

BAB IV

ANALISIS METODE *HISAB* GERHANA BULAN DALAM KITAB

IRSYÂD AL-MURÎD

A. Analisis Metode *Hisab* Gerhana Bulan dalam Kitab *Irsyâd al-Murîd*

Dalam *hisab* awal bulan maupun gerhana Bulan, kita dapat melihat adanya perbedaan-perbedaan dalam menentukannya. Aliran-aliran *hisab* di Indonesia apabila ditinjau dari segi sistemnya dapatlah dibagi menjadi dua kelompok besar, yakni *hisab ‘urfi* dan *hisab hakiki*. Namun seiring dengan perkembangan zaman muncullah aliran-aliran *hisab* baru yang berusaha untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat seperti *hisab hakiki takribi*, *hisab hakiki tahkiki* dan *hisab* kontemporer.¹

Ilmu *hisab* merupakan ilmu sains yang terus berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Hal ini dipengaruhi oleh makin mutakhirnya peralatan dan teknologi. Ilmu ini juga akan terus mengalami adanya perubahan data dikarenakan sifat alam yang dinamis. Statemen ini bisa dianalisis dengan berbagai data yang makin diperbaharui dan berubah seperti kemiringan ekliptika yang telah dilakukan penelitian oleh al-Biruni.²

Pada zaman sekarang ini semakin banyak bermunculan program software data astronomis Bulan dan Matahari untuk keperluan perhitungan

¹ Ichtijanto dkk, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981, hal 37-38.

² Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan al-Biruni*, Terj. Mursid Djokolelono, Jakarta : Suara Bebas, 2007, lihat M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Pemikiran Hisab KH. Ma’sum bin Ali al-Maskumambangi (Analisis Terhadap Kitab Badi’ah al-Mitsal fi Hisab al-Sinin wa al-Hilal tentang Hisab al-Hilal)*, Skripsi Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, Semarang, 2010, td, hal. 81.

pengukuran arah kiblat, waktu-waktu salat, awal bulan dan gerhana. Program-program itu misalnya “*Mawaqit*” yang diprogram oleh ICMI korwil Belanda pada tahun 1993, program “*Falakiyah Najmi*” oleh Nuril Fu’ad pada tahun 1995, program “*Astinfo*” oleh jurusan astronomi MIPA ITB Bandung tahun 1996, program “*Badi’atul Mitsal*” tahun 2000 dan program *Ahillah, Misal, Pengetan* dan *Tsaqib* tahun 2004 oleh Muhyiddin Khazin, program “*Mawaqit versi 2002*” oleh Hafidz pada tahun 2002.³

Kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan kitab karangan Ahmad Ghozali yang dikeluarkan pada tahun 2005. Dalam menentukan arah kiblat, waktu salat, gerhana Matahari dan Bulan kitab *Irsyâd al-Murîd* sudah menggunakan rumus matematika modern. Ahmad Ghozali telah menerbitkan banyak buku yang berkaitan dengan ilmu falak namun kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan penyempurnaan dari kitab-kitab lainnya. Metode dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* berbeda dengan metode kitab-kitab Ahmad Ghozali lainnya, karena kitab ini dalam penggunaannya menggunakan rumus-rumus yang langsung dioperasikan tanpa harus melihat ke jadwal atau tabel lainnya. Alasan Ahmad Ghozali menggunakan jadwal atau tabel dalam karya terbarunya adalah karena menurutnya cara yang lebih dibutuhkan dan mudah dipahami dikalangan santri dan masyarakat yakni dengan menggunakan cara tersebut.⁴ Hal ini dilakukan Ahmad Ghozali karena tujuan utama Ahmad Ghozali

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, Yogyakarta: Buana Pustaka, cet IV, tt, hal. 37.

⁴ Hasil wawancara dengan ust Su’udi salah satu pengajar di pondok pesantren Lanbulan, pada tanggal 6 Desember 2013 pada pukul 10.30 WIB.

menyusun kitab-kitab tersebut adalah untuk memasyarakatkan ilmu falak di kalangan santri-santrinya khususnya dan masyarakat umumnya.

Dalam perhitungan untuk mendapatkan gerhana Bulan, metode untuk mendapatkan data Bulan dan Matahari sudah tersedia dalam rumus matematika modern yang dapat dikerjakan dengan menggunakan kalkulator. Misal dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai dari *hiṣah al-arḍ* pada gerhana Bulan total yang akan terjadi pada tanggal 15 April 2014 M atau 14 Jumadil Akhir 1435 H dicari dengan rumus:

Tabel. 11 : Rumus perhitungan untuk mencari nilai F⁵

F	$\text{Frac} \left((164.2159288 + 390.67050274 \times 305.5 + -0.0016431 \times 0.254583333^2 - 0.00000227 \times 0.254583333^3) / 360 \right) \times 360$ $= 354^\circ 03' 15''$
----------	--

1. Teori yang digunakan

Copernicus adalah seorang ahli astronomi amatir dari Polandia yang menentang pandangan Geosentris dari Ptolomeus. Ia mengemukakan dalam bukunya "*Revolutionibus Orbium Celestium*" bahwa Matahari merupakan pusat dari suatu sistem peredaran benda-benda langit, yang dikenal dengan Heliosentris yakni Matahari sebagai pusat peredaran Bumi dan benda-benda langit lain yang menjadi anggotanya. Sejak Copernicus mengumumkan pandangan Heliosentrisnya, maka dalam dunia astronomi sampai abad 18 M ada 2

⁵ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al-Murid*, Madura: Lafal, cet III, 2005, hal. 175.

aliran, yaitu aliran Ptolomeus (pendapat lama dengan Geosentrisnya) dan aliran Copernicus (pendapat baru dengan Heliosentrisnya).⁶

Dari berbagai macam perkembangan keilmuan *hisab* di Indonesia, bisa diklasifikasikan ke dalam lima komponen umum menurut tingkat akurasinya, yaitu:

1. *Hisab ‘urfi*

Hisab ‘urfi hanya didasarkan kepada kaidah-kaidah umum dari gerak atau perjalanan bulan mengelilingi Bumi dalam satu bulan sinodis, yakni satu masa dari *ijtimak*/konjungsi yang satu ke konjungsi lainnya. *Hisab* ini dinamakan *hisab ‘urfi* karena perhitungannya didasarkan pada kaidah-kaidah yang bersifat tradisional, yaitu hanya didasarkan pada garis-garis besarnya saja. Sistem perhitungan *hisab ‘urfi* ini senantiasa menggunakan bilangan tetap yang tidak pernah berubah. Oleh karena itu, terkadang hasil perhitungannya berbeda dengan hasil dari perhitungan *hisab hakiki*.

2. *Hisab hakiki*

Hisab hakiki adalah sistem *hisab* yang didasarkan pada peredaran Bulan dan Bumi yang sebenarnya. Sejarah *hisab hakiki* dapat dirunut dari sejarah *hisab hakiki takribi*, karena dalam konteks Indonesia *hisab hakiki* dapat dikelompokkan menjadi tiga generasi,

⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, op. cit., hal. 27.

yaitu *hisab hakiki takribi* dan *hisab hakiki tahkiki* dan *hisab hakiki kontemporer*.⁷

a. *Hisab hakiki takribi*

Hisab hakiki takribi, sesuai dengan julukannya, hasilnya baru mendekati kebenaran, dan sistemnya sangat sederhana. *Hisab hakiki takribi* ini dapat dihitung dan diselesaikan tanpa kalkulator dan komputer, karena sistem perhitungannya kebanyakan hanya menambah dan mengurangi belum menggunakan rumus-rumus segitiga bola. *Hisab hakiki takribi* adalah *hisab* yang datanya bersumber dari data yang telah disusun dan telah dikumpulkan oleh Ulugh Beyk As-Syamarqand (wafat 1420 M). Data ini merupakan hasil pengamatannya yang didasarkan pada teori Geosentris (Bumi sebagai pusat peredaran benda-benda langit).

Sistem *hisab hakiki takribi* ini dapat dijumpai dalam kitab *as-Sulam an-Naiyyirain* karya Manshur al-Battawiy, *Fathu Rauf al-Mannan* karya Abdul Djalil Kudus, dan dalam kitab *al-Khulaṣah al-Wafiyah* karya Zubair Umar al-Jaelany. Dalam kitab *as-Sulam an-Nayyirain* dan kitab *Fathu Rauf al-Mannan*, sistem *hakiki takribi* sudah final, sedangkan dalam kitab *al-*

⁷ Disampaikan pada Seminar sehari oleh Drs Slamet Hambali, yang diselenggarakan oleh Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, hari Sabtu, 7 Nopember 2009 di Kampus IAIN Walisongo, Semarang. Lihat Wahyu Fitria, *Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab al-Khulaṣah al-Wafiyah dan Ephemeris*, Skripsi Sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2011, td, hal. 8-9.

Khulāṣah al-Wafīyyah, sistem *hakiki takribi* belum final, baru proses awal yang harus dilalui untuk melakukan *hisab hakiki tahkiki*.

b. *Hisab hakiki tahkiki*

Hisab hakiki tahkiki, merupakan lanjutan dari *hisab hakiki takribi*. Dalam *hisab hakiki tahkiki* proses perhitungannya mendetail, dengan menggunakan rumus-rumus segitiga bola. *Hisab hakiki tahkiki* adalah *hisab* yang metode perhitungannya berdasarkan data astronomis yang diolah dengan *spherical trigonometry* (ilmu ukur segitiga bola) dengan koreksi-koreksi gerak Bulan maupun Matahari yang sangat teliti. Dalam menyelesaikan perhitungannya digunakan alat-alat perhitungan misalnya kalkulator ataupun komputer. Salah satu kitab yang membahas perhitungan gerhana Bulan yang sudah menggunakan sistem ini adalah *Nūr al-Anwār* karya Noor Ahmad Jepara dan *al-Khulāṣah al-Wafīyyah* karya Zubair Umar al-Jaelany Salatiga. Meskipun kitab-kitab tersebut perhitungannya termasuk sistem *hisab hakiki tahkiki*, akan tetapi pada dasarnya sistem *hisab* yang ada pada kitab-kitab falak tergolong klasik. Karena metode perhitungannya hanya terbatas pada pemikiran pengarang dari kitab tersebut. Sedangkan dalam segi astronomi, ilmu *hisab* terus berkembang tanpa ada keterbatasan.

c. *Hisab hakiki* kontemporer

Hisab hakiki kontemporer, adalah sebagaimana sistem *hisab hakiki tahkiki* yang diprogram dalam komputer yang sudah disesuaikan dengan perkembangan ataupun temuan-temuan baru. Dan sistem *hisab* ini adalah sistem *hisab* yang paling menonjol dan banyak digunakan oleh ahli falak sekarang ini. *Hisab* kontemporer sendiri tertuang dalam beberapa model. Ada yang berbentuk data yang disajikan dalam bentuk tabel seperti *Astronomical Almanac* dan *Ephemeris*. Sedangkan yang lain dalam sebuah program komputer seperti mawaqit karya Ing Khafid.

Kitab *Irsyâd al-Murîd*, jika dilihat dari klasifikasi di atas merupakan kitab yang tergolong ke dalam kitab *hisab hakiki* kontemporer dan berpangkal pada aliran Heliosentris. Oleh karena itu, dalam menghasilkan nilai untuk mencari waktu gerhana Bulan selisih antara nilai kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan perhitungan kontemporer lainnya, seperti NASA hanya berbeda pada menit saja, seperti data yang terlampir pada bab 1.

2. Sumber Data yang digunakan

Kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan penyempurnaan dari kitab-kitab lainnya. Kitab ini tidak menggunakan tabel dalam perhitungannya, namun menggunakan rumus-rumus matematika kontemporer untuk

melakukan proses perhitungan. Hal ini menurut penulis, lebih memudahkan masyarakat dalam memahaminya.

Nilai-nilai konstanta dalam perhitungan gerhana Bulan yang ada dalam kitab *Irsyâd al-Murîd*, selain bersumber dari pemikiran asli Ahmad Ghozali juga bersumber dari pemikiran Jean Meeus dan juga dari pemikiran Muhammad Syaukat Odeh.⁸

3. *Ta'dil* (Koreksi)

Ta'dil atau koreksi merupakan langkah yang digunakan untuk mengoreksi hasil-hasil pada perhitungan bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Sebagai kitab yang menggunakan sistem *hisab* kontemporer, kitab *Irsyâd al-Murîd* melakukan koreksi pada perhitungannya karena adanya gerak dan peredaran Bumi yakni rotasi⁹, revolusi¹⁰, presesi¹¹, nutasi¹² dan apsiden¹³.

Di bawah ini penulis berikan proses koreksi untuk mendapatkan nilai fase-fase *istiqbal*¹⁴ yang digunakan oleh kitab *Irsyâd al-Murîd*.

⁸ Hasil wawancara dengan ust Su'udi salah satu pengajar di pondok pesantren Lanbulan, pada tanggal 6 Desember 2013 pada pukul 10.30 WIB.

⁹ Rotasi adalah perputaran benda langit pada porosnya dari arah Barat ke Timur dengan kecepatan rata-rata 108 ribu km/jam. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, *op. cit.*, hal. 128.

¹⁰ Revolusi adalah peredaran benda langit mengelilingi Matahari dari arah Barat ke arah Timur dengan kecepatan 30 km/detik. *Ibid.*, hal. 129.

¹¹ Presesi merupakan perputaran sumbu rotasi Bumi mengedari sumbu bidang ekliptika. Lihat Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, Cet I, 2012, hal. 209.

¹² Nutasi merupakan gerak gelombang dalam gerak presesi. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)* *op. cit.*, hal. 131.

¹³ Apsiden adalah gerak titik *aphelium* dan *perihelium* yang bergeser dari arah Timur ke arah Barat. Lihat Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, *op. cit.*, hal. 212.

¹⁴ Koreksi fase-fase *istiqbal* merupakan langkah yang ditempuh untuk mendapatkan nilai waktu pertengahan gerhana.

$$T1 = -0.4065 \times \sin M'$$

$$T2 = 0.1727 \times E \times \sin M$$

$$T3 = 0.0161 \times \sin 2M'$$

$$T4 = -0.0097 \times \sin (2 \times F1)$$

$$T5 = 0.0073 \times E \times \sin (M' - M)$$

$$T6 = -0.005 \times E \times \sin (M' + M)$$

$$T7 = -0.0023 \times \sin (M' - 2 \times F1)$$

$$T8 = 0.0021 \times E \times \sin (2 \times M)$$

$$T9 = 0.0012 \times \sin (M' + 2 \times F1)$$

$$T10 = 0.0006 \times E \times \sin (2 \times M' + M)$$

$$T11 = -0.0004 \times \sin 3M'$$

$$T12 = -0.0003 \times E \times \sin (M + 2 \times F1)$$

$$T13 = 0.0003 \times \sin A1$$

$$T14 = -0.0002 \times E \times \sin (M + 2 \times F1)$$

$$T15 = -0.0002 \times E \times \sin (2 \times M' - M)$$

$$T16 = -0.0002 \times \sin \Omega^{15}$$

Dari contoh *ta'dil* koreksi fase-fase *istiqbal* di atas dapat kita lihat bahwa dalam kitab *Irsyâd al-Murid* melakukan banyak koreksi. Alasan adanya proses koreksi-koreksi yang panjang dalam kitab *Irsyâd al-Murid* adalah adanya gerak presesi, nutasi dan apsiden. Gerak presesi diakibatkan oleh gaya gravitasi Matahari yang besar yang mempengaruhi kemiringan sumbu Bumi. Gerak inilah yang menyebabkan titik Aries tidak tetap pada suatu

¹⁵ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al-Murid, op. cit.*, hal. 176.

tempat yang sama, melainkan bergeser sepanjang ekliptika dengan arah positif, gerak ini juga menyebabkan koordinat seluruh benda langit selalu berubah untuk jangka waktu yang panjang¹⁶.

4. *Markaz*

Markaz merupakan tempat dimana data-data yang digunakan untuk perhitungan diambil seperti data lintang dan bujur. pada perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* tidak menggunakan *markaz* untuk proses perhitungan gerhana.

5. Analisis Proses Perhitungan

Metode yang digunakan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan metode pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms* karangan Jean Meeus. Ahmad Ghozali juga telah menjelaskan bahwasannya kitab *Irsyâd al-Murîd* selain bersumber dari pemikiran beliau sendiri juga bersumber dari buku karangan Jean Meeus tersebut. Oleh karena itu, antara metode yang digunakan kitab *Irsyâd al-Murîd* dan buku *Astronomical Algorithms* mempunyai keterkaitan dalam proses perhitungan. Pembuktian adanya keterkaitan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan *Astronomical Algorithms* dapat dilihat pada proses perhitungan kedua metode tersebut, yakni sebagai berikut:

¹⁶ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, *op. cit.*, hal. 210-211.

Tabel. 12 : Data perbandingan perhitungan gerhana Bulan *Irsyâd al-Murid* dengan
Astronomical Algorithms

Perhitungan	<i>Irsyâd al-Murid</i> ¹⁷	<i>Astronomical Algorithms</i> /Jean Meeus ¹⁸
Time in Julian centuries (T)	$K / 1200$	$K / 1236.85$
Moon's Argument of Latitude (F)	$\text{Frac} ((164.2159288 + 390.67050274 \times K + -0.0016341 \times T^2 + -0.00000227 \times T^3) / 360) \times 360$	$160.7108 + 390.67050274 \times K - 0.0016341 \times T^2 - 0.00000227 \times T^2 + 0.000000011 \times T^4$
Longitude of the ascending node of the lunar orbit (Ω)	$\text{Frac} ((326.4991207 + -1.5637558 \times K + 0.0020691 \times T^2 + 0.00000215 \times T^3) / 360) \times 360$	$124.7746 - 1.56375580 \times K + 0.0020691 \times T^2 + 0.00000215 \times T^3$
Julian Day (JD)	$2447740.651689 + 29.530588853 \times K + -0.0001337 \times T^2 - 0.00000015 \times T^3$	$2451550.09765 + 29.530588853 \times K + 0.0001337 \times T^2 - 0.000000150 \times T^3 + 0.00000000073 \times T^4$

Dari tabel di atas, dapat dipahami bahwasannya proses perhitungan yang digunakan kedua metode tersebut hampir sama hanya

¹⁷ Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al-Murid*, loc. cit.

¹⁸ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willmann Bell. Inc, 1991, hlm. 320.

saja nilai konstanta berbeda pada nilai belakangnya. Seperti untuk mencari nilai T, pada kitab *Irsyâd al-Murid* menggunakan rumus $K/1200$ sedangkan pada buku *Astronomical Algorithms* menggunakan rumus $K/1236.85$. Keterkaitan yang lainnya juga dapat dilihat pada rumus untuk mencari nilai *eksentrisitas* orbit Bumi.

Tabel. 13 : Data perbandingan perhitungan untuk mengetahui nilai *eksentrisitas* antara

Irsyâd al-Murid dengan *Astronomical Algorithms*

<i>Irsyâd al-Murid</i> ¹⁹	<i>Astronomical Algorithms/Jean Meeus</i> ²⁰
$E = 1 - 0.002516 \times T + - 0.0000074 \times T^2$	$E = 1 - 0.002516 \times T - 0.0000074 \times T^2$

E merupakan kepanjangan dari *eksentrisitas*, *eksentrisitas* adalah bahasa astronomis yang berarti kelonjongan. Kelonjongan yang dimaksud ini merupakan orbit Bumi yakni *eksentrisitas* atau kelonjongan orbit Bumi. Karena orbit Bumi berbentuk elips, dan lintasan elips jarak Matahari dan Bumi selalu berubah pada peredaran dengan jarak titik *perihelium* (titik terdekat) dan titik *aphelium* (titik terjauh) adalah 5.000.000 km. Dengan kemiringan sebesar 23 derajat 27 menit.²¹

Dari sinilah mengapa dibutuhkan koreksi terhadap nilai *eksentrisitas* orbit Bumi. Karena jarak Bumi dengan Matahari yang selalu berubah dan hal ini juga mempengaruhi jarak Bumi dengan Bulan. Cara

¹⁹ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al-Murid*, hal. 176.

²⁰ Jean Meeus, *loc. cit.*

²¹ Slamet Hambali, *op. cit.*, hal. 131.

yang digunakan untuk mencari nilai *eksentrisitas* orbit Bumi antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan buku *Astronomical Algorithms* hampir sama hanya berbeda dalam penambahan dan pengurangan. Setelah angka 1 dikurangkan dengan nilai 0.002516 kemudian dikalikan dengan nilai T, dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* kemudian ditambahkan dengan nilai (-0.0000074) sedangkan dalam buku *Astronomical Algorithms* dikurangkan dengan nilai 0.0000074. Perbedaan yang lainnya yakni untuk mencari nilai jarak terkecil dari titik pusat Bulan sampai sumbu bayangan Bumi, dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* dan buku *Astronomical Algorithms* keduanya melambangkan dengan huruf Y.

Tabel . 14 : Data perbandingan perhitungan untuk mengetahui nilai Y antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan *Astronomical Algorithms*

<i>Irsyâd al-Murîd</i> ²²	<i>Astronomical Algorithms</i> /Jean Meeus ²³
$Y = S \times \sin F1 + C \times \cos F1 \times (1 - 0.0048 \times W)$	$Y = (P \times \cos F1 + Q \times \sin F1) \times (1 - 0.0048 \times W)$

Namun, jika rumus dari kitab *Irsyâd al-Murîd* di atas disamakan dengan rumus buku *Astronomical Algorithms* maka hasilnya sebagai berikut:

$$Y = Q \times \sin F1 + P \times \cos F1 \times (1 - 0.0048 \times W)$$

Sedangkan rumus dari *Astronomical Algorithms* adalah sebagai berikut:

$$Y = (P \times \cos F1 + Q \times \sin F1) \times (1 - 0.0048 \times W)$$

²² Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al-Murîd*, *op. cit.*, hal. 183.

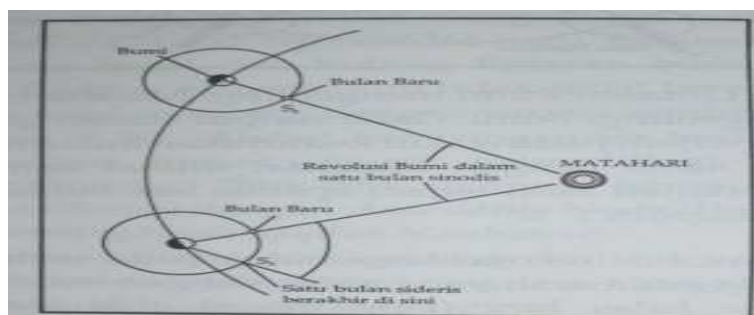
²³ Jean Meeus, *op. cit.*, hal. 351.

Dari rumus di atas dapat kita pahami bahwa terdapat kesamaan pada rumus yang digunakan oleh Ahmad Ghozali dalam kitab *Irsyâd al-Murid* dengan Jean Meeus dalam bukunya *Astronomical Algorithms*.

6. Analisis Kriteria Batas Ekliptis dalam Rumus Penentuan Nilai Kemungkinan Terjadinya Gerhana

Bulan merupakan satu-satunya satelit Bumi. Bulan mempunyai dua gerakan, yakni revolusi dan rotasi. Satu kali revolusi Bulan memerlukan waktu rata-rata 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Periode waktu ini disebut satu bulan *sideris* atau *syahr nujumi*. Dalam gerhana Bulan dikenal istilah periode *sinodis*, yakni waktu yang diperlukan Bulan untuk menempuh dari fase Bulan purnama ke Bulan purnama berikutnya selama 29 hari 12 jam 44 menit 03 detik.²⁴

Gambar. 4 : Periode sinodis Bulan²⁵



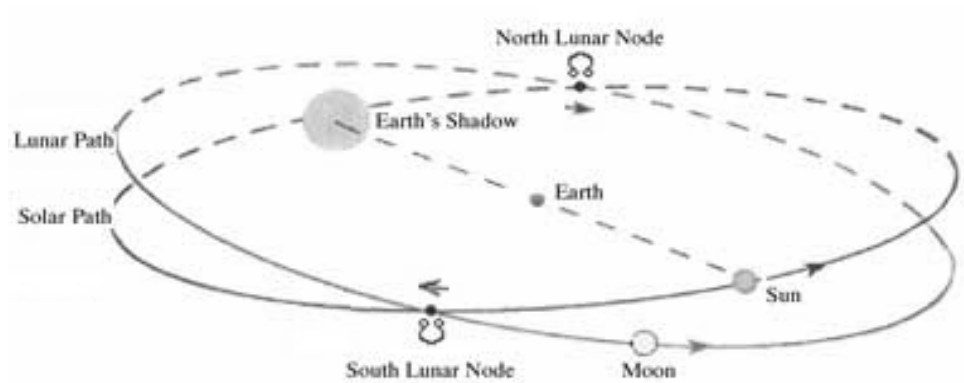
Orang-orang awam pastinya berpikir kenapa gerhana Bulan tidak terjadi pada setiap Bulan purnama, padahal saat itu posisi Matahari Bumi dan Bulan terletak pada satu garis lurus. Jawaban secara astronomis dari

²⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, op. cit., hal. 132.

²⁵ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, hal. 19.

pertanyaan tersebut adalah karena orbit Bulan tidak sebidang dengan orbit Bumi, tetapi memotong orbit Bumi dan membentuk sudut sebesar $5^{\circ} 12'$.

Gambar. 5 : Titik simpul naik dan turun Bulan²⁶



Jadi gerhana Bulan akan terjadi berada di dekatnya titik pertemuan orbit Bulan dan Bumi yang dinamakan titik simpul. Titik simpul ada dua yaitu:

- Titik simpul naik, titik yang dilalui Bulan ketika bergerak dari selatan ekliptika menuju ke ekliptika.
- Titik simpul turun, titik yang dilalui Bulan ketika bergerak dari utara ekliptika menuju ke selatan ekliptika.

Jika suatu ketika terjadi gerhana Bulan purnama, sedangkan pusat bayangan Bumi terletak pada $10,9^{\circ}$ dari titik simpul, maka gerhana Bulan mungkin terjadi, akan tetapi gerhana Bulan hanya akan terjadi jika pusat bayangan Bumi terletak $5,2^{\circ}$ dari titik simpul. Daerah $10,9^{\circ}$ ke Timur dan ke Barat dari titik simpul dinamakan zona gerhana. Oleh karena itu, kecepatan perjalanan Matahari pada ekliptika perharinya mencapai jarak

²⁶ http://id.wikipedia.org/wiki/orbital_node, diakses pada tanggal 31 januari 2014 pukul 14:24 WIB.

sekitar 1° , sehingga membutuhkan sekitar 22 hari untuk melewati zona gerhana sebelum Bulan purnama terjadi, secara otomatis tidak akan terjadi gerhana Bulan.²⁷ Batas *ekliptis* merupakan batas dimana gerhana Bulan dapat terjadi.

Nilai batas *ekliptis* sangat dipengaruhi oleh bentuk orbit Bumi yang elips. Bentuk orbit yang elips mempengaruhi jarak Bulan dan Matahari terhadap Bumi, karena orbit ini menyebabkan adanya jarak terdekat dan terjauh Bumi yang biasa disebut dengan *apogee* (terjauh) dan *perigee* (terdekat). Hal inilah yang menyebabkan perbedaan batas *ekliptis* pada kitab-kitab dan buku-buku astronomi lainnya. Menurut Nyoman Suwitra dalam bukunya yang berjudul “Astronomi Dasar” besar batas *ekliptis* Bulan ada diantara $9^\circ 30'$ dan $12^\circ 15'$.²⁸ Para astronom asing juga memakai batas *ekliptis* yang bervariasi. dalam buku *A Treatise on Astronomy* yang menyebutkan bahwa nilai batas *ekliptis* maksimum adalah $12^\circ 4'$ yang disebut dengan *the major limit of lunar eclipses* dan nilai batas minimum adalah $9^\circ 30'$ yang disebut dengan *the minor limit of lunar eclipses*. Hal ini juga diperkuat dalam buku *Textbook on Spherical Astronomy* yang menyebutkan bahwa nilai maksimum batas *ekliptis* gerhana Bulan adalah $12,3^\circ$ yang disebut dengan *superior ecliptic limit* dan nilai batas minimalnya $9^\circ 6'$ disebut dengan *inferior ecliptic limit*.²⁹

²⁷ Ahmad Izzudin, *op. cit.*, hal. 110.

²⁸ Nyoman Suwitra, *Astronomi Dasar*, Singaraja: Jurusan Fisika dan Institut Keguruan dan Pendidikan Negeri, 2001, hlm. 88.

²⁹ Zaenuddin Nurjaman, *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nūr al-Anwār*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, Semarang, 2012, td, hal. 92.

Nilai batas *ekliptis* pada kitab *Irsyâd al-Murîd* dan buku *Astronomical Algorithms* dalam menentukan nilai kemungkinan terjadinya gerhana mengacu pada nilai F. Dalam buku *Astronomical Algorithms* jika nilai F lebih besar dari $21,0^{30}$ atau nilai sin F lebih besar dari 0,36 maka tidak terjadi gerhana Bulan. Jadi gerhana Bulan terjadi apabila nilai $F < 21,0$. Keterkaitan antara metode yang ada dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan buku *Astronomical Algorithms* dalam penentuan kemungkinan terjadinya gerhana Bulan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* jika nilai batas *ekliptisnya* dijadikan (sin) maka nilai-nilai tersebut tidak lebih besar dari 0,36. Perhatikan tabel di bawah ini.

Tabel. 15 : Data keterkaitan nilai kemungkinan terjadinya gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan *Astronomical Algorithms*

0°	Sin (0°) = 0
12°	Sin (12°) = 0.2079
168°	Sin (168°) = 0.2079
192°	Sin (192°) = - 0.2079
348°	Sin (340°) = - 0.3420
360°	Sin (360°) = 0

Nilai batas *ekliptis* yang digunakan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* yakni berkisar pada nilai-nilai di bawah ini.

- a. $0^\circ - 12^\circ$ ↔ selisih 12°
- b. $168^\circ - 192^\circ$ ↔ selisih 24° (kelipatan dari 12)

³⁰ Karena jika nilai F lebih besar dari 21,0 maka nilai sin F lebih besar dari 0,36.

c. $348^{\circ} - 360^{\circ} \leftrightarrow$ selisih 12°

Kitab *Irsyâd al-Murîd* memakai nilai batas *ekliptis* sebesar 12° . Nilai ini sangat berbeda dengan nilai batas *ekliptis* yang digunakan oleh sumbernya yakni buku *Astronomical Algorithms* yang memakai nilai batas *ekliptis* sebesar $13^{\circ} 9'$. Kedua nilai batas *ekliptis* tersebut perbedaannya tidak terlalu jauh hanya berkisar $1^{\circ} 9'$, ini menjadi bukti bahwasannya data-data yang digunakan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* dapat dijadikan rujukan dan nilainya dapat dipertanggung jawabkan secara astronomis.

B. Analisis Keakurasian Metode yang Digunakan Ahmad Ghozali dalam Kitab *Irsyâd al-Murîd*

Permasalahan keakurasian suatu kitab terbitan baru merupakan permasalahan yang sangat urgen. Hal ini menjadi sangat urgen karena mengingat kitab *Irsyâd al-Murîd* merupakan salah satu kitab yang dijadikan bahan rujukan untuk menentukan permasalahan ibadah oleh Kementerian Agama Republik Indonesia, Lajnah Falakiyah Jawa Timur dan Madura. Hasil *hisab* tersebut sangat menentukan dalam permasalahan ibadah salat gerhana. Meskipun salat gerhana merupakan salat sunah, alangkah baiknya apabila kita mengerjakan salat tersebut tepat pada waktunya.

Kitab *Irsyâd al-Murîd* mengklasifikasikan gerhana Bulan hanya dalam dua kriteria, yakni gerhana Bulan sebagian dan total. Kitab tersebut tidak mengklasifikasikan gerhana penumbra sebagai gerhana Bulan. Karena itu, pada perhitungan gerhana Bulannya disebutkan pada cara yang terakhir

bahwasannya W1 adalah *ibtidâ al-khusuf al-syibhi*. Makna dari *ibtidâ al-khusuf al-syibhi* bukan berarti dimulainya gerhana Bulan penumbra tetapi waktu dimana Bulan mulai memasuki bayangan penumbra Bumi. Begitu juga makna kata *intihâ al-khusuf al-syibhi* merupakan waktu di mana Bulan mulai keluar dari bayangan penumbra Bumi. Permasalahan akurasi dalam kitab *Irsyâd al-Murîd*, karena kitab tersebut merupakan kitab kontemporer maka sistem *hisab* yang dijadikan tolak ukur untuk mengetahui akurasinya adalah dengan sistem *hisab* kontemporer juga. Pada penelitian ini penulis akan membandingkan hasil *hisab* kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA. Karena *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) adalah lembaga pemerintah milik Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program luar angkasa AS dan penelitian umum luar angkasa jangka panjang. Organisasi ini bertanggung jawab atas program penelitian luar angkasa bagi masyarakat sipil, aeronautika, dan program kedirgantaraan.³¹ Dari sinilah NASA sangat dipercaya oleh sebagian masyarakat di dunia. Website resmi NASA untuk pencarian gerhana Bulan dapat diakses di alamat <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html>.

Tabel di bawah ini merupakan data perbandingan antara hasil *hisab* kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan hasil perhitungan NASA dari dimulainya waktu awal penumbra, awal umbra, awal total (untuk gerhana Bulan total), tengah gerhana, akhir total (untuk gerhana Bulan total), akhir umbra, akhir penumbra dan *magnitude* gerhana.

³¹ <http://id.wikipedia.org/wiki/NASA>, diakses pada tanggal 31 Januari 2014 pukul 15:30 WIB.

Tabel. 16 : Data perbandingan waktu awal penumbra data NASA dengan hasil *hisab* gerhanaBulan dalam kitab *Irsyâd al-Murid*

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURĪD	NASA	SELISIH
			AWAL PENUMBRA (UT)		
1	15 April 2014	Total	04 : 54 : 17	04 : 53 : 40	00 : 00 : 37
2	08 Oktober 2014	Total	08 : 15 : 37	08 : 15 : 36	00 : 00 : 01
3	04 April 2015	Total	09 : 01 : 58	09 : 01 : 27	00 : 00 : 31
4	28 September 2015	Total	00 : 12 : 15	00 : 11 : 47	00 : 00 : 28
5	07 Agustus 2017	Sebagian	15 : 50 : 03	15 : 50 : 02	00 : 00 : 01
6	31 Januari 2018	Total	10 : 51 : 52	10 : 51 : 15	00 : 00 : 37
7	27 Juli 2018	Total	17 : 14 : 50	17 : 14 : 49	00 : 00 : 01
8	21 Januari 2019	Total	02 : 36 : 25	02 : 36 : 30	00 : 00 : 05
9	16 Juli 2019	Sebagian	18 : 43 : 32	18 : 43 : 53	00 : 00 : 21
Selisih rata-rata			00 : 00 : 18		

Tabel 11 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu awal penumbra saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA dengan mengacu pada 9 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA terjadi pada tanggal 15 April 2014 dan 31 Januari 2018 dengan nilai sebesar 37 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 08 Oktober 2018, 07 Agustus 2017 dan 27 Juli 2018 dengan nilai 01 detik. Selisih rata-rata waktu awal penumbra antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA adalah 00° 00' 18".

Tabel. 17 : Data perbandingan waktu awal umbra (awal gelap) hasil *hisab* antara data NASA dengan kitab *Irsyâd al-Murîd*

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURÎD	NASA	SELISIH
			AWAL UMBRA (UT)		
1	15 April 2014	Total	06 : 00 : 03	05 : 58 : 19	00 : 01 : 44
2	08 Oktober 2014	Total	09 : 16 : 00	09 : 14 : 48	00 : 01 : 12
3	04 April 2015	Total	10 : 17 : 33	10 : 15 : 45	00 : 01 : 48
4	28 September 2015	Total	01 : 08 : 42	01 : 07 : 11	00 : 01 : 31
5	07 Agustus 2017	Sebagian	17 : 23 : 44	17 : 22 : 55	00 : 00 : 49
6	31 Januari 2018	Total	11 : 49 : 58	11 : 48 : 27	00 : 01 : 31
7	27 Juli 2018	Total	18 : 25 : 48	18 : 24 : 27	00 : 01 : 21
8	21 Januari 2019	Total	03 : 34 : 42	03 : 33 : 54	00 : 00 : 48
9	16 Juli 2019	Sebagian	20 : 02 : 43	20 : 01 : 43	00 : 01 : 00
Selisih rata-rata			00 : 01 : 11.56		

Tabel 12 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu awal umbra saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA dengan mengacu pada 9 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA terjadi pada tanggal 04 April 2015 dengan nilai sebesar 01 menit 48 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 07 Agustus 2017 dengan nilai 49 detik. Selisih rata-rata waktu awal umbra antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA adalah 00° 01' 11.56".

Tabel. 18 : Data perbandingan waktu awal total hasil *hisab* antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURÎD	NASA	SELISIH
			AWAL TOTAL (UT)		
1	15 April 2014	Total	07 : 07 : 57	07 : 06 : 46	00 : 01 : 11
2	08 Oktober 2014	Total	10 : 25 : 57	10 : 25 : 09	00 : 00 : 48
3	04 April 2015	Total	11 : 56 : 09	11 : 57 : 54	00 : 01 : 45
4	28 September 2015	Total	02 : 12 : 19	02 : 11 : 10	00 : 01 : 09
5	07 Agustus 2017	Sebagian	-	-	-
6	31 Januari 2018	Total	12 : 52 : 45	12 : 51 : 47	00 : 00 : 58
7	27 Juli 2018	Total	19 : 31 : 24	19 : 30 : 15	00 : 01 : 09
8	21 Januari 2019	Total	04 : 41 : 29	04 : 41 : 17	00 : 00 : 12
9	16 Juli 2019	Sebagian	-	-	-
Selisih rata-rata			00 : 01 : 01.71		

Tabel 13 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu awal total saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA dengan mengacu pada 7 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA terjadi pada tanggal 04 April 2015 dengan nilai sebesar 01 menit 45 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dengan nilai 12 detik. Selisih rata-rata waktu awal total antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA adalah 00° 01' 01.71”.

Tabel. 19 : Data perbandingan waktu tengah gerhana hasil *hisab* antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURĪD	NASA	SELISIH
			TENGAH GERHANA (UT)		
1	15 April 2014	Total	07 : 47 : 44	07 : 45 : 38.9	00 : 02 : 05.1
2	08 Oktober 2014	Total	10 : 55 : 51	10 : 54 : 35.1	00 : 01 : 15.9
3	04 April 2015	Total	12 : 02 : 06	12 : 00 : 14.5	00 : 01 : 51.5
4	28 September 2015	Total	02 : 48 : 39	02 : 47 : 07.5	00 : 01 : 31.5
5	07 Agustus 2017	Sebagian	18 : 22 : 14	18 : 20 : 27.7	00 : 01 : 46.3
6	31 Januari 2018	Total	13 : 31 : 11	13 : 29 : 49.6	00 : 01 : 21.4
7	27 Juli 2018	Total	20 : 23 : 22	20 : 21 : 43.5	00 : 01 : 38.5
8	21 Januari 2019	Total	05 : 12 : 59	05 : 12 : 16	00 : 00 : 43
9	16 Juli 2019	Sebagian	21 : 32 : 09	21 : 30 : 43.5	00 : 01 : 25.5
Selisih rata-rata			00 : 01 : 30.97		

Tabel 14 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu tengah gerhana saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA dengan mengacu pada 9 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA terjadi pada tanggal 15 April 2014 dengan nilai sebesar 02 menit 5.1 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dengan nilai 43 detik. Selisih rata-rata waktu tengah gerhana antara kitab *Irsyâd al-Murid* dengan data NASA adalah 00° 01' 30.97".

Tabel. 20 : Data perbandingan waktu akhir total antara hasil *hisab* kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURÎD	NASA	SELISIH
			AKHIR TOTAL (UT)		
1	15 April 2014	Total	08 : 27 : 31	08 : 24 : 34	00 : 02 : 57
2	08 Oktober 2014	Total	11 : 25 : 45	11 : 23 : 59	00 : 01 : 46
3	04 April 2015	Total	12 : 08 : 02	12 : 02 : 37	00 : 05 : 25
4	28 September 2015	Total	03 : 24 : 58	03 : 23 : 05	00 : 01 : 53
5	07 Agustus 2017	Sebagian	-	-	-
6	31 Januari 2018	Total	14 : 09 : 38	14 : 07 : 51	00 : 01 : 47
7	27 Juli 2018	Total	21 : 15 : 20	21 : 13 : 12	00 : 02 : 08
8	21 Januari 2019	Total	05 : 44 : 29	05 : 43 : 16	00 : 01 : 13
9	16 Juli 2019	Sebagian	-	-	-
Selisih rata-rata			00 : 02 : 27		

Tabel 15 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu akhir total saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA dengan mengacu pada 7 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA terjadi pada tanggal 04 April 2015 dengan nilai sebesar 05 menit 25 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dengan nilai 01 menit 13 detik. Selisih rata-rata waktu tengah gerhana antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA adalah 00^o 02' 27".

Tabel. 21 : Data perbandingan waktu akhir umbra antara hasil *hisab* kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURÎD	NASA	SELISIH
			AKHIR UMBRA (UT)		
1	15 April 2014	Total	09 : 35 : 25	09 : 33 : 02	00 : 02 : 23
2	08 Oktober 2014	Total	12 : 35 : 42	12 : 34 : 19	00 : 01 : 23
3	04 April 2015	Total	13 : 46 : 38	13 : 44 : 46	00 : 01 : 52
4	28 September 2015	Total	04 : 28 : 35	04 : 27 : 03	00 : 01 : 32
5	07 Agustus 2017	Sebagian	19 : 20 : 44	19 : 18 : 10	00 : 02 : 34
6	31 Januari 2018	Total	15 : 12 : 24	15 : 11 : 11	00 : 01 : 13
7	27 Juli 2018	Total	22 : 20 : 56	22 : 19 : 00	00 : 01 : 56
8	21 Januari 2019	Total	06 : 51 : 17	06 : 50 : 39	00 : 00 : 38
9	16 Juli 2019	Sebagian	23 : 01 : 35	22 : 59 : 39	00 : 01 : 56
Selisih rata-rata			00 : 01 : 43		

Tabel 16 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu akhir umbra saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA dengan mengacu pada 9 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA terjadi pada tanggal 07 Agustus 2017 dengan nilai sebesar 02 menit 34 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dengan nilai 38 detik. Selisih rata-rata waktu akhir umbra antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA adalah 00° 01' 43".

Tabel. 22 : Data perbandingan waktu akhir umbra antara hasil *hisab* kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA

NO	WAKTU	JENIS GERHANA	IRSYÂD AL-MURÎD	NASA	SELISIH
			AKHIR PENUMBRA (UT)		
1	15 April 2014	Total	10 : 41 : 10	10 : 37 : 33	00 : 03 : 37
2	08 Oktober 2014	Total	13 : 36 : 04	13 : 33 : 39	00 : 02 : 25
3	04 April 2015	Total	15 : 02 : 13	14 : 58 : 58	00 : 03 : 15
4	28 September 2015	Total	05 : 25 : 02	05 : 22 : 27	00 : 02 : 35
5	07 Agustus 2017	Sebagian	20 : 54 : 25	20 : 50 : 56	00 : 03 : 29
6	31 Januari 2018	Total	16 : 10 : 31	16 : 08 : 27	00 : 02 : 04
7	27 Juli 2018	Total	23 : 31 : 54	23 : 28 : 37	00 : 03 : 17
8	21 Januari 2019	Total	07 : 49 : 34	07 : 48 : 00	00 : 01 : 34
9	16 Juli 2019	Sebagian	00 : 20 : 47	00 : 17 : 36	00 : 03 : 11
Selisih rata-rata			00 : 02 : 49.67		

Tabel 17 di atas menjelaskan nilai selisih rata-rata waktu akhir penumbra saat terjadi gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA dengan mengacu pada 9 kali gerhana. Selisih maksimum antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA terjadi pada tanggal 15 April 2014 dengan nilai sebesar 03 menit 37 detik. Besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dengan nilai 01 menit 34 detik. Selisih rata-rata waktu akhir penumbra antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA adalah 00° 02' 49.67".

Hasil perbandingan di atas menjelaskan bahwasannya perbedaan nilai hasil *hisab* gerhana Bulan antara kitab *Irsyâd al-Murîd* dengan data NASA sangat kecil. Meskipun hasil NASA dianggap lebih akurat, kitab

Irsyâd al-Murîd juga memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dikarenakan kitab tersebut sudah menggunakan data-data astronomis yang sesuai dengan perkembangan perubahan jarak dan kecepatan benda langit.