

KONSEP “BEST TIME” DALAM OBSERVASI HILAL MENURUT MODEL VISIBILITAS KASTNER

Judhistira Aria Utama

*Laboratorium Bumi dan Antariksa, Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154*

Abstrak

Dalam makalah ini dipaparkan penerapan model visibilitas Kastner dalam penentuan waktu optimum dalam kegiatan observasi hilal. Waktu optimum tersebut berada dalam jendela waktu sejak Matahari terbenam hingga terbenamnya Bulan pada saat observasi hilal dilakukan. Diperoleh bahwa kurva fungsi visibilitas hilal pada modus observasi dengan mata telanjang mencapai nilai maksimumnya pascaterbenam Matahari, sebelum akhirnya kembali berkurang dengan semakin rendahnya posisi Bulan. Kondisi saat fungsi visibilitas hilal mencapai nilai positif terbesarnya ini didefinisikan sebagai “*best time*”. Berdasarkan data observasi hilal yang tersedia “*best time*” dapat dirumuskan sebagai sebuah persamaan linear sederhana, yang bila dibandingkan dengan konsep “*best time*” lain yang lebih dulu ada, waktu terbaik yang disarankan untuk dapat mengesani sosok hilal berkisar 5 menit – 20 menit lebih akhir.

Kata kunci: Konsep “*best time*”, Model Kastner, Visibilitas Hilal

PENDAHULUAN

Hilal, salah satu fase Bulan berupa sabit tipis, yang terbentuk pascakonjungsi menjadi penanda berakhirnya bulan Hijriyah yang sedang berjalan untuk berganti menjadi bulan yang baru. Dalam kasus tertentu, yaitu ketika posisi hilal berdekatan dengan posisi Matahari, membuatnya menjadi objek yang sulit untuk diamati. Menurut Danjon (1932), pada saat jarak sudut (elongasi) Bulan dan Matahari kurang dari 7° , hilal tidak akan dapat diamati. Studi teoretik dengan pendekatan fotometri oleh Sultan (2007) menunjukkan bahwa batasan elongasi yang disebut sebagai limit Danjon di atas dapat diatasi untuk kondisi atmosfer yang bersih dan konfigurasi geometri Matahari – Bulan yang sempurna ($DAZ = 0^{\circ}$ pada saat Matahari terbenam).

Pada saat Matahari terbenam, tidak serta-merta langit menjadi gelap. Hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel yang terkandung dalam atmosfer membuat langit senja masih cukup terang sehingga mengalahkan kecerahan hilal. Dengan demikian, untuk dapat mengamati hilal, diperlukan kondisi langit yang lebih gelap namun pada saat yang sama Bulan masih berada di ketinggian yang cukup di atas ufuk di arah barat. Dalam kasus-kasus ekstrem di mana waktu terbenam Bulan tidak berbeda jauh dengan waktu terbenam Matahari, kecerahan langit senja dapat saja mendominasi hingga saat Bulan terbenam. Bila demikian halnya, sepanjang jendela waktu yang ada hilal tidak akan dapat diamati. Dalam studi teoretik, rasio kecerahan hilal dan langit senja ini didefinisikan sebagai kontras. Parameter kontras merupakan faktor lain yang harus dipertimbangkan selain faktor geometri untuk dapat memprediksi visibilitas atau kenampakan hilal.

Seandainya pun dalam jendela waktu yang tersedia hilal berpeluang dapat diamati, bilakah waktu terbaik untuk mengamatinya? Bruin (1977, dalam Yallop, 1997) memberikan formula sederhana berdasarkan hasil rajah ARCV (beda tinggi Matahari – Bulan) terhadap s (ketinggian

geosentrik Matahari) untuk beragam nilai W (tebal tengah–sabit Bulan) sebagai:

$$T_{best} = T_{sunset} + 4/9 \times Lag \quad (1)$$

Dalam persamaan Bruin ini, T_{best} , T_{sunset} , dan Lag berturut-turut menyatakan waktu pengamatan hilal terbaik (*best time*), waktu lokal terbenamnya Matahari, dan beda waktu terbenam Matahari dan Bulan. Berbeda dengan Bruin, model visibilitas Kastner yang diadopsi dalam observasi hilal menyertakan pula kontribusi kecerahan langit senja dan langit malam dalam memprediksi visibilitas hilal (Kastner, 1976). Kecerahan langit senja dalam penelitian ini diperoleh menggunakan formula aproksimasi Kastner atas grafik distribusi kecerahan langit senja faktual sebagai fungsi sudut depresi Matahari yang diperoleh Barteneva dan Boyarova (1960, dalam Kastner, 1976). Meskipun model Kastner belum mengakomodasi faktor psikofisiologi penglihatan manusia sebagai salah satu faktor dalam visibilitas hilal, model ini terbukti mampu memberikan prediksi visibilitas hilal yang bersesuaian dengan data laporan hasil observasi hilal dan Bulan sabit tua (Utama, 2012 dan Utama & Efendi, 2012). Menggunakan model ini, diketahui bahwa nilai fungsi visibilitas hilal dengan modus pengamatan mata telanjang mencapai maksimumnya pascaterbenam Matahari, sebelum kemudian mengalami penurunan seiring dengan semakin rendahnya posisi Bulan. Dalam hal model memprediksi kebolehdjian hilal untuk diamati (yaitu manakala fungsi visibilitas bernilai positif), melalui penelitian ini ingin diperoleh ekspresi matematis waktu terbaik (*best time*) pengamatan sebagai alternatif atas **Persamaan (1)** yang dapat digunakan sebagai panduan bagi para pengamat hilal.

METODE

Penelitian ini memanfaatkan basis data laporan kesaksian mengamati kenampakan sabit Bulan pascakonjungsi di wilayah Indonesia dalam kurun waktu 2007 – 2009 yang dikompilasi oleh lembaga Rukyatul Hilal Indonesia (RHI). Data yang mengalami pengolahan untuk selanjutnya dianalisis terbatas pada data observasi positif Bulan sabit muda yang berjumlah 45 buah data. Pengolahan data hanya menyertakan kasus yang memiliki $lag < 1$ jam, dengan pertimbangan bahwa laporan kesaksian dengan $lag > 1$ jam merupakan hasil observasi positif fase Bulan sabit alih-alih hilal. Dengan demikian jumlah data mengalami penyusutan menjadi hanya 17 buah laporan positif. Dari ke-17 data tersebut, sebanyak 4 data merupakan laporan kesaksian mengamati hilal yang sama, yaitu hilal penentu awal Zulkaidah 1430 H dan 3 data lainnya berasal dari observasi hilal penentu awal Ramadhan 1430 H. Ke-12 buah kasus hilal yang berbeda disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Hilal dan parameter fisisnya saat Matahari terbenam

Peristiwa	ARCV (^o)	ARCL (^o)	DAZ (^o)	Usia (Jam)	Lag (Menit)	Best Time
Ramadhan 1428	8,074	9,612	4,637	21,83	35	24 ^m + T _{sunset}
Syawal 1428	10,363	13,268	7,651	29,41	47	34 ^m + T _{sunset}
Muharam 1429	10,194	10,693	0,957	23,43	48	35 ^m + T _{sunset}
Rabi. Akhir 1429	11,485	17,685	3,110	30,61	53	42 ^m + T _{sunset}
Jum. Awal 1429	8,451	13,348	9,968	22,06	42	30 ^m + T _{sunset}
Syaban 1429	11,721	12,475	2,529	24,32	53	40 ^m + T _{sunset}
Syawal 1429	9,689	12,954	8,038	26,23	43	31 ^m + T _{sunset}
Muharam 1430	9,427	9,905	0,026	23,12	45	33 ^m + T _{sunset}
Jum. Awal 1430	11,760	17,183	12,119	31,04	56	44 ^m + T _{sunset}
Ramadhan 1430	11,556	13,797	6,676	24,66	51	37 ^m + T _{sunset}
Zulqaidah 1430	11,960	15,024	8,422	28,87	55	42 ^m + T _{sunset}
Zulhijjah 1430	5,696	7,706	4,663	15,27	28	17 ^m + T _{sunset}

Perhitungan visibilitas di masing-masing lokasi pengamatan yang melaporkan kenampakan hilal mengikuti prosedur yang diuraikan dalam Kastner (1976). Perhitungan dilakukan dengan mengadopsi nilai serapan atmosfer $k = 0,19$ untuk mendeskripsikan kondisi atmosfer yang bersih.

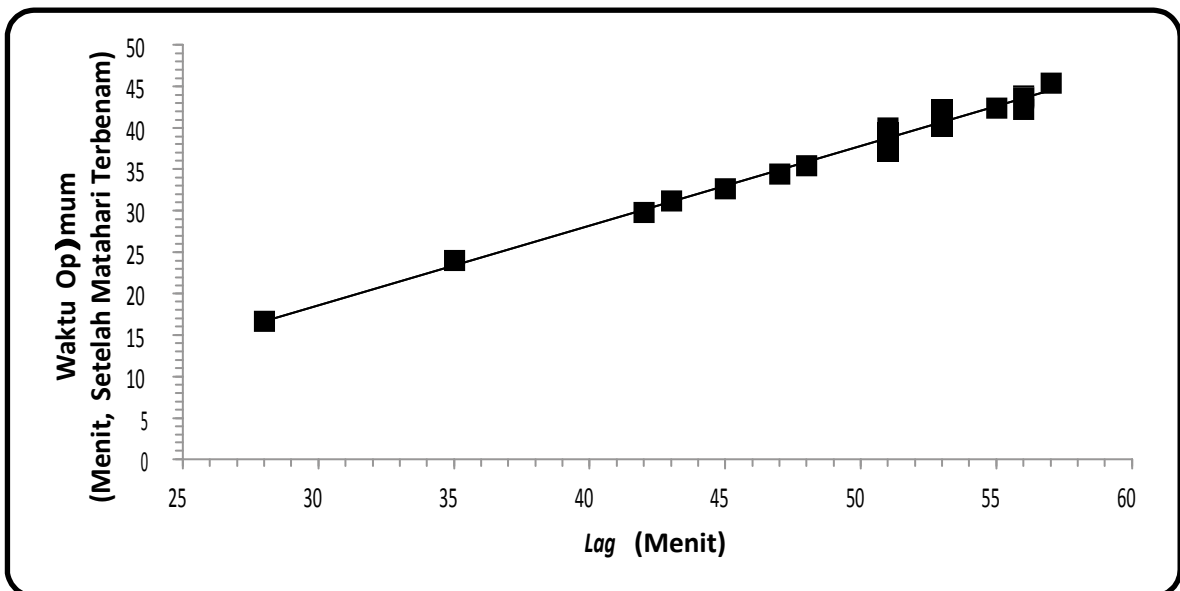
Parameter fisis Matahari (sudut depresi, azimut) dan Bulan (jarak zenit, azimut, elongasi, magnitudo semu visual, semidiameter) yang diperlukan dalam perhitungan diperoleh menggunakan perangkat lunak *MoonCalc versi 6.0* dari Monzur Ahmed (2001) dengan pengaturan observasi dilakukan dari permukaan Bumi (toposentrik) dan menyertakan efek refraksi atmosfer.

PEMBAHASAN

Menurut data empirik yang tersaji dalam **Tabel 1**, *lag* tersingkat adalah 28 menit yang memberikan interval waktu 17 menit sejak terbenamnya Matahari sebagai waktu terbaik dalam upaya mengesani sosok hilal. Interval waktu tersebut diperoleh dari waktu dicapainya nilai fungsi visibilitas maksimum yang menandai kontras terbaik di sepanjang jendela waktu yang tersedia. Laporan ini berasal dari pengamat di Condroidipo (ϕ : 7,167 derajat LS, λ : 112,617 derajat BT, h: 120 m dpl) pada 17 November 2009. Berdasarkan model Kastner, diperoleh persamaan linear yang menghubungkan *Lag* dan waktu terbaik (T_{best}) sebagai:

$$T_{best} = T_{sunset} + (0,96 \times Lag - 10,25) \quad (2)$$

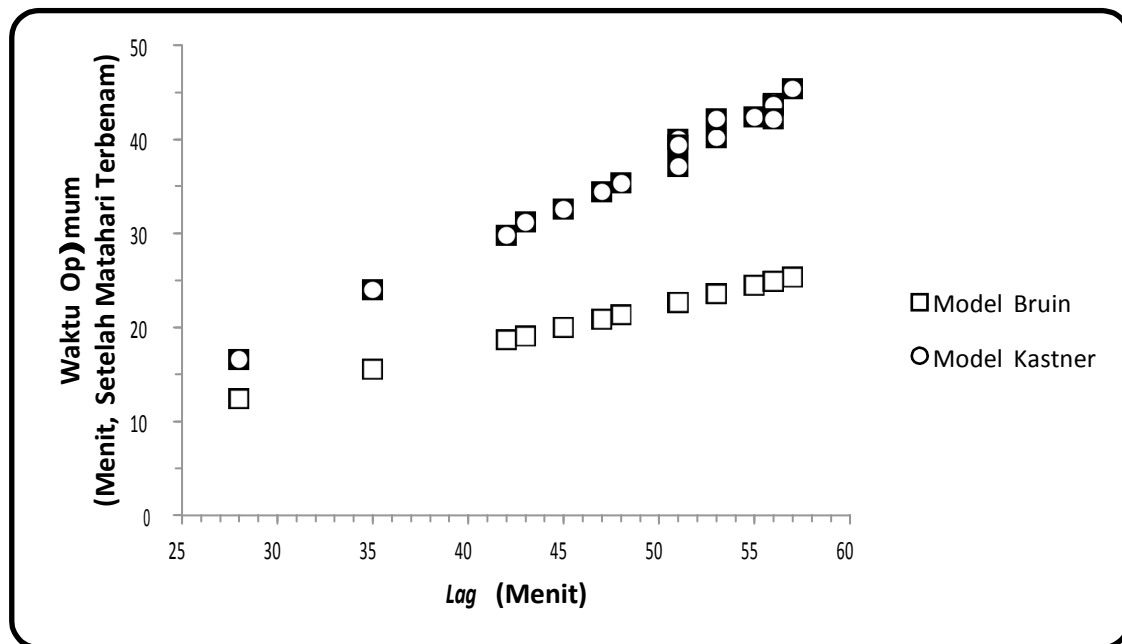
Persamaan (2) memprediksi bahwa *lag* tersingkat yang dapat terjadi ketika waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam ($T_{best} - T_{sunset} = 0$) adalah sekitar 11 menit. Pada saat ini belum tersedia data dengan nilai *lag* sesingkat itu, diperlukan data keberhasilan observasi hilal valid yang lebih banyak untuk dapat mengkonfirmasi nilai 11 menit ini. Prediksi *lag* tersingkat menggunakan persamaan Bruin memberikan hasil yang sangat optimistik, yaitu $lag = 0$ menit, yang berarti bahwa hilal dapat diamati dengan segera pada saat Matahari dan Bulan terbenam secara bersamaan di ufuk setempat. Secara teknis hal ini tidak akan dapat dicapai; objek yang sudah terbenam tidak akan dapat diamati. Hasil rajah menggunakan data yang tersedia ditunjukkan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Rajah ke-17 buah data yang tersedia antara *lag* dan waktu optimum memberikan nilai koefisien korelasi yang sangat baik, yaitu $R^2 = 0,99$.

Dengan demikian, **Persamaan (2)** dapat digunakan sebagai alternatif terhadap persamaan yang pernah diusulkan Bruin dengan pertimbangan bahwa persamaan yang baru terlihat lebih realistis. Konsep *best time* ini tidak melarang untuk dapat mengesani sosok hilal sebelum waktu optimum tersebut. Penggunaan alat bantu optik seperti binokuler maupun teleskop yang

menghasilkan perbesaran sudut tertentu dapat saja membantu pengamat dalam mengesani sosok hilal sebelum waktu puncak yang diprediksikan. Ketiadaan gangguan berupa liputan awan di arah pandang hilal, atmosfer yang bersih, dan tidak ada halangan objek-objek terestrial (gunung, gedung, dan lain-lain) di arah posisi hilal berada, merupakan syarat untuk dapat mengesani sosok hilal pada waktu optimum dengan mata telanjang. Bila dibandingkan hasil prediksi waktu terbaik pengamatan memanfaatkan informasi *lag* yang ada dengan menggunakan **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**, diperoleh bahwa waktu optimum yang diberikan oleh **Persamaan 2** terjadi lebih akhir, yaitu dalam rentang 5 menit hingga 20 menit setelah waktu yang diprediksikan oleh **Persamaan 1** sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Perbandingan prediksi waktu terbaik (*best time*) pengamatan hilal menggunakan model Kastner dan Bruin.

KESIMPULAN

Telah berhasil diperoleh persamaan alternatif yang lebih realistis untuk memperoleh waktu terbaik (*best time*) dalam observasi hilal menggunakan model visibilitas Kastner. *Best time* atau waktu optimum yang dihasilkan dapat menjadi panduan bagi para pengamat hilal dalam upaya mengesani sosok hilal pada waktu tertentu di dalam jendela waktu yang tersedia. Dibandingkan prediksi waktu terbaik yang diberikan Bruin, dengan persamaan yang baru ini diperoleh waktu optimum untuk mengamati hilal dalam rentang 5 menit – 20 menit lebih akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

JAU mengucapkan terima kasih kepada Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) atas publikasi basis data pengamatan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M. 2001. Documentation of MoonCalc 6.0
- Danjon, A. 1932. Jeunes et Vieilles Lunes. *L'Astronomie*. Vol. 46

- Kastner, S.O. 1976. Calculation of the Twilight Visibility Function of Near-Sun Objects. *The Journal of The Royal Astronomical Society of Canada*. Volume 70, No.4
- Sultan, A.H. 2007. First Visibility of the Lunar Crescent: Beyond Danjon's Limit. *The Observatory*. Volume 127, No.1
- Utama, J.A. 2012. *Analisis Visibilitas Hilal Penentu Awal Ramadhan dan Syawal 1433 H dengan Model Fungsi Visibilitas Kastner*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika, Universitas Negeri Semarang, 6 Oktober
- Utama, J.A., Efendi, R. 2012. *Reliability Test of Kastner Visibility Function Prediction on Lunar Crescent Observational Data in Indonesia*. Makalah disajikan dalam 4th South East Asian Astronomy Network (SEAN) Meeting, Institut Teknologi Bandung, 10 - 11 Oktober
- Yallop, B.D. 1997. NAO Technical Note No. 69. HM Nautical Almanac Office, Royal Greenwich Observatory: Cambridge