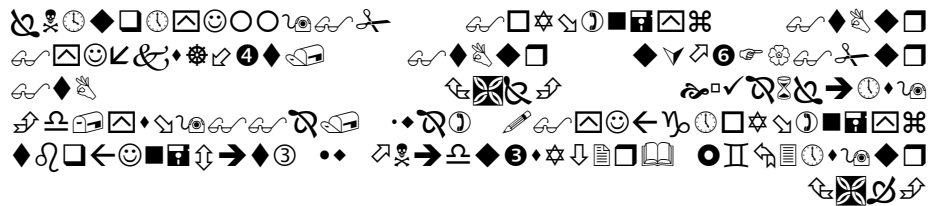


BAB II

MATAHARI, BUMI DAN BULAN DALAM TINJAUAN AI-QUR'AN DAN SAINS, DATA *EPHEMERIS* MATAHARI DAN BULAN SERTA DASAR PEMROGRAMAN *PHP* DAN *MySQL*

A. Matahari, Bumi dan Bulan dalam Tinjauan Al-Qur'an dan Sains

1. Posisi dan Pergerakan Matahari, Bumi dan Bulan



Artinya:“(38) dan Kami tidak menciptakan langit dan Bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main. (39) Kami tidak menciptakan keduanya melainkan dengan *haq*, tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui.”¹

Allah SWT menciptakan alam semesta ini beserta isinya dengan penuh keserasian, keharmonisan dan keteraturan. Semua itu bukan tanpa kebetulan, melainkan dengan *haqq*, di mana terdapat tujuan dan manfaat dalam penciptanya. Tujuan dan manfaat untuk kehidupan makhluk di Bumi, serta untuk menuntun manusia menuju keimanan dan penghambaan kepada-Nya.²

¹ QS. Ad-Dukhan: 38-39, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, Bandung: CV Diponegoro, tt., hlm. 397

² Lihat: Quraisy Shihab, *Tafsir al-Misbah*, vol. 13, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 21-22 Lihat juga: Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 21, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu, tt. hlm. 16.

Benda-benda langit yang dapat diamati dari Bumi, baik yang nampak pada siang maupun malam hari, seluruhnya bergerak secara teratur dari arah timur ke barat. Setiap benda langit tersebut terbit dan tenggelam pada posisi tertentu di Bumi, di mana posisi terbit dan tenggelamnya kemudian berubah ke arah tertentu secara gradual dan kembali lagi ke posisi semula pada waktu tertentu. Seolah-olah semua benda langit tersebut, termasuk Matahari dan Bulan, beredar mengelilingi Bumi.³

Pada awalnya manusia menganggap bahwa peristiwa pergerakan benda langit tersebut merupakan sesuatu yang magis. Meski demikian, manusia telah lama memanfaatkan peristiwa tersebut untuk urusan hidup mereka khususnya sebagai penanda waktu untuk memulai pekerjaan-pekerjaan tertentu. Seiring dengan perkembangan peradaban dan keilmuan manusia, berbagai macam teori pergerakan benda langit pun dikemukakan. Dalam sejarah keilmuan astronomi, terdapat 3 teori pergerakan benda langit yang pernah dikemukakan oleh para astronom terdahulu, yakni teori egosentris, geosentris dan heliosentris.⁴

a. Teori Pergerakan Benda Langit

Teori egosentris adalah teori yang menganggap bahwa manusia merupakan pusat alam semesta. Teori ini telah diyakini oleh manusia sejak zaman purbakala. Berdasarkan teori ini seluruh benda langit

³ Moedji Raharto, *Sistem Penanggalan Syamsiah/Masehi*, Bandung: Penerbit ITB, 2001, hlm. 1-2

⁴ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012, hlm. 175-186

berputar mengikuti kemanapun manusia bergerak. Berangkat dari teori ini, Thales astronom Yunani pada sekitar abad ke-6 SM berpendapat bahwa Bumi berbentuk dataran yang sangat luas, di mana benda langit bergerak di atasnya.⁵

Teori geosentris adalah teori yang mengatakan bahwa Bumi merupakan pusat tata surya. Teori ini pertama kali dikemukakan oleh Aristoteles pada abad ke-3 SM. Menurutnya Bumi merupakan benda langit yang berbentuk bulat sebagaimana yang dikemukakan oleh Pythagoras pada abad ke-5 SM, sedangkan Matahari, Bulan, planet-planet dan bintang-bintang, seluruhnya bergerak mengitari Bumi. Teori ini kemudian disempurnakan oleh Claudius Ptolomeus dengan bentuk lintasan orbit yang lebih rumit dimana beberapa planet, seperti Mars, Yupiter dan Saturnus bergerak mengelilingi Matahari sekaligus mengelilingi Bumi bersama Matahari. Teori ini bertahan cukup lama bahkan menjadi ajaran resmi gereja beberapa ratus tahun kemudian.⁶

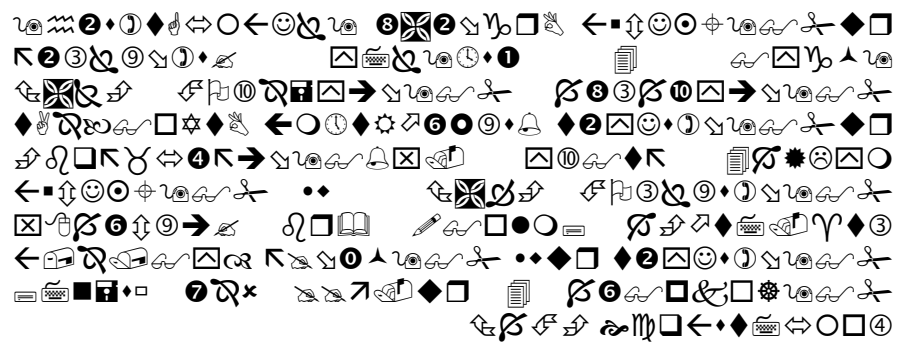
Teori heliosentris adalah teori yang menyatakan bahwa Matahari merupakan pusat tata surya. Bumi beserta planet-planet lainnya secara bersamaan beredar mengelilingi Matahari pada orbit-orbit tertentu yang berbentuk *epicycle* (bulat). Teori ini dikemukakan oleh Nicolas Copernicus pada abad ke-14 M untuk membantah teori Geosentris yang selama ini dianut oleh gereja. Teori ini sebenarnya bukanlah murni

⁵ *Ibid.* hlm. 178

⁶ *Ibid.* hlm. 179-182

pemikiran Copernicus, melainkan pengembangan dari teori heliosentris yang pernah dikemukakan oleh Aristarchus dari Samos pada abad ke-4 SM namun tidak mendapat dukungan pada masa itu.⁷

Adapun mengenai teori heliosentris tersebut, Al-Qur'an telah lama menyinggungnya di dalam surat *Yasin* ayat 38-40.



Artinya:“(38) dan Matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui. (39) dan telah Kami tetapkan bagi Bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah Dia sampai ke manzilah yang terakhir) Kembalilah Dia sebagai bentuk tandan yang tua. (40) tidaklah mungkin bagi Matahari mendapatkan Bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. dan masing-masing beredar pada garis edarnya.”⁸

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa Matahari dan Bulan beredar pada garis edarnya masing-masing sebagaimana yang telah ditentukan oleh Allah SWT. Matahari tidak mungkin bergerak mendahului Bulan karena garis edar dan pusat peredaran keduanya berbeda, Bulan bergerak mengitari Bumi sedangkan Matahari bergerak mengitari pusat galaksi

⁷ *Ibid.* hlm. 182-184

⁸ QS. Yasin: 38-40, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, *op.cit.* hlm. 353

Bimasakti.⁹ Meski teori egosentris dan geosentris telah terbantahkan oleh teori heliosentris, namun hingga saat ini kedua teori tersebut masih dipakai dalam keilmuan astronomi dan falak sebagai dasar teori pembahasan sistem tata koordinat bola langit.

b. Hukum Kepler

Pada tahun 1605 M, seorang astronom Jerman, Johannes Kepler, mengemukakan bahwa lintasan yang dilalui oleh planet ketika mengitari Matahari bukanlah berbentuk *epicycle*, sebagaimana yang diyakini sejak zaman Aristoteles hingga Copernicus, melainkan berbentuk *ellips*. Temuan ini berdasarkan hasil pengamatan Tycho Brahe yang tersusun dalam tabel *Rudholpine*. Kepler kemudian merumuskan tiga hukum yang menjelaskan gerakan planet di dalam tata surya. Hukum lintasan planet inilah yang kemudian dikenal sebagai hukum Kepler.¹⁰ Adapun ketiga hukum Kepler tersebut yakni:

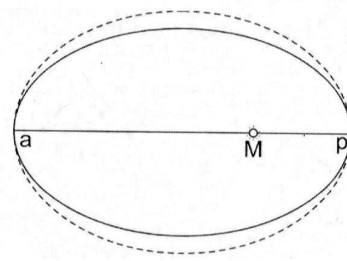
1) Hukum Kepler I: *The Law of Ellipses*

“Setiap planet bergerak mengelilingi Matahari dalam lintasan berbentuk *ellips* dimana Matahari terletak pada salah satu titik fokusnya.”¹¹

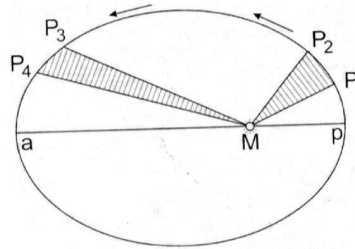
⁹ Quraisy Shihab, *Tafsir al-Misbah*, vol. 11, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 540-544

¹⁰ A. Pannekoek, *a History of Astronomy*, New York: Dover Publication Inc., 1989, hlm. 235-244

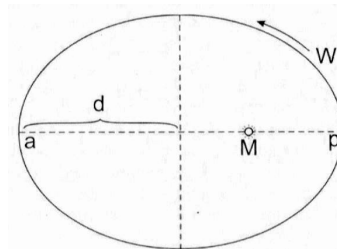
¹¹ Bayong Tjasyono HK., *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, Bandung: Pascasarjana UPI, 2009, hlm. 24

Gambar 2.1 Ilustrasi Hukum Kepler I¹²2) Hukum Kepler II: *The Law of Equal Area*

“Luas daerah yang disapu oleh garis penghubung antara planet dan Matahari dalam waktu yang sama adalah sama.”¹³

Gambar 2.2 Ilustrasi Hukum Kepler II¹⁴3) Hukum Kepler III: *The Law of Harmonies*

“Kuadrat periode revolusi suatu planet berbanding dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari Matahari.”¹⁵

Gambar 2.3 Ilustrasi Hukum Kepler III¹⁶

¹² Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 189

¹³ Bayong Tjasyono HK, *loc.cit.*

¹⁴ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 190

¹⁵ Bayong Tjasyono HK, *op.cit.* hlm. 25

¹⁶ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 191

Adanya hukum Kepler tersebut kemudian memicu pengetahuan baru lainnya. Salah satunya yakni hukum medan gravitasi benda langit yang ditemukan oleh Isaac Newton beberapa puluh tahun setelah Kepler. Selain itu hukum Kepler juga membantu menjelaskan mengenai berbagai macam pergerakan benda langit, baik secara nyata maupun semu, yang belum mampu dijelaskan sebelumnya.¹⁷

c. Gerakan Matahari, Bumi dan Bulan

Menurut teori heliosentris, Matahari merupakan pusat peredaran benda-benda langit di dalam tata surya kita. Planet Bumi selain berputar pada porosnya, bersama dengan Bulan bergerak mengitari Matahari melalui lintasan khayal berbentuk *ellips*, sebagaimana yang dijelaskan dalam hukum Kepler. Sedangkan Bulan pada saat yang bersamaan berputar pada porosnya sembari mengitari Bumi. Pergerakan-pergerakan tersebut ketika diamati dari Bumi terlihat sebagai pergerakan yang bersifat semu. Gerak semu inilah yang sejak lama telah banyak dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam perhitungan waktu.¹⁸ Dalam keilmuan falak pergerakan-pergerakan tersebut sangat penting, karena beberapa perintah ibadah dalam Islam, waktu pelaksanaannya sangat terkait dengan posisi dan pergerakan Matahari, Bumi dan Bulan tersebut.¹⁹

¹⁷ *Ibid.* hlm. 191-192. Lihat juga: A. Pannekoek, *op.cit.* hlm. 261-275

¹⁸ Moedji Raharto, *op.cit.* hlm. 4-5

¹⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 2-4

1) Gerak Bumi

Bumi merupakan planet ketiga dari Matahari, setelah Merkurius dan Venus. Diameter Bumi sekitar 12.769 km. Adapun jarak rata-rata Bumi-Matahari sekitar 149.597.871 km. Jarak tersebut dalam astronomi disebut dengan *Astronomical Unit* (AU), di mana 1 AU = 149.597.871 km.²⁰ Jarak Bumi-Matahari tidak selalu sama melainkan kadang jauh kadang dekat, sesuai dengan posisi Bumi di ekliptika. Bumi mengelilingi Matahari melalui lintasan semu berbentuk *ellips* mendekati lingkaran. Selisih antara titik *perihelium* dengan titik *aphelium*-nya adalah sekitar 5.000.000 km.²¹ Jarak terdekat (*perihelium*) Bumi-Matahari adalah sekitar 147 juta km, dan jarak terjauhnya (*aphelium*) sekitar 152 juta km.²² Selama beredar mengelilingi Matahari, Bumi tidak hanya melakukan satu gerakan saja, bahkan lima gerakan sekaligus. Kelima gerakan Bumi tersebut yakni:

a) Rotasi

Rotasi Bumi adalah gerakan Bumi pada porosnya. Bumi berotasi dari arah barat ke timur. Dalam sekali rotasi Bumi, dibutuhkan waktu rata-rata $23^{\text{j}}56^{\text{m}}4^{\text{d}}$, bisa kurang dari itu dan

²⁰ <http://neo.jpl.nasa.gov/glossary/au.html> diakses pada hari Jumat, 14 Juni 2013 pukul 2.09 WIB.

²¹ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 131

²² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hlm. 125

bisa lebih, tergantung posisi Bumi terhadap Matahari ketika itu, sesuai dengan hukum Kepler II.²³

Arah rotasi Bumi yang berlawanan dengan jarum jam (*retrograde*) menyebabkan pergerakan semu harian benda langit, sehingga semua benda langit jika dilihat dari Bumi nampak bergerak dari arah timur ke barat.²⁴

b) Revolusi

Bumi merupakan salah satu planet yang bergerak mengitari Matahari. Pergerakan Bumi mengitari Matahari disebut dengan revolusi Bumi. Dalam revolusinya, posisi Bumi miring sekitar $66,5^\circ$ terhadap bidang ekliptika, sehingga bidang ekliptika Bumi tidak sejajar dengan ekuator Bumi, melainkan miring membentuk sudut sebesar $23,5^\circ$. Arah kemiringan tersebut meski kadang berubah namun relatif tetap.²⁵ Ekliptika Bumi berbentuk *ellips* mendekati lingkaran dengan selisih antara titik *perihelium* dengan titik *aphelium*-nya sekitar 5.000.000 km.²⁶ Periode rata-rata revolusi Bumi yakni $365^{\text{h}}5^{\text{j}}48^{\text{m}}45,2^{\text{d}}$. Periode tersebut kemudian disebut dengan 1 tahun *sideris*. Arah

²³ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 197

²⁴ *Ibid.*

²⁵ *Ibid.* hlm. 202-203

²⁶ Bayong Tjasyono HK, *op.cit.* hlm. 33-34

revolusi Bumi sama dengan arah rotasinya yakni dari barat ke timur, berlawanan dengan arah jarum jam.²⁷

Jika Matahari berada di kulminasi atas di suatu tempat, maka setelah Bumi berotasi selama $23^{\circ}56^m$, sebenarnya Matahari belum mencapai titik kulminasi kembali melainkan masih kurang sekitar 1° . Namun akibat dari gerak revolusi Bumi terhadap Matahari rupanya pada saat yang bersamaan Matahari juga telah bergerak semu sekitar 1° .²⁸

c) Presesi

Kemiringan sumbu Bumi terhadap ekliptika tidak selalu tetap, melainkan terus berubah-ubah mirip perubahan sumbu gasing. Perubahan tersebut mengakibatkan gerak goyang pada Bumi sebesar $50.24''$ /tahun. Gerak tersebut disebut dengan gerak presesi atau *dahriyah* atau *mubadarat al-i'tidalain*. Arah gerak presesi berlawanan dengan gerak rotasi, yakni dari arah timur ke barat jika dilihat dari kutub utara langit, dan akan kembali ke posisi semula dalam jangka waktu sekitar 25.796 tahun.²⁹

d) Nutasi

Gerak nutasi adalah gerak gelombang dalam gerak presesi. Gerak presesi tidak lurus, melainkan bergelombang

²⁷ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 202-203

²⁸ *Ibid.* hlm. 197

²⁹ Muhyiddin Khazin, *op.cit.* hlm. 130-131

membentuk lingkaran-lingkaran kecil. Gerak nutasi untuk membentuk 1 lingkaran penuh (360°) memerlukan waktu sekitar 18,66 tahun, sehingga besar gerak nutasi adalah $0^\circ 03' 10,05''/\text{hari}$.³⁰

e) Apsiden

Gerak apsiden adalah gerak pergeseran titik *aphelium* dan *perihelium* dari timur ke barat. Untuk menempuh 1 kali putaran gerak apsiden memerlukan waktu sekitar 21.000 tahun, sehingga besar gerak apsiden adalah $0,17''/\text{hari}$.³¹

2) Gerak Matahari

Matahari merupakan pusat tata surya kita. Bumi, planet-planet dan benda langit yang berada di jangkauan gravitasi Matahari, bergerak bersamaan mengitari Matahari. Pada saat yang bersamaan Matahari juga juga terus bergerak di alam semesta ini bersamaan bintang-bintang lainnya. Dalam keilmuan astronomi gerak Matahari dibagi menjadi dua macam, yakni gerak hakiki dan gerak semu.

a) Gerak Matahari Hakiki

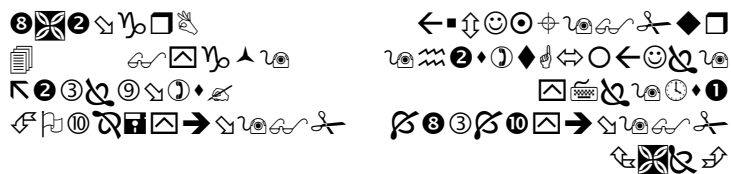
Gerak Matahari Hakiki adalah gerakan sebenarnya yang dimiliki oleh Matahari. Gerakan Matahari Hakiki ada dua, yakni:

³⁰ *Ibid.*

³¹ *Ibid.*

- i. Rotasi Matahari. Matahari berputar pada porosnya dengan waktu rotasi yang berbeda-beda pada tiap bagiannya, yakni sekitar 25,5 hari pada bidang ekuator dan 27 hari pada daerah kutubnya. Perbedaan tersebut disebabkan Matahari sebenarnya merupakan bola gas pijar raksasa yang berada di luar angkasa yang terus bergerak.³²
- ii. Gerak Matahari di antara gugusan bintang. Matahari bersamaan dengan sistem tata surya-nya bergerak di alam semesta ini dari suatu tempat menuju tempat yang lainnya mengitari pusat galaksi Bimasakti dengan kecepatan sekitar 20 km/detik atau 72.000 km/jam atau 600 juta km/tahun. Daerah yang dituju oleh Matahari disebut dengan *apeks* dan daerah yang telah ditinggalkan oleh Matahari disebut *anti-apeks*.³³

Mengenai peredaran Matahari di alam semesta tersebut adalah sesuai dengan apa yang telah disebutkan di dalam surat *Yasin* ayat 38, yang berbunyi:



³² Slamet hambali, *op.cit.* hlm. 212-213

³³ *Ibid.*

Artinya:“(38) dan Matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui.”³⁴

Pada ayat di atas dikatakan bahwa Matahari sejak awal penciptaan telah memiliki jalur peredaran sebagaimana yang telah ditentukan oleh Allah SWT.³⁵

b) Gerak Semu Matahari

Jika diamati dari permukaan Bumi, Matahari terlihat seolah-olah bergerak dari timur ke barat mengitari Bumi. Posisi terbit dan terbenam Matahari tidak selalu tetap, melainkan berubah secara gradual dari satu titik ke titik yang lain hingga akhirnya kembali ke titik awal lagi. Lintasan Matahari tersebut kemudian membentuk lingkaran besar yang disebut lingkaran ekliptika. Lingkaran ekliptika tidak berimpit dengan ekuator, namun membentuk sudut sekitar $23^{\circ}27'$.³⁶ Secara umum gerak semu Matahari dapat dibagi menjadi dua, yakni gerak semu harian dan gerak semu tahunan.

- i. Gerak Semu Harian (Gerak *Diurnal*), terjadi akibat rotasi Bumi. Periode menengahnya yakni 24 jam. Arah pergerakannya adalah dari timur ke barat. Kemiringan lintasan gerak harian Matahari tergantung letak geografis

³⁴ QS. Yasin: 38, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, *loc.cit.*

³⁵ Quraisy Shihab, *loc.cit.*

³⁶ Muhyiddin Khazin, *op.cit.* hlm. 126

pengamat. Lintasan pada bagian ekuator Bumi adalah berupa lingkaran tegak, di bagian kutub mendatar, di belahan Bumi selatan terlihat miring ke arah utara dan sebaliknya di belahan Bumi utara terlihat miring ke selatan. Besar kemiringan tersebut berbanding lurus dengan besar lintangnya.³⁷

- ii. Gerak Semu Tahunan (Gerak *Annual*), arah gerak semu tahunan Matahari yakni ke arah timur sekitar $0^{\circ}59'$ /hari. Periode gerak semu tahunan Matahari adalah sekitar 365,25 hari, akibatnya arah terbit dan tenggelam Matahari selalu berubah letaknya sepanjang tahun.³⁸

Pada tanggal 21 Maret dan 23 September Matahari terbit tepat di titik timur dan tenggelam tepat di titik barat, pada tanggal 22 Juni Matahari terbit dan tenggelam sejauh $23,5^{\circ}$ ke arah utara dari titik timur dan barat, sebaliknya pada tanggal 22 Desember Matahari berada $23,5^{\circ}$ ke arah selatan dari titik timur dan barat. Posisi Matahari ketika berada di dua titik terakhir disebut dengan *soltitium*, yang artinya pemberhentian Matahari. Hal tersebut karena pada saat itu perubahan deklinasi Matahari sangat lambat seolah-olah berhenti. Sebaliknya pada titik *ekuinox*, yakni ketika

³⁷ Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Penerbit Liberty, 1983, hlm. 1

³⁸ Muhyiddin Khazin, *loc.cit.*

lintasan Matahari berada tepat pada titik timur dan barat, perubahan deklinasi berlangsung cepat.³⁹

3) Gerak Bulan

Bulan merupakan satu-satunya satelit Bumi. Jarak rata-rata Bumi-Bulan adalah 385.000,56 km⁴⁰. Titik *perigee* Bulan berjarak sekitar 363.300 km, sedangkan titik *apogee*-nya mencapai sekitar 405.500 km. Meski jarak Bulan-Bumi cukup dekat bahkan masih dalam jangkauan gravitasi Bumi, Bulan tidak sepenuhnya tertarik gaya gravitasi Bumi, sebab Bulan memiliki gaya *sentrifugal* yang membuatnya tetap dapat bertahan pada lintasannya.⁴¹ Namun akibat gaya *sentrifugal* Bulan yang sedikit lebih besar dibanding gaya gravitasi Bumi-Bulan, Bulan semakin menjauh sekitar 3,8 cm setiap tahunnya.⁴²

Sebagaimana gerak Matahari, di dalam astronomi juga dikenal dua jenis gerak Bulan yakni gerak hakiki dan gerak semu.

a) Gerak Bulan Hakiki

Gerak Bulan hakiki adalah gerak yang sebenarnya dilakukan oleh ketika beredar di angkasa luar. Gerak hakiki

³⁹ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 214.

⁴⁰ Jean Meeus, *op.cit.* Hlm. 312

⁴¹ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 135

⁴² *Ibid.* hlm. 136

Bulan terdiri dari tiga macam gerak, yakni rotasi, revolusi dan gerak Bulan bersama dengan Bumi mengitari Matahari.

- i. Rotasi Bulan. Bulan berputar pada porosnya dengan periode sekitar 27 hari lebih 7 jam dengan arah rotasi berlawanan dengan jarum jam. Lama rotasi Bulan adalah sama dengan lama revolusinya. Hal tersebut yang mengakibatkan permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi selalu sama.⁴³
- ii. Revolusi Bulan. Bulan mengelilingi Bumi memerlukan waktu sekitar 27 hari 7^j43^m12^d, sama dengan periode rotasinya. Sebagaimana rotasinya, arah revolusi Bulan juga berlawanan dengan arah jarum jam. Lama revolusi Bulan tersebut kemudian disebut dengan 1 periode *sideris* Bulan.⁴⁴
- iii. Gerak Bulan bersama Bumi mengelilingi Matahari. Bulan bergerak mengitari Bumi, maka secara otomatis Bulan juga bergerak mengitari Matahari bersama-sama dengan Bumi. Hal tersebut yang menyebabkan lintasan revolusi Bulan tidak berbentuk lingkaran sempurna melainkan lingkaran berpilin di mana titik awal revolusi Bulan tidak bertemu titik akhirnya. Satu lingkaran berpilin ini ditempuh Bulan dalam waktu 29,5 hari. Adapun waktu yang diperlukan

⁴³ *Ibid.* hlm. 217

⁴⁴ Muhyiddin Khazin, *op.cit.* hlm. 132

Bulan untuk mencapai titik awalnya yakni sekitar 365,5 hari atau setelah melewati 12 kali lingkaran berpilin.⁴⁵

b) Gerak Semu Bulan

Gerak rotasi Bumi mengakibatkan penampakan benda langit, termasuk Bulan, ketika diamati dari Bumi bergerak secara semu dari arah timur ke barat. Pada saat yang bersamaan Bulan juga melakukan gerak revolusi. Akibatnya, setiap harinya Bulan terlambat terbit dari bintang tertentu sekitar 50 menit atau sekitar 13° busur. Terhadap Matahari, setiap hari Bulan terlambat sekitar 12° busur atau $0,5^\circ$ setiap jamnya.⁴⁶

Hal tersebut kemudian menimbulkan penampakan Bulan yang berubah-ubah setiap harinya, mulai dari sebatas garis kecil melengkung hingga semakin membesar membentuk bulatan sempurna kemudian mengecil kembali. Peristiwa perubahan fase-fase penampakan semu Bulan tersebut diakibatkan oleh fungsi elongasi Bulan, yakni sudut yang dibentuk Bulan dari Matahari ketika diamati dari Bumi. Bulan mencapai fase purnama ketika sudut elongasinya sebesar 180° dan fase bulan mati pada sudut 0° .⁴⁷

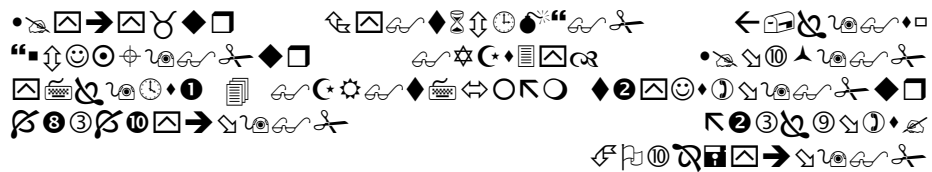
⁴⁵ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 223

⁴⁶ *Ibid.* hlm. 224

⁴⁷ *Ibid.* hlm. 225

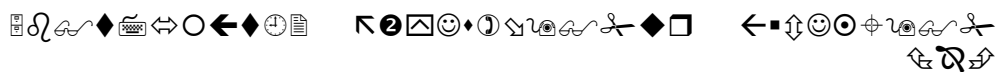
Periode revolusi Bulan yang disertai dengan fase-fase permukaannya berbeda dengan periode *sideris* Bulan. Waktu yang dibutuhkan oleh Bulan untuk kembali ke fase awal adalah sekitar 29,5305882 hari. Lama waktu tersebut kemudian disebut dengan 1 periode *sinodis* Bulan.⁴⁸

Adanya teori heliosentris, ditemukannya hukum lintasan planet oleh Kepler, berserta fakta mengenai ketepatan jarak antara Bumi, Bulan dan Matahari serta pengaruhnya bagi kehidupan di Bumi, merupakan bukti bahwa alam semesta ini dirancang dengan sistem yang rumit nan teliti namun teratur dan harmonis. Hal tersebut sesuai dengan apa yang telah dinyatakan dalam surat *al-An'am* ayat 96-97:



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”⁴⁹

Dan juga di dalam surat Ar-Rahman ayat 5:



Artinya:“Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan”⁵⁰

⁴⁸ *Ibid.* hlm. 219-222

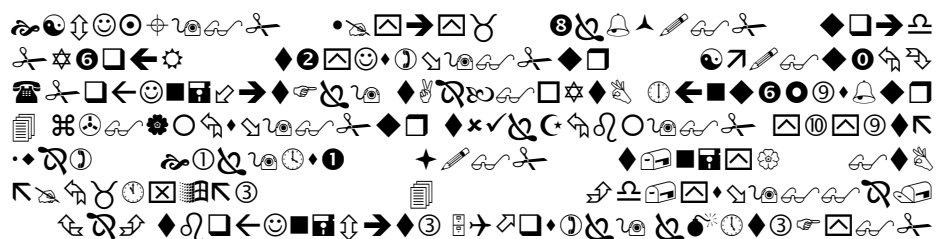
⁴⁹ QS. al-An'am: 96, lihat : Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, *op.cit.* hlm. 111

⁵⁰ QS. ar-Rahman: 5, lihat: *Ibid.* hlm. 425

Kedua ayat di atas menggunakan pilihan kata *حسبان* untuk menjelaskan perhitungan Matahari dan Bulan. Kata *حسبان* berasal dari kata *حساب* artinya perhitungan, penambahan *alif* dan *nun* pada kata tersebut menunjukkan arti kesempurnaan dan ketelitian.⁵¹ Oleh karena itu kata *حسبان* pada kedua ayat diatas dapat diartikan bahwa Matahari dan Bulan sejak awal penciptaannya telah berada pada sistem yang sangat teliti dan rumit namun akurat dan teratur.⁵² Pendapat lain mengatakan bahwa *حسبان* menunjukkan arti bahwa pergerakan Matahari dan Bulan adalah dapat diketahui kadar perhitungannya oleh manusia.⁵³ Dari kedua penafsiran tersebut dapat disimpulkan bahwa manusia dapat memperhitungkan posisi dan pergerakan Matahari dan Bulan karena keduanya bergerak secara teratur, kemudian mengambil manfaat dari hal-hal yang ditimbulkan oleh keteraturan pergerakan tersebut bagi kehidupan mereka, salah satunya yakni dalam perhitungan waktu.

2. Matahari dan Bulan Sebagai Penentu Waktu

Dalam surat *Yunus* ayat 5 disebutkan:



⁵¹ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 4, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 205

⁵² Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 12, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 496-498

⁵³ Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 14, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu, tt. hlm. 15

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 hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesarannya) kepada orang-orang yang mengetahui.”⁵⁴

Pada ayat di atas dijelaskan mengenai salah satu tujuan dari penciptaan Matahari dan Bulan yakni agar manusia dapat mengetahui bilangan tahun dan juga perhitungan waktu. Kata جعل mengandung makna kemanfaatan dari ciptaan Allah SWT, artinya manusia mendapatkan manfaat dari ciptaan-Nya tersebut. Sedangkan kata خلق menunjukkan kehebatan dari penciptaan Matahari dan Bulan yang demikian harmonis dan akurat, sehingga seharusnya hal tersebut dapat menunjukkan manusia akan kehebatan penciptanya.⁵⁵

Gerak Matahari, Bumi dan Bulan serta gerak semu Matahari dan Bulan sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, menyebabkan banyak peristiwa yang berpengaruh pada kehidupan di Bumi. Peristiwa-peristiwa tersebut kemudian banyak dimanfaatkan manusia, salah satunya yakni untuk mengetahui perhitungan waktu.⁵⁶

Rotasi Bumi mengakibatkan sisi Bumi yang menghadap Matahari tidak selalu sama. Akibatnya terjadi peristiwa siang dan malam, di mana pada bagian Bumi yang menghadap Matahari terjadi siang dan sebaliknya terjadi malam. Pada bagian yang menghadap Matahari, Bumi menerima

⁵⁴ QS Yunus: 5, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, *op.cit.* hlm. 166

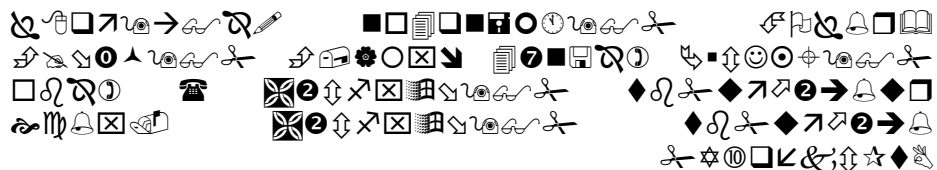
⁵⁵ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 6, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 19-21

⁵⁶ Tantowi Jauhari, *Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*, juz 6, Mesir: Musthofa al-Baaby al-Khaaly wa Awladuhu, tt. hlm. 17-20

cahaya dari Matahari, di mana cahaya itu membentuk bayangan yang senantiasa berubah mengikuti pergerakan semu harian Matahari. Panjang dan arah bayangan yang ditimbulkan oleh pergerakan harian Matahari tersebut kemudian digunakan orang-orang terdahulu sebagai dasar penunjuk waktu.⁵⁷

Pembagian perhitungan waktu 1 hari menjadi 24 jam adalah hasil temuan ilmuan Mesir sekitar 3000 tahun sebelum masehi, yang mana ketika itu lama 1 jamnya tidak tetap. Pembagian siang dan malam menjadi sama panjangnya yakni 12 jam, terjadi pada zaman *Helenistik (Athena)*, yakni ketika Matahari berada di *ekuinox*, di mana panjang antara siang dan malam ketika itu adalah sama. Sedangkan pembagian 1 jam menjadi 60 menit adalah berdasarkan perhitungan *sexagesimal* yang digunakan oleh ilmuwan Yunani kala itu.⁵⁸

Adapun dalam agama Islam pergerakan semu harian Matahari tersebut digunakan untuk mengetahui waktu pelaksanaan ibadah shalat lima waktu. Sebagaimana yang disebutkan dalam surat *al-Isra'* ayat 78 yang berbunyi:



⁵⁷ Moedji Raharto, *op.cit.* hlm. 7

⁵⁸ *Ibid.*

Artinya:“dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh, Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).”⁵⁹

Ayat tersebut menerangkan tentang waktu-waktu shalat yang lima.

Waktu *لذلك الشمس* yang artinya Matahari telah tergelincir dari posisi tengahnya hingga tenggelam, menunjukkan waktu shalat Dhuhur, Ashar dan Maghrib. Sedangkan *غسق الليل* yang artinya malam yang telah dipenuhi kegelapan menunjukkan waktu Isya. Adapun kata *قرآن الفجر* menunjukkan waktu shalat Subuh.⁶⁰

Mengenai penjelasan waktu-waktu shalat yang lima dapat dilihat pada hadis yang diriwayatkan oleh Abdullah bin Amr ra. berikut ini:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : (وَوَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ كُلِّ الرَّجُلِ كَطَوُّلِهِ مَا لَمْ يَحْضُرْ وَقْتُ العَصْرِ ، وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَّ الشَّمْسُ ، وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ ، وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ ، وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ . (رَوَاهُ مُسْلِمٌ)⁶¹

Artinya:“Diriwayatkan oleh Abdullah ibnu ‘Amr ra, bahwa Nabi saw. bersabda: Waktu Duhur adalah ketika Matahari telah condong ke barat dan bayangan seseorang sama panjang dengan orangnya, selagi belum tiba waktu Ashar. Waktu Asar adalah selagi Matahari belum menguning (bersinar kekuning-kuningan). Waktu salat Magrib adalah sebelum mega merah menghilang. Waktu salat Isya adalah sampai tengah malam. Dan waktu salat Subuh dimulai sejak terbitnya fajar hingga sebelum Matahari terbit. (HR. Muslim).”

Posisi Bumi ketika berevolusi miring sekitar 66,5° dari ekliptika. Hal tersebut mengakibatkan posisi Matahari bergerak secara semu sekitar 1°

⁵⁹ QS al-Isra’: 78, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur’an dan Terjemahannya (Terjemahan Departemen Agama RI)*, *op.cit.* hlm. 231

⁶⁰ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah*, vol. 7, Jakarta: Lentera Hati, 2001, hlm. 525-526

⁶¹ al-Hafizh Ibnu Hajar al-Asqalani, *Bulugh al-Maram Min Adillat al-Ahkam*, Pekalongan: Raja Murah, tt., hlm. 31

setiap hari. Akibatnya arah terbit dan tenggelam Matahari tidak sama setiap harinya, kadang tepat di titik timur dan barat, namun setelah itu bergerak melenceng hingga titik $23,5^\circ$ busur ke arah selatan kemudian utara dari titik timur dan barat.⁶²

Matahari melintasi ekuator sebanyak 2 kali, pada 21 Maret dan 22 September. Posisi lintasan Matahari ketika yang bertepatan pada ekuator disebut dengan titik *ekuinox*, sedang posisi terjauh lintasan Matahari dari ekuator disebut dengan *soltitium*. Pada saat kulminasi atas ketika Matahari berada di titik *ekuinox*, bayangan benda tegak di sekitar ekuator akan berada tepat di bawah benda tersebut. Karena pada saat itu Matahari lintang Matahari ketika itu adalah sama dengan lintang ekuator yakni 0° .⁶³

Umat Islam menggunakan pengetahuan tersebut untuk menentukan kiblat, yakni ketika Matahari berada tepat di atas Ka'bah atau melintasi titik $21^\circ 25' 25''$ LU $39^\circ 49' 39''$ BT. Sehingga pusat bayangan tongkat *istiwa'* diseluruh dunia ketika itu akan mengarah ke Ka'bah. Adapun kedudukan *zenith* Ka'bah yang memungkinkan untuk dilewati Matahari terjadi dua kali dalam setahun, yakni pada tanggal 27 Mei atau 28 Mei dan 15 atau 16 juli. Peristiwa ini dalam ilmu falak dikenal dengan *rasdh al-kiblat* tahunan Matahari.⁶⁴

⁶² Moedji Raharto, *op.cit.* hlm. 1

⁶³ *Ibid.* hlm. 7

⁶⁴ Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar*, Surakarta: Tinta Medina, 2012, hlm. 283-284.

Gerak semu tahunan Matahari juga berkaitan erat dengan pola perubahan musim di Bumi. Belahan Bumi bagian selatan dan utara mengalami musim dingin, panas, semi dan gugur secara bergantian. Sedangkan pada Bumi bagian ekuator terjadi pergantian musim hujan dan kemarau.⁶⁵

Bulan Maret, ketika Matahari melewati titik *Aries* merupakan bulan monumental, karena berarti telah selesai satu tahun tropis dan akan dimulai satu tahun tropis selanjutnya. Adapun pengetahuan bahwa panjang 1 tahun tropis adalah 365,25 hari telah dimiliki oleh bangsa Mesir Kuno sejak 2.780 tahun sebelum masehi. Pengetahuan tersebut mereka dapatkan dengan mengamati posisi bintang *Sirius*. Perbedaan posisi *Sirius* terhadap waktu terbit dan terbenam Matahari, mereka jadikan sebagai pedoman perubahan musim.⁶⁶

Pengetahuan manusia mengenai panjang satu tahun tropis adalah 365,25 hari ini yang kemudian menjadi dasar penyusunan sistem penanggalan *syamsiah*. Adapun pembagian satu tahun menjadi 12 bulan di mana lama satu bulannya 30 hari merupakan pembulatan dari siklus *sinodis* bulan yakni 29,53 hari. Inspirasi tersebut juga dapat dilihat pada pembagian rasi bintang di ekliptika Matahari menjadi 12 rasi bintang,⁶⁷ meskipun sesungguhnya terdapat 13 rasi bintang di ekliptika Matahari.⁶⁸

⁶⁵ Moedji Raharto, *op.cit.* hlm. 9

⁶⁶ *Ibid.* hlm. 9

⁶⁷ *Ibid.* hlm. 5

⁶⁸ Ma'rufin Sudibyo, *op.cit.* hlm. 243

Bangsa Mesir Kuno telah lama menggunakan kalender Matahari di mana 1 tahunnya terdiri dari 12 bulan, masing-masing bulan terdiri dari 30 hari, dan pada akhir tahun ditambahkan 5 hari penyempurna. Bangsa *Helenistik* menautkan siklus 365 hari tersebut dengan siklus 1 tahun tropis, yakni siklus Matahari dari titik *Aries* ke titik *Aries* berikutnya.⁶⁹ Adapun kalender *syamsiah* yang digunakan saat ini berasal dari penanggalan Matahari bangsa Romawi yang kemudian disusun ulang pada masa Julius Caesar sehingga dikenal dengan kalender *Julian*, dan disempurnakan pada tahun 1582 M oleh Paus Gregorius XIII sehingga dikenal dengan kalender *Gregorian*.⁷⁰

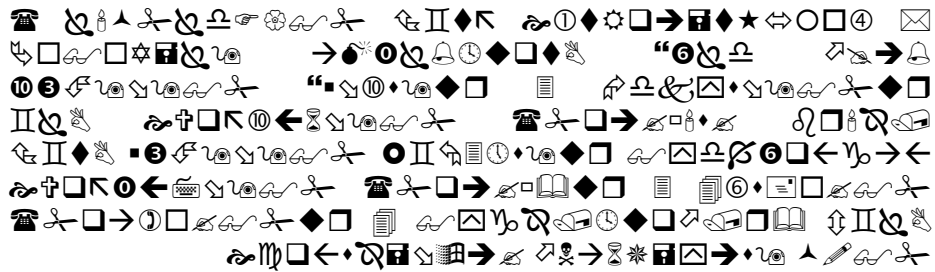
Umat Islam tidak menggunakan sistem penanggalan *syamsiah*, melainkan menggunakan sistem penanggalan *kamariah*. Sistem penanggalan *kamariah* adalah sistem penanggalan yang didasarkan pada pergerakan semu Bulan diamati dari Bumi. Panjang satu bulan kalender *kamariah* adalah 29 atau 30 hari. Hal tersebut berdasarkan siklus *sinodis* Bulan yakni sekitar 29 hari 12^j44^m28^d. Panjang satu tahun kalender *kamariah* adalah 354 hari pada tahun *basithoh* dan 355 hari pada tahun *kabisat* yang masing-masing terbagi menjadi 12 bulan. Hal tersebut didasari oleh jumlah 12 siklus *sinodis* Bulan adalah sekitar 354 11/30 hari. Oleh karena itu dalam 30 tahun kalender *kamariah* terdapat 11 tahun *kabisat*.⁷¹

⁶⁹ Moedji Raharto, *loc.cit.*

⁷⁰ Moedji Raharto, *Ibid.* hlm. 10-11

⁷¹ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 227-228

Awal bulan dalam kalender *kamariah* Islam ditentukan ketika Bulan baru (*Hilal*) nampak setelah peristiwa konjungsi. Peristiwa konjungsi adalah ketika posisi Bulan berada searah dengan posisi Matahari jika dilihat dari Bumi, dengan sudut elongasi sebesar 0°. Hal tersebut didasarkan kepada surat *al-Baqarah* 189.



Artinya: “mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: “Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”⁷²

Ayat di atas menjelaskan bahwa *Hilal* berfungsi sebagai penanda waktu bagi manusia baik dalam urusan dunianya maupun dalam urusan peribadahnya. Proses penandaan waktu menggunakan *Hilal* adalah lebih mudah bagi manusia dibanding penandaan waktu berdasarkan pergerakan Matahari. Penandaan waktu menggunakan *Hilal* dapat diketahui baik oleh mereka yang paham perhitungan maupun mereka yang awam, karena ilmu

⁷² QS. al-Baqarah: 189, lihat: Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Terjemahan Departemen Agama RI), *op.cit.* hlm. 23

tentang *Hilal* dan fase-fase Bulan dapat diketahui melalui pengamatan semata.⁷³

Selain menimbulkan fase-fase Bulan, revolusi bulan juga menimbulkan apa yang disebut dengan konjungsi dan oposisi Bulan dan Matahari. Konjungsi adalah kondisi di mana Bulan dan Matahari berada pada bujur astronomi yang sama, sehingga besar sudut elongasi ketika itu adalah 0° .⁷⁴ Oposisi atau Istiqbal yakni kondisi ketika Bulan dan Matahari saling berhadapan di mana selisih bujur astronomi keduanya adalah 180° .⁷⁵

Ketika posisi Matahari, Bumi dan Bulan berada dalam satu garis lurus pada saat konjungsi maupun oposisi maka akan mengakibatkan gerhana, gerhana Matahari pada saat konjungsi dan gerhana Bulan ketika oposisi. Namun demikian, karena lintasan revolusi Bulan miring sekitar 5° terhadap bidang Bumi, maka gerhana Matahari dan Bulan tidak selalu terjadi pada setiap konjungsi dan oposisi. Gerhana Matahari terjadi apabila Matahari dan Bulan berada pada satu titik simpul yang sama ketika konjungsi, sedangkan gerhana Bulan terjadi ketika Bulan dan Matahari berada pada titik simpul yang berseberangan.⁷⁶

3. Tata Koordinat Bola Langit

⁷³ Ahmad Mustafa al-Maraghi, *Tafsir al-Maraghi*, juz 2, Beirut: Darul Fikr, tt., hlm. 83-87

⁷⁴ Moh. Zubair Abdul Karim, *Ittifaq Dzati al-Bainy*, Gresik: Lajnah Falakiyah NU Jatim, tt., hlm. 5

⁷⁵ *Ibid.*

⁷⁶ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 228-232

Tata koordinat bola langit adalah tata koordinat yang digunakan di dalam astronomi untuk memetakan posisi benda di langit. Adapun dalam ilmu falak, benda langit yang menjadi obyek yang dipetakan posisinya adalah Matahari dan Bulan.⁷⁷

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya dalam sistem tata koordinat bola langit, sedikit banyak masih memanfaatkan teori egosentris dan geosentris. Langit diasumsikan sebagai sebuah bola khayal di mana titik pusat bola tersebut adalah pengamat ataupun Bumi.

Secara umum terdapat empat macam tata koordinat bola langit, yakni tata koordinat horisontal, tata koordinat sudut waktu, tata koordinat ekuatorial dan tata koordinat ekliptika.⁷⁸

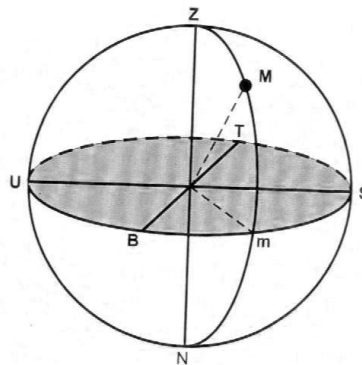
a. Tata Koordinat Horisontal

Untuk menentukan posisi suatu benda langit menggunakan sistem tata koordinat horisontal diperlukan *azimuth* dan tinggi benda langit tersebut. *Azimuth* bintang adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dengan titik utara dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang sepanjang horison searah perputaran jarum jam. Tinggi bintang (*h*) adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang dengan garis yang menghubungkan antara titik

⁷⁷ Muhamad Wardan, *Kitab Ilmu Falak dan Hisab*, Yogyakarta: al-Maktabah al-Matramiyah, 1957, hlm. 36

⁷⁸ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 299

pusat dengan bintang. Tinggi bintang di atas ufuk nilainya positif dari 0° s/d 90° , sebaliknya jika berada di bawah ufuk nilainya negatif dari 0° s/d -90° .⁷⁹



Gambar 2.4 Ilustrasi Tata Koordinat Horizontal⁸⁰

Keterangan Gambar:

Z	= titik <i>zenith</i> ,
N	= titik nadir,
UTSB	= horison/ufuk,
M	= bintang/benda langit,
m	= proyeksi bintang,
M, Z, N, m, M	= lingkaran vertikal,
Sudut UOm (busur UTSm)	= <i>azimuth</i> bintang M,
Sudut Mom (busur mM)	= tinggi bintang M.

b. Tata Koordinat Sudut Jam

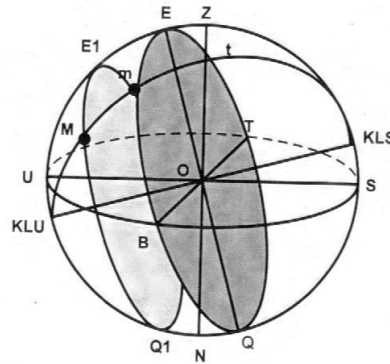
Dalam sistem tata koordinat ini, untuk menentukan posisi benda langit diperlukan sudut jam bintang (t) dan deklinasi bintang (δ). Sudut jam atau *fadlu al-dair* adalah busur sepanjang lingkaran harian suatu benda langit dihitung dari titik kulminasi atas sampai dengan benda langit tersebut.⁸¹ Deklinasi adalah jarak suatu benda langit sepanjang

⁷⁹ *Ibid.* hlm. 300

⁸⁰ *Ibid.*

⁸¹ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 24

lingkaran deklinasi dihitung dari ekuator sampai pada benda langit tersebut.⁸²



Gambar 2.5 Ilustrasi Tata Koordinat Sudut Jam⁸³

Keterangan Gambar:

KLU-KLS	= sumbu langit,
KLU-M-m-KLS	= lingkaran waktu atau lingkaran deklinasi,
EBQT	= Ekuator langit,
M	= ekuator bintang,
m	= proyeksi bintang M di ekuator langit,
E1-M-Q1	= lintasan bintang (sejajar dengan ekuator langit)
E-m	= sudut jam bintang,
M, m-M-m	= deklinasi bintang M.

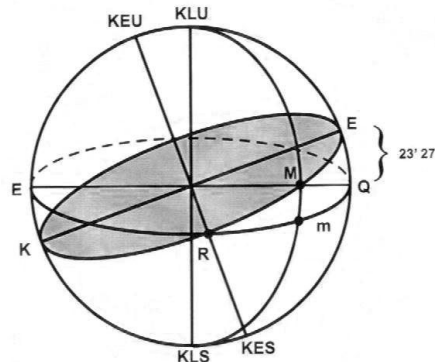
c. Tata Koordinat Ekuatorial

Dalam tata koordinat ini yang dibutuhkan adalah *right ascension* (α) dan deklinasi (δ). *Right ascension* adalah busur sepanjang lingkaran ekuator yang dihitung mulai titik *Aries* ke arah timur sampai ke titik perpotongan antara lingkaran ekuator dengan lingkaran deklinasi melalui benda langit tersebut.⁸⁴

⁸² *Ibid.* hlm. 51

⁸³ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 301

⁸⁴ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak, op.cit.* hlm. 54



Gambar 2.6 Ilustrasi Tata Koordinat Ekuatorial⁸⁵

Keterangan Gambar:

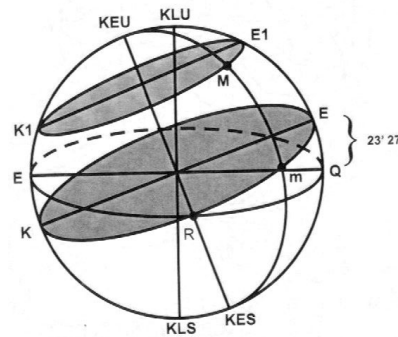
ErmQ	= ekuator langit,
KRME	= ekliptika (membentuk sudut $23^{\circ}27'$ dengan ekuator)
KLU-M-m-KLS	= lingkaran waktu (lingkaran deklinasi)
KEU-KES	= sumbu ekliptika,
R	= titik <i>Aries</i> ,
M	= bintang,
m	= proyeksi bintang M di ekuator langit,
R-m	= <i>right ascension</i> bintang,
m-M	= deklinasi bintang M.

d. Tata Koordinat Ekliptika

Dalam sistem koordinat ini yang diperlukan adalah bujur ekliptika (*ecliptic longitude*) dan lintang ekliptika (*ecliptic latitude*). *Ecliptic longitude* merupakan perpanjang bujur Bumi sedangkan *ecliptic latitude* adalah perpanjang dari lintang Bumi.⁸⁶

⁸⁵ Slamet Hambali, *op.cit.* hlm. 302

⁸⁶ *Ibid.* hlm. 303



Gambar 2.7 Ilustrasi Tata Koordinat Ekliptika⁸⁷

Keterangan Gambar:

ERQ	= ekuator langit,
KrmE	= ekliptika
K1-M-E1	= lingkaran lintang ekliptika,
KEU-M-m-KES	= lingkaran bujur ekliptika,
R	= titik <i>Aries</i> ,
R-m	= bujur ekliptika,
m-M	= lintang ekliptika.

B. Data *Ephemeris* Matahari dan Bulan

Secara umum ilmu astronomi mempelajari tentang jarak, posisi dan pergerakan benda-benda langit. Jarak, posisi dan pergerakan benda langit tentunya tidak dapat diketahui secara langsung, namun dapat diketahui dengan pendekatan perhitungan dan pengamatan. Oleh karena itu, perhitungan menjadi salah satu elemen terpenting dalam ilmu astronomi. Dari perhitungan-perhitungan tersebut kemudian diperoleh data-data astronomis yang menunjukkan jarak dan posisi benda-benda langit. Data-data tersebut kemudian dirangkum menjadi sebuah tabel data astronomis yang biasa disebut dengan tabel *ephemeris*⁸⁸--secara etimologi *ephemeris* berarti tabel harian, adapun

⁸⁷ *Ibid.*

⁸⁸ A. Pannekoek, *op.cit.* hlm. 199.

pengertian *ephemeris* dalam astronomi adalah kumpulan data astronomi yang menunjukkan posisi benda-benda langit.⁸⁹

1. Data *Ephemeris* Matahari dan Bulan dalam Perhitungan Falak.

Metode *hisab hakiki kontemporer*, sebagai metode perhitungan falak yang sejalan dengan perkembangan astronomi saat ini, 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*.⁹⁰

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. *Hisab* sistem *ephemeris* merupakan sistem perhitungan falak yang mana data astronomis (*ephemeris*) Matahari dan Bulan yang digunakan dalam perhitungan diambil dari program *WinHisab v.2.0* milik Badan Hisab Rukyat (BHR) Depag RI. Data-data *ephemeris* tersebut juga diterbitkan oleh Depag tiap tahunnya

⁸⁹ Ronald. A. Oriti, dkk., *Introduction to Astronomy*, California: Glencoe Publishing co. Inc., 1977, hlm. 386.

⁹⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, *op.cit.* hlm. 35-37

dalam bentuk buku dengan judul *Ephemeris Hisab Rukyat*.⁹¹ Data-data *ephemeris* Matahari yang digunakan dalam perhitungan falak *kontemporer* sistem *ephemeris* antara lain:⁹²

- a. *Ecliptic Latitude* (Bujur Astronomis Matahari = *Thul al-Syams*), yaitu jarak Matahari dari titik *Aries* diukur sepanjang lingkaran ekliptika.
- b. *Ecliptic Latitude* (Lintang Astronomis Matahari = *'Ardl al-Syams*), Yaitu jarak titik pusat Matahari dari lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika.
- c. *Apparent Right Ascension* (Panjatan Tegak = *Al-Mathali' al-Baladiyah*), adalah jarak Matahari dari titik *Aries* diukur sepanjang lingkaran ekuator.
- d. *Apparent Declination* (Deklinasi Matahari = *Mail Syams*), adalah jarak Matahari dari equator diukur sepanjang lingkaran deklinasi.
- e. *True Geosentric Distance* (Jarak Geosentris), yaitu jarak antara Bumi dengan Matahari dalam satuan AU (1 AU= 150 juta km).
- f. Semi Diameter (Jari-jari Piringan Matahari = *Nisf al-Quthri al-Syams*), adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya.
- g. *True Obliquity* (Kemiringan Ekliptika = *Mail Kulli*), adalah kemiringan ekliptika dari Ekuator.

⁹¹ *Ibid.*

⁹² *Ibid.* hlm. 153

h. *Equation of Time* (Perata Waktu = *Ta'dil al-Waqt*), adalah selisih antara waktu kulminasi Matahari hakiki dengan waktu kulminasi Matahari rata-rata.

Sedangkan data *ephemeris* Bulan yang digunakan yakni:⁹³

- a. *Apparent Longitude* (Bujur Astronomis Bulan = *Thul al-Qamar*), yaitu jarak dari titik *Aries* sampai titik perpotongan antara lingkaran kutub ekliptika yang melewati Bulan dengan lingkaran ekliptika, diukur sepanjang lingkaran ekliptika.
- b. *Apparent Latitude* (Lintang Astronomis Bulan = *'Ardl al-Qamar*), yaitu jarak antara Bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika.
- c. *Apparent Right Ascension* (Panjatan Tegak = *al-Mathali' al-Baladiyah*), yaitu jarak dari titik aries sampai titik perpotongan lingkaran deklinasi yang melewati Bulan dengan ekuator, diukur sepanjang lingkaran ekuator.
- d. *Apparent Declination* (Deklinasi Bulan = *Mail al-Qamar*), adalah jarak Bulan dari ekuator sepanjang lingkaran deklinasi.
- e. *Horizontal Parallax* (Beda Pandang = *Ikhtilaf al-Mandhor*), adalah sudut antara garis yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika di ufuk ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika itu ke permukaan Bumi.

⁹³ *Ibid.* hlm. 154

- f. Semi Diameter (Jari-jari Piringan Bulan = *Nisf al-Quthr al-Qamar*), yaitu jarak antara titik pusat Bulan dengan piringan luarnya.
 - g. *Angle Bright Limb* (Sudut Kemiringan Bulan), adalah kemiringan piringan *Hilal* yang memancarkan sinar sebagai akibat arah posisi *Hilal* dari Matahari. Sudut ini diukur dari garis yang menghubungkan titik pusat *Hilal* dengan titik pusat Matahari searah jarum jam.
 - h. *Fraction Illumination* (Fase Bulan), yaitu luas piringan Bulan yang menerima sinar Matahari yang menghadap ke Bumi. Harga iluminasi Bulan ketika purnama adalah 1.
2. Perhitungan Data *Ephemeris* Matahari dan Bulan Metode Jean Meeus.

Banyak metode perhitungan astronomi yang dapat dipergunakan untuk mengetahui data-data *ephemeris* Matahari dan Bulan, mulai dari metode perhitungan dengan tingkat akurasi rendah (*low accuracy*) hingga tingkat akurasi tinggi (*high accuracy*). Salah satu metode perhitungan data *ephemeris* Matahari dan Bulan yang termasuk ke dalam kelompok perhitungan akurasi tinggi (*high accuracy computing method*) yakni metode perhitungan yang disusun oleh Jean Meeus.⁹⁴ Jean Meeus adalah astronom berkebangsaan Belgia, lahir pada tahun 1928. Ia mendapat julukan *Master*

⁹⁴ Disampaikan oleh Rinto Anugraha dalam Seminar dan Pengamatan Gerhana Bulan “Gerhana Bulan: Antara Mitos dan Sains” tanggal 16 Juni 2011.

of Astronomical Calculations, karena sering melakukan perhitungan-perhitungan terhadap kejadian-kejadian astronomi yang langka.⁹⁵

Algoritma Jean Meeus dalam perhitungan posisi Matahari dan Bulan sebenarnya merupakan reduksi dari perhitungan *VSOP87* dan *ELP-2000/82* yang lebih rumit dan lebih tinggi akurasinya. Dalam algoritma Jean Meeus, *VSOP87* digunakan sebagai rujukan perhitungan data Matahari⁹⁶ sedangkan *ELP-2000/82* merupakan rujukan dalam perhitungan data Bulan.⁹⁷

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* adalah sebanyak 2425 buah, terdiri dari 1080 koreksi untuk bujur ekliptika, 348 koreksi untuk lintang ekliptika dan 997 koreksi untuk jarak Matahari-Bumi.⁹⁸

ELP-2000/82 atau *Ephemeride Lunaire Parisienne 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* adalah sebanyak 37.862 *periodic terms* (suku

⁹⁵ Jean Meeus, *Mathematical Astronomy Morsels*, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1997, hlm. iii

⁹⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm First Edition*, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1991, hlm. 205-207

⁹⁷ *Ibid.* hlm. 314

⁹⁸ *Ibid.* hlm. 205

koreksi), terdiri dari 20.560 koreksi bujur Bulan, 7.684 koreksi lintang Bulan, dan 9.618 koreksi jarak Bulan ke Bumi.⁹⁹

Pada algoritma Jean Meeus dari ribuan suku koreksi pada *VSOP87* dan *ELP-2000/82*, Meeus hanya mengambil beberapa ratus suku koreksi saja. Ia hanya mengambil suku-suku koreksi yang dinilai besar dan penting, dan membuang suku-suku koreksi yang kurang penting.¹⁰⁰ 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 +6000.¹⁰¹

Ketelitian hasil perhitungan *high accuracy* algoritma Jean Meeus yang tidak lebih dari 1 detik bujur dalam rentang waktu 8000 tahun tersebut kemudian menjadi pertimbangan bagi penulis untuk menggunakannya sebagai metode perhitungan pilihan untuk menyajikan data Matahari dan Bulan yang digunakan dalam perhitungan falak *kontemporer* sistem *ephemeris*. Alasan lainnya yakni karena hingga saat ini Meeus masih terus melakukan koreksi dan perbaikan pada metode perhitungannya untuk menghasilkan perhitungan yang lebih akurat.¹⁰² Beberapa aplikasi penyaji data *ephemeris* Matahari dan Bulan saat ini, seperti *WinHisab 2010* dan

⁹⁹ <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpath/ve82-predictions.html>, diakses pada tanggal 20/9/2012 pukul 06.11 WIB.

¹⁰⁰ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Lab. Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012, hlm. 68

¹⁰¹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms First Edition*, *op. cit.* hlm. 154

¹⁰² Lihat: Jean Meeus, *Astronomical Algorithms First Edition*, *op.cit.* bandingkan dengan: Jean Meeus, *Astronomical Algorithms Second Edition*, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998. bandingkan juga dengan perhitungan Jean Meeus pada website: <http://www.nasa.gov/>

WinFalak, bahkan telah menggunakan algoritma Jean Meeus dalam proses perhitungannya.¹⁰³

3. *Delta T dan Polynomial Expression for Delta T*

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa salah satu kelebihan dari algoritma Jean Meeus yakni masih adanya koreksi dan perbaikan perhitungannya oleh Meeus sendiri. Salah satu perbaikan perhitungan yang paling banyak dilakukan oleh Meeus yakni pada perhitungan ΔT . Hal ini dikarenakan pada beberapa rumus perhitungan ΔT yang ada, kadang terjadi *error* perhitungan untuk waktu-waktu tertentu, sehingga diperlukan rumus lain untuk menghitungnya.¹⁰⁴

Koreksi perhitungan ΔT terbaru yang dilakukan Meeus adalah rumus *polynomial expression for ΔT* . Rumus ini Meeus susun bersama dengan Fred Espenak, dan dipublikasikan melalui *website* milik NASA.¹⁰⁵ Sebagaimana tertulis di *website* tersebut, rumus ini diklaim dapat digunakan untuk menghitung data ΔT untuk rentang waktu 5 *millenium* yakni dari tahun -1999 s/d 3000.¹⁰⁶

¹⁰³ Lihat: *WinHisab 2010*, lihat juga: *WinFalak v.1.0* di <http://pdni.pnri.go.id/winfalak/>

¹⁰⁴ Bandingkan *Chapter 9: Dynamical Time and Universal Time* pada: Jean Meeus, *Astronomical Algorithms First Edition*, *op.cit.* hlm. 71 dengan: Jean Meeus, *Astronomical Algorithms Second Edition*, *op.cit.* hlm. 77

¹⁰⁵ NASA atau *National Aeronautics and Space Administration* adalah lembaga pemerintah Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program angkasa Amerika Serikat dan riset aerospace umum. Lembaga ini didirikan pada tahun 1958 oleh Dwight D. Eisenhower, presiden Amerika Serikat ketika itu. Lihat: <http://history.nasa.gov/>

¹⁰⁶ <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/deltatpoly.html>, diakses pada tanggal 9 Januari 2013 pukul 11.55 WIB

C. Pemrograman Menggunakan *PHP* dan *MySQL*

1. *PHP*

PHP merupakan singkatan dari *PHP Hypertext Preprocessor*, yakni singkatan *rekursif* dari *PHP* itu sendiri.¹⁰⁷ Adapun pada awal pembuatannya, *PHP* merupakan singkatan dari *Personal Home Page*.¹⁰⁸

PHP merupakan bahasa pemrograman berbasis kode (*script*) yang digunakan untuk mengolah suatu data dan mengirimkannya kembali ke *web browser* menjadi kode *HTML*.¹⁰⁹ Pengolahan data-data tersebut secara *on the fly* dieksekusi di dalam *web server*, baru kemudian hasilnya ditampilkan di *web browser*, biasanya dalam bentuk kode *HTML*. Oleh karena itu *PHP* dikenal juga sebagai salah satu bahasa pemrograman *server side*.¹¹⁰

Script PHP ditulis menggunakan bahasa C. Artinya bahasa induk dari pemrograman *PHP* adalah bahasa C. Oleh karena itu kode-kode perintah yang digunakan di dalam *PHP* memiliki banyak persamaan dengan bahasa-bahasa pemrograman lain yang juga menginduk ke bahasa C seperti *C#*, *Java*, dan *JavaScript*.¹¹¹

¹⁰⁷ Kasiman Peranginangin, *Aplikasi Web dengan PHP dan MySQL*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006, hlm. 2

¹⁰⁸ Betha Sidik, *Pemrograman Web dengan PHP*, Bandung: Penerbit Informatika, 2012, hlm. 4

¹⁰⁹ Diar Puji Oktavian, *Menjadi Programmer Jempolan Menggunakan PHP*, Yogyakarta: Mediakom, 2010, hlm. 31

¹¹⁰ Betha Sidik, *loc.cit.*

¹¹¹ Diar Puji Oktavian, *op.cit.* hlm. 9

PHP merupakan *Open Source Software* (OSS), artinya *PHP* disebar dan dilisensikan secara gratis. Selain itu para pengguna juga diberikan kesempatan untuk ikut serta berpartisipasi dalam proses pengembangannya.¹¹²

a. Sejarah dan Perkembangan *PHP*

PHP pertama kali dibuat pada musim gugur tahun 1994 oleh Rasmus Lerdoff. Versi pertama dirilis pada awal tahun 1995 dengan nama *Personal Home Page tools*, yang berupa *engine parser* yang masih sangat sederhana. Selanjutnya pada pertengahan tahun 1995 *parser* tersebut diprogram ulang, ditambahkan kemampuan untuk menginterpretasi data dari form dan dukungan untuk *mSQL database*. *PHP* versi revisi ini kemudian dikenal dengan nama *PHP/FI v.2.0* kependekkan dari *Personal Home Page-Form Interface*.¹¹³

Pada pertengahan tahun 1997 *PHP* dikembangkan kembali oleh satu tim yang terdiri dari Rasmus, Zeev Suraski dan Andi Gutschans. *PHP* ditingkat kinerjanya dengan menambahkan berbagai macam *utilitas* di dalamnya, sehingga lahir *PHP v.3*. *PHP v.4* lahir empat tahun kemudian yakni pada Januari 2001.¹¹⁴ Saat ini *PHP* telah mencapai versi 5.4 dan masih dalam pengembangan menuju *PHP v.6*.¹¹⁵

¹¹² Kasiman Peranginangin, *loc.cit.*

¹¹³ Betha Sidik, *op.cit.* hlm. 12

¹¹⁴ *Ibid.* hlm.13-14

¹¹⁵ Lihat: <http://www.php.net/>

b. *Sintaks PHP*

Penulisan *script PHP* pertama kali harus diawali dengan *tag* `<?php` dan diakhiri dengan *tag* `?>`. Selanjutnya di antara kedua *tag* tersebut dapat berisi *statement*, fungsi maupun *class*.¹¹⁶

- 1) *Statement* adalah baris-baris perintah yang akan dieksekusi dalam program *PHP*. Setiap baris *statement* harus diakhiri dengan menggunakan tanda titik koma (;). Pada setiap *statement* dapat berisi variabel, fungsi maupun ekspresi.¹¹⁷

Variabel adalah tempat untuk menyimpan suatu nilai atau data, di dalam *PHP* variabel diawali dengan karakter `$`.¹¹⁸ Ekspresi adalah proses penulisan suatu bentuk proses untuk menghasilkan nilai baru, biasanya suatu ekspresi terdiri dari variabel, konstanta dan operator.¹¹⁹ Konstanta adalah ungkapan atau ekspresi yang memiliki nilai tetap.¹²⁰ Sedangkan operator adalah pernyataan yang dapat digunakan untuk memanipulasi data dalam ekspresi.¹²¹ Untuk lebih mudah memahaminya, berikut ini contoh penulisan *statement* yang berisi variabel, konstanta, ekspresi dan operator:

```
<?php
    $harga = 2000;
    $diskon = $harga*20/100;
```

¹¹⁶ Betha sidik, *op.cit.* hlm. 80

¹¹⁷ *Ibid.*

¹¹⁸ *Ibid.* hlm. 105

¹¹⁹ Kasiman Peranginangin, *op.cit.* hlm. 50

¹²⁰ *Ibid.* hlm. 81

¹²¹ Moh. Sulhan, *Pengembangan Aplikasi Berbasis Web dengan PHP & ASP*, Yogyakarta: Penerbit Gava Media, 2007, hlm. 86

```
$hargadiskon= $harga-$diskon;
?>
```

Keterangan:

\$harga, \$diskon, \$hargadiskon merupakan variabel,
20, 100, 2000 merupakan konstanta,
(*) dan (/) merupakan operator,
\$harga*20/100 dan \$harga-\$diskon merupakan ekspresi.

Proses penulisan *statement* seperti di atas adalah *statement* untuk pengolahan data, adapun untuk menampilkan data dapat menggunakan perintah **echo** atau **print**.¹²²

- 2) Fungsi adalah subprogram yang terdiri dari sekumpulan *statement* yang akan melaksanakan suatu tugas tertentu. Fungsi memungkinkan program lebih terstruktur dan meminimalisir penulisan *statement* yang sama berkali-kali. *PHP* telah menyediakan banyak fungsi yang dapat digunakan pengguna. Namun untuk fleksibilitas, pengguna diperbolehkan membuat fungsi sendiri sesuai kebutuhan pengguna (*user-defined function*).¹²³
- 3) *Class* adalah kumpulan variabel dan fungsi yang bekerja bersama. *Class* memungkinkan suatu variabel dan fungsi bekerja bersama dalam satu lingkungan tersendiri.¹²⁴

Pada setiap penulisan variabel, fungsi ataupun *class* diperlukan penamaan secara khusus. Penamaan pada variabel, fungsi dan *class*

¹²² Betha Sidik, *op.cit.* 114-115

¹²³ Kasiman Peranginangin, *op.cit.* hlm. 174-175

¹²⁴ Betha Sidik, *op.cit.* hlm. 518

tersebut dikenal dengan proses *identifier*. Adapun aturan dalam *identifier* adalah sebagai berikut:¹²⁵

- 1) Dimulai dengan huruf, karakter berikutnya dapat berupa huruf, angka atau karakter *underscore* (_)
- 2) Bersifat *case sensitive*, artinya besar kecil huruf berpengaruh pada perbedaan nama.

2. MySQL

MySQL atau *My Structured Query Language* adalah salah satu sistem manajemen *database* relasional (*Relational Database Management System*) yang diperuntukkan sebagai basis penyimpanan data bagi aplikasi-aplikasi yang berjenis *web program*.¹²⁶ *Database* adalah kumpulan data yang terstruktur, berisikan informasi atau sekumpulan daftar yang bekerja bersama dan saling terkait. Sejak komputer menjadi alat yang sangat baik untuk menangani data dalam jumlah yang besar maka manajemen *database* memerankan peranan penting di dalam pengolahan data, baik sebagai utilitas yang berdiri sendiri maupun sebagai bagian dari suatu aplikasi.¹²⁷

Sebuah *database* menyimpan data di dalam tabel yang terpisah daripada menyimpan semua data didalam satu ruang penyimpanan yang besar. Cara seperti ini akan menambah kecepatan dan *exibility*. Tabel-tabel

¹²⁵ Kasiman Peranginangin, *op.cit.* hlm. 18

¹²⁶ Moh. Sulhan, *op.cit.* hlm. 3

¹²⁷ Christopher Allen, dkk., *Introduction to Relational Databases an SQL Programming*, Illinois: Mc.GrawHill Technology Education, 2004, hlm. 1

ini terhubung oleh relasi yang telah didefinisikan sehingga memungkinkan untuk menghubungkan data dari beberapa tabel sesuai permintaan.¹²⁸

MySQL merupakan salah satu *web database* yang dikembangkan pertama kali oleh Michael Widenius pada tahun 1995 menggunakan perintah standar *SQL (Structured Query Language)*.¹²⁹ Adapun *SQL* (baca: *sekuel*) adalah bahasa standar yang digunakan untuk mengakses basis data relasional. *SQL* pertama kali dikembangkan pada tahun 1979 oleh perusahaan Relational Software, Inc. di San Jose, California.¹³⁰

Berikut adalah perintah-perintah *SQL* yang sering digunakan untuk kebutuhan perancangan aplikasi *web*:¹³¹

- a. Perintah **CREATE database**, digunakan untuk membuat *database*.

Contoh: `CREATE database db_ephemeris;`

- b. Perintah **CREATE table**, digunakan untuk membuat tabel dalam suatu *database*.

Contoh: `CREATE table koreksi_periodik_bulan (series varchar (2) not null, M varchar (4) not null, Mkomple varchar (7) not null, Omega varchar (6) not null, F varchar (6) not null, koef varchar (9) not null);`

- c. Perintah **SELECT * FROM**, digunakan untuk mengambil atau menampilkan data dari suatu tabel pada suatu *database*.

Contoh: `SELECT * FROM koreksi_periodik_bulan;`

¹²⁸ *Ibid.* hlm. 3-4

¹²⁹ Bunafit Nugroho, *Database Relasional dengan MySQL*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005. hlm. 1-2

¹³⁰ Christopher Allen, dkk., *op.cit.* hlm. 9-10

¹³¹ Moh. Sulhan, *op.cit.* hlm. 70-72

- d. Perintah **INSERT INTO**, digunakan untuk menyisipkan data ke dalam tabel pada suatu *database*.

Contoh:

```
INSERT INTO koreksi_periodik_bulan (series, M,
Mkomple, Omega, F, koef) VALUES ('1','0','-
1','0.5','3','0.234');
```

- e. Perintah **DELETE FROM**, digunakan untuk menghapus *record* data dari tabel pada suatu *database*.

Contoh:

```
DELETE FROM koreksi_periodik_bulan WHERE series=1;
```

- f. Perintah **UPDATE**, digunakan untuk memperbaharui data di dalam tabel pada suatu *database*.

Contoh:

```
UPDATE koreksi_periodik_bulan SET koef='2,4' WHERE
series=1;
```

3. Pemrograman Berbasis Obyek (*Object Oriented Programming*)

OOP atau *Object Oriented Programming* adalah teknik pemrograman yang mana program akan dibagi ke dalam obyek-obyek. Pendefinisian isi program ke dalam obyek ini bertujuan untuk efisiensi penulisan program, di mana pemrogram tidak harus menuliskan data yang sama secara berulang. Pembagian obyek-obyek tersebut juga mempermudah pertukaran data antar obyek karena antar obyek dapat saling terhubung secara fleksibel. Di dalam teknik ini obyek-obyek tersebut kemudian dibedakan lagi ke dalam *property* dan *method*.¹³²

Property lebih dikenal dengan variabel yang bersifat publik sedangkan *method* ini merupakan fungsi yang berisi *statement-statement*

¹³² Betha Sidik, *op.cit.* hlm. 507-508

tertentu. Obyek-obyek ini kemudian bisa diperluas lagi melalui proses *inheritance* atau turunan. Obyek turunan merupakan obyek modifikasi dari obyek yang telah ada sebelumnya.¹³³

Pengaplikasian teknik OOP dalam pemrograman *PHP* yakni dengan membagi program ke dalam *class-class*. Pada setiap *class* tersebut kemudian akan dibagi ke dalam variabel dan fungsi. Variabel-variabel data di dalam *class* tersebut berfungsi sebagai *property* sedangkan *method*-nya adalah berupa fungsi-fungsi. Adapun proses penurunan obyek dilakukan dengan pembuatan *subclass*.¹³⁴

¹³³ *Ibid.* hlm. 526

¹³⁴ *Ibid.* hlm. 518-527