktu *shalat*, arah *kiblat*, awal bulan *kamariah* dan gerhana.² Oleh karena itu, secara umum benda langit yang menjadi objek utama dalam pembahasan ilmu falak saat ini pun terbatas pada Matahari, Bumi dan Bulan dalam tinjauan posisi-posisinya sebagai akibat dari gerakannya. Hal ini dikarenakan beberapa perintah ibadah dalam *Islam*, waktu dan cara pelaksanaannya melibatkan posisi benda-benda langit tersebut.³

Matahari, Bumi dan Bulan bergerak secara bersamaan pada masing-masing garis edarnya. Bulan beredar mengelilingi Bumi, Bumi bersama dengan Bulan beredar mengelilingi Matahari, sedangkan Matahari selain berputar pada porosnya, Matahari bergerak mengelilingi pusat galaksi

¹ Nur Hidayatullah Al-Banjary, *Penemu Ilmu Falak*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu. 2012, hlm. 1.

² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Komala Grafika, 2006, hlm. 3.

³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012. hlm. 2.

Bimasakti, menimbulkan medan gravitasi yang mampu menahan benda langit yang berada di susunan tata suryanya.⁴

Bumi dengan lintasan yang berbentuk *elips* mendekati lingkaran, dan jarak rata-rata sekitar 150 juta km dari Matahari, melakukan 5 gerakan sekaligus ketika beredar mengelilingi Matahari, yakni: rotasi, revolusi, precesi, nutasi dan apsiden. Adapun Bulan, selain bersama Bumi mengelilingi Matahari, Bulan juga berotasi dan berevolusi mengelilingi Bumi.⁵ Gerakan Bumi selama mengitari Matahari dan gerakan Bulan sewaktu mengitari Bumi kemudian menimbulkan apa yang disebut gerak semu Matahari dan Bulan ketika diamati dari Bumi. Gerak semu tersebutlah yang banyak dimanfaatkan oleh manusia termasuk dalam penentuan waktu.⁶ Mengenai fungsi Matahari dan Bulan dalam penentuan waktu, sebenarnya telah disinggung di dalam Al-Qur'an, diantaranya yakni:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥١﴾

Artinya: "Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu), Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan *haqq*. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesarannya) kepada orang-orang yang bertakwa"⁷

⁴ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, Bandung: Pascasarjana UPI, 2009, Hlm. 39-43.

⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hlm. 125-134.

⁶ *Ibid.*

⁷ QS. Yunus: 5, dapat dilihat dalam: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Jakarta: Departemen Agama RI, 2010, hlm. 208.

Pada ayat di atas, Allah SWT memberitahukan salah satu hikmah penciptaan Matahari dan Bulan yakni supaya manusia mengetahui bilangan tahun dan perhitungan waktu. Quraish Shihab menerangkan bahwa sebagian besar ulama tafsir memaknai kata الحساب dengan perhitungan waktu.⁸ Hal ini benar adanya, karena pengetahuan bahwa 1 tahun ada 12 bulan, 1 bulan ada 30 hari, dan 1 hari ada 24 jam, adalah bermula dari pengamatan terhadap gerakan Matahari dan Bulan. Pengetahuan 1 bulan ada 30 hari berasal dari pengamatan manusia terhadap Bulan, di mana dalam 1 siklus Bulan terdapat 28 *manzilah*/rupa Bulan, masing-masing *manzilah* terlihat selama 1 malam, adapun pada malam ke 29 dan kadang juga pada malam ke 30, Bulan tidak nampak. Pengetahuan 1 tahun terdiri dari 12 Bulan berasal dari pengamatan manusia bahwa lama siklus Matahari dari musim semi ke musim semi selanjutnya adalah sekitar 365 hari, di mana dalam satu siklus terdapat 4 musim—musim gugur, musim dingin, musim panas dan musim semi, panjang setiap musim adalah sekitar 3 kali siklus Bulan, artinya dalam 1 tahun tropis terdapat 12 kali siklus Bulan.⁹

Saat ini kata الحساب dapat dimaknai lebih luas lagi. Dengan mempelajari posisi dan pergerakan Matahari dan Bulan, tidak hanya perhitungan waktu, perhitungan-perhitungan lainnya, seperti: perhitungan

⁸ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, volume 6, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 19.

⁹ Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 6, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu, tt. hlm. 17-20.

pasang-surut air laut, jarak antara dua tempat, arah mata angin, bahkan tehnik arsitektur bangunan pun dapat dilakukan.¹⁰

Pada akhir ayat di atas, Allah SWT menegaskan bahwa Dia menciptakan semua itu dengan *haqq*, yakni dirancang dengan penuh ketelitian, tanpa kemelencengan dan kesalahan sama sekali. Selanjutnya ayat tersebut ditutup dengan ajakan kepada manusia untuk meneliti, yang mana ditunjukkan dengan janji bahwa Dia akan menyingkap rahasia-rahasia yang terkandung di dalam setiap ciptaannya bagi orang-orang yang mau mencari tahu.¹¹ Adapun mengenai ketelitian Allah SWT dalam penciptaan Matahari dan Bulan, juga telah dinyatakan dalam surat Al-An'am ayat 96-97:

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ



Artinya: "Dia yang menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk istirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui"¹²

Dan dijelaskan pula di dalam surat Ar-Rahman ayat 5:

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ حُسْبَانٍ

Artinya: "Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan"¹³

Kedua ayat di atas menggunakan pilihan kata *حسبان* untuk menjelaskan perhitungan Matahari dan Bulan. Kata *حسبان* berasal dari kata *حساب* artinya

¹⁰ M. Quraish Shihab, *op.cit.*, hlm. 20.

¹¹ *Ibid*, hlm. 21.

¹² QS. Al-An'am: 96, dapat dilihat di: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, *op.cit.*, hlm. 203.

¹³ QS. Ar-Rahman: 5, *Ibid*, hlm. 885.

perhitungan, penambahan *alif* dan *nun* pada sebuah kata tersebut menunjukkan arti kesempurnaan dan ketelitian.¹⁴ Dengan demikian, kata *حسبان* dapat diartikan bahwa Matahari dan Bulan sejak awal penciptaannya telah berada pada sistem yang sangat teliti, rumit namun akurat dan teratur sehingga dari itu manusia dapat melakukan berbagai macam perhitungan khususnya perhitungan waktu.¹⁵ Tafsiran lain dari kata *حسبان* pada kedua ayat di atas yakni Allah SWT menyatakan bahwa posisi dan pergerakan Matahari dan Bulan dapat diketahui kadar perhitungannya oleh manusia.¹⁶ Perhitungan posisi Matahari dan Bulan terhadap Bumi tersebut kemudian menghasilkan data astronomis posisi Matahari dan Bulan yang digunakan dalam perhitungan falak. Data astronomis posisi benda langit dikenal juga dengan nama data *ephemeris*.¹⁷

Sebagaimana astronomi, ilmu falak dari waktu ke waktu terus melakukan koreksi khususnya dalam metode perhitungannya. Koreksi tersebut bertujuan untuk menghasilkan perhitungan dengan tingkat akurasi yang semakin tinggi, dimulai dengan perpindahan penggunaan metode *hisab urfi* yang sederhana menuju metode *hisab hakiki* yang lebih akurat. Adapun metode *hisab hakiki* sendiri dalam perkembangannya terbagi menjadi 3 (tiga)

¹⁴ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, volume 4, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 205

¹⁵ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, volume 12, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 496-498.

¹⁶ Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 14, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu, tt. hlm. 15.

¹⁷ *Ephemeris* adalah kumpulan data astronomi yang menunjukkan posisi benda-benda langit. Dapat dilihat dalam: Ronald. A. Oriti, dkk., *Introduction to Astronomy*, California: Glencoe Publishing co. Inc., 1977, hlm. 386.

periode: periode *metode hisab hakiki takribi*, periode *hisab hakiki tahkiki* dan periode *hisab hakiki kontemporer*.¹⁸

Metode *hisab hakiki kontemporer* sebagai metode perhitungan falak yang sejalan dengan perkembangan astronomi saat ini pun kemudian memiliki beberapa macam sistem perhitungan. Pemilahan sistem perhitungan tersebut didasari pada perbedaan jenis data astronomi yang digunakan oleh masing-masing perhitungan. Beberapa jenis sistem perhitungan yang termasuk ke dalam *hisab hakiki kontemporer* antara lain: *hisab* sistem *Nautical Almanac*, *hisab* sistem *New Comb* dan *hisab* sistem *ephemeris*.¹⁹

Dari ketiga metode *hisab hakiki kontemporer* tersebut, *hisab* sistem *ephemeris* merupakan yang paling dikenal dan banyak digunakan. Hal ini tidak terlepas dari peran Departemen Agama RI (Depag RI)— saat ini Kementerian Agama RI (Kemenag RI), dalam mensosialisasikan sistem *hisab* tersebut, yang *notabene* merupakan sistem *hisab* yang dirancang dan digunakan sendiri oleh Depag RI dalam perhitungan falak. Adapun *hisab* sistem *ephemeris* merupakan sistem perhitungan falak yang mana data astronomis (*ephemeris*) Matahari dan Bulan yang dipergunakan diambil dari program *WinHisab v.2.0* milik Badan Hisab Rukyat (BHR) Depag RI. Data-

¹⁸ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, Jakarta: Erlangga, 2007, hlm. 54-57.

- *Hisab hakiki takribi*: sistem hisab yang sudah menggunakan kaidah-kaidah astronomis dan matematik namun masih menggunakan rumus sederhana dengan data-data sederhana hingga hasilnya kurang akurat
- *Hisab hakiki tahkiki*: hisab yang perhitungannya berdasarkan data astronomis yang telah diolah dengan *trigonometri*
- *Hisab hakiki kontemporer*: hisab yang juga telah menggunakan *spherical trigonometri* namun ditambah dengan koreksi-koreksi gerak bulan dan matahari sehingga hasilnya sangat akurat

¹⁹ Muhyiddin Khazin, *op.cit*, hlm. 35-37.

data *ephemeris* tersebut juga diterbitkan oleh Depag tiap tahunnya dalam bentuk buku dengan judul *Ephemeris Hisab Rukyat*.²⁰

Banyak metode perhitungan astronomi yang dapat digunakan untuk mengetahui data-data *ephemeris* Matahari dan Bulan, mulai dari metode perhitungan dengan tingkat akurasi rendah (*low accuracy*) hingga akurasi tinggi (*high accuracy*). Algoritma perhitungan yang disusun oleh Jean Meeus²¹ merupakan salah satu metode perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan yang termasuk ke dalam kelompok perhitungan akurasi tinggi (*high accuracy computing method*).²²

Algoritma Jean Meeus dalam perhitungan posisi Matahari dan Bulan sebenarnya merupakan reduksi dari perhitungan *VSOP87*²³ dan *ELP-2000/82*²⁴ yang lebih rumit dan lebih tinggi akurasinya. *VSOP87* adalah rujukan perhitungan data Matahari dalam algoritma Jean Meeus, adapun *ELP-2000/82* merupakan rujukan dalam perhitungan data Bulan-nya. Dari ribuan suku koreksi *VSOP87* dan *ELP-2000/82*, Meeus hanya mengambil

²⁰ *Ibid.*

²¹ Jean Meeus: Astronom berkebangsaan Belgia, lahir tahun 1928, mendapat julukan *Master of Astronomical Calculations*, karena sering melakukan perhitungan-perhitungan terhadap kejadian-kejadian *astronomi* yang langka. Dapat dilihat dalam: Jean Meeus, *Mathematical Astronomy Morsels*, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1997, hlm. iii.

²² Disampaikan oleh Rinto Anugraha dalam Seminar dan pengamatan Gerhana tanggal 16 Juni 2011.

²³ *VSOP87* atau *Variations Séculaires des Orbites Planétaires*, merupakan teori lintasan planet-planet yang dipublikasikan oleh P. Bretagnon dan G. Francou di Bureau des Longitudes, Paris pada tahun 1987. *VSOP87* merupakan revisi dari *VSOP82*, karena pada *VSOP82* tidak mencantumkan suku-suku koreksi yang bisa ditinggalkan untuk perhitungan *full accuracy*. Total jumlah koreksi pada *VSOP87* sebanyak 2425 buah; 1080 koreksi untuk bujur ekliptika, 348 koreksi untuk lintang ekliptika dan 997 koreksi untuk jarak Matahari-Bumi. Dapat dilihat dalam: Jean Meeus, *Astronomical Algorithm*, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1991, hlm. 205.

²⁴ *ELP-2000/82* adalah teori lintasan Bulan yang dipublikasikan oleh M. Chapront-Touze dan J. Chapront pada tahun 1983 di Bureau des Longitudes, Paris. Total koreksi pada teori *ELP-2000/82* sebanyak 37.862 *periodic terms* (suku koreksi), terdiri dari 20.560 koreksi Bujur bulan, 7.684 koreksi lintang bulan, dan 9.618 koreksi Jarak bulan ke Bumi.

beberapa ratus suku koreksi saja. Ia hanya mengambil suku-suku koreksi yang dinilai besar dan penting, dan membuang suku-suku koreksi yang kurang penting.²⁵ Meski demikian algoritma Jean Meeus mampu menghasilkan data posisi Matahari dan Bulan yang akurat, dengan tingkat kesalahan tidak lebih dari 1 detik bujur dalam rentang waktu antara tahun -2000 hingga +6000 (sekitar 8000 tahun).²⁶

Pemrograman merupakan salah satu bentuk rekayasa perangkat lunak (*software engineering*). Secara umum, rekayasa perangkat lunak dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia serta mempermudah pekerjaan mereka yang semakin hari semakin kompleks.²⁷ Kebutuhan akan data *ephemeris* Matahari dan Bulan dalam perhitungan falak salah satu contohnya. Dalam metode *hisab* sistem *ephemeris*, diperlukan adanya data-data tersebut, sementara untuk mendapatkan data-data tersebut secara manual diperlukan proses perhitungan yang panjang. Selain itu perhitungan manual cenderung rawan terjadi *human error*. Oleh karena itu, untuk efektivitas dan efisiensi suatu perhitungan yang kompleks diperlukan perancangan program untuk perhitungan tersebut.²⁸ Alasan tersebut kemudian melatarbelakangi beberapa astronom muslim untuk menyusun aplikasi *software* perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan untuk kepentingan ilmu falak.

²⁵ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Lab. Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012, hlm. 68.

²⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, op. cit., hlm. 154.

²⁷ *Ibid.*, hlm. xvii.

²⁸ Roger S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak*, jilid I, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012, hlm. 5.

Pada tahun 1998, Mohamad Odeh, astronom muslim Turki, merancang sebuah *software* falak dengan nama *Accurate Times*. *Software* ini berisi berbagai macam perhitungan falak, diantaranya yakni perhitungan *ephemeris* Matahari dan Bulan (*Sun Moon Ephemeris*) yang Odeh masukkan sejak versi 4.01, hingga saat ini *Accurate Times* telah sampai pada versi 5.3.6.²⁹

Fajar Fathurrahman, anggota BHR Jakarta, pada tahun 2010 mampu melakukan pemrograman ulang pada *WinHisab v.2.0*. Program rancangannya kemudian diberi nama *WinHisab 2010* dengan lisensi dari Kemenag RI. Beberapa bulan kemudian setelah memperbaiki beberapa kekurangan pada *WinHisab v.1.0*, ia kembali meluncurkan *WinHisab 2010 v.2.1.2*.³⁰ Selanjutnya pada tahun 2012, ia bersama tim *Research & Development* Kemenag RI Provinsi DKI Jakarta, menyelesaikan program *WinFalak*, yakni versi *online* dari program *WinHisab*. *WinFalak* dapat diakses via *internet*³¹ di alamat <http://pdni.pnri.go.id/winfalak/>.³²

Secara umum ada dua jenis perangkat lunak yang berkembang saat ini, yaitu *software aplikasi* atau yang dikenal juga dengan *gadget program*

²⁹ <http://www.icoproject.org> , diakses pada hari Selasa, 1 Desember 2015 pukul 21.33 WIB.

³⁰ Fajar Faturrahman, “Kejar, Jangan Tinggalkan Masalah”, *Zenith*, IX, Januari 2013, hlm.22-23.

³¹ *Internet* merupakan singkatan dari *interconnection network*, yaitu sebuah jaringan komputer yang sangat besar yang terdiri dari jaringan-jaringan kecil yang saling terhubung dan menjangkau seluruh dunia. Dapat dilihat dalam: Budi Sutedjo Dharma Oetama, *Kamus Plus-Plus Jaringan Komputer*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2003, hlm. 69.

³² Fajar Faturrahman, *loc.cit.*

dan *aplikasi web* atau *web program*.³³ *Gadget program* adalah program/*aplikasi* yang dipasang dan dijalankan di dalam sistem operasi³⁴ suatu komputer atau *gadget* pintar sejenisnya. Termasuk dalam jenis *gadget program* yakni *desktop program* dan *mobile program*. *Web program* adalah program/*aplikasi* yang terpasang di komputer *server* dan seolah-olah dapat dijalankan dari komputer pengguna via *internet*.³⁵

Dewasa ini perkembangan teknologi *gadget* mencapai kemajuan yang demikian pesat. Teknologi *gadget* sudah tidak terbatas hanya pada *short messaging source* atau biasa disebut dengan SMS, juga *phone calling*. Sudah banyak aplikasi-aplikasi yang dapat dinikmati secara gratis oleh para pengguna *gadget*. Mulai dari aplikasi buat belanja *online*, berbagai macam jenis *games*, hingga aplikasi tentang kalender kehamilan pun ada. Tak terkecuali dalam ilmu astronomi, ilmu falak khususnya, juga akan banyak kita temui di *gadget-gadget* masa kini, yang harus *download* dulu tentunya.

Tidak hanya itu, sistem operasi yang ditanamkan pada *gadget-gadget* tersebut juga kian beragam, mulai dari *Windows*, *iOS*, *Symbian*, *Java*, *Blackberry OS*, hingga sistem operasi yang merajai pasaran *gadget* saat ini, yakni *Android*. Dalam perkembangannya, kini banyak software yang tercipta untuk membuat aplikasi pada *OS Android*, seperti *Android Studio*, *Phonegap*,

³³ Diar Puji Oktavian, *Menjadi Programmer Jempolan Menggunakan PHP*, Yogyakarta: Mediakom, 2010, hlm. 9.

³⁴ Sistem Operasi atau *Operating System* (OS) adalah suatu sistem yang mengontrol komputer dan memungkinkan pemakai memasukkan dan menjalankan program yang mereka inginkan. Dapat dilihat dalam: Douglas Downing dan Michael Covington, *Kamus Istilah Komputer*, Jakarta: Erlangga, 1992, hlm. 232.

³⁵ Diar Oktavian *op.cit*, hlm. 9-10.

dan Eclipse. Eclipse merupakan sebuah perangkat lunak berbasis IDE atau *Integrated Development Environment* yang juga terbuka (*open source*), mudah diperluas (*extensible*) untuk apa saja, dan tidak untuk sesuatu yang spesifik.

Saat ini, *gadget* juga sudah menjadi kebutuhan yang *primer* bagi setiap individu. Setiap orang tak perlu lagi repot-repot menonton berita, ataupun membaca koran untuk mengetahui situasi terkini. Tak perlu lagi jauh-jauh pergi ke *Timezone* untuk sekedar bermain melepas penat. Tak perlu lagi meluangkan tenaga terjun ke lapangan untuk belanja kebutuhan. Semuanya kini bisa dilakukan dengan kehadiran *gadget*. Ukurannya pun bermacam-macam, mulai dari 4,0 inch, hingga mencapai ukuran 8,0 inch.

Berangkat dari paparan di atas, penulis bermaksud untuk mengangkat judul *Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus pada Smartphone Android*. Selanjutnya, untuk mempermudah dalam penulisan skripsi dan publikasinya di kemudian hari, penulis berinisiatif untuk menamai program rancangannya dengan nama *Zephemeris*. Nama tersebut dipilih karena, terlepas dari nama penulis, penulis sangat menyukai huruf terakhir dari alfabet yakni Z. Sedangkan. Nama *ephemeris* adalah nama yang sesuai dengan nama metode perhitungan ini. Selain itu, dengan nama tersebut sangat diharapkan program ini dapat dikembangkan kembali di kemudian hari.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disampaikan di atas, ada beberapa rumusan masalah yang bisa diambil:

1. Bagaimana proses rancangan aplikasi *Zephemeris* menggunakan bahasa pemrograman android?
2. Bagaimana hasil uji fungsionalitas dan uji verifikasi aplikasi *Zephemeris* dengan mempergunakan software *Eclipse*?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin penulis capai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan meneliti langkah-langkah pembuatan aplikasi *Zephemeris* dengan menggunakan software *Eclipse* sehingga akan didapatkan hasil dari penulisan skripsi ini berupa aplikasi data *ephemeris* berikut tahap-tahap pemrogramannya.
2. Menghasilkan sebuah aplikasi perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan yang dapat dipertanggungjawabkan hasil *output*-nya.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bentuk kontribusi dalam pengembangan ilmu falak khususnya di dunia *digital*.

2. Sebagai motivasi bagi mahasiswa falak lainnya agar lebih bersemangat dan berinovasi untuk menghasilkan produk-produk ilmu falak yang dapat berguna bagi masyarakat banyak.
3. Sebagai media *syiar* dan media pembelajaran ilmu falak bagi masyarakat umum melalui dunia maya/*internet*.

D. Telaah Pustaka

Penelitian penulis secara umum berkonsentrasi pada pembahasan algoritma Jean Meeus untuk pengamatan falakiyah dan pemrogramannya. Berdasarkan penelusuran penulis, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian penulis, diantaranya:

Pertama, skripsi Muhamad Umar Setiawan dengan judul *Perancangan Aplikasi Perhitungan Mizwala Qibla Finder Dengan Java 2 Micro Edition (J2ME) Pada Mobile Phone*. Umar, dalam skripsinya, menyatakan bahwa data Matahari yang ia gunakan dalam programnya dihasilkan menggunakan perhitungan algoritma Meeus. Pada kesimpulan di akhir penelitiannya, ia juga menyatakan bahwa program rancangannya dapat dijalankan pada semua ponsel berbasis *Java*.³⁶

Kedua, skripsi muhammad Ya'kub Mubarak, yang berjudul *Pemrograman Data Ephemeris Matahari Dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Menggunakan Bahasa Program Php (Personal*

³⁶ Muhamad Umar Setiawan, "Perancangan Aplikasi Perhitungan Mizwala Qibla Finder Dengan Java 2 Micro Edition (J2ME) Pada Mobile Phone", Skripsi Fakultas Syariah dan Ekonomi Islam IAIN Walisongo Semarang, 2013.

Homepage Hypertext Preprocessor) Dan *Mysql (My Structure Query Language)*). Skripsi Ya'kub ini, merupakan pemrograman yang berbasis web, sehingga jika dijalankan dari *browser gadget* hasilnya kurang maksimum.³⁷

Perbedaan program yang akan dibuat oleh penulis dari kedua yang disebutkan diatas yakni terletak pada basis program, fokus program, dan tentunya *interface*. Di sini penulis lebih fokus untuk menampilkan data *Ephemeris* dari Jean Meeus pada semua perangkat berbasis *OS Android*, yang nanti akan dimanfaatkan buat siapapun yang ingin melakukan kegiatan astronomis, khususnya falak, seperti *ru'yatul hilal*, perhitungan gerhana, dan waktu shalat.

E. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam proses penyusunan skripsi ini bukan merupakan penelitian sosial, melainkan penelitian *science engineering*. Oleh karena itu, metodologi yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah metodologi *science engineering*, yang dalam hal ini lebih ditekankan pada metode pemrograman.

2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini ada dua, yaitu sumber *primer* dan sumber *sekunder*. Sumber *primer* yang penulis gunakan adalah buku

³⁷ Muhammad Ya'kub Mubarak, "Pemrograman Data Ephemeris Matahari Dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Menggunakan Bahasa Program Php (Personal Homepage Hypertext Preprocessor) Dan Mysql (My Structure Query Language)", Skripsi Fakultas Syariah dan Ekonomi Islam IAIN Walisongo Semarang, 2013.

Astronomical Algorithms karya Jean Meeus³⁸, sebagai rujukan dasar perhitungan data-data *ephemeris* Matahari dan Bulan, dan buku pemrograman pada *gadget* android sebagai rujukan dasar pemrogramannya.

Sedangkan sumber *sekunder* yang penulis gunakan yakni berupa buku-buku, makalah-makalah hingga tulisan-tulisan yang berkaitan dengan keilmuan falak, astronomi dan *android programming*, baik yang berupa dokumen maupun berupa *file-file e-book (electronic book)*. Penulis juga menggunakan rujukan *sekunder* berupa *website* seperti *website NASA (National Aeronautics and Space Administration)* di <http://www.nasa.gov>

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah metode *library research*. Penulis menelusuri literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian penulis. Penulis memulai dengan menelusuri literatur-literatur yang berkaitan dengan pembahasan mengenai fungsi Matahari dan Bulan dalam penentuan waktu dalam keilmuan falak, baik dalam tinjauan Al-Qur'an maupun sains. Kemudian berlanjut kepada penelusuran mengenai data-data astronomis Matahari dan Bulan yang digunakan dalam perhitungan falak beserta proses perhitungannya dengan menggunakan algoritma Jean Meeus, dan yang terakhir adalah penelusuran mengenai tata cara *gadget programming* berikut kelemahan dan kelebihanannya.

³⁸ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm, op.cit.* hlm. 156

Berdasarkan hasil penelusuran di atas, penulis kemudian menemukan korelasi antara tafsir beberapa ayat Al-Qur'an dengan pengetahuan sains modern mengenai perhitungan waktu berdasarkan pergerakan Matahari, Bumi dan Bulan berikut posisi-posisinya. Selanjutnya mengenai perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan, penulis mendapati bahwa algoritma Jean Meeus termasuk dalam perhitungan dengan akurasi tinggi, di mana hasil perhitungannya dapat digunakan untuk data perhitungan falak kontemporer.

4. Metode Pemrograman

Secara garis besar metode pemrograman yang digunakan penulis dibagi menjadi dua tahap, yakni: tahap desain dan perancangan program, dan tahap implementasi rancangan program aplikasi.

a. Tahap Desain dan Perancangan Program

Antarmuka program aplikasi ini akan dirancang dengan tampilan *user friendly* agar mudah diakses dan digunakan oleh pengguna. Secara umum tampilan aplikasi akan dibagi menjadi 2 halaman utama atau *activity* untuk perhitungan tabel data *ephemeris*, 2 *activity* untuk perhitungan awal waktu shalat, dan sebuah halaman tambahan yang berisi tentang gambaran umum aplikasi. Yakni: halaman *input* sebagai tempat memasukkan data yang perlu diisi oleh pengguna sebelum program melakukan proses perhitungan, kemudian halaman *output*, tempat menampilkan hasil perhitungan.

Pada tahap ini selain rancangan desain antarmuka program sebagaimana dijelaskan di atas, penulis juga mulai merancang skema umum perangkat lunak, perancangan proses meliputi: proses data masukan, perancangan *database*, dan alur algoritma perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan metode Jean Meeus.

b. Tahap Implementasi Rancangan Program

Pada tahap ini desain data, proses dan antarmuka yang telah dirancang, diimplementasikan dengan *software Eclipse*. Adapun segala sesuatu tampilan yang terdapat didalam aplikasi adalah *full coding*, dengan bahasa pemrograman *java*.

5. Uji Coba dan Evaluasi

Secara umum uji coba program dilaksanakan untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pada bagian ini penulis merencanakan 2 (dua) tahap pengujian terhadap program tersebut. Kedua tahap pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Eksaminasi I: Uji coba fungsionalitas program. Pada uji coba tahap ini program *Ephemeris* akan dicoba dijalankan melalui berbagai jenis *android* dari berbagai macam *gadget* dengan beragam ukuran layar *gadget* yang berbeda pula. Selanjutnya pada tahap ini pula dilakukan uji operasi program dengan berbagai variasi *data input*. Adapun Uji coba tahap ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *kompatibilitas* program dan batas *validitas* data yang dihasilkan.

- b. Eksaminasi II: Uji verifikasi program. Proses uji coba tahap ini menggunakan metode analisis komparatif yakni dengan mengkomparasikan data *ephemeris* yang dihasilkan program *Ephemeris* dengan data yang dihasilkan program *Microsoft Excel untuk Perhitungan Posisi Bulan dan Matahari Algoritma Meeus* rancangan Rinto Anugraha.³⁹ Uji coba tahap ini bertujuan untuk mengetahui selisih antara data yang dihasilkan program *Ephemeris* dengan data yang dihasilkan program pembandingan.

Dengan 2 tahap pengujian tersebut, diharapkan dapat diketahui apakah program *Ephemeris* layak digunakan atau tidak dalam perhitungan falak. Disamping itu, dengan pengujian-pengujian tersebut penulis juga dapat mempertanggungjawabkan hasil penelitian penulis secara ilmiah.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab, di mana dalam setiap bab terdapat sub-sub pembahasan, yaitu:

Bab Pertama berisi pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang masalah, rumusan permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

³⁹Pemilihan program *Microsoft Excel untuk Perhitungan Posisi Bulan dan Matahari Algoritma Meeus by Rinto Anugraha* sebagai program pembandingan dikarenakan program tersebut merupakan program yang dirancang dengan metode perhitungan Jean Meeus yang *high accuracy*. Selain itu, dengan latar belakang pendidikan tinggi dan kapasitas penyusun program tersebut di bidang astronomi dan falak, hasil perhitungan dari program tersebut dapat dipertanggungjawabkan.

Bab Kedua berisi pembahasan umum tentang topik atau pokok bahasan. Bab ini meliputi teori-teori dasar yang berhubungan dengan judul penelitian penulis, diantaranya: tentang tinjauan sains dan *Al-Qur'an* atas perhitungan waktu sebagai akibat dari pergerakan Matahari, Bumi dan Bulan, tentang algoritma Jean Meeus dalam perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan, dan tentang gambaran umum pemrograman sistem operasi berbasis *android*.

Bab Ketiga berisi perancangan dan implementasi program *Ephemeris*. Pembahasan dalam bab ini meliputi: alur algoritma perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan metode Jean Meeus, rancangan program, desain dan skema prosedurnya, serta implementasi dari rancangan program tersebut.

Bab Keempat berisi uji coba dan evaluasi. Bab ini membahas beberapa tahap pengujian sebagaimana telah ditetapkan sebelumnya, yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan program *Ephemeris*. Selanjutnya pada bab ini juga disertakan evaluasi hal-hal penting yang diketahui setelah pelaksanaan berbagai macam pengujian terhadap program tersebut.

Bab Kelima berisi Penutup. Pada bagian ini dijelaskan mengenai kesimpulan, saran/rekomendasi terkait dengan hasil penelitian penulis, berupa program *Ephemeris* berikut *algoritma* pemrogramannya, dan penutup.