

Model Awal Visibilitas Hilal Metonik

Novi Sopwan^{1,a)}, Moedji Raharto^{2,b)}

¹alumni Astronomi ITB,

²Kelompok Keahlian Astronomi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} nsopwan@yahoo.com

^{b)} mraharto2009@gmail.com

Abstrak

Model awal visibilitas hilal Metonik menampilkan rentang minimum, maksimum, dan nilai rata-rata dari beda tinggi Bulan-Matahari dan nilai elongasi untuk setiap varian metonik (ILVn) disekitar Ekuator. Padanan model awal visibilitas hilal Metonik dengan setiap bulan dalam satu tahun penanggalan Masehi mungkin untuk penerapan kriteria visibilitas hilal yang lebih sederhana tanpa mengorbankan kompleksitas sistem Bumi-Bulan-Matahari. Penentuan awal bulan (hilal kemungkinan teramati) dalam penanggalan Hijriah dengan model ini dilakukan dengan melihat batas minimum dari beda tinggi Bulan-Matahari dan nilai elongasi Bulan-Matahari saat Matahari terbenam untuk setiap bulan penanggalan Masehi saat terjadinya Bulan Baru.

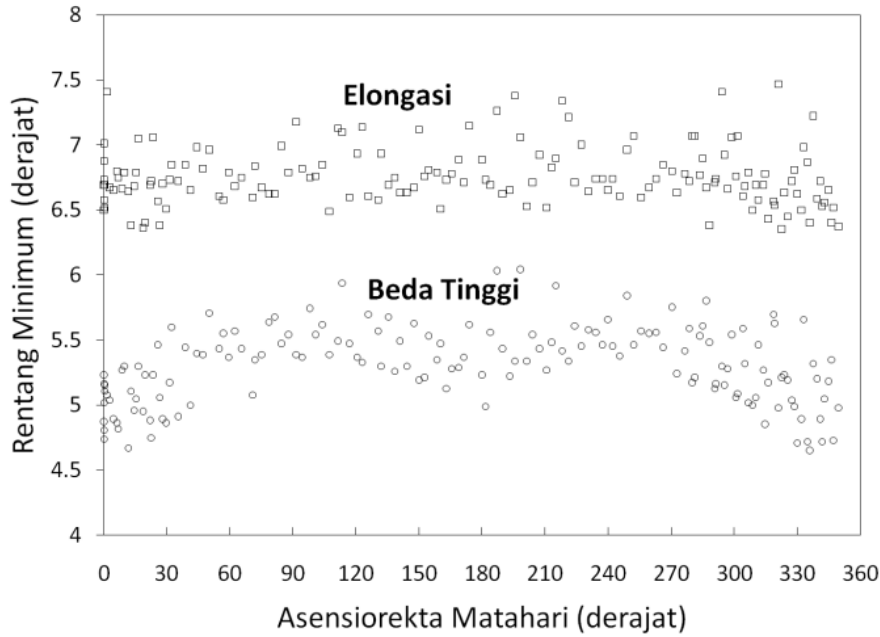
Kata-kata kunci: Hilal, Visibilitas Hilal, Metonik, Kalendar Islam

PENDAHULUAN

Sabit Bulan Muda (hilal) dipergunakan sebagai acuan dalam sistem penanggalan Bulan, misalnya penanggalan Hijriah/Islam, Hindu, dan Yahudi. Berbagai kriteria empirik telah dikembangkan oleh Fotheringham (1910), Maunder (1911), Danjon (1936), Bruin (1977), Ilyas (1983b, 1988), Schaefer (1988), Yallop (1998), Caldwell & Laney (2001), Odeh (2004) berdasarkan data pengamatan hilal yang terdokumentasi dari berbagai sumber melalui pendekatan posisi Bulan dan Matahari, ataupun pendekatan fotometri.

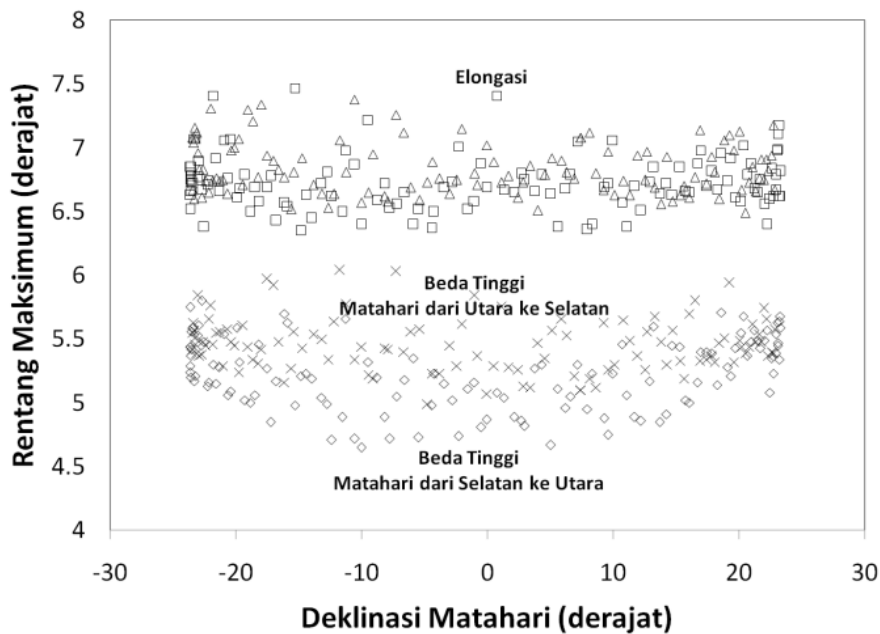
Polemik seputar perbedaan penentuan awal bulan kalender Islam di Indonesia selalu ramai dibicarakan mendekati Ramadhan dan Syawal setiap tahunnya. Permasalahan ini juga terjadi terhadap umat Islam di seluruh penjuru dunia. Awal bulan dalam penanggalan Islam bisa terjadi dalam dua, bahkan tiga tanggal yang berbeda dalam perspektif penanggalan masehi, contoh kasus untuk permasalahan ini adalah perbedaan penentuan hari wukuf di Arafah pada Dzulhijjah 1435 H yang jatuh pada tiga hari yang berbeda di seluruh dunia yaitu tanggal 4, 5, dan 6 Oktober 2014.

Urgensi penelitian visibilitas hilal secara komprehensif di wilayah Indonesia maupun global, diperlukan untuk melihat gambaran yang jelas akan karakteristik perubahan parameter-parameter visibilitas hilal pencarian atau perumusan kriteria visibilitas hilal yang ideal sesuai dengan realita posisi Bulan dan Matahari, serta realita kecerlangan langit. Sopwan (2008) memperlihatkan variasi berbagai parameter hilal Metonik hasil perhitungan menggunakan metode Meuss (1997). Sopwan (2012) memperlihatkan batas minimum dari kriteria visibilitas hilal Metonik untuk titik Pelabuhan Ratu yang merupakan lokasi acuan historis untuk Taqvim Standar Departemen Agama Republik Indonesia (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1. Rentang minimum variasi elongasi dan beda tinggi Bulan – Matahari untuk seluruh ILVn sepanjang orbit Bumi asensiorekta Matahari 0° – 360° (Sopwan, 2012)

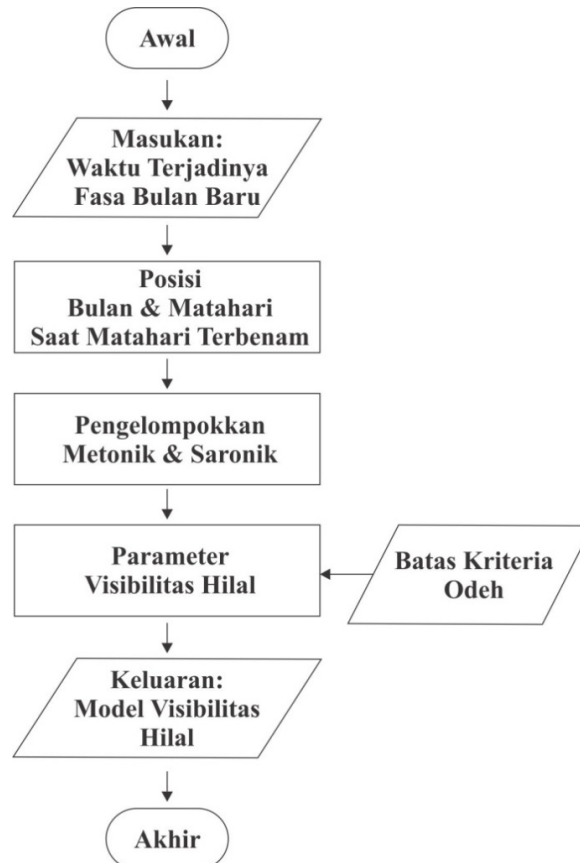
Variasi batas elongasi minimum yang lebih konstan adalah nilai elongasi dengan rentang 6,4° – 7°, dengan nilai tengah sekitar 7°. Nilai elongasi minimum diperoleh dari limit Danjon minimum dari kriteria Odeh, yaitu 6,4°. pengaruh posisi Matahari terlihat dari variasi rentang nilai beda tinggi Bulan Matahari. Pada saat dekat equinoks, variasi rentang nilai beda tinggi sekitar 4,5° – 5,5°, dekat solstis sekitar 5° – 6°, dan saat dekat aphelion dan perihelion minimum 5,5° (Gambar 1).



Gambar 2. Rentang minimum variasi elongasi dan beda tinggi Bulan – Matahari untuk seluruh ILVn sepanjang orbit Bumi deklinasi Matahari -23,5° – +23,5° (Sopwan, 2012)

METODE PENELITIAN

Penelitian akan memprediksi kenampakan hilal, dan menentukan awal Bulan Hijriah setiap terjadinya fasa Bulan Baru menggunakan hilal Metonik. Untuk menyusun model visibilitas hilal, setiap Bulan Baru/Konjungsi dari Juli +622 sampai Desember +3000 Masehi akan dihitung parameter visibilitas hilal yang diturunkan dari posisi Bulan dan Matahari pada hari terjadinya fasa Bulan Baru saat Matahari terbenam. Sebagai tahap awal, digunakan kriteria Odeh (2004) untuk membatasi data hilal yang kemungkinan teramati dan tidak teramati secara mata telanjang ataupun dengan bantuan alat optik untuk menyusun model visibilitas hilal Metonik. Alur penelitian awal model visibilitas hilal Metonik diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian awal model visibilitas hilal Metonik.

DATA

Posisi Bulan dan Matahari dihitung menggunakan algoritma Meuss (1998). Pengembangan perhitungan dari perhitungan sebelumnya (Sopwan, 2008) dilakukan untuk memperbaiki akurasi, kecepatan, dan menyesuaikan dengan perubahan konstanta astronomi terbaru. Hasil perhitungan akan dicocokkan dengan data hasil pengamatan dari berbagai sumber yang sudah dipublikasikan dan data-data pengamatan hilal lainnya. Perhitungan dilakukan untuk lokasi Pelabuhan Ratu, Jawa Barat, Indonesia.

HASIL

Dalam satu tahun periode Bumi mengelilingi Matahari akan diperoleh 235 titik kejadian hilal yang setiap titik menggambarkan satu varian nomor Metonik (ILVn). Jika 235 varian metonik dipadankan ke dalam 365 hari dalam satu tahun akan diperoleh distribusi nomor varian Metonik dalam satu tahun. Distribusi varian nomor metonik tersebar merata hampir sepanjang tahun dari awal Januari sampai akhir Desember, sepanjang orbit Bumi mengelilingi Matahari.

Untuk memperoleh gambaran distribusi varian metonik terhadap gerak Bumi mengelilingi Matahari, distribusi 235 varian Metonik dipadankan dalam 0-360° asensiorekta Matahari, -23,5° - +23,5° deklinasi Matahari, dan jarak minimum – jarak maksimum antara Bumi dan Matahari. Distribusi ILVn dalam asensiorekta Matahari didapat dengan menghitung nilai rata-rata asensiorekta setiap nomor lunasi anggota ILVn yang sama. Misalnya untuk ILVn 001, nilai asensiorekta Matahari saat terjadinya Bulan Baru dari anggota ILVn 001 (ILn 1, ILn 236, 471,...) dirata-ratakan, sehingga nilai asensiorekta rata-ratanya merepresentasikan asensiorekta Matahari dari ILVn 001. Cara yang sama dilakukan untuk nilai deklinasi Matahari dan jarak Bumi-Matahari untuk seluruh 235 ILVn.

Dengan pengelompokkan seperti itu, setiap ILVn merepresentasikan gambaran konfigurasi posisi Bumi-Matahari yang sama (hampir sama), sehingga jika kita mencari data Bulan Baru untuk waktu tertentu dalam penanggalan, atau dalam posisi Matahari yang hampir sama, kita tinggal menuju ke dalam distribusi ILVn, seperti pada gambar 4, gambar 5, dan gambar 6.

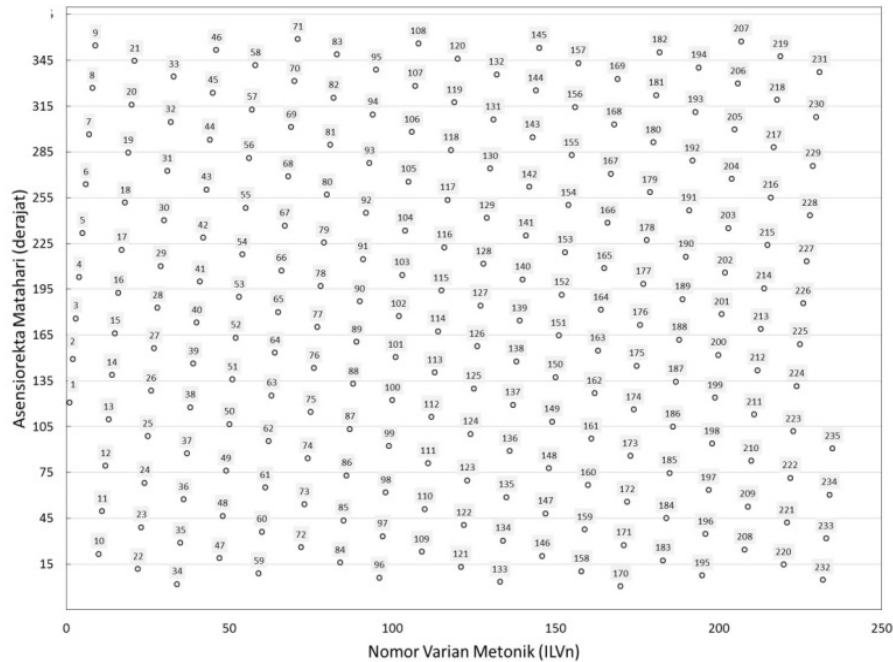
Tabel 1. Model visibilitas hilal Metonik awal, pembagian kriteria visibilitas hilal berdasarkan posisi Matahari sepanjang tahun.

No	Asensiorekta Matahari (°)	Beda Tinggi Bulan-Matahari (°)			Elongasi (°)			Jumlah varian
		Maks.	Min.	Rata	Mak.	Min.	Rata	
1	$345 \leq \alpha_0 < 015$	5,4	4,7	5,0	7,4	6,4	6,7	21
2	$015 \leq \alpha_0 < 045$	5,6	4,7	5,1	7,1	6,4	6,7	21
3	$045 \leq \alpha_0 < 075$	5,7	5,0	5,4	7,0	6,4	6,7	19
4	$075 \leq \alpha_0 < 105$	5,7	5,1	5,5	7,2	6,6	6,8	19
5	$105 \leq \alpha_0 < 135$	5,9	5,2	5,5	7,1	6,5	6,8	19
6	$135 \leq \alpha_0 < 165$	5,7	5,1	5,4	7,1	6,5	6,8	21
7	$165 \leq \alpha_0 < 195$	6,0	5,0	5,4	7,3	6,6	6,8	21
8	$195 \leq \alpha_0 < 225$	6,0	5,1	5,5	7,4	6,5	6,8	20
9	$225 \leq \alpha_0 < 255$	5,8	5,2	5,5	7,3	6,6	6,9	18
10	$255 \leq \alpha_0 < 285$	5,8	5,2	5,4	7,2	6,5	6,8	18
11	$285 \leq \alpha_0 < 315$	5,8	5,0	5,3	7,4	6,4	6,8	18
12	$315 \leq \alpha_0 < 345$	5,7	4,7	5,1	7,5	6,4	6,7	20

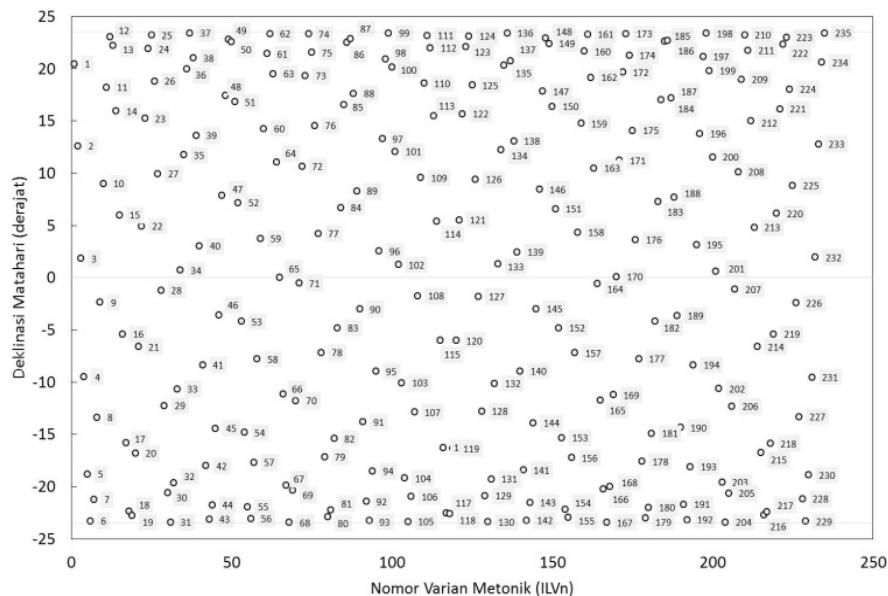
Tabel 2. Model visibilitas hilal Metonik awal padananya dengan bulan masehi.

No	Asensiorekta Matahari (°)	Beda Tinggi Bulan-Matahari Min. (°)	Elongasi Min. (°)	Bulan Masehi
1	$345 \leq \alpha_0 < 015$	4,7	6,4	Maret
2	$015 \leq \alpha_0 < 045$	4,7	6,4	April
3	$045 \leq \alpha_0 < 075$	5,0	6,4	Mei
4	$075 \leq \alpha_0 < 105$	5,1	6,6	Juni
5	$105 \leq \alpha_0 < 135$	5,2	6,5	Juli
6	$135 \leq \alpha_0 < 165$	5,1	6,5	Agustus
7	$165 \leq \alpha_0 < 195$	5,0	6,6	September
8	$195 \leq \alpha_0 < 225$	5,1	6,5	Oktober
9	$225 \leq \alpha_0 < 255$	5,2	6,6	November
10	$255 \leq \alpha_0 < 285$	5,2	6,5	Desember
11	$285 \leq \alpha_0 < 315$	5,0	6,4	Januari
12	$315 \leq \alpha_0 < 345$	4,7	6,4	Februari

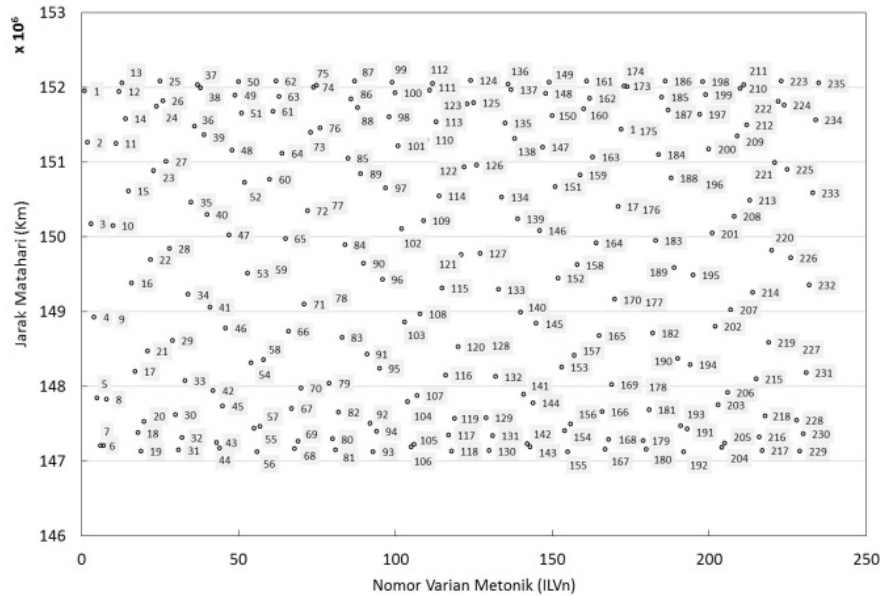
Model awal visibilitas hilal Metonik diperoleh dengan mengelompokkan rentang minimum variasi elongasi dan beda tinggi Bulan – Matahari untuk seluruh ILVn sepanjang orbit Bumi dari asensioirekta Matahari $0^\circ - 360^\circ$ kedalam kelompok ILVn (gambar 4) dengan rentang asensioirekta Matahari $345^\circ \leq \alpha_0 < 0150^\circ$ diambil agar nilai tengahnya $\alpha_0 = 0^\circ$, sehingga data nomor 1 pada tabel 1 menggambarkan dari cluster ILVn untuk asensioirekta Matahari $\alpha_0 = 0^\circ$. Data 1 – 12 pada tabel 1 menggambarkan cluster ILVn untuk $\alpha_0 = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ,$ dan 330° . 12 data pembagian kelompok ILVn juga diharapkan sebarannya sama dengan jumlah bulan dalam penanggalan masehi, sebanyak 12 bulan, sehingga satu bulan Masehi bisa digambarkan dengan satu kelompok ILVn pada tabel 1.



Gambar 4. Distribusi nomor varian Metonik (ILVn) 1-235 dari nilai asensioirekta rata-rata Matahari pada saat terjadinya Bulan Baru.



Gambar 5. Distribusi nomor varian Metonik (ILVn) 1-235 dari nilai deklinasi rata-rata Matahari pada saat terjadinya Bulan Baru.



Gambar 6. Distribusi nomor varian Metonik (ILVn) 1-235 dari rata-rata nilai jarak Matahari pada saat terjadinya Bulan Baru.

KESIMPULAN

Tabel Model Visibilitas Hilal Metonik Awal memperlihatkan kesesuaian nilai minimum dari beda tinggi Bulan-Matahari beserta nilai minimum dari elongasi yang terjadi setiap bulan dalam satu tahun penanggalan Masehi. Hasil awal model visibilitas hilal Metonik ini (Tabel 1 dan 2) dapat digunakan untuk keperluan penentuan awal bulan dalam penanggalan Hijriah dengan melihat bulan penanggalan Masehi saat terjadinya Bulan Baru dan melihat batas minimum dari beda tinggi Bulan-Matahari dan nilai elongasi saat Matahari terbenam pada bulan tersebut. Kemungkinan adanya perbedaan hasil penentuan awal bulan dikarenakan adanya perbedaan nilai batas bawah dari kriteria yang digunakan untuk penanggalan dengan model visibilitas awal yang dihasilkan ini.

REFERENSI

1. F. Bruin, The first visibility of the Lunar Crescent, *Vistas in Astronomy*, 21 hal. 331-358 (1977)
2. J. Caldwell dan C. Laney, First Visibility of the Lunar Crescent, *SAAO, African Skies* 5 (2001)
3. A. L. Danjon, Jeunes et vieilles lunes, *l’Astronomie: Bulletin de la Société Astronomique de France* 46 hal. 57-66 (1932)
4. T. Djamaluddin, Visibilitas Hilal di Indonesia, *Warta LAPAN* 2 hal. 137 (2000)
5. J. K. Fotheringham, On the Smallest Visible Phase of the Moon, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 70 hal. 527-531 (1910)
6. Fotheringham, J.K. (1921): The Visibility of the Lunar Crescent, *The Observatory*, 44, 308-311.
7. A. Hasanzadeh, Study of Danjon Limit in Moon Crescent Sighting, *Astrophysics and Space Science*, 339 hal. 211-221(2012)
8. R. E. Hoffman, Observing the New Moon, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 340 hal. 1039-1051 (2003)
9. M. Ilyas, Limiting Altitude Separation in the New Moon’s First Visibility Criterion, *Astronomy & Astrophysics* 206 hal. 133-135 (1998)
10. M. Ilyas, Lunar Crescent Visibility and Islamic Kalendar, *QJR astr. Soc.* 35 hal. 425 – 461 (1994)
11. N. Maspoetra, Analisis Data Keberhasilan Rukyat Hilal di Indonesia. *Jurnal Hisab Rukyat Departemen Agama Republik Indonesia* hal. 41 – 55 (2000)
12. E. W. Maunder, On the Smallest Visible Phase of the Moon, *The Journal of the British Astronomical Association* 21 hal. 355-362 (1911)
13. D. McNally, The length of Lunar Crescent, *QJRAS* 24 hal. 417 – 429 (1983)
14. J. Meeus, *Astronomical Algorithms*, 2nd edition, Wilmann-Bell Inc. Virginia (1998)

15. J. Meuss, The Moon, *Astronomy Mathematical Morsels* hal. 11-37 (2000)
16. M. Odeh, New Criterion for Lunar Crescent Visibility, *Experimental Astronomy* 18 hal. 39-64 (2004)
17. B. E. Schaefer, Astronomy And The Limits Of Vision, *Vistas in Astornomy* 36 hal. 311-361 (1993)
18. B. E. Schaefer, Visibility of the Lunar Crescent, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 29 hal. 511-523 (1998)
19. N. Sopwan, Hilal Metonik Sebuah Usulan Kriteria Visibilitas Hilal, Tesis Astronomi ITB (2012)
20. N. Sopwan, Karakteristik Hilal Metonik dekat Equinok, Solstice, Perihelion dan Aphelion, Skripsi Astronomi ITB (2008)
21. F. R. Stephenson, dan L. Baolin, On the Length of the Synodic Month, *The Observatory* 111 hal. 21-22 (1991)
22. B. Yallop, A method for predicting the first sighting of the new Crescent Moon, *RGONAO Technical Note No.69* (1997)