

Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Menggunakan Model Fungsi Visibilitas Kastner

Hilmansyah¹, J. Aria Utama^{1*}, dan T. Ramlan Ramalis¹

¹Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan MIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*E-mail: j.aria.utama@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan data kesaksian mengamati hilal yang telah dihimpun oleh Kementerian Agama Republik Indonesia (1962–2011) dan Rukyatul Hilal Indonesia (2007–2009) untuk memperoleh kriteria visibilitas hilal di Indonesia menggunakan model fungsi visibilitas Kastner (1976). Data mengalami proses seleksi mengikuti prosedur Djameluddin (2000) dan hanya kesaksian yang memiliki nilai fungsi visibilitas positif yang dinilai valid untuk kemudian digunakan dalam analisis. Dengan merajah data berdasarkan umur Bulan dan elongasi, beda tinggi dan beda azimut, serta beda tinggi dan elongasi maka didapat kriteria berupa batasan-batasan minimum dari beberapa parameter fisis (umur Bulan, elongasi, beda tinggi Bulan–Matahari, dan beda azimut Bulan–Matahari). Hasil yang diperoleh memberikan nilai-nilai minimum yang lebih besar daripada kriteria yang dianut pemerintah selama ini, dan mendekati nilai-nilai yang diperoleh peneliti lainnya. Hasil ini dapat menjadi usulan kriteria tunggal yang memiliki landasan ilmiah yang kokoh.

Kata Kunci: Fungsi Visibilitas Kastner – Kecerahan Langit Senja – Model Fungsi Visibilitas Kastner

1 PENDAHULUAN

Di Indonesia telah ada beberapa usulan bagi kriteria visibilitas hilal. Pemerintah melalui Kementerian Agama menganut suatu kriteria visibilitas yang disebut Kriteria MABIMS, yang diadopsi dari pertemuan Menteri-Menteri Agama Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, dan Singapura. Isi kriteria tersebut adalah ketinggian minimal hilal 2° dan elongasi minimal 3° atau usia sejak konjungsi minimal 8 jam. Pada dasarnya kriteria di atas tidak untuk memastikan bahwa hilal dapat diamati, melainkan untuk keperluan penyusunan kalender hijiyah (Widiana, 2000). Sebagai sebuah solusi sementara, Djameludin (2011) mengusulkan kriteria visibilitas hilal yang kemudian disebut sebagai Kriteria LAPAN yang disempurnakan, yaitu dengan menyandingkan ketinggian sebagai fungsi beda azimut dengan elongasi.

Dari sekian banyak kriteria visibilitas hilal yang sudah ada tidak ada kriteria yang berlaku universal untuk seluruh lintang pengamat (Hoffman, 2003). Konfigurasi geometri seperti yang dinyatakan berupa parameter dalam kriteria MABIMS memang berpengaruh terhadap visibilitas hilal, namun ada faktor lain yang juga sangat berpengaruh terhadap visibilitas hilal, yaitu faktor kecerahan langit terutama kecerahan langit senja. Kecerahan langit senja diyakini berhubungan dengan lintang geografis, ketinggian lokasi dari permukaan laut, musim, dan kandungan aerosol di atmosfer (Mikhail *et. al.*, 1995).

Dengan latar belakang di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh jawaban atas permasalahan berupa kriteria visibilitas hilal di Indonesia yang memiliki validitas ilmiah. Kriteria yang dimaksud dibangun berdasarkan data laporan pengamatan hilal positif dari seluruh wilayah Indonesia dengan turut menyertakan faktor serapan atmosfer dan kecerahan langit senja.

2 LANDASAN TEORI

Fungsi visibilitas Kastner merupakan suatu model visibilitas pada saat senja untuk objek-objek langit (bintang, planet, dan komet) di dekat Matahari (Kastner, 1976). Model fungsi visibilitas Kastner menyertakan faktor ekstingsi optis atmosfer sebagai fungsi ketinggian, kecerahan objek di luar dan di dalam atmosfer Bumi, sudut depresi Matahari yang berkontribusi terhadap kecerahan langit senja, dan kontribusi kecerahan langit malam.

Dalam perhitungan kecerahan hilal menurut pengamat di permukaan Bumi digunakan koefisien ekstingsi atmosfer $k = 0,19$ (menyatakan kondisi atmosfer bersih). Semakin besar nilai koefisien atmosfer, semakin kotor kondisi atmosfer (Allen, 1973). Fungsi visibilitas Δm , dinyatakan sebagai:

$$\Delta m = 2,5 \log R, \quad (1)$$

dengan

$$R = \frac{L_c}{L_s + L_a}, \quad (2)$$

Dalam Persamaan 2, R didefinisikan sebagai kontras kecerahan (*luminance*), L_c adalah kecerahan objek yang diamati di permukaan Bumi

setelah melalui serapan oleh atmosfer, L_s kecerahan langit senja, dan L_a kecerahan langit malam.

Dari Persamaan 1 nilai Δm positif yang berarti bahwa objek dapat diamati dengan mata bugil sepanjang cuaca mendukung, diperoleh hanya jika kecerahan objek melampaui nilai kecerahan langit latar belakang. Sementara nilai untuk Δm negatif diinterpretasikan sebagai ketidakmungkinan mengamati hilal dengan mata bugil, namun masih dimungkinkan untuk mengamatinya dengan alat optik yang memiliki kemampuan menghasilkan perbesaran sudut tertentu.

3 METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data laporan kesaksian keberhasilan mengamati hilal yang dihimpun oleh Kementerian Agama Republik Indonesia dari tahun 1962–2011 dan data kompilasi dari RHI periode 2007–2009. Seluruh data diuji validitasnya berdasarkan prosedur Djamaluddin (2000) yang terdiri atas seleksi utama (mengeliminasi data berdasarkan konfigurasi geometri) dan seleksi tambahan (mengeliminasi bias kesaksian karena kehadiran objek pengecoh). Selain penyeleksian menggunakan prosedur di atas, terhadap data yang tersedia juga dilakukan proses penyaringan lanjutan menggunakan fungsi visibilitas Kastner guna memperoleh kriteria visibilitas hilal.

Data yang lolos seleksi selanjutnya dirajah berdasarkan umur Bulan dan elongasi (ARCL) serta dua parameter lain yang mudah diukur pada

saat observasi, yaitu beda tinggi Bulan–Matahari (ARCV – *Arc of Vision*) dan beda azimut (DAZ – *Delta Azimut*) serta beda tinggi Bulan–Matahari (ARCV) dan elongasi guna memperoleh kriteria visibilitas hilal di Indonesia. Dihindari penggunaan satu parameter (misalnya umur Bulan atau beda waktu terbenam Bulan–Matahari saja) sebagai kriteria visibilitas, karena penggunaan prediktor tunggal memiliki zone ketidakpastian yang besar (Schaefer, 1996).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari total 48 buah data yang bersumber dari Kementerian Agama RI, setelah diterapkan penyeleksian menggunakan kriteria utama dan tambahan tersisa 17 buah data. Setelah dilakukan penyaringan lanjutan menggunakan model kecerahan langit senja dari Kastner diperoleh 4 buah data yang memiliki fungsi visibilitas bernilai positif (pengamatan hilal 1 Syawal 1402 H, 1 Syawal 1407 H, 1 Ramadhan 1432 H, dan 1 Dzulhijjah 1432). Terdapat tambahan sejumlah 17 buah data yang bersumber dari basis data Rukyatul Hilal Indonesia yang dibatasi hanya untuk laporan keberhasilan mengamati Bulan sabit muda dengan beda waktu terbenam antara Bulan dan Matahari kurang dari 60 menit. Ketujuh belas buah data tambahan tersebut seluruhnya memenuhi syarat visibilitas, yaitu kecerahan hilal lebih besar daripada kecerahan langit latar belakang. Seluruh data yang lolos seleksi tersebut ditampilkan dalam Tabel 1.

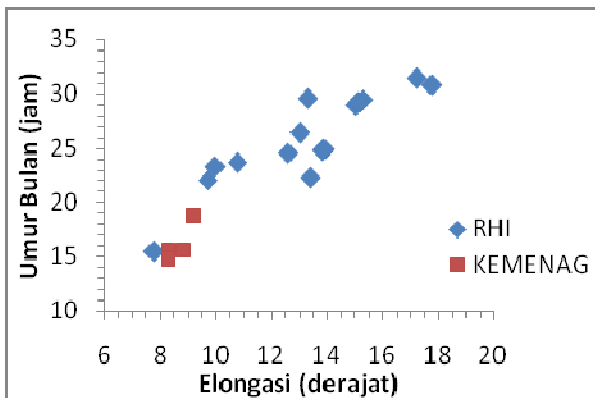
Tabel 1. Data parameter fisis Bulan pada saat Matahari terbenam waktu setempat.

<i>Penetapan</i>	<i>ARCV</i> (°)	<i>ARCL</i> (°)	<i>DAZ</i> (°)	<i>Umur</i> (jam)	<i>Lag</i> (menit)	<i>Keterangan</i>
Syawal 1402	7,986	8,285	1,567	15,46	36	Mata bugil
Syawal 1407	7,351	9,206	5,631	18,76	32	Mata bugil
Ramadhan 1428	8,440	9,710	4,680	22,04	35	Mata bugil
Syawal 1428	10,700	13,320	7,570	29,54	47	Binokuler
Muharam 1429	10,439	10,767	1,177	23,60	48	Binokuler
Rabiul Akhir 1429	12,114	17,779	12,969	30,81	52	Mata bugil
Jumadil Ula 1429	9,073	13,429	9,816	22,25	41	Mata bugil
Syakban 1429	12,241	12,583	2,748	24,53	52	Mata bugil
Syawal 1429	10,190	13,022	7,984	26,40	43	Mata bugil
Dzulqaidah 1430	12,154	15,064	8,327	28,97	55	Mata bugil
Dzulhijjah 1430	6,482	7,778	4,512	15,49	28	Mata bugil
Jumadil Ula 1430	12,489	17,268	11,894	31,42	56	Mata bugil
Ramadhan 1430	11,773	13,851	6,731	24,76	50	Mata bugil
Ramadhan 1430	12,048	13,886	6,734	24,83	50	Mata bugil
Ramadhan 1430	12,000	13,917	6,805	24,88	50	Mata bugil

(Lanjutan)

Penetapan	ARCV (°)	ARCL (°)	DAZ (°)	Umur (jam)	Lag (menit)	Keterangan
Dzulqaidah 1430	12,736	15,157	8,135	29,18	56	Mata bugil
Dzulqaidah 1430	12,922	15,291	8,095	29,47	56	Mata bugil
Dzulqaidah 1430	12,408	15,137	8,162	29,14	56	Mata bugil
Muharam 1431	9,780	9,976	0,235	23,28	45	Mata bugil
Ramadhan 1432	6,784	8,816	5,704	15,66	28	Mata bugil
Dzulhijjah 1432	7,083	8,271	4,468	14,71	30	Mata bugil

Gambar 1 menunjukkan sebaran umur Bulan terhadap elongasi. Dari gambar tersebut diperoleh umur Bulan minimal 14,7 jam dan elongasi minimal 7,8° sebagai syarat visibilitas hilal. Nilai umur Bulan minimal yang diperoleh ini jauh lebih besar dibandingkan hasil yang didapat Djamaluddin (2000), yaitu 8 jam. Demikian juga dengan elongasi minimal yang diperoleh memberikan nilai yang lebih besar daripada yang diadopsi Kementerian Agama melalui Kriteria MABIMS maupun nilai yang diusulkan Djamaluddin (2000 dan 2011).



Gambar 1. Grafik sebaran umur Bulan terhadap elongasi.

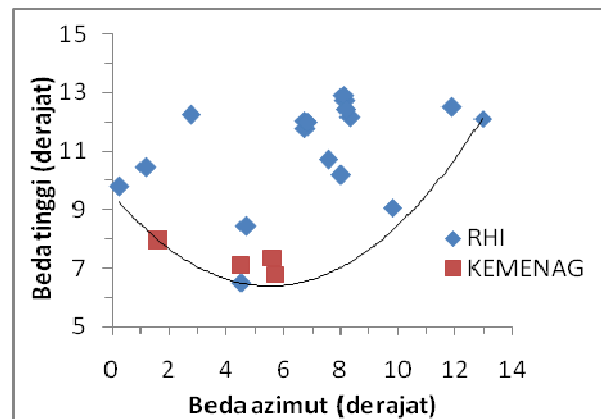
Nilai elongasi dan umur Bulan minimal yang diperoleh penelitian ini mendekati hasil yang didapat Utama dan Siregar (komunikasi pribadi). Seperti halnya Utama dan Siregar yang juga menggunakan model fungsi visibilitas Kastner, penelitian ini memanfaatkan data yang diperoleh dari rentang waktu pengamatan yang lebih panjang. Nilai elongasi minimal 7,8° yang diperoleh di atas dekat dengan nilai elongasi minimal yang diusulkan Fatoohi *et al.* (1998), yaitu 7,5°. Perbandingan nilai yang didapat dari penelitian ini dengan beberapa hasil penelitian lainnya ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai elongasi dan umur Bulan menurut berbagai kriteria.

Kriteria*	ARCL (°)	Umur (jam)
UPI	7,8	14,7
U&S	8,3	15,5
MABIMS	3	8
LYD	6,4	8
Fatoohi <i>et al.</i>	7,5	-
Ilyas	10	-

* UPI: hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, U&S: hasil yang diperoleh Utama dan Siregar, LYD: kriteria LAPAN yang disempurnakan.

Sebaran data beda tinggi terhadap beda azimuth ditunjukkan dalam Gambar 2. Berdasarkan data empirik, untuk DAZ ~ 0° diperlukan beda tinggi ~ 10° agar hilal dapat diamati (data pengamatan pada bulan Muharam 1431 H). Dengan mengambil batas minimum dari sebaran data tersebut didapat hubungan beda tinggi dan beda azimuth yang bersesuaian dengan polinomial orde dua.



Gambar 2. Grafik sebaran beda tinggi terhadap beda azimuth.

Hubungan beda tinggi dan beda azimuth tersebut dinyatakan dalam pertidaksamaan berikut ini:

$$ARCV \geq 0,10|DAZ|^2 - 1,14|DAZ| + 9,52, \quad (3)$$

Nilai di atas mendekati hasil yang diperoleh Djamaluddin (2000) yang diberikan oleh pertidaksamaan:

$$ARCV \geq 0,14|DAZ|^2 - 1,83|DAZ| + 9,11, \quad (4)$$

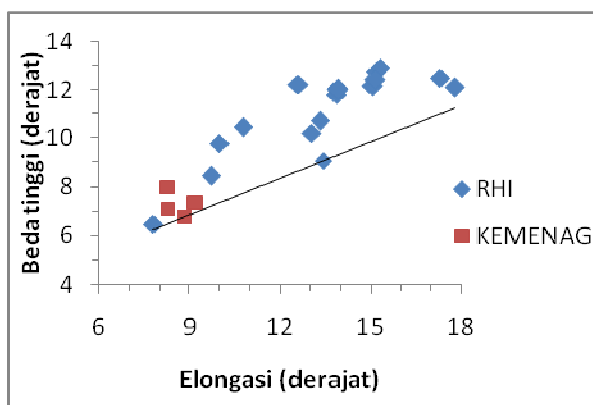
Persamaan 3 dan 4, keduanya memberikan nilai beda tinggi untuk beda azimuth 0° yang lebih rendah daripada yang diperoleh Utama dan Siregar (komunikasi pribadi), di mana Utama dan Siregar mendapatkan pertidaksamaan yang berbentuk:

$$ARCV \geq 0,22|DAZ|^2 - 1,27|DAZ| + 10,69, \quad (5)$$

Sebagai batasan minimal untuk sebaran beda tinggi terhadap elongasi dapat digunakan hubungan linear seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Hubungan linear tersebut dinyatakan melalui pertidaksamaan berikut:

$$ARCV \geq 0,496(ARCL) + 2,409, \quad (6)$$

yang menunjukkan bahwa semakin besar nilai elongasi, maka semakin besar pula nilai beda tinggi Bulan–Matahari.



Gambar 3. Grafik sebaran beda tinggi terhadap elongasi.

Berdasarkan data empirik, beda tinggi minimal adalah $6,48^\circ$, yang bersumber dari laporan keberhasilan mengamati hilal di Condroidipo pada 17 November 2009 (data pengamatan pada bulan Dzulhijjah 1430 H). Nilai ini lebih tinggi daripada yang dihasilkan Ilyas (1988) yang diadopsi Djamaluddin (2011), yaitu sebesar 4° , namun lebih rendah daripada nilai yang diberikan oleh Utama dan Siregar (komunikasi pribadi) sebesar $7,36^\circ$.

5 KESIMPULAN

Kriteria visibilitas hilal yang diperoleh dengan menyertakan model fungsi visibilitas Kastner dalam proses seleksi data dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Agar hilal dapat diamati maka umur Bulan $\geq 14,7$ jam setelah terjadinya fase konjungsi dan elongasinya $\geq 7,8^\circ$.
2. Nilai beda tinggi (ARCV) minimal $9,52^\circ$ untuk beda azimuth nol dan memenuhi pertidaksamaan $ARCV \geq 0,10|DAZ|^2 - 1,14|DAZ| + 9,52$ untuk nilai beda azimuth lainnya.
3. Linearitas empirik antara beda tinggi dan elongasi memenuhi pertidaksamaan $ARCV \geq 0,496(ARCL) + 2,409$.

Dengan bertambahnya data pengamatan yang digunakan, besaran-besaran yang dihasilkan sebagai batas bawah di atas akan menjadi lebih baik. Untuk selanjutnya hasil penelitian ini dapat diusulkan sebagai kriteria visibilitas hilal yang berlaku di Indonesia.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih Penulis sampaikan kepada Kementerian Agama RI dan Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) atas publikasi data pengamatan hilal mereka.

6 PUSTAKA

- Allen, C.W. 1973, *Astrophysical Quantities*, The Athlone Press, Univ. of London.
- Djamaluddin, T. 2000, *Warta LAPAN*. Volume 2, No.4.
- Djamaluddin, T. 2011, *Astronomi Memberi Solusi Penyatuan Ummat*, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Jakarta.
- Fatoohi, L.J., Stephenson, F.R., & Al-Dargazelli, S.S. 1998, *The Observatory*. 118, 65-72.
- Hoffman, R.E. 2003, *Mon. Not. Royal. Asron. Soc.* 340, 1039-1051.
- Ilyas, M. 1988, *Astronomy and Astrophysics*. 206, 133-135.
- Kastner, S.O. 1976, *JRASC*. 70, 153-168.
- Mikhail, J.S., Asaad, A.S., Nawar, S., & Hassanin, N.Y. 1995, *Earth, Moon and Planets*. 70, 109-121.
- Schaefer, B.E. 1996, *Q.J.R.astr. Soc.* 37, 759-768.
- Utama, J.A. & Siregar, S. Komunikasi pribadi.
- Widiana, W. 2000, *Jurnal Hisab Rukyat*, Departemen Agama RI, Jakarta.