

**STUDI ANALISIS KONSEP WAKTU TERBAIK
PENGAMATAN HILAL (*BEST TIME*) DENGAN METODE
KASTNER DI CONDRODIPO TAHUN 2019-2022**

SKRIPSI

Digunakan untuk memenuhi Tugas dan melengkapi syarat
guna memperoleh gelar sarjana strata 1
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Disusun Oleh:

ARINI SALSABILA

1802046022

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2022

Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : -

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Arini Salsabila

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan
seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara:

Nama : Arini Salsabila

NIM : 1802046022

Jurusan : Program Studi Ilmu Falak

Judul : Studi Analisis Konsep Waktu Terbaik Pengamatan
Hilal (*Best Time*) Dengan Metode Kastner Di
Cendrodipo Tahun 2019-2022.

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat
segera diujikan.

Demikianlah harap menjadikan maklum.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 13 Desember 2022

Pembimbing I



Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.ag.

NIP. 197012081996031002

Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.S.I.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : -

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Arini Salsabila

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara:

Nama : Arini Salsabila
NIM : 1802046022
Jurusan : Program Studi Ilmu Falak
Judul : Studi Analisis Konsep Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) Dengan Metode Kastner Di Condroidipo Tahun 2019-2022.

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera diujikan.

Demikianlah harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 13 Desember 2022

Pembimbing II



Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.S.I.

NIP. 19880916 201601 1 901



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website <http://fsh.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah skripsi Saudara :

Nama : Arini Salsabila
NIM : 1802046022
Jurusan/Prodi. : Ilmu Falak
Judul : Studi Analisis Konsep Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) Dengan Metode Kastner Di Cendrodipo Tahun 2019-2022

Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan **Lulus**, pada tanggal :

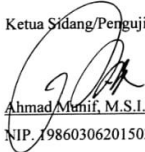
21-Desember-2022

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Tahun Akademik **2022/2023**.


Semarang, 2 Januari 2023

DEWAN PENGUJI


Ketua Sidang/Penguji I,


Ahmad Mumtaz, M.S.I.
NIP. 198603062015031006

Sekretaris/Penguji II,



Ahmad Fuad Al-Anshary, S.H.I., M.S.I.
NIP. 198809162016011901

Penguji III,


Dr. Ahmad Adib Rofiuudin, M.S.I.
NIP. 198911022018011001




Penguji IV,


Muhammad Abdur Rosyid Albana, Lc., M.H.
NIP. 198310242019031005

Pembimbing I,


Dr. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
NIP. 1970128199603102

Pembimbing II,


Ahmad Fuad Al-Anshary, S.H.I., M.S.I.
NIP. 198809162016011901

MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ

السِّنِينَ وَالْحِسَابِ لَيْ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ

لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkanNya 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 (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.”

{Q.S. Yunus (10): 5}

PERSEMBAHAN

Alhamdu Lillahi Rabbil ‘Alamin, puji syukur atas rahmat dan izin Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Penulis ingin mempersembahkan skripsi ini untuk orang-orang penting dalam hidup penulis selama ini, kepada:

Keluarga tercinta (Bapak Muhammad Muchson, Ibu Tunsiyah, Kakak Linfiatin Umamah, dan Adik Muhammad Nur Arifin)

. Yang senantiasa memberikan dorongan semangat kepada penulis untuk berusaha dan bersabar dalam menggapai harapan dan cita-cita. Dan orang tua yang selalu mendoakan penulis setiap waktunya. Semoga Allah SWT memberikan umur panjang, kesehatan, dan kebahagiaan kepadanya, Amiin.

Kyai dan Guru

Yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis untuk semangat belajar dan meraih cita-cita.

Dan seluruh orang yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 14 Desember 2022

Deklarator



Arini Salsabila

(1802046022)

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman Transliterasi Arab Latin yang dipakai dalam penulisan penelitian ini berpedoman pada hasil keputusan bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 158 Tahun 1987. Adapun pedoman tersebut sebagai berikut:

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Bā'	B	Be
ت	Tā'	T	Te
ث	Sā'	Ṣ	Es (dengan titik di atas)
ج	Jīm	J	Je
ح	Hā'	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Khā'	Kh	Ka dan ha
د	Dāl	D	De
ذ	Zāl	Z	Zet (dengan titik di bawah)
ر	Rā'	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sīn	S	Es

ش	Syīn	Sy	ES dan ye
ص	Ṣād	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍād	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ṭā'	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓā'	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	'Ain	'	Koma terbalik di atas
ع	Gain	G	Ge
ف	Fā'	F	Ef
ق	Qāf	Q	Qi
ك	Kāf	K	Ka
ل	Lām	L	El
م	Mīm	M	Em
ن	Nūn	N	En
و	Wāw	W	W
ه	Hā'	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Yā'	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap karena Syaddah Ditulis Rangkap

متعددة	Ditulis	<i>Muta'addidah</i>
عدة	Ditulis	<i>'Iddah</i>

C. Ta' Marbūṭah

Semua tā' marbūṭah ditulis dengan h, baik berada pada akhir kata tunggal ataupun berada di tengah penggabungan kata (kata yang diikuti oleh kata sandang "al"). Ketentuan ini tidak diperlukan bagi kata-kata Arab yang sudah terserap dalam bahasa Indonesia, seperti shalat, zakat, dan sebagainya kecuali dikehendaki kata aslinya.

حكمة	Ditulis	Ḥikmah
علة	Ditulis	'Illah
كرامة الأولياء	Ditulis	Karāmah al-aulyā'

D. Vokal Pendek dan Penerapannya

---َ---	Fatḥah	Ditulis	A
---ِ---	Kasrah	Ditulis	I
---ُ---	Ḍammah	Ditulis	U
فعل	fatḤah	Ditulis	<i>Fa'ala</i>
ذكر	Kasrah	Ditulis	<i>Zukira</i>
يذهب	Ḍammah	Ditulis	<i>Yažhabu</i>

E. Vokal Panjang

1. Fathah+alif جاهلية	Ditulis Ditulis	Ā <i>Jāhiliyyah</i>
2. Fathah+ya' تنسى	Ditulis Ditulis	Ā <i>Tansā</i>
3. Kasrah+ya'	Ditulis	ī

كريم	Ditulis	<i>Karīm</i>
4. Dammah+waw mati فروض	Ditulis Ditulis	<i>Ū</i> <i>Furūd</i>

F. Vokal Rangkap

1. Fathah+ya' mati بينكم	Ditulis Ditulis	<i>Ai</i> <i>Bainakum</i>
2. Fathah+waw mati قول	Ditulis Ditulis	<i>Au</i> <i>Qaul</i>

G. Vokal Pendek Yang Berurutan dalam Satu Kata Dipisahkan dengan Apostrof

أَنْتُمْ	Ditulis	<i>A'antum</i>
أَعَدَّتْ	Ditulis	<i>U'iddat</i>
لَنْ شَكَرْتُمْ	Ditulis	<i>Lain syakartum</i>

H. Kata Sandang Alif+Lam

- 1) Apabila diikuti dengan huruf Qamariyyah maka ditulis dengan menggunakan huruf awal 'al'

القرآن	Ditulis	<i>Al-Qurān</i>
القياس	Ditulis	<i>Al-Qiyās</i>

- 2) Apabila diikuti dengan huruf Syamsiyah maka ditulis dengan huruf pertama Syamsiyah tersebut

السماء	Ditulis	<i>As-Samaā'</i>
الشمس	Ditulis	<i>Asy-Syams</i>

I. Penulisan Kata-Kata dalam Rangkaian Kalimat Ditulis Menurut Penulisnya

ذوى الفروض	Ditulis	<i>Žawi al-furūd</i>
اهل السنة	Ditulis	<i>Ahl as-sunnah</i>

J. Tajwid

Bagi mereka yang menginginkan kefasihan dalam bacaan, pedoman transliterasi ini merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dengan Ilmu Tajwid. Karena itu peresmian pedoman transliterasi Arab-Latin (Versi Internasional) ini perlu disertai dengan pedoman tajwid.

ABSTRAK

Kondisi hilal yang berbentuk sabit tipis bercahaya putih berada di langit barat yang berwarna jingga membuat pengamatan hilal pada sore hari menjadi sulit, iluminasi hilal sangat sulit sekali dibedakan terhadap kecerahan langit senja. Terlebih mata manusia memiliki keterbatasan dalam mengamati hilal dengan kondisi kontras yang rendah. Selain itu posisi hilal saat Matahari terbenam juga bervariasi karena pengaruh bentuk orbit Bulan dan rotasi Bumi. Oleh karena itu diperlukan prediksi waktu pengamatan hilal yang mengakomodir konfigurasi geometri hilal dan kecerahan senja. Sehingga dalam penelitian ini dirumuskan dua rumusan masalah, yaitu: 1). Bagaimana konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022? dan 2). Bagaimana analisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) di Condrodipo pada tahun 2019-2022?. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perhitungan visibilitas hilal metode Kastner, menentukan konsep *best time*, dan menganalisis *best time* terhadap pengamatan hilal di Condrodipo pada tahun 2019 sampai 2022. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif yang bersifat penelitian kepustakaan (*library research*). Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa berita acara rukyat hilal di Bukit Condrodipo Gresik penentuan awal bulan kamariah pada tahun 1440-1443 H/ 2019-2022 M dan data hasil perhitungan visibilitas hilal Kastner, sedangkan data sekundernya berasal dari artikel, jurnal, kitab falak, dan laporan hasil penelitian yang berkaitan dengan visibilitas hilal penentuan awal bulan kamariah.

Berdasarkan hasil penelitian menyimpulkan, bahwasanya: pertama, diperoleh persamaan baru *best time* Kastner untuk pengamatan hilal di Bukit Condrodipo yaitu $T_{best} = T_{sunset} + 0,5222 \times Lag + 3,9351$. Persamaan waktu terbaik pengamatan hilal ini memprediksikan bahwa lag tersingkat yang dapat terjadi ketika waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam ($T_{best} - T_{sunset} = 0$) adalah sekitar 17 menit. *Kedua*, persamaan baru prediksi waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) di Condrodipo jika dibandingkan dengan prediksi *best time* Judhistira Aria Utama yang diperuntukkan untuk pengamatan hilal di daerah lintang $\pm 23^\circ$, diperoleh bahwa waktu optimum yang diberikan oleh persamaan baru lebih awal yaitu dalam rentang 4 sampai 10 menit sebelum waktu yang diprediksikan oleh Judhistira.

Kata kunci: visibilitas hilal Kastner, konsep *best time*, iluminasi Bulan/ hilal, dan kecerahan langit senja.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, tiada daya dan tiada kekuatan atas pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Konsep *Best Time* Visibilitas Hilal Metode Katsner di Condrodipo Tahun 2019-2022”. Shalawat dan salam selalu sanjungkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta para keluarga, para sahabat, para tabi'in, dan para ambiya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak semata atas usaha penulis sendiri. Banyak campur tangan dari berbagai pihak yang sangat membantu penulis, baik materiil maupun spiritual. Untuk itu penulis menyampaikan banyak berterimakasih, kepada:

1. Prof. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. H. Mohammad Arja Imroni, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Ahmad Arif Junaidi, M.Ag., selaku pembimbing I dalam penulisan skripsi ini yang selalu sabar meluangkan waktu, mengarahkan serta memberikan saran-saran konstruktif sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Ahmad Fuad Al-Anshary, S.H.I M.S.I., selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Wali yang selalu sabar meluangkan waktu, mengarahkan serta memberikan saran-saran konstruktif sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Drs. K.H Fadlolan Musyaffa' Lc., MA dan Ibu Nyai Fenti Hidayah S.Pd.I, selaku Pengasuh Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlun yang selalu mendoakan dan mendorong semangat belajar kepada penulis.
6. Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si yang telah memberi banyak informasi dan pengetahuan, sehingga terciptalah skripsi ini.
7. Orang tua penulisa yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moral dan materiil sehingga penulis berhasil menyelesaikan perkuliahan sampai titik ini.
8. Sahabatku Maila Sofia, Azza Mailadina, Fina Rahmatul Ummah, Fitriana Nuril Haqi, Muhammad Fathurrahman, dan Muhammad Chazim yang senantiasa hadir memberikan dukungan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan problem.
9. Sahabatku Alfi, Rahma, Jajang, Anoy, Zulfa, Sabil, Mis Fitri, The Apis, Hana, Mualida, Umi, dan Ulfa selaku keluarga kecil di pondok yang memberikan doa dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua orang yang membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan mereka dan selalu memberikan kesehatan serta kemudahan dalam menjalani hidupnya. Penulis hanya dapat memberikan banyak terimakasih kepada mereka atas ilmu, pengetahuan, dan kebaikan yang diberikan kalian. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi kepenulisan, kebahasaan, dan pembahasan. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi diri sendiri dan pembaca.

Wassalamua'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 Desember 2022

Arini Salsabila

NIM. 180204622

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI	vii
HALAMAN PEDOMAN LITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	xiii
HALAMAN KATA PENGANTAR	xiv
HALAMAN DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GRAFIK	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	10
D. Manfaat Penelitian	10
E. Telaah Pustaka	11
F. Metodologi Penelitian	17
G. Sistematika Penulisan	21

BAB II	VISIBILITAS HILAL DAN KONSEP BEST TIME	
A.	Visibilitas Hilal	23
1.	Definisi dan Landasan Hukum Hilal ..	23
2.	Definisi dan Landasan Hukum Visibilitas Hilal	29
3.	Teori Visibilitas Hilal	36
B.	Konsep <i>Best Time</i> Visibilitas Hilal	53
BAB III	PERHITUNGAN VISIBILITAS HILAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE KASTNER DI CONDRODIPO TAHUN 2019-2022.	
A.	Deskripsi Lokasi Rukyat Conndrodipo	59
B.	Hasil Rukyat Awal Bulan Kamariah Tahun 2019-2022	61
C.	Fungsi Visibilitas Hilal Metode Kastner ...	71
D.	Perhitungan Visibilitas Hilal Metode Kastner	78
BAB IV	ANALISIS KONSEP WAKTU TERBAIK PENGAMATAN HILAL (<i>BEST TIME</i>) DENGAN METODE KASTNER DI CONDRODIPO TAHUN 2019-2022.	
A.	Konsep waktu terbaik pengamatan hilal (<i>best time</i>) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022.....	85

B. Analisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (<i>best time</i>) di Condrodipo pada tahun 2019-2022	106
---	-----

BAB V PENUTUP

A. Simpulan	112
B. Saran	113

DAFTAR PUSTAKA	114
----------------------	-----

LAMPIRAN	120
----------------	-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	130
----------------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Visibilitas Hilal Fotheringham-Maunder	41
Tabel 2.2 Kriteria Visibilitas Hilal Bruin	43
Tabel 2.3 Kriteria Visibilitas Hilal Ilyas	44
Tabel 2.4 Kriteria Visibilitas Hilal Audah	47
Tabel 2.5 Parameter Fisis Hilal Yallop (q) dan Audah (v)	47
Tabel 3.1 Data Perhitungan Visibilitas Hilal Metode Kastner Untuk Awal Bulan Zulhijah 1441 H	81
Tabel 4.1 Ketinggian Hilal Ketika Waktu Terbaik Pengamatan (<i>Best Time</i>) Metode Kastner antara Persamaan (1) dan Persamaan (2)	111

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Safar 1441 H ..88	
Grafik 4.2 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rajab 1441 H 89	
Grafik 4.3 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Zulhijah 1441 H	91
Grafik 4.4 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rabiul Awal 1442 H	93
Grafik 4.5 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rabiul Awal 1443 H	94
Grafik 4.6 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Jumadil Awal 1443 H	96
Grafik 4.7 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Jumadil Akhir 1443 H	98
Grafik 4.8 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Syakban 1443 H	99
Grafik 4.9 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Zulkaidah 1443 H	101
Grafik 4.10 Best Time Visibilitas Hilal Kastner Modus Mata Telanjang di Condrodipo	104

Grafik 4.11 Perbandingan Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) dengan Metode Kastner Persamaan (1) dan Persamaan (2) di Condrodipo 109

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kalender kamariah merupakan sistem waktu yang didasarkan pada sistem peredaran Bulan semata, satu tahun ditetapkan berjumlah 12 bulan, dan perhitungan bulannya dilakukan berdasarkan fase-fase Bulan atau manzilah-manzilah Bulan.¹ Setiap bulan berlangsung sejak penampakan fase Bulan sabit hingga penampakan berikutnya dan jumlah hari dalam sebulan sebanyak 29 atau 30 hari.² Awal bulan kamariah ditandai dengan terlihatnya hilal (*visibilitas hilal*) sesudah Matahari terbenam (*maghrib*).³ Hal ini sejalan dengan pendapat Muhammad Ilyas, kalender kamariah merupakan kalender yang berdasar atas perhitungan kemungkinan hilal atau Bulan sabit yang tampak pertama kali dari sebuah tempat pada suatu negara. Dengan demikian yang menjadi dasar kalender kamariah adalah *visibilitas hilal* di suatu negara.⁴

Perbedaan jatuhnya awal dan akhir bulan Ramadhan, Syawal, dan Zulhijah tidak hanya disebabkan oleh adanya

¹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Mode rn*, (Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2007), cet.2, 83.

² Rupi'i Amri, *Upaya Penyatuan Kalender Islam Internasional (Studi atas Pemikiran Mohammad Ilyas. Penelitian Individual*, (Semarang: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat IAIN Walisongo, 2013), 14

³ Susiknan Azhari, *Ilmu*, 83.

⁴ *Ibid*, Lihat juga: Muhammad Ilyas, *Sistem Kalender Islam dari Perspektif Astronomi*, (Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, 1997), cet. 1, 40-42.

perbedaan antara kelompok rukyat dan kelompok hisab saja, melainkan sering pula terjadi di kalangan intern baik kelompok rukyat dan kalangan intern kelompok hisab. Permasalahan intern di kelompok hisab disebabkan karena berbedanya penilaian terhadap keabsahan hasil rukyat. Hal tersebut bisa disebabkan karena diragukannya *'adalah* (keadilan) orang yang melihat hilal atau karena diragukannya kemungkinan hilal bisa dirukyat.⁵ Kualitas *'adil* seorang perukyat dimaksudkan untuk menggaransi bahwa ia akan memberikan keterangan yang jujur. Kejujuran tentu saja harus disertai kecermatan. Kalau tidak, validitas hasil rukyatnya bisa *masykukah* (disangsikan). Objek rukyat atau hilal disyaratkan harus sudah wujud atau eksis.⁶

Teori tentang kriteria pergantian bulan kamariah dikenal dengan istilah visibilitas hilal, yakni sebuah parameter untuk mendefinisikan kemungkinan posisi hilal dapat terlihat. Yang mana visibilitas hilal sebagai hasil panggilan antara metode rukyat dan hisab untuk mendapatkan interpretasi astronomi atas dalil fikih yang digunakan.⁷ Rukyat adalah aktivitas mengamati visibilitas hilal, yakni penampakan bulan sabit yang pertama kali

⁵ Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Pengadilan Agama, *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, (Jakarta: Dirjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, 2004), 3.

⁶ Abd Salam Nawawi, *Rukyat Hisab di Kalangan NU Muhammadiyah (Meredam Konflik dalam Menetapkan Hilal)*, (Surabaya:Diantama dan Lajnah Falakiyah (LF) NU Jatim, 2004), 92-93.

⁷ Hasna Tudar Putri, "Redefinisi Hilal dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi", *Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, vol. 22, no. 1, (April 2022), 109.

setelah terjadinya konjungsi. Rukyat dapat dilakukan dengan mata telanjang atau alat bantu optik seperti teleskop yang dilaksanakan pada saat menjelang terbenam Matahari, apabila hilal terlihat maka pada waktu Maghrib waktu setempat telah memasuki tanggal 1.⁸

Sementara hisab berarti memerhitungkan posisi dan pergerakan Bulan dan Matahari dalam gerak hakikatnya. Khususnya memperkirakan terbit dan tenggelam Matahari, menghitung terjadinya konjungsi, menghitung posisi Bulan apakah sudah berada di atas ufuk atau belum dan seberapa besar posisinya di atas atau di bawah ufuk.⁹ Rukyat dan hisab merupakan dua metode penentuan awal bulan kamariah yang saling melengkapi. Khususnya dalam penentuan awal bulan ibadah rukyat sebagai dasar masuknya awal bulan dan hisab sebagai pendukung rukyat.

Dalam pelaksanaan pengamatan hilal, ada beberapa faktor yang menjadi halangan yakni kecermatan perukyat, keadaan cuaca dan atmosfer, posisi geografis, wilayah keberlakuan, dan faktor hilal yang diamati. Dari lima faktor tersebut yang paling besar pengaruhnya terhadap terlihatnya hilal ialah kecermatan perukyat, keadaan cuaca dan atmosfer, dan faktor hilal yang diamati. *Pertama*, kecermatan perukyat sangat berpengaruh terhadap hasil

⁸ Muhyidin Khazin, *99 Tanya Jawab Masalah Hisab dan Rukyah*, (Yogyakarta: t.t), 143.

⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika Penentuan Awal Bulan: Diskursus Antara Hisab Dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014), 16.

pengamatan. Perukyat ketika rukyat mengalami proses psikis yang merupakan kognitif yang sangat dipengaruhi oleh kejiwaan manusia. Ditambah lagi dengan terlalu pendeknya kesempatan melihat hilal, karena hilal bergerak tenggelam di ufuk dalam waktu yang reatif sesuai dengan ketinggianya dari ufuk.¹⁰

Kedua, faktor cuaca merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan rukyat. Adanya awan tebal di ufuk Barat akan sangat menyulitkan terlihatnya hilal, terlebih di Indonesia yang berada pada wilayah tropis dengan curah hujan yang tinggi. Faktor atmosfer juga memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan rukyat. Bumi memiliki atmosfer yang memantulkan cahaya Matahari yang menyimpannya, oleh karena itu ketika Matahari tenggelam berkas sinarnya masih akan terlihat. Pengaruh inilah yang menjadikan hilal sulit dirukyat apabila jarak Matahari dan Bulan terlalu dekat. Walaupun Matahari telah terbenam sebelum terbenamnya Bulan sebagai salah satu syarat hilal dapat dilihat, intensitas cahaya Matahari yang masih terlalu kuat akan menjadikan hilal sulit untuk dapat dilihat. Cahaya hilal yang redup akan sulit teramati karena kalah terang dengan cahaya Matahari.¹¹

¹⁰ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyah Dan Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 98.

¹¹ Muh. Nashirudin, *Kalender Hijriah Indonesia*, (Semarang: El-Wafa, 2013), 111.

Ketiga, hilal yang diamati, hilal merupakan salah satu fase Bulan yang terkecil. Jauhnya jarak hilal (Bulan) dari permukaan Bumi mencapai sekitar 400.000 km, sementara Bulan yang hanya mengisi sudut sekitar $2,5^\circ$ yang berarti hanya mengisi $1/80$ sudut pandang mata manusia tanpa menggunakan alat. Ini berarti hilal hanya mengisi 1,25% dari pandangan sehingga pengaruh benda sekitar yang mengisi 98,75% sangatlah besar, benda-benda berupa awan. Hilal hadir dalam waktu yang relatif singkat (sekitar 15 menit sampai 1 jam). Oleh sebab itu, rukyat harus dilaksanakan secepat mungkin setelah Matahari terbenam. Meskipun Matahari telah terbenam di bawah ufuk, cahayanya masih terlihat benderang, selanjutnya akan muncul cahaya kuning keemasan (cerlang petang). Cahaya ini sangat kuat dan nyaris menenggelamkan cahaya hilal yang sangat redup.

Bulan pasca konjungsi dalam banyak kasus berdekatan dengan posisi Matahari. Hilal termasuk objek membentang dengan ketebalan sabit mencapai beberapa menit busur (1 menit busur bersesuaian dengan sudut sebesar 0.017°). Sehingga posisi hilal di atas ufuk menjelang terbenamnya Matahari bergantung pada umur Bulan, dan elongasinya. Apabila posisi hilal semakin dekat dari Matahari, maka hal ini akan menambah kesulitan terlihatnya hilal. Selain itu, rentang dinamik terang hilal dan terang langit tidak mudah dijangkau oleh mata manusia yang secara reflek pupil mata mengatur jumlah energi foton yang masuk. Oleh karena itu rukyat hilal

menunggu kesempatan meredupnya senja Bulan masih berada di atas ufuk horizon.¹²

Keberadaan atmosfer dalam penghamburan cahaya Matahari sangatlah dominan di sore hari pada saat Matahari terbenam mulai dari Matahari terbenam berwarna merah, langit berwarna biru, dan cahaya langit terpolarisasi. Fenomena ini dapat dijelaskan atas dasar penghamburan cahaya oleh partikel-partikel di atmosfer.¹³ Kondisi hilal yang berbentuk sabit tipis bercahaya putih berada di langit barat yang berwarna jingga membuat pengamatan hilal menjadi sulit, karena terjadi kontras antara cahaya hilal yang bercahaya putih dengan latarbelakang langit yang berwarna jingga.¹⁴ Mata manusia memiliki keterbatasan dalam mengamati kontras yang rendah, sedangkan hilal yang sangat tipis sangat sulit sekali dibedakan terhadap kecerahan langit latar belakangnya. Selain kondisi hilal, posisi hilal saat Matahari terbenam juga bervariasi karena pengaruh bentuk orbit Bulan dan rotasi Bumi.

Sidney O. Kastner, seorang pakar fisika dan anggota American Astronomical Society, merancang sebuah model fungsi visibilitas pada saat senja untuk objek-objek langit (bintang, komet, dan planet) di dekat Matahari, dengan memanfaatkan grafik kecerahan langit senja hasil

¹² *Ibid*, 115-116.

¹³ Douglass C. Giancolu, *Phycis Fift Edition*, Yuhilza Hanum, Irwan Arifin, "Fisika Edisi Kelima", Jild II, (Jakarta: Erlangga,2001), 319.

¹⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka),173.

penelitian Bartaneva dan Boyarova (1960). Visibilitas hilal metode Kastner memprediksikan konfigurasi geometri dan kecerahan langit senja. Kebanyakan kriteria visibilitas hilal hanya memprediksikan konfigurasi geometri saja dengan parameter fisis hilal saat terbenam Matahari telah memenuhi syarat tertentu, sebagaimana beberapa parameter fisis hilal yang ditentukan oleh ketinggian hilal, elongasi hilal, umur hilal setelah ijtimak, beda azimuth Bulan- Matahari, atau tebal hilal. Sebagaimana kriteria imkan rukyat penentuan awal bulan kamariah yang sekarang disepakati di Indonesia adalah kriteria MABIMS baru dengan syarat ketinggian hilal minimal 3° dan elongasi hilal minimal $6,4^\circ$.

Perhitungan model fungsi visibilitas Kastner menyertakan faktor kecerahan objek di luar atmosfer, ekstingsi optis atmosfer Bumi sebagai fungsi ketinggian objek, dan distribusi kecerahan langit senja sebagai fungsi sudut depresi Matahari.¹⁵

Perhitungan hilal model Kastner menghasilkan nilai visibilitas hilal positif dan visibilitas hilal negatif. Nilai visibilitas hilal positif menunjukkan kontras iluminasi hilal lebih besar daripada kecerlangan latar belakang langit baik langit saat senja dan malam, sehingga hilal dapat termati dengan mata telanjang. Sedangkan visibilitas hilal negatif menunjukkan kontras iluminasi hilal lebih kecil daripada

¹⁵ J. Aria Utama, "Analisis Visibilitas Hilal Penentu Awal Ramadhan dan Syawal 1433 H dengan Model Fungsi Visibilitas Kastner", Universitas Negeri Semarang: Seminar Nasional Fisika, 2012), 2.

kecerlangan latar belakang langit saat senja dan malam, sehingga hilal tidak dapat teramati dengan mata telanjang. Rentang waktu pada visibilitas hilal positif menurut teori Kastner sebagai waktu terbaik atau *best time* untuk mengamati wujud hilal.

Untuk menghindari adanya laporan kesaksian rukyat hilal yang meragukan, pengamat hilal membutuhkan waktu terbaik (*best time*) saat mengamati hilal, dimana waktu terbaik mengamati hilal yaitu setelah terbenamnya Matahari sampai beberapa saat sebelum akhirnya Bulan mengikuti terbenamnya.¹⁶ Laporan kesaksian rukyat oleh perukyat berupa keterangan bahwa perukyat mengetahui benar-benar bagaimana proses melihat hilal, yakni kapan waktunya, dimana waktunya, berapa lama melihatnya, dimana letak, arah posisi, dan keadaan hilal yang dilihat, serta bagaimana kecerahan cuaca langit saat hilal bisa dilihat. Serta tidak betentangan dengan akal sehat, perhitungan ilmu hisab, dan kaidah ilmu pengetahuan, dan kaidah *syar'i*.¹⁷

Konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) ini dapat menjadi bahan pertimbangan hakim dalam menerima laporan kesaksian rukyatul hilal. Laporan kesaksian pengamatan yang dilakukan setelah tidak lama

¹⁶ Khoeriyah Lutfiyah.S, “Konsep Best Time Visibilitas Hilal Dengan Menggunakan Model Kastner”, *Skripsi* Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia, (Bandung: 2013), 2.

¹⁷ H. Arfan Muhammad, Pedoman Dan Tata Cara Pelaksanaan Itsbat Rukyatul Hilal, Disampaikan Dalam Acara pelatihan Hisab Rukyat Para Hakim Dan Panmud Hukum Pengadilan Agama, Kalimantan Barat: 2015, 7.

setelah Matahari terbenam, selain harus dipastikan bahwa posisi Bulan berada di atas ufuk (*dzuhurul hilal*) juga harus dipastikan dengan kecerahan cahaya hilal yang lebih terang dibanding kecerahan langit senja. Sebaliknya, apabila kecerahan langit senja lebih terang daripada kecerahan cahaya hilal dipastikan hilal sulit diamati.

Berdasarkan pemaparan di atas penulis mengambil judul “Studi Analisis Konsep Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) Dengan Metode Kastner Di Condrodipo Tahun 2019-2020”. Dengan menggunakan data kesaksian mengamati hilal setiap awal bulan kamariah di Condrodipo pada tahun 2019-2022 M yang dihimpun oleh Lembaga Falakiyah Nahdlatul Ulama Kabupaten Gresik. Dalam hal ini penulis menggunakan metode perhitungan visibilitas hilal Kastner sebagai alat bantu utama menemukan *best time* sebagai prediksi waktu terbaik pengamatan hilal di Condrodipo. Kemudian penulis menganalisis hasil prediksi *best time* pengamatan hilal tersebut terhadap kesaksian perukyat melihat hilal di lokasi pengamatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka penulis telah merumuskan beberapa pokok masalah yang akan menjadi pembahasan dalam skripsi ini. Adapun pokok permasalahan tersebut adalah:

1. Bagaimana konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022?

2. Bagaimana analisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pokok permasalahan di atas, berikut ini tujuan penelitian yang hendak dicapai penulis, yaitu:

1. Untuk mengetahui konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022
2. Untuk menganalisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian ini penulis berharap dapat memberikan manfaat baik secara teoritis dan praktis.

1. Dengan penelitian ini penulis dapat menambah pengetahuan dan meningkatkan pemahaman tentang perhitungan visibilitas hilal dengan menggunakan metode Kastner.
2. Dengan penelitian ini penulis dapat menentukan konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan menggunakan hasil perhitungan visibilitas metode Kastner.
3. Dengan penelitian ini penulis dapat menganalisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*)

dengan menggunakan metode Kastner di Condrodipo pada tahun 2019-2022.

E. Telaah Pustaka

Telaah pustaka berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang hubungan pembahasan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Sehingga terhindar beragam bentuk plagiarism karya ilmiah yang pernah ada. Dalam hal ini penelitian yang terkait konsep *best time* visibilitas hilal metode Kastner. Penulis menemukan beberapa penelitian yang terkait dengan pembahasan penelitian ini, antara lain:

Skripsi Khoeriyah Lutfiyah.S dengan judul “Konsep *Best Time* Visibilitas Hilal Dengan Menggunakan Model Kastner” yang berisi tentang menentukan waktu terbaik pengamatan hilal dalam modus pengamatan visual dengan mata telanjang. Data yang digunakan dalam penelitian berasal dari data kesaksian mengamati hilal yang dihimpun dari Kementrian Agama RI (1962-2011) dan Rukyatul Hilal Indonesia (2007-2009) telah menghasilkan konsep *best time* dengan persamaan linier sederhana yang berbentuk $T_{best} = T_{sunset} + (19/20 \times Lag - 24/25)$. Data tersebut dibangun menggunakan perhitungan visibilitas hilal model kecerlangan Kastner, kemudian data diseleski berdasarkan nilai fungsi visibilitas hilal positif yaitu di mana hilal dimungkinkan untuk diamati dengan mata telanjang (kecerahan hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja).

Pada penelitian ini juga membandingkan prediksi waktu pengamatan hilal dengan menggunakan nilai *lag time* (selisih waktu antara Matahari terbenam dan Bulan terbenam) dengan formulasi *best time* model Kastner dan formulasi *best time* model Bruin dan Qureshi maka diperoleh waktu optimum prediksi terlihatnya hilal pada rentang waktu 5 menit-25 menit lebih akhir.¹⁸

Tesis Rizalluddin dengan judul “Faktor Atmosfer Dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika” yang berisi tentang faktor atmosfer yang dinyatakan dengan nilai kecerahan atmosfer (*clearness number*). Dimana dihitung berdasarkan perbandingan antara radiasi global Matahari yang diukur di permukaan Bumi dengan radiasi total Matahari yang dihitung dari puncak atmosfer (*top of atmosphere*, TOA). Menghasilkan nilai kecerahan atmosfer 0,0 sampai 0,7. Nilai ini sangat berpengaruh terhadap visibilitas hilal Model Kastner, yakni dapat merubah visibilitas hilal menjadi negatif pada hilal dengan ketinggian di bawah 8° dengan pengamatan menggunakan mata telanjang, dan menurunkan visibilitas hilal pada pengamatan dengan menggunakan teleskop.

Dengan menggunakan perhitungan visibilitas hilal Model Kastner dapat mengoreksi faktor atmosfer pada saat rukyat. Kondisi awan di lapangan yang disimbolkan dengan

¹⁸ Khoeriyah Lutfiyah.S, “Konsep Best Time Visibilitas Hilal Dengan Menggunakan Model Kastner”, *Skripsi* Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia, (Bandung: 2013).

nilai kecerahan atmosfer (*clearness number*) dapat dimasukkan dalam fungsi visibilitas hilal Model Kastner sebagai pengganti fungsi ekstingsi.¹⁹

Skripsi Mayo Rizki Satria dengan judul “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal” yang berisi tentang perbandingan data fungsi visibilitas hilal Model Kastner sebagai data pra-observasi dengan data observasi menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM). Berdasarkan perbandingan kedua data, diperoleh bahwa nilai fungsi visibilitas hilal praobservasi dengan observasi terdapat jelas perbedaannya. Seperti pada seluruh nilai Δm pada Model Kastner termasuk puncak, mengalami perbedaan dalam mengungkap waktu terbaik pengamatan atau *best kontras*. Dan juga mengalami perbedaan ketinggian hilal pada puncak fungsi visibilitas hilal.

Berdasarkan penelitian di atas menunjukkan bahwa hasil perhitungan fungsi visibilitas hilal Model Kastner memiliki kekurangan, yakni tidak memperhatikan relaitas kondisi langit pada hari pengamatan. Perhitungan ini bersifat asumtif, ketika kondisi langit dihari pengamatan cerah, kemudian dibuktikan dengan pengamatan menggunakan SQM di lapangan menghasilkan nilai visibilitas yang berbeda. Namun dengan perhitungan visibilitas ini dapat memprediksi *best time* atau waktu

¹⁹ Badrul Munir, “Faktor Atmosfer Dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika”, *Tesis* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo (Semarang, 2019).

terbaik terlihatnya hilal yang ditandai dengan nilai puncak Δm . Sehingga dapat membantu perukyat melihat hilal²⁰

Skripsi Zuni Faridatul Magfiroh dengan judul “Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021” yang berisi tentang pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal Model Kastner yang menghasilkan korelasi kontingensi antara data curah hujan harian dan visibilitas hilal, diperoleh bahwa tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner. Dari 37 sampel menunjukkan bahwa data terbanyak adalah hujan ringan dengan visibilitas hilal tidak terlihat menggunakan mata telanjang, yakni ada 8 data. Sedangkan data paling sedikit adalah hujan ringan dan normal dengan visibilitas hilal terlihat, yakni terdapat 1 data. Visibilitas hilal Model Kastner yang disimbolkan Δm digambarkan dalam grafik *lag time* dan posisi hilalnya. Semakin panjang *lag time*, maka kemungkinan terlihatnya hilal dengan mata telanjang akan semakin besar. Visibilitas hilal terlihat juga didukung oleh posisi hilal yang telah memenuhi kriteria *wujudul hilal* serta memenuhi kriteria Wujudul Hilal dan MABIMS sekaligus.²¹

²⁰ Mayo Rizki Satria dengan judul “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal ” *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo (Semarang, 2018).

²¹ Zuni Faridatul Magfiroh, “Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun

Jurnal J.A. Usman dan S. Siregar yang berjudul “Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Kastner” yang berisi tentang usulan kriteria visibilitas hilal yang sesuai dengan kondisi geografis dan astronomis di Indonesia. bahwsanya kriteria visibilitas hilal bersifat dinamis, dalam arti dapat berubah dengan bertambah banyaknya data empirik yang diperoleh di lapangan. Kriteria visibilitas hilal Indonesia yang dapat diusulkan sebagai berikut. *Pertama*, untuk dapat diamati pasca konjungsi umur Bulan > 15 jam dengan elongasi $> 8^\circ$. *Kedua*, beda tinggi Bulan-Matahari memiliki nilai 11° untuk kasus beda azimut $= 0$. *Ketiga*, menggunakan batas minimum, linearitas empirik antara ARCV dan ARCL memenuhi hubungan $ARCV > (1,28 \times ARCL) + 1,51$. *Keempat*, saat di mana fungsi visibilitas Δm mencapai nilai maksimumnya dapat digunakan sebagai indikator waktu terbaik (*best time*) pengamatan hilal. Dan terakhir, berdasarkan ketinggian hilal pada saat *best time*, dapat diusulkan ARCV atau elongasi minimum bernilai 3° yang bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam.

Visibilitas hilal model Kastner diadopsi berdasarkan pertimbangan karakteristik hilal, yaitu posisi Bulan pasca konjungsi dalam banyak kasus berdekatan dengan posisi Matahari dan penampakan Bulan dengan ketebalan sabit mencapai beberapa menit busur. Sehingga dengan model Ktasner ini dapat menentukan waktu terbaik (*best time*)

pengamatan hilal saat waktu terbenam Matahari, dimana kondisi langit berwarna jingga yang sangat kuat mempengaruhi cahaya hilal untuk dapat dilihat.²²

Jurnal Judhitira Aria Utama yang berjudul “Implementasi Model Matematis Dalam Problematika Visibilitas Hilal” yang berisi tentang manfaat model Kastner (1976) dalam membuktikan klaim keberhasilan pengamatan hilal yang menjadi rekor dunia baik menggunakan modus berbantuan teleskop maupun dengan mata telanjang. *Pertama*, kasus hilal termuda dan elongasi terkecil yang berhasil diamati menggunakan teleskop telah ditorehkan Jim Stamm, pada 22 Maret 2012 (penentuan Jumadil Awal 1433 H) di Tucson, Arizona, Amerika Serikat. Prediksi model Kastner memperlihatkan untuk pengamatan dengan menggunakan bantuan teleskop, visibilitas bernilai positif (dapat diamati) hingga beberapa saat setelah Matahari terbenam. *Kedua*, kasus hilal termuda sekaligus elongasi terkecil yang berhasil diamati dengan mata telanjang berasal dari laporan pengamatan hilal oleh John Pierce pada 25 Februari 1990 (penentuan Syakban 1410 H) di Collins Gap, Tennessee, Amerika Serikat. Nilai visibilitas maksimum diprediksi oleh model Kastner terjadi pada 17:51 waktu setempat (19 menit pascaterbenam Matahari) dengan nilai 1,20, selisih 4 menit dari prediksi awal pada pukul 17:55. *Ketiga*, rekor hilal

²² J.A. Usman dan S. Siregar, “Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Kastner”, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia: ISSN: 1693-1246, 2013.

dengan lag time tersingkat sekitar 1-2 menit terbukti dengan model Kastner bahwa hilal sudah dapat diamati sejak momen terbenamnya Matahari (yang ditandai dengan visibilitas bernilai positif).²³

F. Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah pedoman cara seorang ilmuwan mempelajari dan memahami lingkungan-lingkungan yang dipahami.²⁴

1. Jenis Penelitian dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan (*library research*), yaitu penelitian yang dilaksanakan dengan menggunakan literatur (kepustakaan, baik berupa buku, catatan, maupun hasil penelitian dari penelitian terdahulu).²⁵ Dengan jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif.²⁶ Penelitian kepustakaan ini dilakukan terhadap dokumentasi hasil para perukyat, berupa berita acara rukyat hilal setiap

²³ Judhitira Aria Utama, "Implementasi Model Matematis Dalam Problematika Visibilitas Hilal", *Jurnal Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia*, (Bandung: UPI Press, t.t).

²⁴ Soerjono Soekamto, *Pengantar Penelitian Hukum*, (Jakarta: UI Press, 1986), 67.

²⁵ Iqbal Hasan, *Analisis Data Penelitian Dengan Kuantitatif*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2008), 5.

²⁶ Metode penelitian kualitatif merupakan metode penelitian untuk meneliti pada obyek yang alamiah. Penelitian kualitatif kerap kali digunakan merevisi dan mentransformasi sejarah, mengurai ketidaktahuan akan sejarah, termasuk juga pengalaman dari kelompok, etnik, ras, tingkatan sosial, dan gender yang dibentuk oleh kata-kata berdasarkan teknik pengumpulan data yang relevan yang diperoleh dari situasi yang alami. Lihat: M. Djunaidi Ghony dan Fauzan Almanshur, *Metode Penelitian Kualitatif*, (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2012), 26.

awal bulan kamariah tahun 1440-1443 H/ 2019-2022 di Bukit Condrodipo Gresik, Jawa Timur. Kemudian analisis data dengan cara mengkompromikan hasil perhitungan visibilitas metode Kastner untuk setiap awal bulan kamariah tahun 1440-1443 H/ 2019-2022 M dengan penentuan konsep *best time* (waktu terbaik) pengamatan hilal terhadap berita acara rukyat hilal di Bukit Condrodipo Gresik penentuan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Zulhijah tahun 1440-1443 H/ 2019-2020 M. Sehingga ketampakan hilal dapat diprediksi menggunakan konsep waktu terbaik pengamatan hila (*best time*) dan kemudian dapat digunakan oleh perukyat untuk memperkirakan terlihatnya hilal dan sebagai bahan pertimbangan hakim dalam memutuskan laporan penerimaan kesaksian rukyat hilal oleh perukyat.

1. Sumber Data

Sumber data primer²⁷ hasil dokumentasi rukyat hilal berupa berita acara rukyat hilal di Bukit Condrodipo Gresik untuk penentuan awal bulan kamariah pada tahun 1440-1443 H/ 2019-2022 M, data hasil perhitungan visibilitas hilal metode Kastner, menggunakan perangkat lunak *Microsoft excel*. Data yang digunakan untuk perhitungan merupakan data-

²⁷ Sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Lihat: Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2019), 194.

data astronomis Bulan dan Matahari yang bersumber dari Jean Meuss.

Rumus perhitungan tersebut merujuk pada paper Sidney O. Kastner (1976) “Calculation of Twilight Visibility Function of Near Sun Object”, jurnal “Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia dengan Model Kastner” karya Judhistira Aria Utama dan S. Sirega, dan materi acara webinar Diskusi Observatorium dan Astronomi dengan tema “Mengenal Kecerahan Langit (Sky Brightness) dan Visibilitas Kastner, yang disampaikan oleh Judhistira Aria Utama.

Sumber data sekunder²⁸ yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari dokumen, laporan, naskah, dan petunjuk teknis yang berhubungan dengan fokus penelitian ini guna mendukung data primer.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian penulis menggunakan metode dokumentasi untuk tahu mengambil dan bagaimana mempelajari dokumen yang didapat dari sumber data yang meliputi.²⁹Penulis melakukan pengumpulan data dengan cara mendokumentasikan berita acara hasil rukyat hilal di

²⁸ Sumber data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Lihat: Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2019), 194.

²⁹ A. Muri Yusuf, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan* (Jakarta: Kencana, 2014), 391.

Bukit Condrodipo untuk setiap awal bulan kamariah. Data yang telah didokumentasikan dalam berita acara rukyat berupa tanggal pelaksanaan rukyat hilal, alat pendukung rukyat, data hisab, hasil rukyat yang meliputi kondisi langit dan informasi meteorologi, data posisi Hilal ketika terlihat, informasi saksi, dan keberhasilan terlihatnya hilal. Tidak ada dokumentasi citra hilal yang didapatkan dari sumber utama karena tidak pernah dicantumkan diberita acara.

Penulis juga mengumpulkan data-data astronomis Bulan dan Matahari dari algoritma *Jean Meeus* dengan kriteria *high accuracy* untuk perhitungan visibilitas hilal metode Kastner.

3. Analisis Data

Tahap pertama penulis mengumpulkan informasi mengenai perhitungan visibilitas hilal metode Kastner dan menentukan konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dan laporan rukyat hilal yang dilaksanakan di Bukit Condrdipo Gresik dari berita acara rukyat. Kemudian mengidentifikasi masalah yang ada dan menganalisis secara mendalam terkait hasil perhitungan visibilitas metode Kastner dan konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) terhadap hasil pelaksanaan rukyatul hilal oleh para perukyat di Bukit Condrodipo Gresik.

G. Sistematika Penulisan

Untuk menjaga alur penelitian dan mempermudah penelitian, penulis membagi penelitian menjadi lima bab dengan rincian sebagai berikut:

Bab pertama adalah pendahuluan, dalam bab ini terbagi menjadi tujuh sub bahasan yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab kedua adalah landasan teori yang akan digunakan untuk membahas bab-bab selanjutnya, pada bab ini membahas tentang konsep *best time* visibilitas hilal. Bab ini meliputi dua sub bab. Sub bab *pertama* membahas tentang definisi dan landasan hukum hilal, definisi dan landasan hukum visibilitas hilal, teori visibilitas hilal. dan visibilitas hilal di Indonesia. Sub bab *kedua* membahas tentang konsep *best time* visibilitas hilal.

Bab ketiga adalah pokok pembahasan, yang meliputi gambaran umum Bukit Condrodipo Gresik, data kesaksian hilal berupa berita acara di Bukit Condrodipo Gresik pada penentuan setiap awal bulan kamariah tahun 1440-1443 H/ 2019-2022 M, fungsi visibilitas hilal metode Kastner, dan perhitungan visibilitas hilal metode Kastner.

Bab keempat adalah analisis, yang berisi pembahasan analisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) metode Kastner di Bukit Condrodipo pada tahun 2019-2022. Meliputi dua sub bab yaitu menjelaskan tentang konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dan analisis konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*)

dengan metode Kastner terhadap kesaksian melihat hilal di Condrodipo.

Bab kelima adalah penutup. Bab ini berisi simpulan yang merupakan hasil pemahaman, penelitian dan pengkajian terhadap pokok masalah, saran-saran dan penutup.

BAB II

VISIBILITAS HILAL DAN KONSEP *BEST TIME*

VISIBILITAS HILAL

A. Visibilitas Hilal

1. Definisi dan Landasan Hukum Hilal

Kata hilal berasal dari Bahasa Arab **الهلال** kata yang berbentuk mufrod, sedangkan bentuk jamaknya adalah **الآهلة**, yang mengandung makna bulan sabit, hilal dalam istilah bahasa Indonesia disebut dengan bulan sabit dan dalam istilah bahasa Inggris disebut *crescent* yang pertama terlihat setelah terjadi ijtimak (konjungsi).¹ Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia disebutkan hilal bahwa hilal berarti bulan sabit atau bulan yang terbit pada tanggal satu bulan kamariah.²

Menurut Muhyiddin Khazin definisi hilal atau Bulan sabit adalah bagian Bulan yang tampak terang dari Bumi sebagai akibat cahaya Matahari yang dipantulkan olehnya pada hari terjadinya

¹Tgk. H. Abdul Ibrahim, *Ilmu Falak Antara Fiqih Dan Astronomi*, (Yogyakarta: Fajar Pustaka Baru, 2017), 115-116.

² Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indoensia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 1989), cet.ke-2, 307

ijtimak sesaat setelah Matahari terbenam. Hilal ini dapat dipakai sebagai pertanda pergantian bulan kamariah. Apabila setelah Matahari terbenam hilal tampak maka malam itu dan keesokan harinya merupakan tanggal satu bulan berikutnya.³ Dalam istilah astronomi dikenal dengan sebutan gerakan sinodis, yaitu peredaran Bulan untuk dapat kembali ke posisi semula atau kembali berkonjungsi bersama Matahari.⁴ Ketika lintasan Bulan mengelilingi Bumi tepat segaris dengan titik pusat Bumi dan titik pusat Matahari, saat inilah disebut dengan konjungsi (ijtimak).

Hilal merupakan bagian dari fase Bulan yang bersinar karena pancaran sinar Matahari dan visibilitas hilalnya akan terlihat sesaat setelah Matahari terbenam. Hilal sebagai penentuan waktu dan pergantian awal bulan kamariah menjadi perhatian umat Islam yang sangat serius ketika menentukan masuknya awal bulan ibadah seperti bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijah. Dalam al-Qur'an disebutkan dalam QS. al-Baqarah [2]: 189 terkait pertanyaan sahabat kepada Nabi

³ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 30

⁴ F. Fatma Rosyadi S. Hamdani, *Ilmu Falak: Menyelami Makna Hilal Dalam al-Qur'an*, (Bandung: Pusat Penerbitan Universitas, 2017), 117.

Muhammad SAW tentang *ahillah* (bentuk jamak dari *hillal*):

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ
وَالْحِجِّ قُلْ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا
وَلَكِنَّ الْبِرَّ مِنَ التَّقَى قُلْ وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا صَلِّ
وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ (١٨٩)

Mereka bertanya kepadamu (Muhmmad) tentang bulan sabit. Katakanlah “itu adalah petunjuk waktu bagi manusia dan (ibadah) haji”. Dan bukanlah suatu kebajikan memamasuki rumah dari atasnya, tetapi kebajikan adalah (kebajikan) orang yang bertakwa. Masukilah rumah-rumah dari pintu-pintunya dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung. (QS. 2 [al-Baqarah]: 189).⁵

Al-‘Aufi meriwayatkan dari Ibnu Abbas, bahwa orang-orang pernah bertanya kepada Rasulullah SAW mengenai Bulan sabit, maka turunlah ayat tersebut. dengan bulan sabit itu

⁵ Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT), *Syamil al-Qur’an Edisi Usul Fiqih*, (SYGMA Publising, 2011), 28.

mereka mengetahui jatuh tempo hutang dan iddah istri mereka, serta waktu menunaikan haji.⁶

Sejalan dengan pendapat Jauhari dalam kitab tafsirnya “al-Jawahir fi Tafsir al-Qur’an” dan pendapat Imam Fakhruddin dalam kitab tafsirnya “Mafatih al-Ghaib” bahwa ahillah adalah bentuk jamak dari hilal. Secara wajah *istinbath* penentuan awal bulan terletak pada lafal "مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ".

Kata "مَوَاقِيتُ" adalah bentuk nominal jamak dari kata "مِيقَاتٌ" yang berarti “waktu yang ditetapkan”

.⁷ Yakni untuk mengetahui pembagian waktu-waktu bagi manusia untuk beribadah dan juga untuk bersosialisasi.⁸

Di dalam kitab tafsirnya, Jauhari menggambarkan fase-fase penampakan Bulan selama satu putaran penuh (gerakan sinodis). Mulai dari penampakan hilal berbentuk

⁶ Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh, *Lubaabut Tafsir Min Ibnu Katsir*, Pen. M. ‘Abdul Ghoffar, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 1*, (Daar al-Hilal Kairo: Pustaka Imam Syafi’i, 2017), cet. 11. 459.

⁷ Tgk. H. Abdullah Ibrahim, *Ilmu Falak*, 107.

⁸ Fahmi Fatwa Rosyadi Satria Hamdani, *Ilmu Falak: Menyelam*, 146.

melengkung dan membengkok hingga Bulan tidak menampakkan bentuknya selama satu atau dua malam apabila umur bulan digenampkan tiga puluh hari.⁹ Sementara Musthafa al-Maragi dalam kitab tafsirnya al-Maraghi menjelaskan bahwa hilal yang dijadikan penentu masuknya awal bulan baru kamariah, nampak setelah Matahari terbenam. Hilal tersebut berwarna kuning sebagaimana tandan pohon kurma yang sudah mengering dan tua. Warna tersebut dikarenakan adanya pengaruh unsur cahaya yang telah tercerai berai di lapisan atmosfer Bumi.¹⁰

Ciri fisis hilal juga disebutkan dalam QS. Yasin ayat 39, yaitu:

وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩)

Dan telah Kami tetapkan tempat peredaran bagi bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua). (QS. [Yasin]: 39).¹¹

Allah SWT telah menetapkan peredaran Matahari dan Bulan. Bulan terbit pada awal malam

⁹ *Ibid.*

¹⁰ *Ibid*, 147.

¹¹ Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT), *Syamil al-Qur'an Edisi Usul Fiqih*, (SYGMA Publising, 2011), 442.

di setiap bulannya dengan cahaya yang sangat redup, kemudian pada malam kedua cahayanya semakin bertambah dan tempat peredarannya pun naik. Setiap kali Bulan itu naik, maka cahayanya semakin bertambah sampai cahayanya sempurna pada malam keempat belas walaupun berasal dari pantulan Matahari. Lalu cahayanya kembali berkurang sampai pada akhir bulan, hingga Bulan itu menjadi tandan kurma yang tua. Ibnu Abbas r.a berkata, “itu adalah pangkal tandan”, Mujahid berkata, “al-Urjun al-Qadim adalah tandan yang kering”. Yang dimaksud Ibnu Abbas adalah pangkal tandan kurma muda yang apabila mulai keriput, kering, dan melengkung.¹²

Orang-orang Arab menamakan setiap tiga malam dari perjalanan Bulan itu dengan nama-nama khusus. Mereka menamakan tiga malam pertama dengan *Ghurar*, tiga malam berikutnya *Nufal*, tiga malam berikutnya *Tusa'* karena malam terakhir darinya adalah malam kesembilan, tiga malam berikutnya *Ussyar* karena malam pertama darinya adalah malam kesepuluh, tiga malam berikutnya *Bidh* karena putinya cahaya Bulan pada malam-malam tersebut, tiga malam berikutnya

¹² Syaikh Ahmad Syakir, Pen. Suharlan, Sutarman, *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*, (Jakarta: Darus Sunnah Press, 2012), 554.

Dura' bentuk jamak dari *Dar'a* karena malam pertama darinya adalah gelap, tiga malam berikutnya *Zhulam*, tiga malam berikutnya *Hanadis*, tiga malam berikutnya *Da'adi'*, dan tiga malam berikutnya Mahaq karena Bulan mulai hilang pada akhir-akhir bulan.¹³

2. Definisi dan Landasan Hukum Visibilitas Hilal

Visibilitas hilal atau disebut dengan imkan ruyat merupakan teori untuk mengetahui pergantian awal bulan kamariah. Menurut Muhyiddin Khazin imkan ruyat berarti “kemungkinan hilal dapat diruyat” atau *haddur ru'yah* yang berarti “batas minimal hilal dapat diruyat”, yaitu fenomena ketinggian hilal yang menurut pengalaman di lapangan hilal dapat diruyat.¹⁴ Pemakaian metode visibilitas hilal berarti memakai hisab dalam penentuan awal bulannya, hanya saja hasil hisab tersebut harus diuji dengan parameter kemungkinan hilal bisa dilihat.

Hisab secara etimologi berasal dari Bahasa Arab **حَسَبَ-يَحْسَبُ - حِسَابًا** yang artinya

¹³ *Ibid.*

¹⁴ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 35.

menghitung.¹⁵ Adapun hisab secara terminologi, sering dihubungkan dengan ilmu hitung (*arithmetic*), yaitu suatu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan. Sementara dalam literatur klasik disamakan dengan ilmu falak, sebagai ilmu yang mempelajari benda-benda langit dari segi gerakan, posisi, terbit, pergantian siang dan malam yang masing-masing berkaitan dengan perhitungan bulan dan tahun, hilal, dan gerhana Bulan dan gerhana Matahari.¹⁶

Hisab dalam penentuan awal bulan Kamariah berarti memperhitungkan posisi dan pergerakan Bulan dan Matahari dalam gerak hakikatnya. Khususnya memperkirakan terbit dan tenggelam Matahari, menghitung terjadinya konjungsi, menghitung posisi Bulan apakah sudah berada di atas ufuk atau belum dan seberapa besar posisinya di atas atau di bawah ufuk.¹⁷

Kata rukyat berasal dari Bahasa Arab yang merupakan bentuk mashdar dari kata kerja **رَأَى**

يَرَى-رُؤْيَةً yang berarti yaitu melihat atau

¹⁵ Ahmad Sya'bi, *an-Nur: Arab-Indonesia, Indonesia-Arab*, (Surabaya: Halim, 2015), 42.

¹⁶ Zubeir Umar al-Jailany, *al-Khulashah al-Wafiyah*, (Kudus: Menara Kudus, t.th), 4

¹⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika.....*, 16.

mengamati.¹⁸ Sementara itu dalam al-Qur'an kata ruykat memiliki dua konotasi makns yaitu melihat dengan pandangan mata (rukyat *basyariyyah*) atau ruykat *bil al-'ain* dan melihat dengan ilmu dan pengetahuan (rukyat *ilmiyah*) atau ruykat *bil al-'ilm* yang bisa berarti mengetahui, menyangka, berpendapat, berpandangan atau kata semisalnya.¹⁹ Adapun yang dimaksud *ra'a* dalam berbagai teks Hadis, objeknya hanya satu sebagaimana bunyi hadis tentang ruykat.²⁰

Ruykat adalah aktivitas mengamati visibilitas hilal, yakni penampakan bulan sabit yang pertama kali setelah terjadinya ijtimak. Ruykat dapat dilakukan dengan mata telanjang atau alat bantu optik seperti teleskop. Ruykat dilaksanakan pada saat menjelang terbenam Matahari setelah ijtimak (pada saat itu posisi Bulan berada di ufuk barat dan Bulan terbenam sesaat setelah terbenamnya Matahari). Apabila hilal terlihat, maka pada Maghrib waktu setempat telah memasuki tanggal 1.²¹

¹⁸ Mahmud Yunus, *Kamus Arab-Indonesia*, 136, Lihat juga Ahmad Warson Munawwir, *Kamus al-Munawwir*, 495.

¹⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika.....*, 116.

²⁰ M. Nashirudin, *Kalender Hijriah Universal: Kajian Atas Sistem Dan Prospeknya di Indonesia*, (Semarang: El-Wafa, 2013), 104.

²¹ Muhyidin Khazin, *99 Tanya Jawab Masalah Hisab dan Rukyah*, (Yogyakarta: t.th), 143

Penentuan awal bulan kamariah secara khusus disebutkan dalam surat al-Baqarah ayat 185 yang berbunyi:

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى
 لِلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَىٰ وَالْفُرْقَانِ ۚ فَمَنْ شَهِدَ مِنْكُمُ
 الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۖ وَمَن كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ
 فَعِدَّةٌ مِّنْ أَيَّامٍ أُخَرَ ۗ قُلَىٰ يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ
 بِكُمُ الْعُسْرَ ۗ وَلِتُكْمِلُوا الْعِدَّةَ وَلِتُكَبِّرُوا اللَّهَ عَلَىٰ مَا
 هَدَاكُمُ ۗ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ (١٨٥)

Bulan Ramadhan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan al-Qur'an sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang benar dan yang salah). Karena itu barangsiapa di antara kamu ada di bulan itu maka berpuasalah. Dan barang siapa sakit atau dalam perjalanan (dia tidak berpuasa), maka (wajib menggantinya), sebanyak hari yang ditinggalkannya itu, pada hari-hari lain. al-Qur'an menghendaki kemudahan bagimu., dan tidak menghendaki kesukaran bagimu. Hendaklah kamu mencukupkan bilangannya dan mengagungkan Allah atas petunjuk-Nya yang

diberikan kepadamu, agar kamu bersyukur.
(QS. 2 [al-Baqarah]: 185)²²

Para ulama mengartikan lafal شَهِدَ pada ayat tersebut dengan rukyat hilal dan mendengar khabar tentang rukyat hilal, dikarenakan lafal شَهِدَ dalam bahasa Arab mempunyai empat makna yang berbeda, yakni menjadi saksi atau mengkhabarkan, melihat, hadir (bukan safir), dan mengetahui. Pemaknaan شَهِدَ untuk melakukan rukyat hilal adalah hasil penjelasan dalam beberapa hadis Rasulullah SAW berikut:

حَدَّثَنِي حَزْمَلَةُ بْنُ يَحْيَى أَخْبَرَنَا ابْنُ وَهْبٍ أَخْبَرَنِي
يُونُسُ عَنْ ابْنِ شِهَابٍ قَالَ حَدَّثَنِي سَالِمُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ
أَنَّ عَبْدَ اللَّهِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ
اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: إِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَصُؤْ

²² Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT),
Syamil al-Qur'an Edisi Usul Fiqih, (SYGMA Publising, 2011), 28.

مُوا، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَافْطُرُوا فَإِنَّ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ

(رواه مسلم)²³

Telah menceritakan pada saya Harmalah ibnu Yahya, telah memberi kabar kepada kami Ibnu Wahbi, telah memberi kabar kepada saya Yunus dari Ibnu Syihab berkata : telah menceritakan kepada saya Salim Ibnu Abdillah bahwa Abdullah Ibnu Umar r.a berkata : saya mendengar Rasullullah saw bersabda: Apabila kamu melihat hilal berpuasalah, dan apabila kamu melihatnya maka berbukalah (ber-idulfitri-lah) jika hilal terhalang oleh awan terhadapmu, maka kadarkanlah. (HR. Muslim)

Nabi SAW bersabda, “berpuasalah kalian karena melihatnya dan berbukalah kalian karena melihatnya” maksud melihat di sini adalah penglihatan sebagai kaum muslimin dan tidak disyaratkan dilihat oleh seluruh kaum muslimin atau hukumnya *fardhu kifayah*. Tetapi cukup diwakilkan oleh dua orang adil atau satu orang adil menurut pendapat yang lebih kuat. Ini berkaitan dengan purnalaan puasa, adapun untuk akhir puasa atau mulai berbuka pada awal Syawal tidak cukup

²³ Muslim bin al-Hajjaj Abu al-Hasan al-Qusyairy al-Naisaburi, *al-Jami' al-Shahih al-Musamma Shahih Muslim*, 1992, 481-483.

dengan persaksian satu orang adil saja menurut seluruh pendapat ulama, kecuali pendapat Abu Tsaur bahwa persaksian satu orang adil sudah cukup.²⁴

Para ulama berselisih pendapat mengenai makna kalimat **فَأَقْدُرُوْهُ** sebagian ulama seperti Ahmad bin Hanbal mengatakan “maksudnya persempitkanlah dan tentukanlah ukurannya di bawah awan”, di mana mereka berpandangan bolehnya melakukan puasa pada hari mendung di awal Ramadhan. Ibnu Suraij, Mutharrif bin Abdullah, Ibnu Qutaibah, dan ulama lainnya mengatakan “maksudnya adalah tentukanlah ukurannya dengan berdasarkan letak dan posisinya”. Imam Malik, Imam Syafi’i, Abu Hanifah, dan sebagian besar ulama salaf dan khalaf berpendapat, bahwa maknanya adalah tentukanlah dengan menyempurnakan hitungannya menjadi tiga puluh hari.²⁵

Al-Maziri mengatakan “mayoritas ulama fiqih mengartikan **فَأَقْدُرُوْهُ** dengan menyempurnakan

²⁴ Agus Ma'mun, dkk, *Syarah Shahih Muslim Jilid 5*, terj. dari *Al-Minhaj Syarh Shahih Muslim ibn al-Hajj* oleh Imam an-Nawawi (Jakarta: Darus Sunnah Press, 2012), cet. 2, 511.

²⁵ *Ibid*, 509.

hitungannya sebanyak tiga puluh hari, sebagaimana ditafsirkan dalam hadis yang lain. Dan tidak boleh ditafsirkan kalimat tersebut dengan menghitung berdasarkan hitungan para ilmu astronomi, sebab membebani seluruh manusia untuk menghitungnya karena tidak semua orang mengetahui ilmu tersebut kecuali beberapa individu saja, sedangkan syariat memberitahukan sesuai dengan yang diketahui kebanyakan manusia.²⁶

3. Teori Visibilitas Hilal

Pada dasarnya rukyat dan hisab merupakan dua aktivitas yang saling berkaitan dan hampir tidak bisa dipisahkan. Ilmu hisab terlahir dari pengamatan atau observasi terhadap benda-benda langit, terutama Matahari dan Bulan yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang, sehingga menghasilkan kriteria visibilitas hilal. Kriteria visibilitas hilal yakni kriteria yang menjadi batas terendah hilal dapat dirukyat.

Pengamatan Bulan sebagai objek penanggalan kamariah telah dimulai sejak masa Babilonia Baru. Kemudian disusul oleh peradaban Cina, Hindu

²⁶ *Ibid*, 510.

(India), Yahudi dan Islam serta beberapa sekte Kristen.²⁷ Berikut ini sejarah perkembangan pengamatan Bulan di dunia yang kemudian menghasilkan kriteria visibilitas hilal.

a. Kriteria Klasik

Pengamatan hilal pada zaman Babilonia Baru tepatnya sejak tahun 5658 SM hingga 74 SM untuk keperluan penanggalan mereka. Pada masa inilah kriteria visibilitas, yakni persamaan matematika yang menjadi Batasan terendah hilal bisa terlihat yang berdasarkan tabulasi data-data visibilitas (keterlihatan) hilal, yang pada saat itu dikenal sebagai kriteria visibilitas Babilon (kriteria Babilon).²⁸ Pengamatan-pengamatan mereka membuahkan hasil bahwa penampakan hilal pertama kali dapat dilihat, jika:

- 1) Umur bulan > 24 jam
- 2) Lag time (beda waktu terbenam Matahari dan Bulan) = 48 menit.

²⁷ Mutoha Arkanuddin dan Muh. Ma'rufin Sudibyo, "Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI): Konsep, Kriteria, Dan Implementasi", 34.

²⁸ Muh. Nashirudin, Kalender...., 139.

Pada awalnya kriteria ini mengacu pada nilai $as \geq 12^\circ$ (as atau *ascensio recta* adalah sudut jarak antara dua benda langit dalam ekuator), dengan letak Babilonia yang berada di Lembah Mesopotamia (lintang 23° LU), sehingga bisa diterjemahkan sebagai $Lag \geq 48$ menit.²⁹ Secara terpisah bangsa India kuno menghasilkan rumusan yang hampir mirip dengan kriteria Babilon, meski mereka hidup pada masa lebih kemudian yakni abad ke-6 M. Selama 25 abad kemudian kriteria visibilitas terus dikembangkan, yang secara garis besar terbagi ke dalam kriteria visibilitas empiris dan kriteria visibilitas.³⁰

b. Kriteria Pada Masa Perdaban Islam

Pada masa ini (700-1100 M), ilmu astronomi mencapai puncak kejayaannya, bukan hanya karena kepentingan teori sistem penanggalan mereka, tetapi secara keilmuan memang terjadi perkembangan pesat pada saat itu, bukan hanya astronomi, ilmu-ilmu lain, seperti ilmu kedokteran, matematika, seni,

²⁹ Muh. Ma'rufin Sudiby, "Observasi Hilal Di Indonesia Dan Signifikasinya Dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal", *Jurnal Al-Ahkam Pemikiran Hukum Islam*, vol. 24, no. 1, (April 2014), 124.

³⁰ *Ibid.*

ilmu alam dan ilmu-ilmu yang lain pun turut berkembang pada masa itu.³¹ Cendekiawan Muslim mulai mengembangkan observasi hilal dan berinovasi dalam menyusun kriteria visibilitas empiris yang secara garis besar terbagi dalam dua kelompok.

Kelompok *pertama* menekankan visibilitas hilal sebagai fungsi ARCL (*Arc of Light*) adalah sudut pisah antara titik pusat Bulan dan titik pusat Matahari. Al-Khwarizmi (w. 830 M) menjadi pelopornya dengan merumuskan hilal sebagai Bulan yang memiliki ARCL atau $> 9,5^\circ$. Ibn Maymun (731-861 M) mengembangkan rumusan al-Khwarizmi dengan memperhitungkan musim semi dan musim gugur sebagai variabelnya di samping memperkenalkan besaran ADCV (*Arc of Vision*) adalah jarak vertikal antara titik pusat Bulan dan titik pusat Matahari, sehingga hilal menurut Ibn Maymun merupakan bulan yang memiliki $9^\circ \leq \text{ARCL} \leq 24^\circ$ dan $\text{ADCV} + \text{ARCL} \geq 22^\circ$. Kemudian Ibn Qurra (826-901

³¹ Muhammad Faishol Amin, “Akuitas Mata Dalam Kriteria Visibilitas Hilal”, Tesis Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 40.

M) membentuk ulang kriteria ibn Maymun menjadi $11^\circ \leq \text{ARCL} \leq 25^\circ$.³²

Sedangkan kelompok *kedua* menekankan visibilitas hilal merujuk pada kriteria Babilon sebagai bentuk dasar penanggalan. Beberapa cendekiawan Muslim yang menggunakan kriteria ini yaitu As-Sufi (w. 986 S), Ibn Sina, at-Tusi (1258-1274 M), dan al-Kashani (abad ke-15 S). Sementara al-Battani (850-929 M) dan al-Farghani sedikit berinovasi dengan merumuskan visibilitas hilal adalah Bulan yang memiliki $as < 12^\circ$ namun khusus ARCL yang besar.³³

Al-Biruni turut mengembangkan kriteria visibilitas empiris sebagai fungsi ADCV dan DAZ (*Relative Azimuth*) adalah beda azimuth antara pusat Bulan dan pusat Matahari. Ia juga memberikan beberapa variabel dan koreksi perhitungannya, diantaranya pengaruh dari jarak Bumi - Bulan, bentuk dan lebar hilal, dan lain-lain. Hal tersebut merupakan sistem kalkulasi matematika yang sangat kompleks.³⁴

c. Kriteria Modern

³² Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Observasi*, 124.

³³ *Ibid.*

³⁴ Muhammad Faishol Amin, *Akuitas*, 42.

Setelah mengalami stagnasi sepanjang abad ke-15 hingga 18 M, observasi tentang hilal dilanjutkan oleh Schmidt di Athena (Yunani) selama 20 tahun (1859-1877 M) yang menghasilkan 72 data visibilitas positif. Fotheringham (1910) memanfaatkannya untuk membangun kriteria visibilitas berbasis DAZ dan ADCV mengikuti langkah al-Battani berabad sebelumnya.³⁵ Maunder (1911) memperbaiki model Fotheringham dengan memperhatikan aspek kondisi fisis Bulan dan aspek kondisi empiris yang memperhitungkan kondisi kontras cahaya latar depan di ufuk Barat. Ia juga menambahkan beberapa data pengamatan dari Indian Astronomical Ephemeris oleh Carl Schoch, dan terbentuklah kriteria Fotheringham-Maunder dengan $ARCV \geq -0,01 DAZ^2 - 0,05 DAZ + 11$, atau dapat dilihat dari tabel berikut :³⁶

Tabel 2.1 Kriteria Fotheringham-Maunder

DAZ	0°	5°	10°	15°	20°
ARCV	11°	10,5°	9,5°	8°	6°

Kriteria ini menjadi acuan kriteria visibilitas modern meskipun hingga delapan

³⁵ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Observasi*, 142.

³⁶ Muhammad Faishol Amin, *Akuitas*, 44.

dekade kemudian tidak benar-benar direalisasikan untuk penyusunan kalender Hijriah. Untuk $DAZ = 0^\circ$ diperoleh $ARCV \geq 11^\circ$ yang setara dengan $aS \geq 12^\circ$ bagi garis lintang 23° LU Sehingga kriteria ini fleksibel karena bisa diaplikasikan untuk kawasan yang lebih luas (kriteria regional) dan tidak terbatas dalam lingkup tertentu saja (kriteria lokal).³⁷

Pada periode 1932-1936, Danjon juga meneliti visibilitas Bulan sabit dengan menggunakan 75 data pengukuran untuk memahami pengaruh ARCL terhadap panjang sabit, dan ia menemukan bahwa pada $ARCL < 7^\circ$ nilai panjang sabit adalah 0 (tidak ada hilal terlihat) dan nilai $ARCL \geq 7^\circ$ dijadikan sebagai batas visibilitas hilal yang dikenal Danjon Limit. Ketika Bulan sabit tepat 7° dari Matahari, maka busurnya juga berkurang dari 7° , sehingga hilal tidak bisa terlihat karena tidak ada bagian yang diterangi Matahari.³⁸

³⁷ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Observasi*, 125.

³⁸ Louay J. Fatoohi, F. Richard Stephenson, And Shetha S. Al-Dargazelli, "The Danjon Limit Of First Visibility Of The Lunar Crescent", The Observatory NASA Astrophysics Data System, vol. 118, (April, 1998), 67.

Kriteria visibilitas hilal modern dikembangkan lagi oleh Bruin (1977). Bruin menyusun kriterianya dengan mempertimbangkan beberapa variabel baru seperti kecerahan langit senja, kontras yang dapat dilihat, intensitas cahaya hilal, dan lain-lain. Sistem ini dianggap cukup akurat dan juga memungkinkan seseorang untuk menentukan durasi visibilitas hilal di tempat-tempat tertentu.³⁹ Bruin menggabungkan antara variabel lebar hilal (W) dengan busur rukyat (ARCV). Kriteria Bruin inilah yang kemudian menjadi dasar bagi pengembangan kriteria visibilitas hilal para ahli astronomi selanjutnya.

Tabel 2.2 Kriteria Bruin

W	0,3°	0,5°	0,7°	1'	2'	3'
ARCV	10°	8,4°	7,5°	6,4°	4,7°	4,3°

Mohammad Ilyas mengemukakan kriteria visibilitas hilal dengan menghubungkan antara busur rukyat/ ARCV (*al-Irtifa' az-Zaini al-Markazi Bain asy-Syams wa al-Qamar Waqt al-Ghurub*) dengan *Relative Azimuth* atau beda

³⁹ Mohammad Ilyas, *Lunar Crescent Visibility*, 436.

azimuth/ DAZ (*Farq as-Sumt Bain asy-Syams wa al-Qamar Waqt al-Ghurub*). Ia mengatakan bahwa jarak sudut Bulan dan Matahari harus mencapai $10,5^\circ$ pada beda azimut 0° agar hilal dapat dilihat.⁴⁰ Semakin besar nilai beda azimut maka nilai jarak sudut Bulan-Matahari semakin kecil, dan hilal dapat dilihat. Kekurangan dalam pengamatan ini hanya untuk pengamatan dengan mata telanjang atau tidak dipakai bila pengamatan dengan bantuan alat optik.⁴¹

Tabel 2.3 Kriteria Ilyas

DAZ	0°	10°	20°	30°	40°	50°
ARCV	10,5	9,2	6,4	4,5	4,2	4

Ilyas juga mengembangkan kriteria Bruin dengan cara memperbaiki nilai W dari 0,5 menjadi 0,25. jika perubahan itu diterapkan maka ARCL minimum kriteria Bruin akan bersesuaian dengan ARCL minimum kriteria Fotheringham-Maunders yakni, 11° . Pengembangan kriteria Ilyas ini membuat kriteria Fotheringham-Maunders bisa diterapkan bagi Kawasan yang lebih luas

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ Muh. Nashirudin, *Kalender*, 143.

sehingga mencakup daerah lintang tinggi. Pengembangan yang dilakukan Ilyas melahirkan kriteria baru yang disebut Komposit Ilyas.⁴²

Pengembangan terbaru dilakukan Yallop (1997) dan Audah (2004). Menggunakan 295 data observasi dari Bradley Scahefer (AS), Yallop membentuk ulang kriteria Bruin menjadi kriteria Yallop, yang selangkah lebih maju karena telah menggunakan kondisi toposentrik walau terbatas hanya untuk variabel W . Sementara Audah menyusun kriterianya dengan berdasarkan data berlimpah, yakni 737 data observasi yang terdiri dari: 294 data observasi Bradley Schaefer (AS), 6 data observasi Jim Stamm (AS), 42 data observasi SAAO (South African Astronomy Observatory), 15 data observasi Mohsen Mirsaid (Iran), 57 data observasi Alireza Mehrani (Iran), dan 323 data observasi ICOP (Islamic Crescent Observation Project) sejak 1998.⁴³

Garis besar teori Yallop dikembangkan berdasarkan hubungan fungsi antara Arc of

⁴² Muh. Ma'rufin Sudiby, *Observasi*, 126.

⁴³ *Ibid*, 127.

Light/ ARCL, Arc of Vision/ ARCV, dan selisih nilai azimut Bulan dan Matahari atau Relative Azimuth/ DAZ yang dikenal dengan harga “q”. Kenampakan hilal dapat diuji dengan persamaan:

$$q = (\text{ARCV} - (11,8371 - 6,3226W + 0,7319W^2 - 0,1018W^3)) / 10$$

Kriteria Audah menggabungkan dua variabel, yaitu Topocentric Relative Altitude/ ARCV (Farq al-Irtifa' az-Zawi as-Sathi Bain asy-Syams wa al-Qamar) dengan Topocentric Crescent Width/ W (as-Samk as-Sathi li al-Hilal). Kenampakan hilal menurut Audah dapat diuji dengan persamaan:

$$V = \text{ARCV} - (-0,1018W^3 + 0,7319W^2 - 6,3226W + 7,1651)$$

Dari 737 data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Accurate Time pada kondisi terbaik pengamatan hilal. sehingga diperoleh persamaan *best time* adalah $T_{\text{best}} = T_{\text{sunset}} + (4/9) \times \text{Lag}$.

Tabel 2.4 Kriteria Visibilitas Hilal Audah

W	0.1'	0.2'	0.3'	0.4'	0.5'	0.6'	0.7'	0.8'	0.9'
ARCV1	5,6°	5°	4,4°	3,8°	3,2°	2,7°	2,1°	1,6°	1°
ARCV2	8,5°	7,9°	7,3°	6,7°	6,2°	5,6°	5,1°	4,5°	4°
ARCV3	12,2°	11,6°	11°	10,4°	9,8°	9,3°	8,7°	8,2°	7,6°

Dari hasil analisis Yallop dan Audah membuat sebuah kriteria visibilitas hilal baru yang membagi kemungkinan teramati dalam beberapa zona, yaitu hilal mudah terlihat dengan mata telanjang, hilal mudah terlihat dengan alat optik dan mungkin dengan mata telanjang dalam cuaca bersih, dan hilal hanya dapat dilihat dengan alat optik.⁴⁴

Tabel 4.5 Parameter Yallop (q) dan Audah (v)

Sifat Visibilitas	Q	V
Terlihat dengan mudah meski tanpa alat bantu optik (ARCL $\geq 12^\circ$)	$q > 0,216$	$v \geq 5,65$
Terlihat tanpa alat bantu optik namun mungkin juga terlihat tanpa alat bantu optik dalam kondisi langit sempurna	$-0,014 < q \leq 0,216$	$2,00 \leq v \leq 5,65$

⁴⁴ Muh. Nashirudin, *Kalender*, 153.

Hanya terlihat dengan alat bantu optik	$-0,232 < q \leq -0,014$	$-0,96 \leq v \leq 2,00$
Tidak terlihat	$q \leq -0,232$	$v < -0,96$

d. Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia

Visibilitas hilal atau dikenal sebagai *imkan rukyat* di Indonesia merupakan upaya pemerintah untuk menjembatani perbedaan awal bulan kamariah antara kelompok metode rukyat dan kelompok metode hisab. Pembahasan kriteria *imkan rukyat* berlangsung sejak tahun 1998 sampai sekarang, berikut ini kriteria-kriteria *imkan rukyat* yang berkembang di Indonesia:

1) Kriteria MABIMS

Kementrian Agama RI pada tahun 1998 telah menggagas kriteria visibilitas hilal yang dikenal dengan kriteria MABIMS sebagai hasil kesepakatan Menteri-Menteri Agama Malaysia, Brunei Darussalam, Indonesia, dan Singapura. Kriteria ini memiliki parameter tinggi hilal $(h) \geq 2^\circ$ atau $ADCV \geq 3^\circ$, elongasi $\geq 3^\circ$, dan umur hilal saat Matahari terbenam ≥ 8 jam setelah ijtimak. Kriteria ini didasarkan pada elemen posisi Bulan sebagaimana laporan rukyat hilal 29 Juni 1984

bertepatan dengan 1 Syawal 1404 H dimana pada saat itu hilal berhasil teramati di Jakarta, Pelabuhan Ratu (Jawa Barat), dan Parepare (Sulawesi Selatan). Tinggi hilal tersebut dapat diaplikasikan secara homogen pada seluruh nilai DAZ (*toposentric altitude*).⁴⁵

2) Kriteria LAPAN

Kriteria MABIMS dinilai oleh banyak pakar astronomi sangat jauh dari kriteria Internasional dinilai memiliki banyak kelemahan dan validitas yang rendah. Pada tahun 2000, Thomas Djamaluddin mengusulkan kriteria baru sebagai penyempurnaan terhadap kriteria MABIMS yang disebut sebagai kriteria LAPAN. Berdasarkan data pengamatan hilal di Indonesia antara tahun 1962-1997 yang didokumentasikan oleh Kemenag RI. Kajian tersebut tersebut menghasilkan kriteria sebagai berikut: *pertama*, umur hilal minimal 8 jam. *kedua*, jarak sudut Bulan-Matahari minimum $5,6^\circ$, dan *ketiga*, tinggi Bulan minimum tergantung beda azimut Bulan-Matahari. Bila berada

⁴⁵ M. Nashirudin, *Kalender*, 148.

lebih dari 6° , tinggi minimumnya $2,3^\circ$. Tetapi bila tepat berada di atas Matahari, tinggi minimumnya adalah $8,3^\circ$.⁴⁶

Kemudian kriteria ini disempurnakan dengan mempertimbangkan dua aspek pokok, yaitu aspek fisik hilal dan aspek kontras latar depan di ufuk barat dengan mengambil batas bawahnya. Artinya, kriteria tersebut sebagai batas minimal hilal dapat dilihat. Kriteria yang terbaru memiliki parameter jarak sudut Bulan-Matahari $>6,4^\circ$ dan beda tinggi Bulan-Matahari $> 4^\circ$.⁴⁷

3) Kriteria RHI

Lembaga Rukyat Hilal Indonesia (RHI) melakukan kajian terhadap 174 data yang menghasilkan, 107 data visibilitas hilal positif dan 67 visibilitas hilal negatif. Hilal didefinisikan sebagai Bulan pasca konjungsi dengan *lag time* antara 24- 40 menit. Bulan pasca konjungsi dengan *lag*

⁴⁶ Thomas Djamaluddin, *Astronomi Memberi Solusi Penyatuan Ummat*, (Jakarta: LAPAN, 2011), 5.

⁴⁷ T. Djamaludin, "Analisis Visibilitas Hilal Untuk Usulan Kriteria Tunggul di Indonesia", <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/08/02/analisis-visibilitas-hilal-untuk-usulan-kriteria-tunggul-di-indonesia/>. Diakses pada September 2022.

kurang dari 24 menit visibilitasnya berupa Bulan gelap dan tidak dapat dikatakan sebagai hilal. Bila dinyatakan ke dalam parameter tinggi hilal, maka Bulan hanya bisa disebut hilal saat memiliki separasi altitude antara 6° hingga 10° (tinggi hilal 5° hingga 9°). Dengan syarat kedudukannya tepat di atas Matahari pada saat *ghurub* (separasi azimut 0°). Jika tinggi hilal kurang dari 5° maka Bulan disarankan memiliki nama fase baru, yakni Bulan gelap. Sebaliknya apabila tinggi hilal lebih dari 9° maka Bulan disarankan memiliki nama fase Bulan sabit.⁴⁸

4) Kriteria Baru MABIMS

Muzakarah Rukyat dan Takwim Islam negara-negara anggota MABIMS pada tanggal 2 sampai 4 Agustus 2016 telah bersepakat untuk mengubah kriteria lama MABIMS yang dikenal sebagai kriteria (2,3,8). Kriteria baru MABIMS

⁴⁸ Sudiby, Arkanuddin & Riyadi, 2009, “Observasi Hilaal 1427–1430 (2007–2009 M) dan Implikasinya untuk Kriteria Visibilitas di Indonesia”, Prosiding Seminar Nasional Hilal 2009: Mencari Solusi Kriteria Visibilitas Hilal dan Penyatuan Kalender Islam dalam Perspektif Sains dan Syariah, Lembang: Observatorium Bosscha, 40.

memiliki kriteria tinggi hilal minimal 3° dan elongasi minimal $6,4^\circ$. Beda tinggi Bulan-Matahari minimal untuk teramati pada saat maghrib berasal dari penelitian Ilyas (1998) dan Caldwell dan Laney (2001) adalah 4° . Karena tinggi Matahari saat terbenam adalah $-50'$, maka tinggi Bulan minimal $4^\circ - 50' = 3^\circ 10'$. Tinggi sabit hilal sebenarnya bergantung pada posisi relatif Bulan terhadap Matahari. Sehingga diusulkan kriteria tinggi minimal hilal dihitung dari pusat Bulan dan dibulatkan menjadi 3° . Sementara elongasi Bulan minimal $6,4^\circ$ dari penelitian Odeh.⁴⁹ Kriteria ini pertama kali diterapkan di Indonesia untuk penentuan awal Ramadhan 1443 H/ 2022 M.

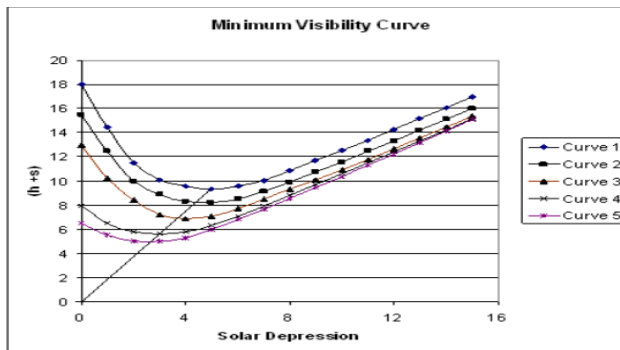
B. Konsep *Best Time* Visibilitas Hilal

1. Best Time dengan Model Yallop

Best time menurut Yallop (1977) diperoleh dari kurva visibilitas hilal minimum, yang menurut Bruin (1997) dalam Yallop (1997) berasal dari

⁴⁹T. Djamaluddin, “Menuju Kriteria Baru MABIMS Berbasis Astronomi”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2016/10/05/menuju-kriteria-baru-mabims-berbasis-astronomi/>. Diakses pada Rabu 7 September 2022.

kurva $h+s$ (beda tinggi Bulan-Matahari) yang dirajah terhadap s (sudut depresi Matahari). Masing-masing kurva memiliki nilai minimum yang menurut Bruin titik-titik minimum tersebut bersesuaian dengan kondisi optimum. Kurva visibilitas minimum Bruin dapat dilihat pada Gambar berikut.⁵⁰



Bruin (1997) dalam Yallop (1997) memberikan formula sederhana berdasarkan hasil rajahan rajahan ARCV (beda tinggi Matahari-Bulan) terhadap s (ketinggian geosentrik Matahari) untuk beragam nilai W (tebal tengah-sabit Bulan), yaitu $((h+s)/s) = 9/4$ atau $h/s = 5/4$.⁵¹

⁵⁰ Khoeriyah Lutfiyah.S, "Konsep Best Time Visibilitas Hilal Dengan Menggunakan Model Kastner", *Skripsi* Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia, (Bandung: 2013),8.

⁵¹ Judhistira Aria Utama, "Konsep *Best Time* Dalam Observasi Hilal Menurut Model Visibilitas Kastner", *Posiding*

Masing-masing kurva ini memiliki nilai minimum yang menurut Briun titik-titik minimum pada kurva di atas bersesuaian kontras terbaik antara iluminasi Bulan sabit dan kecerahan langit. Yallop mengartikan sebagai titik yang membagi waktu antara terbenamnya Matahari dan Bulan dalam rasio 5/4, sehingga waktu terbaik pengamatan hilal dapat dituliskan sebagai berikut:⁵²

$$T_{\text{sunset}} = \frac{5 T_{\text{sunset}} + 4 T_{\text{moon}}}{9}$$

$$T_{\text{best}} = \frac{5 T_{\text{sunset}} + 4(T_{\text{sunset}} + \text{Lag})}{9}$$

$$T_{\text{best}} = T_{\text{sunset}} + \frac{4}{9} \times \text{Lag}$$

Dari persamaan Yallop di atas nilai 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.

2. Best Time dengan model Qureshi

Qureshi (2010) memberikan koreksi terhadap persamaan *best time* visibilitas hilal model Yallop (1997) dengan cara menghitung kecerahan langit

Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2013, 2.

⁵² Khoeriyah Lutfiyah.S, *Konseps*, 9-10.

senja faktual menggunakan algoritma Schaefer (bukan kecerahan langit rata-rata seperti yang dilakukan Bruin dan Yallop) dan menghitung kecerahan Bulan sabit (bukan kecerahan Bulan purnama) yang divariasikan ketinggiannya dari horizon, sehingga menghasilkan persamaan berikut:⁵³

$$T \text{ best} = T \text{ sunset} + \frac{4,3}{9,3} \times Lag$$

3. Best Time dengan Model Kastner

Visibilitas hilal metode Kastner menyertakan kontribusi kecerahan langit senja dan kecerahan langit malam. Kecerahan langit senja dalam model Kastner menggunakan grafik distribusi kecerahan langit senja faktual sebagai fungsi depresi Matahari yang diperoleh Barteneva dan Boyarova (1960, dalam Kastner 1976).⁵⁴ Meskipun model Kastner belum mengakomodasi faktor psikofologi penglihatan manusia sebagai salah satu faktor dalam visibilitas hilal, namun model ini mampu memberikan prediksi visibilitas hilal yang

⁵³ Khoeriyah Lutfiyah.S, *Konsep*, 10.

⁵⁴ Sidney O. Kastner, "Calculation Of The Twilight Visibility Function Of Near-Sun Object", *The Journal Of The Royal ASTRONOMICAL Society Of Canada*, vol. 70, no.4 (Agustus 1976), 153.

bersesuaian dengan data laporan hasil observasi hilal dan Bulan sabit tua.⁵⁵

Metode Kastner menghasilkan dua kemungkinan visibilitas hilal yakni nilai visibilitas hilal (Δm) positif dan negatif. Visibilitas hilal (Δm) positif, manakala kecerahan hilal melampaui nilai kecerahan langit latar belakang (langit senja dan langit malam). Visibilitas hilal positif ini menunjukkan hilal dapat diamati dengan mata telanjang sepanjang cuaca mendukung. Sebaliknya, untuk nilai visibilitas hilal negatif (Δm), manakala hilal tidak mungkin diamati dengan mata telanjang, namun berkemungkinan dapat diamati menggunakan bantuan alat optik seperti teleskop dengan kemampuan menghasilkan perbesaran sudut tertentu.

Metode ini akan menghasilkan visibilitas hilal dengan modus pengamatan mata telanjang mencapai maksimumnya setelah terbenam Matahari, sebelum kemudian mengalami penurunan seiring dengan semakin rendahnya posisi Bulan. Ketika fungsi visibilitasnya mencapai nilai maksimum maka diperoleh waktu optimum untuk pengamatan hilal. Kemudian waktu optimum yang diperoleh diplotkan dalam

⁵⁵ Judhistira Aria Utama, *Konsepsi*, 2.

grafik dengan interval *lag time* (beda waktu antara terbenamnya Matahari dan Bulan), dari grafik tersebut diperoleh persamaan linier yang menghubungkan *Lag time* dan waktu optimum. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai formulasi baru waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*).

Konsep *best time* visibilitas hilal dengan metode Kastner dikembangkan oleh Judhistira Aria Utama, pakar fisika di Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam penelitiannya memanfaatkan data laporan kesaksian rukyat hilal di wilayah Indonesia dalam kurun waktu 2007-2009 yang dikompilasi oleh lembaga Rukyatul Hilal Indonesia (RHI). Dari 45 data yang tersedia dihasilkan 17 data bernilai positif berdasarkan perhitungan model kecerlangan Kastner.

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. Berdasarkan perhitungan metode Kastner, diperoleh persamaan linear yang menghubungkan *lag time* dan waktu terbaik (*Tbest*) sebagai berikut:⁵⁶

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

atau

$$T_{best} = T_{sunse} + \frac{23}{24} \times Lag - \frac{41}{4}$$

⁵⁶ Judhistira Aria Utama, *Konsep*, 3.

BAB III

PERHITUNGAN VISIBILITAS HILAL DENGAN MENGUNAKAN METODE KASTENR DI CONDRODIPO TAHUN 2019-2022.

A. Deskripsi Lokasi Rukyat Condrodipo

Balai rukyat Condrodipo merupakan tempat rukyat hilal milik Lembaga Falakiyah Kabupaten Gresik yang terletak di Bukit Condrodipo di Desa Kembangan, Kecamatan Kebomas. Balai rukyat ini berdiri di samping makam Mbah Condrodipo (murid Sunan Giri).¹ Kabupaten Gresik sebagai kota santri dan kota industri berada di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan. Iklim Kabupaten Gresik termasuk tropis dengan temperatur rata-rata 28,5 °C dan kelembaban udara rata-rata 75%. Curah hujan relatif rendah, yaitu rata-rata 2.245 mm per tahun.²

Secara astronomis bukit Condrodipo terletak pada 7°10'10" Lintang Selatan 112°37'2" Bujur Timur menurut Google, akan tetapi berdasarkan pengukuran GPS pada

¹<https://jatim.nu.or.id/metropolis/menengok-balai-rukayat-condrodipo-gresik-langgan-melihat-hilal-2e3yN>. Diakses pada September 2022 pukul 04.44 WIB.

²Pemerintahan Kabupaten Gresik, "Geografi", dalam <http://bappeda.jatimprov.go.id/bappeda/wp-content/uploads/potensi-kab-kota-2013/kab-gresik-2013.pdf>. Diakses pada September 2022 pukul 05.51 WIB.

awal pembangunannya, posisi balai rukyat ini $7^{\circ}10'11.1''$ Lintang Selatan $112^{\circ}37' 2.5''$ Bujur Timur dengan ketinggian 120 meter dari permukaan laut.³ Pandangan ke arah ufuk 0° dari area lokasi tersebut, sehingga rukyat hilal dapat dilakukan sepanjang tahun karena bebas dari halangan apapun sampai ke Utara 24° dan ke Selatan 24° .⁴ Kelebihan lokasi bukit Condrodipo dipilih karena berada di dataran tinggi dengan pemandangan luas tanpa halangan. Posisi ideal untuk memantau hilal di arah barat bagian utara. Bangunan berlantai 2 ini dilengkapi berbagai fasilitas, seperti gawang dengan alat ukur arah, theodolit elektronik, aplikasi-aplikasi astronomi, hingga teleskop dan teropong Bumi sebagai alat pendukung rukyat hilal.⁵ Serta dilengkapi dengan busur besar (diameter 6 meter) sebagai petunjuk mata angin. Di tempat inilah setiap awal bulan dilakukan rukyat hilal setiap awal bulan untuk memvalidasi hasil hisab yang sudah dihitung, sedangkan penentuan awal bulan ibadah seperti bulan Ramadhan, Syawal, dan Zulhijah. Rukyat hilal rutin dilakukan karena

³ [Balai Rukyat LFNU Gresik Condrodipo - Gresik \(wikimapia.org\)](#). Diakses pada September 2022 pukul 04.59 WIB.

⁴ [Balai Rukyat Bukit Condrodipo Gresik dan Pelestarian Ilmu Astronomi Islam - Website Bimas Islam \(Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama\) \(kemenag.go.id\)](#). Diakses pada September 2022 pukul 05.34 WIB.

⁵ <https://jatim.nu.or.id/metropolis/menengok-balai-rukya-condrodipo-gresik-langganan-melihat-hilal-2e3yN>. Diakses September 2022 pukul 04.44 WIB.

rukyyat sebagai dasar pengambilan keputusan masuknya awal bulan.

B. Hasil Rukyyat Awal Bulan Kamariah Tahun 2019-2022

Hasil rukyyat awal bulan kamariah pada tahun 1440 H/ 2019 M-1443 H/ 2022 M di Condrodipo diambil dari berita acara pelaksanaan rukyyat setiap bulan. Berdasarkan data berita acara rukyyat hilal didapatkan 16 data hilal terlihat dan 27 data hilal tidak terlihat dikarenakan kondisi langit barat saat pengamatan tertutup oleh awan. Dari 27 data hilal tidak terlihat terdapat 3 data hilal tidak terlihat saat cuaca cerah, 12 data hilal tidak terlihat saat cuaca berawan, 11 data hilal tidak terlihat saat cuaca mendung tebal, dan 7 data hilal tidak terlihat tanpa keterangan cuaca. Dalam penelitian ini difokuskan pada 16 data keterlihatan hilal, baik pada tanggal 29 atau 30 akhir bulan kamariah. Contoh berita acara rukyyat hilal seperti Gambar berikut.

**BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESIK**

NO. _____ /LFNU/GRS/RH/ _____ /

15 Feb 1441 H Rukyat di _____ Hari _____

70 Januari 1400 M / 28 Desember 2018 M Waktu 15.00 - 18.00

11° 27' 03" BB DB Ketinggian 120 m
Lintang 7° 10' 01" DL DG
Time Zone 7 GMT

DAFTAR RUKYAT:

1. NU Kabupaten Gresik 16 orang 3 _____ orang
2. PKS L PONDOK 8 orang 4 _____ orang

DAFTAR PENSUUNG RUKYAT:

Alat ukur, merk Laser penunjuk Theodolite/Ts, merk Nikon
 Gawang lokal Teleskop motorik, merk _____
 Kamera Mujayyad Teleskop manual Teleskop binokuler, merk _____
 Barometer Hygrometer Kamera digital, merk _____
 Termometer Basor berajat _____

DATA HILAL

Waktu terbenam 17.52.26 Tinggi hilal 7.49.51 Elangsi 29° 52' 51"
 Waktu terbenam 18.32.47 Azimut matahari 260° 12' 17" Umur bulan 13.18.33
 Waktu hilal 00.49.15 Azimut bulan 260° 20' 52" Nurul hilal 0.76 %

DATA RUKYAT

Waktu langit cerah: sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Suhu udara: 31 °C Kelembaban udara 71 % Kadarau waktu _____
 Kecepatan angin 0 km/j Keceharan langa _____ % Tinggi awan ufuk _____
 Waktu terbit terakhir purnya: 17.43 jam sebelum matahari terbenam (menurut hitabi)
 Waktu terbit terakhir hilal serihat _____ jam, mulai purnya 17.54 sampai 18.54
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 Posisi hilal terhadap matahari: kiri atas atas kanan atas

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Alamat: _____ 4 _____ Alamat: _____
 Alamat: _____ 5 _____ Alamat: _____
 Alamat: _____ 6 _____ Alamat: _____

Gresik
Ketua Tim Rukyat
H. Hafsa Umar

Gambar 3.1 Berita Acara Rukyatul Hilal Bulan Rajab
1441 H

1. Zulhijah 1440 H/ 2019 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Zulhijah 1443 H/ 1 Agustus 2019 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 25 orang, Kemenag Gresik sebanyak 50 orang LFNU Mojokerto, UIN Surabaya, UIN Malang, dan UIN Walisongo Semarang sebanyak 4 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: laser penunjuk, theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:31:26 WIB dan azimuth Matahari $288^{\circ}01'26''$. Hilal berada pada ketinggian $3^{\circ}11'44''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $4^{\circ}49'39''$. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat oleh 5 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:33 WIB, Syamsul Fuad, Syamsul Maarif, H. Asyhar pada pukul 17:35 WIB, dan Ustad Umar Syarif pada pukul 17:34 WIB.

2. Shafar 1441/ 2019 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Muharam/ 29 September 2019 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:25 WIB dan azimuth Matahari $267^{\circ}27'05''$. Hilal berada pada ketinggian $9^{\circ}14'51''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $10^{\circ}38'25''$. Matahari terakhir terbenam pukul 17:22:26 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang mulai pukul 17:35 – 17:40 WIB.

3. Rajab 1441/ 2020 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Jumadil Akhir 1441 H/ 24 Februari 2020 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 16 orang dan Ponpes Lirboyo sebanyak 8 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: GPS, theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:52:26 WIB dan azimut Matahari $260^{\circ}12'17''$. Hilal berada pada ketinggian $7^{\circ}49'51''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $9^{\circ}57'51''$. Kondisi langit barat saat itu berawan dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang oleh perukyat, H. Inwanuddin.

4. Ramadhan 1441 H/ 2020 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Syakban 1441 H/ 23 April 2020 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 10 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:26:03 WIB dan azimut Matahari $282^{\circ}42'59''$. Hilal berada pada ketinggian $3^{\circ}02'12''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $5^{\circ}27'32''$. Tidak ada keterangan kondisi langit barat saat itu dan hilal berhasil terlihat mulai pukul 17:26:34 sampai 17:32:30 WIB oleh 3 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin, H. Achmad Asyhar, dan Sholehudin pada pukul 17:24 WIB.

5. Syawal 1441 H/ 2020 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Ramadhan/ 23 Mei 2020 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 20 orang. Alat pendukung

yang digunakan untuk rukyat adalah theodolite. Matahari terbenam pada pukul 17:20:25 WIB dan azimuth Matahari $290^{\circ}43'39''$. Hilal berada pada ketinggian $6^{\circ}00'07''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $8^{\circ}06'39''$. Kondisi langit barat saat itu sangat cerah dan hilal berhasil terlihat mulai pukul 17:25 sampai 17:35 WIB oleh 4 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin, Aripin, Ahmad Ansori, dan Habib Syaifudin.

6. Zulhijah 1441 H/ 2020 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Zulkaidah 1441 H/ 29 Juli 2020 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 30 orang dan Kemenag Gresik. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, teleskop manual, theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:30:17 WIB dan azimuth Matahari $290^{\circ}33'60''$. Hilal berada pada ketinggian $7^{\circ}10'43''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $9^{\circ}36'42''$. Tidak ada keterangan kondisi langit dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang oleh 3 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:37:50 WIB, Sholehudin pada pukul 17:38 WIB, dan H. Khairul Amin pada pukul 17:37 WIB.

7. Rabiul Awal 1442 H/ 2020 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Shafar 1442 H/ 17 Oktober 2020 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 25 orang dan Gresik Astronomi sebanyak 9 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: teleskop, theodolit, dan

teleskop motorik. Tidak terdapat keterangan data hisab berupa Matahari terbenam, azimut Matahari, ketinggian hilal, dan elongasi hilal. Matahari terlihat terakhir pukul 17:19:37 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang oleh 3 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:33 WIB, Syamsul Fuad, dan Sholehudin.

8. Syawal 1442 H/ 2021 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Zulhijah/ 1 Agustus 2019 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 25 orang dan masyarakat sekitar. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada syarakatukul 17:21:19 WIB dan azimut Matahari $288^{\circ}14'44''$. Hilal berada pada ketinggian $4^{\circ}45'15''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $6^{\circ}58'26''$. Matahari terakhir terlihat pukul 17:18:13 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat oleh 4 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin, Najmul Ilmi, Syamsul Fuad, dan Abdul Karim.

9. Zulhijah 1442 H/ 2021 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Zulkaidah/ 10 Juli 2021 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 20 orang, Kemenag Gresik sebanyak 5 orang, dan Pengadilan Agama sebanyak 5 orang. Tidak ada keterangan alat pendukung yang digunakan untuk rukyat. Matahari terbenam pada pukul 17:28:15 WIB dan azimut Matahari $282^{\circ}12'12''$. Hilal berada pada ketinggian

2°18'48" dan elongasi antara Matahari dan Bulan 5°32'40". Matahari terakhir terlihat pukul 17:27:37 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang dan theodolite mulai pukul 17:30:50 sampai 17:32:05 WIB oleh Sholehudin pada pukul 17:30:50 WIB.

10. Rabiul Awal 1443 H/ 2021 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Shafar 1443 H/ 7 Oktober 2021 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 15 orang dan UIN Surabaya sebanyak 10 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:24:53 WIB dan azimut Matahari 264°08'12". Hilal berada pada ketinggian 11°14'40" dan elongasi antara Matahari dan Bulan 13°23'53". Matahari terakhir terlihat pukul 17:09:50 WIB. Tidak ada keterangan kondisi langit barat saat itu dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang pukul 17:43 oleh perukyat, Sholehudin.

11. Jumadil Awal 1443 H/ 2021 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Rabiul Akhir 1443 H/ 5 Desember 2021 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 7 orang dan Ponpes Salafiyah sebanyak 10 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:37:12 WIB dan azimut Matahari 247°13'47". Hilal berada pada ketinggian 13°48'10" dan elongasi antara

Matahari dan Bulan $15^{\circ}59'57''$. Kondisi langit barat saat itu berawan dan hilal berhasil terlihat mulai pukul 17:37 WIB oleh 6 perukyat, diantaranya Sholehudin pada pukul 17:37 WIB, H. Inwanuddin pada pukul 17:37 WIB, Akbar pada pukul 17:40 WIB, Jamaludin pada pukul 17:40 WIB, Syukron Afandi pada pukul 17:43 WIB, dan Sugito pada pukul 17:40 WIB.

12. Jumadil Akhir 1443 H/ 2022 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Jumadil Awal/ 3 Januari 2022 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 20 orang dan UIN Sunan Ampel sebanyak 4 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah gawang lokasi dan theodolite. Matahari terbenam pada pukul 17:51:15 WIB dan azimut Matahari $246^{\circ}06'14''$. Hilal berada pada ketinggian $8^{\circ}06'14''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $10^{\circ}20'52''$. Matahari terakhir terlihat pukul 17:48:15 WIB. Kondisi langit barat saat itu berawan dan hilal berhasil terlihat oleh perukyat dengan mata telanjang sekitar pukul 18:14 WIB.

13. Syakban 1443 H/ 2022 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Rajab 1443 H/ 3 Maret 2022 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik dan SMA Progresif Bumi Shalawat. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, theodolit, teleskop motoric, dan teleskop binokuler. Matahari terbenam pada pukul 17:49:36 WIB dan azimut Matahari $263^{\circ}03'37''$. Hilal berada pada

ketinggian $8^{\circ}08'14''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $10^{\circ}41'29''$ Matahari terakhir terlihat pukul 17:40 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat oleh 4 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:49 sampai 17:55 WIB, Syamsul Fuad pada pukul 17:49 sampai 17:53 WIB, H. Sholehudin pada pukul 17:49 sampai 17:55 WIB, dan H. Khairul Amin pada pukul 17:49 WIB dengan tinggi hilal pada saat itu $8^{\circ}19'07''$.

14. Ramadhan 1443 H/ 2022 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Syakban 1443 H/ 1 April 2022 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 51 orang, Kemenag Gresik sebanyak 20 orang, masyarakat sebanyak 50 orang, Forkopimda sebanyak 12 orang, dan PCNU Gresik dan Bawean sebanyak 20 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, theodolit, teleskop motorik, dan teleskop binokuler. Matahari terbenam pada pukul 17:35:48 WIB dan azimut Matahari $274^{\circ}30'50''$. Hilal berada pada ketinggian $1^{\circ}22'35''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $3^{\circ}48'31''$. Matahari terakhir terlihat pukul 16:00 WIB. Kondisi langit barat saat itu berawan dan hilal berhasil terlihat dengan mata telanjang, teleskop, dan theodolite mulai pukul 17:25:34 sampai 17:32:50 WIB oleh 4 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:25:34 WIB, Syamsul Fuad pada pukul 17:25:34 WIB, Sholehudin pada pukul 17:25:34 WIB, dan Abidusy Syakur pada pukul 17:28:45 WIB.

15. Syawal 1443 H/ 2022 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Ramadhan 1443 H/ 1 Mei 2022 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 51 orang, Kemenag Gresik, PCNU Gresik dan Bawean, dan Forkopmida. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, theodolit, teleskop motorik, dan teleskop binokuler. Matahari terbenam pada pukul 17:23:42 WIB dan azimuth Matahari $289^{\circ}06'49''$. Hilal berada pada ketinggian $4^{\circ}03'31''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $6^{\circ}34'45''$. Matahari terakhir terlihat pukul 17:13:34 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat oleh 3 perukyat, diantaranya H. Inwanuddin pada pukul 17:25:34 WIB, Syamsul Fuad pada pukul 17:25:34 WIB, dan Sholehudin 17:25:34 WIB.

16. Zulkaidah 1443 H/ 2022 M

Rukyat hari pertama bertepatan pada 29 Syawal 1443 H/ 31 Mei 2022 M. Peserta rukyat saat itu dari LFNU Kabupaten Gresik sebanyak 8 orang dan Kemenag Gresik sebanyak 25 orang. Alat pendukung yang digunakan untuk rukyat adalah: gawang lokasi, theodolit, dan teleskop motorik. Matahari terbenam pada pukul 17:20:39 WIB dan azimuth Matahari $296^{\circ}58'19''$. Hilal berada pada ketinggian $8^{\circ}10'29''$ dan elongasi antara Matahari dan Bulan $10^{\circ}41'29''$. Matahari terbenam pukul 17:15:10 WIB. Kondisi langit barat saat itu cerah dan hilal berhasil terlihat dengan theodolite oleh perukyat, diantaranya Muchyiddin

pada pukul 17:37 WIB, H. Inwanuddin pada pukul 17:44 WIB, dan Anshori.

C. Fungsi Visibilitas Hilal Metode Kastner

Sidney O. Kastner adalah fisikawan surya, astrofisikawan, dan anggota AAS yang lahir di Winnipeg, Canada pada tahun 1926 dan meninggal 25 Agustus 1999. Sebagian besar karirnya selama 50 tahun dihabiskan di Pusat Penerbangan Luar Angkasa Goddard NASA di Greenbelt, Maryland. Ia menerapkan pengetahuan spektroskopinya untuk masalah astrofisika, seperti diagnostik garis spektral bintang, nebula planet, dan quasar. Karyanya pada bidang fisika Matahari dan astrofisika diringkas dalam bibliografi lebih dari 100 makalah, diterbitkan dalam beberapa jurnal, dan sepertiga dari karyanya diterbitkan dalam 10 tahun terakhir.⁶

Salah satu papernya yang ditulis Sidney O. Kastner pada tahun 1976 adalah “Calculation of The Twilight Visibility Function of Near-Sun Object”, yang menjelaskan tentang fungsi matematis visibilitas benda langit yang diambil dari grafik kecerahan langit pengamatan komet Bartaneva dan Bayarova oleh Rozenberg (1966),⁷ untuk mengamati objek langit seperti,

⁶Joel Kastner, “Sidney O. Kastner (1926-1999) <https://baas.aas.org/pub/sidney-o-kastner-1926-1999/release/1>. Diakses pada November, 2022 pukul 10.14 WIB.

⁷Judhistira Aria Utama, “Mengenal Kecerahan Langit (Sky Brightness) dan Visibilitas Kastner”, Diskusi Online Astronomi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara https://www.youtube.com/watch?v=8ahcIBv_j3U. Diakses pada Oktober, 2022 pukul 23.00 WIB.

bintang, planet, dan komet saat Matahari senja dan objek tersebut dekat dengan Matahari dengan nilai visibilitas benda-benda langit yang dekat dengan Matahari.

Kemudian metode ini diadopsi oleh Judhistira Aria Utama sebagai perhitungan visibilitas hilal berdasarkan pertimbangan karakteristik hilal, yaitu posisi Bulan pasca konjungsi dalam banyak kasus berdekatan dengan posisi Matahari dan penampakan Bulan yang bervariasi mulai dari sebagai sumber cahaya titik (*point light source*), seperti bintang, hingga objek membentang (*extended light source*) dengan ketebalan sabit mencapai beberapa menit busur (1 menit busur bersesuaian dengan sudut sebesar $0,017^\circ$), layaknya planet atau komet, bergantung pada umur Bulan dan elongasinya.⁸

Visibilitas hilal metode Kastner didefinisikan sebagai perbedaan magnitudo tampak sebuah benda langit dengan kecerahan latar belakang langit. Fungsi ini bertujuan untuk menghitung visibilitas benda langit berupa kontras dari objek tersebut. Kontras objek ini sebagai dampak dari cahaya yang dihamburkan oleh pencahayaan langit. Perhitungan visibilitas metode Kastner menyertakan faktor kecerahan objek di luar dan di dalam atmosfer Bumi ekstingsi optis atmosfer sebagai fungsi ketinggian objek, distribusi kecerahan langit senja sebagai fungsi sudut depresi Matahari, dan kontribusi dari kecerahan langit

⁸J.A. Utama dan S. Siregar, "Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Kastner", *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 9, (Juli, 2013), 199.

malam.⁹ Dalam penentuan visibilitas Kastner yang sudah dimodifikasi oleh Binta dan Judhistira ada beberapa langkah yang harus ditempuh, antara lain:¹⁰

1. Menentukan posisi Bulan (Jarak Zenit, Azimut, Elongasi, Magnitudo Semu Visual, Semi Diameter) dan Matahari (Azimut, Sudut Depresi)
2. Menghitung kecerlangan hilal di luar atmosfer Bumi (*extra atmosphere luminance crescent*)

Sebuah objek bermagnitudo visual (*mvis*) terkorrespondensi pada cahaya 2,51(10-*mvis*) dalam satuan *tenth-magnitude stars*, jika objek di luar atmosfer permukaannya tampak maka kecerlangannya dapat dinyatakan dalam satuan *square degrees*, kecerlangan objek di luar atmosfer dinyatakan dalam persamaan:

$$\text{Rumus:} \quad L_* = \frac{1}{A} \times 2,51^{(10-M_{vis})}$$

Dimana

A adalah luas permukaan tampak hilal dengan rumus:

$$A = (0,5 \times \pi r^2)[1 + \cos(180^\circ - ARCL)]$$

Keterangan:

L_* = kecerlangan hilal di luar atmosfer

M_{vis} = magnitudo visual objek

r = semidiameter Bulan

⁹ Sidney O. Kastner, "Calculation of the Twilight Visibility Function of Near-Sun Objects", *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vo. 7 No. 4, (1976), 154.

¹⁰ Judhistira Aria Utama, Usulan Kriteria Visibilitas Hila di Indonesia dengan model Kastner, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Vol. 9 Juli 2013. hlm. 200.

ARCL = elongasi hilal

3. Menghitung kecerlangan Bulan di dalam Atmosfer
(*luminance below atmosphere seeing topocentric*)

Rumus:
$$L_{moon} = e^{-kx}$$

Keterangan:

k = koefisien ekstingsi

X = massa udara

Koefisien ekstingsi adalah gangguan-gangguan yang terjadi pada radiasi cahaya yang dipancarkan oleh sebuah objek langit ketika melewati atmosfer bumi. Cahaya dari objek yang masuk akan diserap dan dihamburkan dari garis pandang.¹¹ Nilai koefisien ekstingsi bermacam-macam, ada yang 0.18, 0.19, 0.20, 0.5, dan 0.8. Semakin besar nilai k menandakan kondisi atmosfer yang semakin kotor. Nilai 0.2 dianggap kondisi atmosfer bersih (minim aerosol dan polutan), 0.4 kondisi atmosfer moderat, dan nilai 0.8 kondisi atmosfer terpolusi.¹² Nilai k = 0.19 (bersesuaian dengan panjang gelombang puncak kepekaan mata manusia yakni 5500 Å, dimana Å = 10⁻¹⁰ m) dengan asumsi bahwa kondisi atmosfer bersih

¹¹Eka Arumaningtyas, “Studi Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal”, Tugas Akhir FMIPA ITB (Bandung, 2009), 24.

¹²Zuni Faridatul Magfiroh, “Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Ampel (Surabaya, 2022), 38.

pada saat pengamatan.¹³ Atmosfer yang sangat kotor memiliki kandungan debu 10 kali lebih banyak daripada atmosfer bersih.¹⁴

Masa udara jika dikaitkan dengan faktor geometri diartikan sebagai panjang jalur optik dari sumber cahaya menuju zenit.¹⁵, massa udara dihitung dengan rumus:

$$X = \frac{1}{[\cos z + 0,025 e^{-11 \cos z}]}$$

Dimana z adalah besar sudut hilal terhadap horizon.

4. Menghitung kecerahan langit selama senja (*background sky brightness during twilight*)

Sesaat setelah matahari terbenam, cahaya senja berwarna kuning kemerah-merahan yang lama-kelamaan menjadi merah kehitam-hitaman karena Matahari semakin ke bawah, sehingga hamburan sinar Matahari oleh debu atmosfer semakin berkurang, begitu seterusnya sehingga bumi menjadi gelap.¹⁶ Senja atau waktu maghrib dimulai saat seluruh

¹³ J.A. Utama dan S. Siregar, “Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Kastner”, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 9, (Juli, 2013), 200.

¹⁴ Judhistira Aria Utama, *Inovasi Matematika, IPA, Komputer, Dan Pembelajarannya (Sumbangsih Pemikiran FPMIPA UPI Untuk Indonesia): Implementasi Model Matematis Kastner dalam Problematika Visibilitas Hilal*, (Bandung: UPI Press, 2020), 3.

¹⁵ Bradley Schafer, “Astronomy and Limit of Vision”, 315.

¹⁶ Nugroho Eko Atmanto, “Relevansi Konsep Fajar dan Senja Dalam Kitab al-Qanun al- Mas’udi bagi Penetapan Waktu Salat Isya’ dan Subuh, *Jurnal Analisa*, vol. 19, no.1, (Januari - Juni 2012), 100.

piringan Matahari masuk ke horizon yang terlihat (ufuk *mar'i* atau *visible horizon*) sampai cahaya Matahari relatif tidak dihamburkan oleh atmosfer Bumi.¹⁷ Kecerahan langit senja dirumuskan sebagai berikut:

$$Ls = 290[10 \log L + 2,5]$$

Kemudian Log L adalah bentuk luminansi yang melibatkan zenit, depresi (penurunan) Matahari dan beda sudut azimut Matahari-Bulan yang diekspresikan dalam:¹⁸

$$\begin{aligned} \log L = & -(7,5 \times 10^{-5} z + 5,05 \times 10^{-3})\theta \\ & + (3,67 \times 10^{-4} z - 0,458)h \\ & + 9,17 \times 10^{-3} z + 3,525, \text{ dengan } \theta \\ & \leq \theta_o \end{aligned}$$

Persamaan di atas digunakan jika sudut transisi lebih besar atau sama dengan daripada beda azimut Bulan-Matahari

$$\begin{aligned} \log L = & -0,0010 \theta + (1,12 \times 10^{-3} z - 0,470)h \\ & - 4,17 \times 10^{-3} z + 3,225, \text{ dengan } \theta \\ & > \theta_o \end{aligned}$$

Persamaan di atas digunakan jika sudut transisi lebih kecil dari beda azimut Bulan-Matahari

Mencari sudut transisi (θ_o)

¹⁷ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Prenamedia grup, 2015), 47.

¹⁸ Sidney O. Kastner, "Calculation Of The Twilight Visibility Function Of Near-Sun Object", *The Journal Of The Royal ASTRONOMICAL Society Of Canada*, vol. 70, no.4 (Agustus 1976), 156.

$$\theta_o = -(4,12 \times 10^{-2} z + 0,582)h + 0,417z + 97,5$$

Mencari sudut transisi berfungsi untuk menghitung nilai L apakah menggunakan persamaan kesatu atau kedua. Sementara untuk mencari sudut depresi Matahari menggunakan rumus:

$$h = -\sin^{-1}(\sin\theta\sin\delta + \cos\theta\cos\delta \cos(s-\alpha))$$

Keterangan:

Ls = kecerlangan langit selama senja

z = jarak zenit

h = sudut depresi matahari

θ_o = sudut transisi

θ = beda azimut Bulan dan Matahari

5. Melakukan kalibrasi kecerahan langit senja (Ls) mencari kontribusi langit malam (La), dan menentukan kecerahan latar belakang (Lsa) dengan rumus :

$$Ls = 290 \times (10 \log L + 2,5)$$

$$La = 290 + 105 \times \text{Exp} \left(-(90-z)^2/1600 \right)$$

$$Lsa = Ls + La$$

6. Menentukan kecerlangan langit malam (*night sky luminance*)

Menurut Allen untuk luminansi langit malam pada $z = 0^\circ$ dan 75° masing-masing sebesar 290 dan 380 dalam S_{10} . Penyamarataan dari luminansi langit malam untuk jarak zenit lebih besar dari 80° adalah karena

fakta yang diketahui bahwa atmosfer menjadi tebal secara optik untuk sudut tersebut. Oleh karena itu rumus kecerlangan langit malam ditentukan sebagai berikut:¹⁹

$$La = 290 + 105 \exp(-90 - z)^2 / 1600$$

Keterangan:

La = kecerlangan langit malam

z = jarak zenit

7. Menghitung fungsi Visibilitas (*visibility function*)

$$R = \frac{L_{moon}}{L_s + La}$$

$$\Delta m = 2,5 \log R$$

Keterangan:

R = rasio antara luminasi hilal dengan kecerlangan langit senja dan kecerlangan langit malam

Δm = visibilitas hilal

D. Perhitungan Visibilitas Hilal Metode Kastner

Perhitungan fungsi visibilitas metode Kastner pada penelitian ini menggunakan instrumen *Microsoft Excel*. Data posisi Bulan dan Matahari diambil dari *Jean Meeus* dengan *high accuracy* atau *full precision* karya Novi Sopwan dan Muhammad Muadz Dzulikrom. Posisi

¹⁹ Sidney O. Kastner, "Calculation Of The Twilight Visibility Function Of Near-Sun Object", *The Journal Of The Royal ASTRONOMICAL Society Of Canada*, vol. 70, no.4 (Agustus 1976), 159.

Matahari dihitung dengan menggunakan teori VSOP2000 Full Terms dengan koreksi 58.006 suku yang diterbitkan pada tahun 2000. Dan posisi Bulan dihitung dengan menggunakan algoritma MPP/02 Full Terms dengan koreksi 35.901 suku yang diterbitkan pada tahun 2004. Sehingga data posisi Bulan dan Matahari termasuk kategori dengan ketelitian tinggi.²⁰

Perhitungan dilakukan untuk 16 data awal bulan kamariah yang telah diseleksi sebagaimana penjelasan di atas. Balai Rukyat Condrodipo, Gresik terletak pada Lintang $07^{\circ}10'11''$ LS dan Bujur $112^{\circ}37'03''$ BT, dan memiliki ketinggian 120 mdpl. Perhitungan visibilitas Kastner dilakukan setiap menit sejak Matahari terbenam sampai Bulan terbenam, dengan menyertakan parameter fisis Matahari dan Bulan. Parameter fisis Matahari berupa (sudut depresi atau *solar depression*/ h, beda azimuth Bulan-Matahari atau *real azimuth*. Dan parameter fisis Bulan berupa elongasi atau *moon elongation*, magnitudo semu visual atau *mvis moon*, dan semidiameter Bulan semidiameter atau *r moon*).

Transparansi atmosfer setempat diasumsikan dengan nilai ekstingsi sebesar $k = 0,2$ untuk pengamatan menggunakan mata telanjang. Semua data posisi Matahari dan Bulan diatur dengan pengaturan toposentrik

²⁰ Program Excel Menentukan Posisi Bulan dan Matahari (High Accuracy/ Full Precision) Based VSOP2000 dan MPP/02 disusun oleh Muhammad Muadz Dzulkrom.

(pengamat berada di permukaan Bumi) dan memperhitungkan faktor refraksi oleh atmosfer.²¹

Dalam perhitungan visibilitas hilal metode Kastner dibantu dengan penggunaan perangkat lunak *Microsoft Excel* yang didalamnya telah diberikan rumus²². Berikut contoh tabel perhitungan visibilitas hilal metode Kastner untuk 16 data bulan kamariah pada tahun 1440-1443 H atau 2019-2022 M dengan memasukkan data posisi Bulan dan Matahari pada tanggal 29 atau 30 akhir bulan kamariah yang didapat dari data astronomis *Jean Meuss*. Tabel perhitungan disajikan dalam bentuk potongan karena penulisan formula yang panjang.

²¹ Judhistira Aria Utama, “Visibilitas Hilal Awal Ramadan 1437 H/ 2016 M” <https://berita.upi.edu/visibilitas-hilal-awal-ramadan1437-h2016-m/>. Diakses pada November, 2022 pukul 10.30 WIB.

²² Menggunakan templat perangkat lunak *spreadsheet* dari Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. (diberikan saat Praktik Hisab Rukyat dengan Imahnoong di UIN Sunan Ampel pada tangg 19 Oktober 2021).

Tabel 3.1 Perhitungan Visibilitas Hilal Metode Kastner
untuk Awal Bulan Zulhijah 1441 H

Hour	Minute	Hour	T After Sunset	Lunar Height, a	Lunar Zenith Distance, z	Solar Depression, h	Rel Azimuth, q
17	30	17,51667	0	2,74449595	87,26	1,061	1,656
17	31	17,53333	1	2,53572829	87,46	1,296481713	1,64869034
17	33	17,55	2	2,32849036	87,67	1,532382232	1,6416812
17	34	17,56667	3	2,12300498	87,88	1,768322141	1,63467985
17	34	17,58333	4	1,91953127	88,08	2,004300961	1,62768586
17	35	17,6	5	1,7183694	88,28	2,240318219	1,62069883
17	37	17,61667	6	1,51986482	88,48	2,476373444	1,61371832
17	38	17,63333	7	1,32441031	88,68	2,712466164	1,60674392
17	38	17,65	8	1,13244329	88,87	2,948595916	1,59977519
17	39	17,66667	9	0,94443346	89,06	3,184762234	1,59281171
17	41	17,68333	10	0,76085238	89,24	3,420964659	1,58585305
17	42	17,7	11	0,58211041	89,42	3,657202733	1,57889878
17	42	17,71667	12	0,40843774	89,59	3,893476001	1,57194846
17	43	17,73333	13	0,23967397	89,76	4,129784169	1,56500165
17	45	17,75	14	0,07492131	89,93	4,366126468	1,55805792
17	45	17,76667	15	-0,08798071	90,09	4,602502611	1,55111683
17	46	17,78333	16	-0,25313831	90,25	4,838912152	1,54417794
17	48	17,8	17	-0,42725235	90,43	5,075354647	1,5372408
17	49	17,81667	18	-0,61970043	90,62	5,311829657	1,53030496
17	49	17,83333	19	-0,84117641	90,84	5,548336743	1,52336997
17	50	17,85	20	-1,10027077	91,10	5,784875468	1,51643539

q Zero	Log L	Log L1 (z=90)	Log L2 (z=30)	Log L'	Moon Elongation	mvis Moon	r_Moon (deg)
129,46	3,85	3,88	3,31	3,83	4,150	-4,33	0,276742644
128,55	3,76	3,78	3,21	3,73	4,17165216	-4,33648	0,276724312
127,63	3,66	3,68	3,10	3,63	4,19527165	-4,33916	0,276705975
126,71	3,56	3,58	3,00	3,54	4,22061039	-4,34202	0,276687632
125,79	3,46	3,48	2,89	3,44	4,24791521	-4,34511	0,276669285
124,86	3,36	3,38	2,79	3,35	4,27747271	-4,34846	0,276650932
123,93	3,26	3,28	2,68	3,25	4,30961364	-4,35209	0,276632575
122,99	3,17	3,18	2,58	3,15	4,34471524	-4,35606	0,276614214
122,05	3,07	3,08	2,47	3,06	4,38319931	-4,3604	0,276595849
121,10	2,97	2,98	2,36	2,96	4,42552116	-4,36518	0,276577481
120,14	2,87	2,88	2,26	2,86	4,47214164	-4,37044	0,276559109
119,19	2,77	2,78	2,15	2,77	4,52346806	-4,37623	0,276540735
118,22	2,67	2,68	2,05	2,67	4,57974188	-4,38257	0,276522359
117,25	2,57	2,58	1,94	2,57	4,64083861	-4,38944	0,27650398
116,28	2,48	2,48	1,84	2,47	4,7059354	-4,39677	0,276485599
115,31	2,38	2,38	1,73	2,38	4,77300673	-4,4043	0,276467217
114,33	2,28	2,28	1,63	2,28	4,83816324	-4,41162	0,276448835
113,35	2,18	2,18	1,52	2,18	4,89501961	-4,418	0,276430451
112,37	2,08	2,07	1,41	2,09	4,93460481	-4,42244	0,276412067
111,39	1,98	1,97	1,31	1,99	4,94666482	-4,42379	0,276393683
110,41	1,89	1,87	1,20	1,90	4,92295793	-4,42113	0,276375299

L Moon Ground (\$10)	L Moon Ground (nL)	L Moon Ground (MPPAS)	Ls (\$10, Calibrated)	Ls (nL, Calibrated)	Ls (MPPAS, Calibrated)	Ls (MPSAS Calibrated to SQM)
69731094,31463	18339277,80475	8,17154	617503691,5	162403470,87	5,80	4,344
58780983,31234	15459398,61114	8,35702	494295221,9	129999643,35	6,05	4,585
48808524,27506	12836641,88434	8,55887	395694079,7	104067542,95	6,29	4,827
39849664,54450	10480461,77520	8,77905	316777274,7	83312423,25	6,53	5,068
31926016,47768	8396542,33363	9,01975	253608642,4	66699072,96	6,77	5,310
25041844,19420	6586005,02307	9,28344	203040601,6	53399678,22	7,01	5,551
19181426,73072	5044715,23018	9,57291	162555878,3	42752196,00	7,25	5,793
14307190,42234	3762791,08107	9,89122	130141063,7	34227099,75	7,49	6,034
10359086,34714	2724439,70930	10,24181	104185593,5	27400811,10	7,74	6,276
7255687,83916	1908245,90170	10,62841	83401032,43	21934471,53	7,98	6,517
4897372,57213	1288008,98647	11,05520	66756575	17556979,23	8,22	6,759
3171684,78044	834153,09726	11,52689	53427505,32	14051433,90	8,46	7,001
1960541,66010	515622,45661	12,04917	42754007,61	11244304,00	8,70	7,243
1148424,26583	302035,58191	12,62985	34208239,86	8996767,08	8,94	7,485
630246,50377	165754,83049	13,28133	27368027,6	7197791,26	9,19	7,727
317427,44184	83483,41720	14,02600	21895738,63	5758579,26	9,43	7,969
140977,73789	37077,14507	14,90723	17521335,71	4608111,29	9,67	8,211
50996,83276	13412,16702	16,01125	14028590,21	3689519,23	9,91	8,453
12810,26169	3369,09882	17,51122	11243754,27	2957107,37	10,15	8,693
1606,54284	422,52077	19,76538	9026225,976	2373897,43	10,39	8,931
47,80096	12,57165	23,58152	7261161,285	1909685,42	10,63	9,168

A_Crescent (square deg)	A_Crescent (square arcsec)	SB Moon (MPSAS)	L Moon Extra	1st Term	2nd Term	X_Final
0,00031549	4088,71305795	4,69499	1697980006,83	0,04788	0,01476	15,96274
0,00031881	4131,83846679	4,70388	1684134219,50	0,04424	0,01537	16,77594
0,00032239	4178,18430642	4,71331	1669556693,92	0,04063	0,01599	17,66204
0,00032625	4228,22427379	4,72337	1654157659,42	0,03704	0,01663	18,62967
0,00033044	4282,51621846	4,73413	1637836522,85	0,03350	0,01730	19,68855
0,00033501	4341,71623645	4,74570	1620481743,82	0,02999	0,01798	20,84965
0,00034001	4406,59294009	4,75817	1601971678,53	0,02652	0,01867	22,12524
0,00034553	4478,03921761	4,77166	1582177229,74	0,02311	0,01939	23,52897
0,00035163	4557,07653936	4,78631	1560967525,18	0,01976	0,02012	25,07599
0,00035840	4644,84189675	4,80225	1538220666,23	0,01648	0,02085	26,78298
0,00036594	4742,53910033	4,81959	1513842680,68	0,01328	0,02160	28,66854
0,00037433	4851,32173370	4,83842	1487799364,93	0,01016	0,02236	30,75395
0,00038365	4972,05190055	4,85877	1460167591,37	0,00713	0,02311	33,06543
0,00039389	5104,84593357	4,88051	1431214308,68	0,00418	0,02388	35,63944
0,00040496	5248,28223473	4,90328	1401511345,88	0,00131	0,02464	38,53475
0,00041652	5398,14559756	4,92631	1372087595,75	-0,00154	0,02543	41,85797
0,00042791	5545,70641044	4,94827	1344601633,77	-0,00442	0,02624	45,81503
0,00043796	5675,97986052	4,96710	1321475760,48	-0,00746	0,02714	50,81248
0,00044501	5767,32827030	4,98000	1305868143,76	-0,01082	0,02816	57,66066
0,00044713	5794,76462118	4,98380	1301303180,96	-0,01468	0,02938	68,02396
0,00044280	5738,62551813	4,97589	1310823903,73	-0,01920	0,03088	85,63438

NELM	La (S10)	La (nL)	La (MPSAS)	R	Delta m
-9,307	395,50	104,02	21,287	0,1129241	-2,36803
-9,066	395,42	104,00	21,287	0,1189187	-2,31187
-8,824	395,36	103,98	21,288	0,1233490	-2,27216
-8,583	395,30	103,96	21,288	0,1257969	-2,25082
-8,342	395,24	103,95	21,288	0,1258867	-2,25005
-8,100	395,19	103,94	21,288	0,1233339	-2,27229
-7,859	395,15	103,92	21,288	0,1179987	-2,32031
-7,618	395,12	103,92	21,288	0,1099357	-2,39715
-7,376	395,08	103,91	21,288	0,0994288	-2,50622
-7,135	395,06	103,90	21,288	0,0869972	-2,65124
-6,893	395,04	103,89	21,289	0,0733612	-2,83633
-6,652	395,02	103,89	21,289	0,0593638	-3,06620
-6,410	395,01	103,89	21,289	0,0458559	-3,34651
-6,169	395,00	103,89	21,289	0,0335712	-3,68508
-5,927	395,00	103,89	21,289	0,0230282	-4,09435
-5,685	395,00	103,89	21,289	0,0144970	-4,59681
-5,443	395,00	103,89	21,289	0,0080459	-5,23607
-5,203	395,01	103,89	21,289	0,0036351	-6,09871
-4,963	395,03	103,89	21,289	0,0011393	-7,35842
-4,725	395,05	103,90	21,288	0,0001780	-9,37408
-4,490	395,08	103,91	21,288	0,0000066	-12,95398

Hasil Δm akan menentukan pengakategorian antara hilal dapat diamati dan hilal tidak dapat diamati dengan menggunakan mata telanjang. Nilai visibilitas positif dimaknai bahwa kontras (perbandingan antara kecerahan hilal terhadap langit senja) bernilai lebih dari 1, yang berarti bahwa kecerahan hilal lebih besar daripada kecerahan langit senjanya. Dengan kata lain, hilal lebih terang daripada langit senja, sehingga hilal akan dapat diamati. Sementara, nilai visibilitas negatif berarti bahwa hilal kalah terang daripada langit senja, sehingga tidak dapat diamati.²³

Dari 16 data hasil perhitungan visibilitas hilal Kastner dengan modus pengamatan mata telanjang, diperoleh 9 data memiliki nilai visibilitas hilal (Δm) positif, 1 data dengan nilai visibilitas positif ≤ 1 , yaitu pada penentuan awal bulan Syawal 1441 H, dan 6 data memiliki nilai visibilitas hilal (Δm) negatif. Enam data tersebut antara lain pada penentuan awal bulan Zulhijah 1440 H, Ramadhan 1441 H, Syawal 1442 H, Zulhijah 1442 H, Ramadhan 1443 H, dan Syawal 1443 H. Keenam data tersebut hilal tidak dapat diamati menggunakan mata telanjang, namun hilal memungkinkan dapat diamati menggunakan alat optik seperti teleskop. Yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 data yang menghasilkan nilai visibilitas hilal positif.

²³ Judhistira Aria Utama, Inovasi Matematika, IPA, Komputer, Dan Pembelajarannya (Sumbangsih Pemikiran FPMIPA UPI Untuk Indonesia): Implementasi Model Matematis Kastner dalam Problematika Visibilitas Hilal, (Bandung: UPI Press, 2020), 4

BAB IV

ANALISIS KONSEP WAKTU TERBAIK PENGAMATAN HILAL (*BEST TIME*) DENGAN METODE KASTNER DI CONDRODIPO TAHUN 2019-2022

A. Konsep Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) dengan Metode Kastner di Cendrodipo pada Tahun 2019-2022.

Konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) ingin menunjukkan bahwa berdasarkan metode Kastner ada saat dimana nilai visibilitas hilal (Δm) mencapai maksimum. Ketika puncak kurva visibilitas hilal berada di atas sumbu X (nilai visibilitas positif) yang bernilai ≥ 1 , dan prediksi cuaca menyatakan bahwa pada saat pengamatan adalah cerah, maka hilal berpeluang dapat diamati sepanjang durasi waktu yang ditandai dengan nilai-nilai visibilitas bertanda positif. Untuk pengamatan secara mata telanjang pada saat *best time* selain ketiadaan gangguan berupa liputan awan di daerah pandang hilal, kondisi atmosfer juga bersih atau minim aerosol dan tidak ada penghalang objek-objek terestial (gunung, gedung, dan lain-lain) di arah posisi hilal berada.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Judhistira Aria Utama dan Hilmansyah, "Penentuan Parameter Fisik Hilal sebagai Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Wilayah Tropis", http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.PEND_FISIKA/197703312008121001-JUDHISTIRA_ARIA_UTAMA/Publikasi/Judhistira_full%20paper%20UNNES%202013.pdf . Diakses Desember 2022 pukul 07:34 WIB

Best time merupakan waktu ideal karena pada momentum tersebut kontras antara iluminasi Bulan dan kecerahan langit senja paling besar. Oleh karena itu, pada saat *best time* tidak menjamin bahwa hilal pasti dapat diamati secara visual atau mata telanjang, ada faktor meteorologi yaitu cuaca yang turut mempengaruhi terlihatnya hilal.¹¹⁰

Kelebihan metode visibilitas hilal Kastner dapat mengetahui nilai kontras antara iluminasi Bulan sebagai objek melebar (*extended sources*) dengan kecerahan latar belakang berupa cahaya langit senja dan cahaya langit malam. Hamburan sinar Matahari oleh partikel-partikel di atmosfer membuat kondisi langit senja yang berdekatan dengan ufuk masih cukup terang untuk dapat mengamati hilal.¹¹¹ Posisi hilal di ketinggian tertentu dari horizon, untuk pengamatan menggunakan mata telanjang tidak akan berhasil mengamatinya selama kecerahan langit senja masih lebih dominan daripada kecerlangan (iluminasi) hilal. Berbeda untuk pengamatan menggunakan alat bantu seperti teleskop yang dapat mereduksi kecerahan langit senja secara signifikan, sehingga memberi kesempatan untuk dapat mengamati hilal bersangkutan di ketinggian tersebut ketika kecerlangannya menjadi lebih dominan atas kecerahan langit senja. Pada saat itu kontras antara

¹¹⁰ Wawancara dengan Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si melalui email pada 9 Oktober 2022 pukul 10.10 WIB.

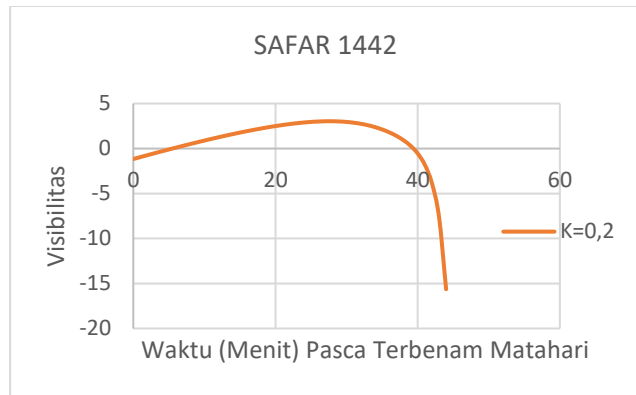
¹¹¹ J.A. Utama dan S. Siregar, "Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Kastner", *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 9, (Juli, 2013), 201.

kecerlangan hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja dan kecerahan langit malam, hingga mencapai waktu puncak visibilitas atau disebut *best time*.

Best time atau waktu terbaik diperlukan dalam pengamatan hilal sebagai upaya mengoptimasi waktu yang tepat melihat hilal dengan tetap mempertimbangkan kecerahan langit senja setelah terbenamnya Matahari dan sebelum waktu terbenamnya Bulan, sehingga memberi kesempatan mengamati hilal lebih baik. Konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Kastner untuk pengamatan mata telanjang terdiri dari dua prediksi waktu yaitu waktu positif dan waktu negatif. Prediksi waktu positif terjadi pada nilai-nilai visibilitas bertanda positif yang memungkinkan hilal dapat teramati menggunakan mata telanjang, karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dan kontras maksimum sebagai waktu terbaik pengamatan hilal hanya akan terjadi di dalam nilai visibilitas hilal positif. Dan prediksi waktu negatif terjadi pada nilai-nilai visibilitas bertanda negatif, yang memungkinkan hilal tidak dapat diamati menggunakan mata telanjang karena iluminasi hilal lebih kecil daripada kecerahan langit senja.

Penulis melakukan komparasi antara data pengamatan hilal dengan mata telanjang yang memprediksikan *best time* dengan data kesaksian terlihatnya hilal yang tanpa memprediksikan *best time* pengamatan hilal di Bukit Condroidipo pada tahun 2019 sampai 2022, yang disajikan pada grafik visibilitas hilal berikut:

1. Safar 1441 H/ 2019 M



Grafik 4.1 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Safar 1441 H.

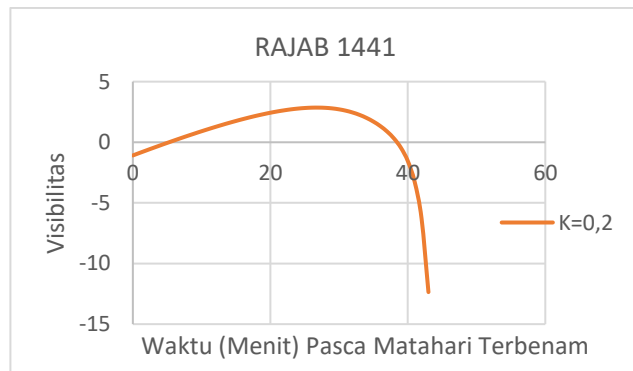
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Minggu petang tanggal 29 Muharam 1441 H bertepatan dengan tanggal 29 Septemeber 2019 hilal dengan ketinggian $8,36^\circ$ dan elongasi $9,82^\circ$ mempunyai *lag* selama 44 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 10 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 11 sampai menit ke 37 atau selama 27 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi

waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 28, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 3,03. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 38 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:35 sampai 17:40 WIB atau terjadi setelah 9 sampai 14 menit setelah terbenamnya Matahari. Meskipun kesaksian melihat hilal tersebut tidak terjadi saat waktu puncak atau *best time*, namun masih berada di dalam jendela waktu pengamatan hilal yang diperkenankan Kastner yaitu memiliki nilai visibilitas positif sebesar 1.60. Dengan demikian fakta di lapangan relevan menurut prediksi Kastner

2. Rajab 1441 H/ 2020 M



Grafik 4.2 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rajab 1441 H.

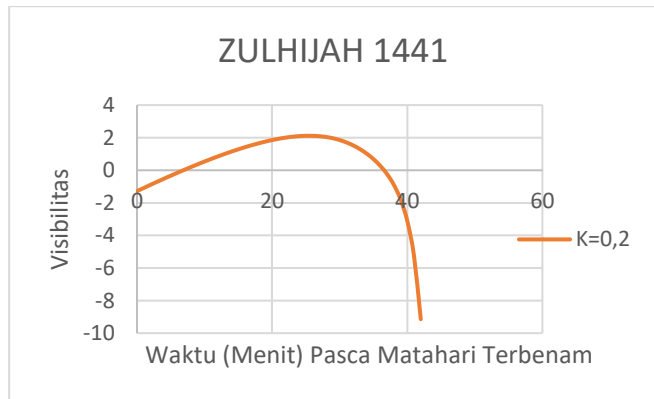
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Senin petang tanggal 29 Jumadil Akhir 1441 H bertepatan dengan tanggal 24 Februari 2020 hilal dengan ketinggian $8,16^\circ$ dan elongasi $9,22^\circ$ mempunyai *lag* selama 43 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 11 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 12 sampai menit ke 36 atau selama 25 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 27, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,85. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 37 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:54 WIB atau terjadi setelah 3 menit setelah Matahari terbenam. Fakta di lapangan menunjukkan pada saat itu nilai visibilitas negatif sebesar -0.65. Menurut Kastner visibilitas negatif menunjukkan bahwa iluminasi hilal lebih kecil

daripada kecerahan langit senja, sehingga hilal tidak dapat diamati dengan pengamatan mata telanjang telanjang, namun dapat diamati dengan bantuan alat optik berupa binokuler atau teleskop. Oleh karena itu kesaksian tersebut tidak relevan menurut prediksi Kastner.

3. Zulhijah 1441 H/ 2020 M



Grafik 4.4 Visibilitas Kastner Awal Bulan Zulhijah 1441 H

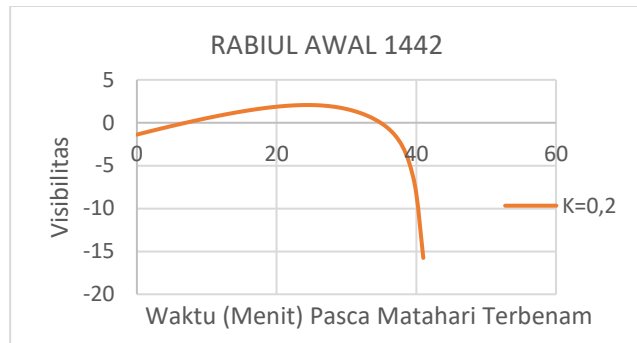
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Selasa petang tanggal 29 Zulkaidah 1441 H bertepatan dengan tanggal 21 Juli 2020 hilal dengan ketinggian $7,36^\circ$ dan elongasi $8,83^\circ$ mempunyai *lag* selama 42 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oranye mengalami tren turun selama 12 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan

langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 13 sampai menit ke 34 atau selama 22 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 25, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,11. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 35 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:37 WIB atau terjadi setelah 7 menit setelah Matahari terbenam. Fakta di lapangan menunjukkan pada saat itu nilai visibilitas positif sebesar 0,02., namun nilai ini sangat kecil menurut Judhistira karena syarat visibilitas positif nilai Δm lebih dari 1. Secara ilmiah dengan melihat kontras antara iluminasi Bulan dan kecerahan langit senja ketika pengamatan masih terlalu kecil, sehingga kesaksian melihat hilal untuk penentuan awal bulan Zulhijah 1441 H dengan mata telanjang diragukan secara astronomi.

4. Rabiul Awal 1442 H/ 2020 M



Grafik 4.5 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rabiul Awal 1442 H.

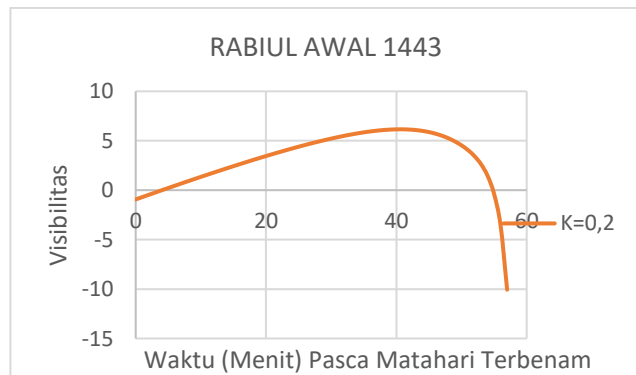
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Sabtu petang tanggal 29 Safar 1442 H bertepatan dengan tanggal 17 Oktober 2020 hilal dengan ketinggian $7,55^\circ$ dan elongasi $8,76^\circ$ mempunyai *lag* selama 41 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami tren turun selama 12 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 13 sampai menit ke 32 atau selama 20 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada

menit ke 24, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,06. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 33 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:26 WIB dan 17:27 WIB atau terjadi 3 dan 4 menit setelah Matahari terbenam. Fakta di lapangan menunjukkan pada saat itu nilai visibilitas negatif. menurut Kastner visibilitas negatif menunjukkan bahwa hilal tidak dapat diamati dengan pengamatan mata telanjang telanjang, namun dapat diamati dengan bantuan alat optik berupa binokuler atau teleskop. Sehingga kesaksian tersebut tidak relevan menurut prediksi Kastner.

5. Rabiul Awal 1443 H/ 2021 M



Grafik 4.6 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Rabiul Awal 1443 H.

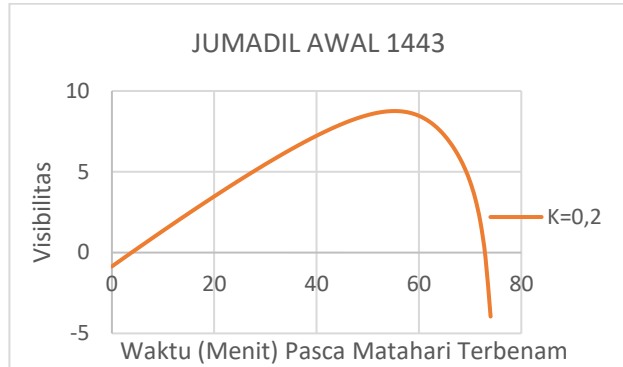
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Kamis petang tanggal 29 Safar 1443 H bertepatan dengan tanggal 7 Oktober 2021 hilal dengan ketinggian $11,42^\circ$ dan elongasi $12,63^\circ$ mempunyai *lag* selama 57 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 8 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 9 sampai menit ke 54 atau selama 46 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 41, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 6,15. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 55 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:43 WIB atau 18 menit setelah Matahari terbenam. Dengan demikian fakta di lapangan relevan menurut Kastner meskipun tidak terjadi saat waktu puncak atau *best time*, namun masih berada di dalam jendela waktu pengamatan hilal yang

diperkenankan yaitu memiliki nilai visibilitas positif sebesar 3.05.

6. Jumadil Awal 1443 H/ 2021 M



Grafik 4.7 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Jumadil Awal 1443 H.

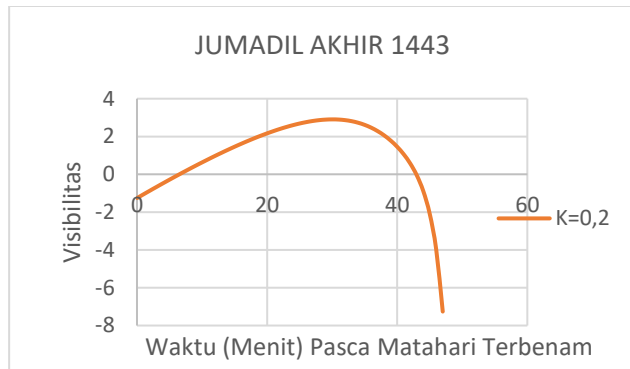
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Minggu petang tanggal 29 Rabiul Akhir 1443 H bertepatan dengan tanggal 5 Desember 2021 hilal dengan ketinggian $13,91^\circ$ dan elongasi $13,20^\circ$ mempunyai *lag* selama 74 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 8 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 9 sampai menit ke 68 atau selama 60 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat

melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 55, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 8,75. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 69 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:37 WIB saat Matahari terbenam dan 17:43 WIB atau 6 menit setelah Matahari terbenam. Terlihatnya hilal pertama kalinya oleh perukyat tersebut bersamaan dengan terbenamnya Matahari dan Bulan sehingga kesaksian tersebut tidak relevan menurut Kastner dan secara astronomi. Sementara terakhir terlihatnya hilal oleh perukyat menunjukkan nilai visibilitas positif ≤ 1 , sebesar 0.02. Secara ilmiah dengan melihat kontras antara iluminasi Bulan dan kecerahan langit senja ketika pengamatan masih terlalu kecil, sehingga kesaksian melihat hilal untuk penentuan awal Jumadil Awal 1443 H dengan mata telanjang diragukan secara astronomi.

7. Jumadil Akhir 1443 H/ 2022 M



Grafik 4.8 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Jumadil Awal 1443 H.

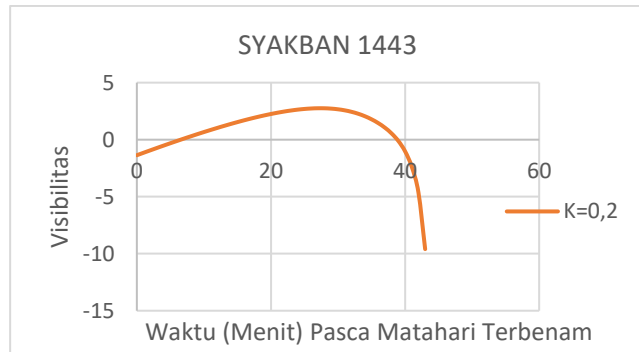
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Kamia petang tanggal 29 Jumadil Awal 1443 H bertepatan dengan tanggal 3 Januari 2022 hilal dengan ketinggian $8,22^\circ$ dan elongasi $9,49^\circ$ mempunyai *lag* selama 47 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 12 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 13 sampai menit ke 40 atau selama 28 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar

daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 30, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,90. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 41 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 18:14 WIB atau 23 menit setelah Matahari terbenam. Dengan demikian fakta di lapangan dapat dibenarkan menurut Kastner karena waktu terlihatnya hilal tersebut berdekatan dengan waktu puncak atau *best time*, dan memiliki nilai visibilitas positif sebesar 2,50 sehingga kesaksian tersebut relevan menurut prediksi Kastner.

8. Syakban 1443 H/ 2022 M



Grafik 4.9 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Syakban 1443 H.

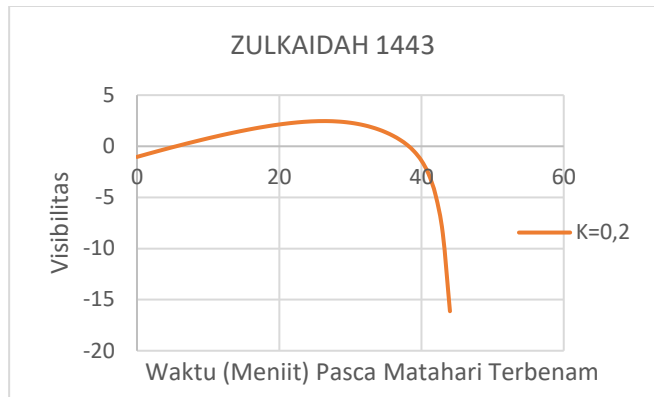
Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Kamis petang tanggal 29 Rajab

1443 H bertepatan dengan tanggal 3 Maret 2022 hilal dengan ketinggian $8,34^\circ$ dan elongasi $8,49^\circ$ mempunyai *lag* selama 43 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami tren turun selama 11 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 12 sampai menit ke 37 atau selama 26 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 27, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,75. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 38 karena pada saat itu Bulan sudah terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:49 WIB atau 1 menit setelah Matahari terbenam. Pada saat tersebut posisi hilal sangat dekat dengan ufuk dan terbenam seketika setelah Matahari terbenam, sehingga kecerahan langit senja lebih dominan daripada iluminasi hilal. Dengan demikian, kesaksian melihat hilal untuk penentuan awal Syakban 1443 H tidak relevan menurut prediksi Kastner.

9. Zulkaidah 1443 H/ 2022 M



Grafik 4.10 Visibilitas Hilal Kastner Awal Bulan Zulkaidah 1443 H.

Berdasarkan grafik visibilitas Kastner untuk pengamatan hilal pada Senin petang tanggal 30 Syawal 1443 H bertepatan dengan tanggal 31 Mei 2022 hilal dengan ketinggian $7,33^\circ$ dan elongasi $10,03^\circ$ mempunyai *lag* selama 44 menit. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa garis berwarna oren mengalami garis tren turun selama 11 menit sejak terbenamnya Matahari, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas negatif) tidak dapat melihat hilal karena kecerahan langit senja lebih dominan mengalahkan iluminasi hilal.

Kemudian garis oren mengalami tren naik dari menit ke 12 sampai menit ke 36 atau selama 25 menit, sebagai prediksi waktu (nilai visibilitas positif) dapat melihat hilal karena iluminasi hilal lebih besar

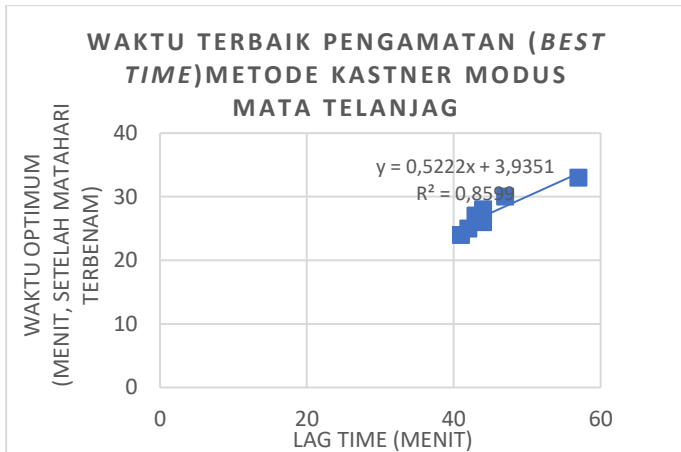
daripada kecerahan langit senja. Dengan prediksi waktu terbaik pengamatan (*best time*) terjadi pada menit ke 26, karena pada saat itu terjadi kontras maksimum sebesar 2,46. Kemudian garis oren mengalami tren turun lagi pada menit ke 37 karena pada saat itu Bulan mulai terbenam di bawah ufuk, sehingga hilal tidak dapat dimati.

Sementara kesaksian melihat hilal di lapangan terjadi pukul 17:37 WIB dan 17:44 WIB atau 16 dan 23 menit setelah Matahari terbenam. Kedua momen teramatinya hilal oleh perukyat berada di dalam durasi pengamatan yang diperkenankan prediksi Kastner, yang memiliki nilai visibilitas positif sebesar 1.67 dan 2.36 sehingga kesaksian melihat hilal pada waktu tersebut relevan menurut Kastner.

Penerapan persamaan Kastner ini jika dibandingkan dengan data kesaksian rukyatul hilal, didapatkan 4 kasus penentuan awal bulan kamariah dengan data berita acara kesaksian rukyat hilal yang relevan dengan prediksi Kastner. Keempat data tersebut terjadi pada penentuan awal bulan Safar 1441 H/ 2020 M, Rabiul Awal 1443 H/ 2021 M, Jumadil Akhir 1443 H/ 2022, dan Zulkaidah 1443 H/ 2022 M. Dan terdapat 5 kasus penentuan awal bulan kamariah dengan data berita acara kesaksian rukyat hilal yang tidak relevan dengan prediksi Kastner. Kelima data tersebut terjadi pada penentuan awal bulan Rajab 1441 H/ 2020 M, Zulhijah 1441 H/ 2020 M, Rabiul Awal 1442 H/

2020, Jumadil Awal 1443 H/ 2021, dan Syakban 1443 H/ 2022. Hal tersebut terjadi karena hilal terlihat seketika setelah Matahari terbenam di bawah ufuk atau terjadi sebelum nilai visibilitas bertanda positif yang pertama kali.

Hanya terdapat 1 data yang mempunyai *lag time* lebih dari 1 jam yaitu pada penentuan awal bulan Jumadil Awal 1443 H. Sehingga tidak dapat digunakan untuk membentuk konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*), karena *best time* terjadi untuk bulan kamariah yang mempunyai nilai visibilitas positif ≥ 1 dan *lag* ≤ 1 jam. Kemudian waktu terbaik pengamatan (*best time*) dengan menggunakan mata telanjang yang diperoleh dari delapan data tersebut diplotkan dalam grafik dengan interval *lag time* (beda waktu antara terbenamnya Matahari dan Bulan) dan *best time* (puncak nilai visibilitas hilal). Hasil persamaan tersebut dapat digunakan sebagai formulasi baru untuk mencari waktu terbaik pengamatan hilal di bukit Condrodipo.



Grafik 4.10 Best Time Visibilitas Hilal Kastner Modus Mata Telanjang di Condrodipo.

Grafik di atas menunjukkan persamaan regresi linier sederhana untuk *best time* visibilitas hilal dengan metode Kastner adalah $y = 0,5222x + 3,9351$ dan $R^2 = 0,8590$. Maka dapat diketahui dari grafik tersebut adanya hubungan positif (koefisien regresi $b = 0,5222$) terhadap lag time. Dapat dituliskan rumus persamaan waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) Kastner dengan modus pengamatan mata telanjang sebagai berikut:

$$T_{best} = T_{sunset} + 0,5222 \times Lag + 3,9351$$

Persamaan (1)

Persamaan di atas memprediksi bahwa *lag* tersingkat yang dapat terjadi ketika waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam (T_{best}

– $T_{\text{sunset}} = 0$) adalah sekitar 17 menit. Peristiwa tersebut terjadi pada penentuan awal bulan Rabiul Awal 1442 H atau bertepatan dengan tanggal 17 Oktober 2020 yaitu dengan *lag* tersingkat 41 menit yang memberikan interval waktu 24 menit sejak terbenamnya Matahari sebagai waktu terbaik dalam upaya melihat hilal. interval waktu tersebut diperoleh dari waktu dicapainya nilai visibilitas maksimum yang menandakan kontras terbaik selama durasi waktu yang tersedia.

Lag tersingkat pada penentuan awal bulan Rabiul Awal 1442 H tersebut lebih panjang daripada *lag* tersingkat yang terjadi pada penentuan awal bulan Zulhijah 1430 H atau bertepatan dengan tanggal 17 November 2009. Pada saat itu hilal dengan tinggi $5,696^\circ$ dan elongasi $7,706^\circ$ mempunyai *lag* 28 menit, sehingga interval *best time* 11 menit sejak terbenamnya Matahari.¹¹²

¹¹² Utama, Judhistira Aria. “Konsep *Best Time* Dalam Observasi Hilal Menurut Model Visibilitas Katsner”, Posiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2013, 95.

B. Analisis Konsep Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) dengan Metode Kastner di Condrodipo pada Tahun 2019-2022

Pada prinsipnya setiap kriteria visibilitas harus memanifestasikan setidaknya dua parameter yakni luminasi (ukuran kecerahan/ *brightness*) Bulan/ hilal dan kecerahan langit senja.¹¹³ Luminasi hilal (ukuran kecerahan *brightness*) dapat dipresentasikan melalui penggunaan parameter elongasi (jarak sudut antara Matahari dan Bulan) dan fraksi iluminasi (presentase permukaan Bulan yang memantulkan sinar Matahari atau tebal tengah sabit Bulan. Semakin besar elongasi hilal maka semakin besar iluminasi Bulan/ hilal. Sementara untuk mempresentasikan kecerahan langit senja digunakan parameter *lag time* (beda waktu terbenam antara Matahari dan Bulan) di lokasi pengamatan.¹¹⁴ Semakin lama *lag time* yang tersedia, semakin gelap pula kondisi langit senja pada saat hilal mudah untuk dapat diamati.

Satuan kecerahan objek benda langit disebut *Magnitude per arc second* atau magnitude per detik busur kuadrat (MPAS). Untuk iluminasi Bulan semakin besar nilai MPAS, maka menunjukkan semakin terang cahaya

¹¹³ Abdurrahman Ozlem, "A Simplified Crescent Visibility Criterion", https://luk.staff.ugm.ac.id/artikel/Ramadhan/ICOP/ozlem_2014.pdf. Diakses pada Desember 2022 pukul 10.00 WIB, 1.

¹¹⁴ Judhistira Aria Utama, "Konsep Best Time Dalam Observasi Hilal Menurut Model Visibilitas Kastner", Posiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2013, 2.

Bulan yang dipancarkan. Sebaliknya untuk kecerahan langit senja semakin besar nilai MPAS, maka menunjukkan semakin gelap kondisi langit di sekitar ufuk.

Kontras terkecil antara iluminasi Bulan/ hilal dengan kecerahan langit senja yang terjadi pada beberapa menit pertama setelah terbenamnya Matahari, karena cahaya senja masih sangat kuat yang akan mengalahkan cahaya hilal yang redup, sehingga hilal sulit terlihat. Dan terjadi setelah terbenamnya Bulan (*moonset*), sehingga hilal tidak dapat dilihat karena sudah terbenam di bawah ufuk. Sementara kontras terbesar antara iluminasi Bulan/ hilal dengan kecerahan langit senja terjadi pada saat *best time* visibilitas hilal atau waktu terbaik pengamatan hilal. Sehingga informasi konsep *best time* ini sangat membantu perukyat hilal dalam upaya melihat hilal pada waktu tertentu di dalam durasi waktu pengamatan yang tersedia dengan kondisi kecerahan langit senja yang mendukung terlihatnya hilal di atas ufuk.

Pada penelitian ini penulis menganalisis prediksi konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) di Condroido terhadap prediksi *best time* visibilitas hilal yang dirumuskan oleh Judhistira Aria Utama untuk pengamatan hilal di daerah lintang $\pm 23^\circ$.¹¹⁵ Dalam

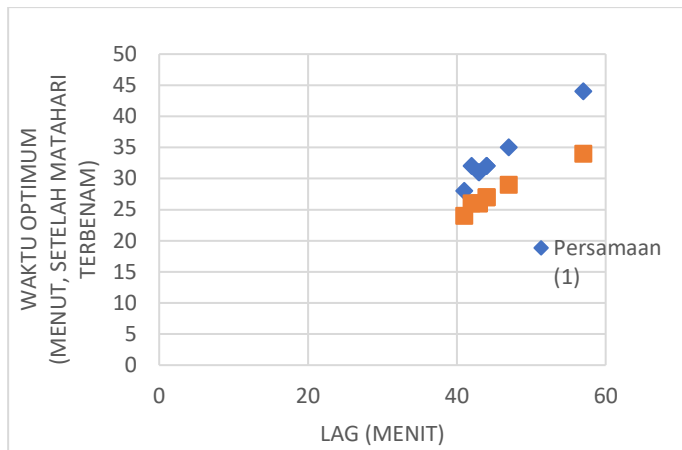
¹¹⁵ Judhistira Aria Utama, "Mengenal Kecerahan Langit (Sky Brightness) dan Visibilitas Katsner", Diskusi Online Astronomi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara https://www.youtube.com/watch?v=8ahcIBv_j3U. Diakses pada Oktober, 2022 pukul 11.00 WIB.

penelitiannya Judhistira memanfaatkan data laporan kesaksian rukyat hilal di wilayah Indonesia dalam kurun waktu 2007-2009 yang dikompilasi oleh lembaga Rukyatul Hilal Indonesia (RHI). Dari 45 data yang tersedia dihasilkan 17 data bernilai positif berdasarkan perhitungan model kecerlangan Kastner.

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. Berdasarkan perhitungan metode Kastner, diperoleh persamaan linear yang menghubungkan *lag time* dan waktu terbaik (T_{best}) sebagai berikut:¹¹⁶

$$T_{best} = T_{sunse} + \frac{23}{24} \times Lag - \frac{41}{4} \quad \text{Persamaan (2)}$$

¹¹⁶ Judhistira Aria Utama, *Konsep*, 3.



Grafik 4.11 Perbandingan Waktu Terbaik Pengamatan Hilal (*Best Time*) dengan Metode Kastner Persamaan (1) dan Persamaan (2) di Condrodipo.

Hasil prediksi waktu terbaik pengamatan hilal dengan memanfaatkan informasi *lag time* yang tersedia dengan menggunakan **Persamaan (1)** dan **Persamaan (2)**, diperoleh bahwa waktu optimum yang diberikan oleh **Persamaan (1)** lebih awal yaitu dalam rentang 4 sampai 10 menit sebelum waktu yang diprediksikan oleh **Persamaan (2)** sebagaimana ditunjukkan dalam Grafik di atas.

Dengan demikian, **Persamaan (1)** dapat digunakan sebagai alternatif terhadap persamaan yang dirumuskan oleh Judhistira dengan pertimbangan bahwa **Persamaan (1)** terlihat lebih realistis karena prediksi waktu terbaik pengamatan tersebut telah disesuaikan dengan lokasi

pengamatan rukyatul hilal yaitu di Bukit Condrodipo yang terletak pada lintang $07^{\circ}10'11''$ LS dan bujur $112^{\circ}37'03''$ BT, dan memiliki ketinggian 120 mdpl. Berbeda dengan prediksi waktu terbaik pengamatan hilal oleh Judhistira yang diperuntukan untuk lokasi pengamatan yang lebih luas yang mencakup di daerah lintang antara -23° dan $+23^{\circ}$.

Posisi hilal di setiap lokasi pengamatan di wilayah Indonesia yang berbeda akan menghasilkan nilai visibilitas yang berbeda pula, karena dipengaruhi ketinggian tempat (mdpl). Sebagaimana dalam perhitungan visibilitas hilal dengan metode Kastner ini menggunakan pengaturan toposentrik yaitu pengamat berada di permukaan Bumi dan mempertimbangkan faktor refraksi oleh atmosfer. Dengan kata lain, kondisi atmosfer yang diinterpretasikan dengan kecerahan langit senja akan berbeda untuk masing-masing lokasi pengamatan hilal, sehingga kecerahan langit senja saat kontras maksimum atau *best time* juga akan berbeda.

Posisi hilal pada saat waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan menggunakan prediksi **Persamaan (1)** lebih tinggi daripada prediksi **Persamaan (2)**. Syarat hilal dapat dilihat apabila hilal masih berada di atas ufuk setelah Matahari terbenam. Berikut ini tabel parameter fisis hilal saat waktu terbaik pengamatan (*best time*) menurut **Persamaan (1)** dan **Persamaan (2)**:

Peristiwa	Lag Time	Persamaan (1)		Persamaan (2)	
	(Menit)	T_Best	Tinggi	T_Best	Tinggi
Safar 1441	44	32	2,12	27	1,07
Rajab 1441	43	31	2,17	26	1,12
Zulhijah 1441	42	32	1,85	26	0,71
Rabiul Awal 1442	41	28	2,09	24	1,25
Rabiul Awal 1443	57	44	3,48	34	1,3
Jumadil Akhir 1443	47	35	2,18	29	1,04
Syakban 1443	43	31	2,31	26	1,24
Zulkaidah 1443	44	32	1,77	27	0,84

Tabel 4.1 Ketinggian Hilal Ketika Waktu Terbaik Pengamatan (Best Time) Metode Kastner antara Persamaan (1) dan Persamaan (2).

Kontras antara iluminasi hilal dengan kecerahan langit senja yang diprediksikan oleh **Persamaan (1)** menghasilkan kontras yang paling besar daripada kontras yang terjadi pada saat *best time* yang diprediksikan oleh **Persamaan (2)**. Jika pada **Persamaan (1)** memprediksi bahwa *lag* tersingkat yang dapat terjadi ketika waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam ($T_{best} - T_{sunset} = 0$) adalah sekitar 17 menit, maka **Persamaan (2)** memprediksi waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari terbenam adalah sekitar 13 menit.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

1. Hasil konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) dengan metode Katsner untuk pengamatan mata telanjang di Bukit Condrodipo, diperoleh dari persamaan linier antara *lag time* (beda waktu antara terbenamnya Matahari dan Bulan) dan *best time* (puncak nilai visibilitas hilal) dengan formula: $T_{best} = T_{sunset} + 0,5222 \times Lag + 3,9351$.

Persamaan waktu terbaik pengamatan hilal ini memprediksikan bahwa *lag* tersingkat yang dapat terjadi ketika waktu pengamatan terbaik bersesuaian dengan saat Matahari tepat terbenam adalah sekitar 17 menit.

Waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) menggunakan mata telanjang terjadi saat kontras maksimum antara iluminasi hilal dengan kecerahan langit senja, dengan syarat saat pengamatan ketiadaan gangguan berupa liputan awan di daerah pandang hilal, kondisi atmosfer bersih atau minim aerosol dan tidak ada penghalang objek-objek terestial (gunung, gedung, dan lain-lain) di arah posisi hilal berada.

Penerapan persamaan Kastner ini jika dibandingkan dengan data kesaksian rukyatul hilal, didapatkan 4 kasus penentuan awal bulan kamariah dengan data berita acara kesaksian rukyat hilal yang

relevan dengan prediksi Kastner dan terdapat 5 kasus penentuan awal bulan kamariah dengan data berita acara kesaksian rukyat hilal yang tidak relevan dengan prediksi Kastner.

2. Persamaan baru prediksi waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) di Condrodipo jika dibandingkan dengan prediksi *best time* Judhistira Aria Utama yang diperuntukkan untuk pengamatan hilal di daerah lintang $\pm 23^\circ$, diperoleh bahwa waktu optimum yang diberikan oleh persamaan baru lebih awal yaitu dalam rentang 4 sampai 10 menit sebelum waktu yang diprediksikan oleh Judhistira.

B. Saran

1. Diperlukan konsep waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) metode Katsner untuk mempertimbangkan kecerahan langit senja ketika pengamatan hilal, sehingga *best time* Kastner ini sangat membantu pengamat dalam memprediksi terlihatnya hilal.
2. Prediksi waktu terbaik pengamatan hilal (*best time*) metode visibilitas Katsner ini perlu divalidasi keakuratannya di lapangan baik dengan modus pengamatan menggunakan mata telanjang maupun modus pengamatan dengan menggunakan teleskop.
3. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut tentang beberapa data perhitungan visibilitas hilal Katsner untuk dapat dikaji kembali guna mengetahui faktor yang mempengaruhi parameter kriteria visibilitas hilal ketika *best time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh, *Lubaabut Tafsir Min Ibnu Katsir*, Pen. M. ‘Abdul Ghoffar, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 1*. Daar al-Hilal Kairo: Pustaka Imam Syafi’i. Cet. 11. 2017.
- al-Jailany, Zubeir Umar. *al-Khulashah al-Wafiyah*. Kudus: Menara Kudus. t.t.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2007.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Problematika Penentuan Awal Bulan: Diskursus Antara Hisab Dan Rukyat*. Malang: Madani. 2014.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1 *Kamus Besar Bahasa Indoensia*. Jakarta: Balai Pustaka. Cet.ke-2. 1989
- Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Pengadilan Agama. *Selayang Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: Dirjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji. 2004.
- Djamaluddin, Thomas. *Astronomi Memberi Solusi Penyatuan Ummat*. Jakarta: LAPAN, 2011.
- Douglass C. Giancolu, Phycis Fift Edition, Yuhilza Hanum, Irwan Arifin, “Fisika Edisi Kelima”, Jild II. Jakarta: Erlangga. 2011.
- Ghony, Djunaidi dan Almanshur, Fauzan. *Metode Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media. 2012.
- Hasan, Iqbal. *Analisis Data Penelitian Dengan Kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara. 2008.
- Ibrahim, Tgk. H. Abdullah. *Ilmu Falak Antara Fiqih Dan Astronomi*. Yogyakarta: Fajar Pustaka Baru. 2017
- Ilyas, Muhammad. *Sistem Kalender Islam dari Perspektif Astronomi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. 1997.
- Khazin, Muhyiddin. *99 Tanya Jawab Masalah Hisab dan Rukyah*. Yogyakarta: Ramadhan Press. 2009.

- _____. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka. t.t.
- _____. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka. 2005.
- M. Ali, *Terjemah Bulughul Maram Al-Imam al-Hafidz Ibnu Hajar al-Ashqalani (Kitab Hukum-Hukum Islam)*. Surabaya: Mutiara Ilmu. 1995.
- Ma'mun, Agus, dkk. *Syarah Shahih Muslim Jilid 5*, terj. dari *Al-Minhaj Syarh Shahih Muslim ibn al-Hajj* oleh Imam an-Nawawi. Jakarta: Darus Sunnah Press. 2012. cet. 2.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Prenamedia Grup. 2015.
- Muhammad, H. Arfan. *Pedoman Dan Tata Cara Pelaksanaan Itsbat Rukyatul Hilal*. Disampaikan Dalam Acara pelatihan Hisab Rukyat Para Hakim Dan Panmud Hukum Pengadilan Agama, Kalimantan Barat. 2015.
- Muslim bin al-Hajjaj Abu al-Hasan al-Qusyairy al-Naisaburi, *al-Jami' al-Shahih al-Musamma Shahih Muslim*, 1992.
- Nashirudin, Muh. *Kalender Hijriah Indonesia*. Semarang: El-Wafa. 2013.
- _____. *Kalender Hijriah Universal: Kajian Atas Sistem Dan Prospeknya di Indonesia*. Semarang: El-Wafa. 2013.
- Nawawi, Abd Salam. *Rukyat Hisab di Kalangan NU Muhammadiyah (Meredam Konflik dalam Menetapkan Hilal)*. Surabaya: Diantama dan Lajnah Falakiyah (LF) NU Jatim. 2004.
- Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT). *Syamil al-Qur'an Edisi Usul Fiqih*. SYGMA Publising. 2011.
- S. Hamdani, F. Fatma Rosyadi. *Ilmu Falak: Menyelami Makna Hilal Dalam al-Qur'an*. Bandung: Pusat Penerbitan Universitas. 2017.
- Saksono, Tono. 2007. *Mengkompromikan Rukyah Dan Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita. 2017.
- Soekamto, Soerjono. *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta: UI Press. 1986.

- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta. 2020.
- Sya'bi, Ahmad. *an-Nur: Arab-Indonesia, Indonesia-Arab*. Surabaya: Halim. 2015.
- Syaikh Ahmad Syakir, Pen. Suharlan, Sutarman, *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Jakarta: Darus Sunnah Press. 2012.
- Utama, Judhistira Aria. *Inovasi Matematika, IPA, Komputer, Dan Pembelajarannya (Sumbangsih Pemikiran FPMIPA UPI Untuk Indonesia): Implementasi Model Matematis Kastner dalam Problematika Visibilitas Hilal*, Bandung: UPI Press. 2020.
- Yusuf, Muri. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Kencana. 2014.
- A. Usman dan S. Siregar. "Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia Dengan Model Katsner", *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*: ISSN: 1693-1246, 2013.
- Atmanto, Nugroho Eko. "Relevansi Konsep Fajar dan Senja Dalam Kitab al-Qanun al-Mas'udi bagi Penetapan Waktu Salat Isya' dan Subuh, *Jurnal Analisa*, vol. 19, no.1, 2012.
- Putri, Hasna Tudar. "Redefinisi Hilal dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi", *Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, vol. 22, no. 1, 2022.
- Rupi'i, Amri. "Upaya Penyatuan Kalender Islam Internasional (Studi atas Pemikiran Mohammad Ilyas)". *Penelitian Individual*. Semarang: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat IAIN Walisongo. 2013.
- Sudiby, Muh. Ma'rufin. "Observasi Hilal Di Indonesia Dan Signifikasinya Dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal", *Jurnal Al-Ahkam Pemikiran Hukum Islam*, vol. 24, no. 1, 2014.
- Sudiby, Arkanuddin, dan Riyadi, "Observasi Hilal 1427-1430 (2007–2009 M) dan Implikasinya untuk Kriteria Visibilitas di Indonesia", *Prosiding Seminar Nasional Hilal 2009: Mencari Solusi Kriteria Visibilitas Hilal dan Penyatuan Kalender Islam dalam Perspektif Sains dan Syariah*, Lembang: Observatorium Bosscha, 2009.

- Utama, J. Aria “Analisis Visibilitas Hilal Penentu Awal Ramadhan dan Syawal 1433 H dengan Model Fungsi Visibilitas Kastner”, Univeritas Negeri Semarang: Seminar Nasional Fisika, 2012.
- Utama, Judhistira Aria. “Konsep *Best Time* Dalam Observasi Hilal Menurut Model Visibilitas Katsner”, Posiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2013.
- Bradley Schafer. “Astronomy and Limit of Vision”.
- Louay J. Fatoohi, F. Richard Stephenson, And Shetha S. Al-Dargazelli. “The Danjon Limit Of First Visibility Of The Lunar Crescent”, The Observatory NASA Astrophysics Data System, vol. 118, 1998.
- Sidney O. Kastner. “Calculation Of The Twilight Visibility Function Of Near-Sun Object”, The Journal Of The Royal ASTRONOMICAL Society Of Canada, vol. 70, no.4, 1976.
- Lutfiyah. S, Khoeriyah, “Konsep Best Time Visibilitas Hilal Dengan Menggunakan Model Katsner”, *Skripsi* Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung: 2013.
- Munir, Badrul, “Faktor Atmosfer Dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika”, *Tesis* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang, 2019. Tidak Dipublikasikan.
- Satria, Mayo Rizki, “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal ” *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo . Semarang, 2018.
- Magfiroh, Zuni Faridatul, “Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Katsner di Pasuruan Tahun 2019-2021”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Ampel. Surabaya, 2022.
- Arumaningtyas, Eka, “Studi Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal”, *Tugas Akhir*, FMIPA ITB, Bandung, 2009.
- Abdurrahman Ozlem, “A Simplified Crescent Visibility Criterion”,

- https://luk.staff.ugm.ac.id/artikel/Ramadhan/ICOP/ozlem_2014.pdf, Desember 2022.
- [Balai Rukyat Bukit Condrodipo Gresik dan Pelestarian Ilmu Astronomi Islam - Website Bimas Islam \(Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama\) \(kemenag.go.id\)](#), 13 September 2022.
- [Balai Rukyat Bukit Condrodipo Gresik dan Pelestarian Ilmu Astronomi Islam - Website Bimas Islam \(Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama\) \(kemenag.go.id\)](#), 13 September 2022.
- [Balai Rukyat LFNU Gresik Condrodipo - Gresik \(wikimapia.org\)](#), 13 September 2022.
- [Balai Rukyat LFNU Gresik Condrodipo - Gresik \(wikimapia.org\)](#), 13 September 2022.
- <https://jatim.nu.or.id/metropolis/menengok-balai-rukayat-condrodipo-gresik-langganan-melihat-hilal-2e3yN>, September 2022.
- Joel Katsner, “Sidney O. Katnsner (1926-1999) <https://baas.aas.org/pub/sidney-o-kastner-1926-1999/release/1>, November, 2022.
- Judhistira Aria Utama dan Hilmansyah, “Penentuan Parameter Fisis Hilal sebagai Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Wilayah Tropis”, http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.PEND_FISIKA/197703312008121001-JUDHISTIRA_ARIA_UTAMA/Publikasi/Judhistira_full%20paper%20UNNES%202013.pdf, Desember 2022.
- Judhistira Aria Utama, “Visibilitas Hilal Awal Ramadan 1437 H/ 2016 M” <https://berita.upi.edu/visibilitas-hilal-awal-ramadan1437-h2016-m/>, November, 2022.
- Judhistira Aria Utama, “Mengenal Kecerahan Langit (Sky Brightness) dan Visibilitas Katsner”, Diskusi Online Astronomi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara https://www.youtube.com/watch?v=8ahcIBv_j3U, Oktober, 2022.

- Pemerintahan Kabupaten Gresik, “Geografi”, dalam <http://bappeda.jatimprov.go.id/bappeda/wp-content/uploads/potensi-kab-kota-2013/kab-gresik-2013.pdf>, September 2022.
- T. Djamaluddin, “Menuju Kriteria Baru MABIMS Berbasis Astronomi”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2016/10/05/menuju-kriteria-baru-mabims-berbasis-astronomi/>, September 2022.
- T. Djamaludin, “Analisis Visibilitas Hilal Untuk Usulan Kriteria Tunggal di Indonesia”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/08/02/analisis-visibilitas-hilal-untuk-usulan-kriteria-tunggal-di-indonesia/>, September 2022

LAMPIRAN

1. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Safar 1441 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESEK

NO. /LFNU/GRS/RH/

Tanggal Rukyat: 20 Muharram 1441 H Rukyat ke: 1 Hari: Senin
 Nama Rukyat: Bulan Rukyat Kabupaten Kecamatan: Bl. / Pukul: 08.00
 (.....) 00 BT Longitude: 112° 08' 20" DPL: 000 005
 Time Zone: GMT+7 GMT: 07.00

RUKYAT: 1. UJUK Kabupaten Gresik orang 3 orang
 2. orang 4 orang

ALAT PENDUKUNG RUKYAT:

Laser penunjuk theodolite/TS, merk
 Gawang lokasi Teleskop motorik, merk
 Teleskop manual Teleskop binokuler, merk
 Hygrometer Kamera digital, merk
 Termometer Busur derajat

DATA HASIL
 Terbitan terbenam: 17.24 Tinggi hilal: 9° 19' 17" Slangas: 100.381.34%
 Asimut matahari: 209° 32' 27" Umur bulan: 11.02.92
 Asimut hilal: 101.11.26 Asimut bulan: 209° 32' 27" Nurul hilal: 0.02%

DATA RUKYAT
 Cahaya langit barat: sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Temperatur udara: °C Kelembaban udara: % Kelembaban waktu:
 Kecepatan angin: km/jl. Kecepatan langit: % Tinggi awan ufuk:
 Arah angin terakhir terakhir pukul: 17.10.26 jam sebelum matahari terbenam menurut haabi:

hilal terlihat hilal tidak terlihat jam, mulai pukul: 17.10 sampai: 17.24
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 kacamata kacamata

Foto hilal terhadap matahari: kiri atas atas kanan atas

--	--	--	--	--	--	--	--

WAKTU: 1. 17.10.26 4. Alat:
 2. Alamiah 5. Alat:
 3. Alamiah 6. Alat:
 4. Alamiah

Ketua Tim Rukyat

Handwritten signature

2. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Rajab 1441 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAJINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESIK

NO. : ALFNU/GRS/RH/ 1

1441 H. Rukyatul Hilal pada tanggal 20 Januari 2020 M. Hari Senin pukul 15.00 - 15.30

Waktu : 11.27.03 OBS DBT. Koordinat : 7° 48' 11" LU 105° 05' BT. Time Zone : 7 GMT

DAFTAR RUKYAT

1. UINU Kabupaten Gresik : 16 orang
2. KOMPOS UINU : 8 orang

DAFTAR PENYUKUNG RUKYAT :

1. Later penunjuk Theodolite/TS mark N21001
2. Gawang lokasi Teleskop motorik, merk _____
3. Teleskop manual Teleskop binokuler, merk _____
4. Hygrometer Kamera digital, merk _____
5. Termometer Busur derajat

DATA RUKYAT

Waktu terbenam : 13.52.26 Tinggi hilal : 7.49.51 Ekuator : 05° 52' 51"
Waktu matahari : 18.32.24 Azimut matahari : 260° 12' 17" Umur bulan : 13.18.33
Waktu hilal : 00.40.15 Azimut bulan : 266° 20' 42" Nilai hilal : 0.76 %

DATA RUKYAT

Waktu langit barat : sangat cerah cerah berawan mendung tebal
Suhu udara : 31 °C Kelembaban udara : 71 % Kalibrasi waktu : _____
Kecepatan angin : 8 km/j Kecepatan langas : _____ % Tinggi awan ufuk : _____
Matahari terlihat terakhir pukul : 12.47 jam sebelum matahari terbenam menurut bisulit : _____
Matahari tidak terlihat terlihat _____ jam, mulai pukul : 17.54 sampai : 17.54
Matahari terlihat mata telanjang binokuler teleskop theodolite
Matahari terhadap matahari : kiri atas atas kanan atas

REKAM RUKYAT

--	--	--	--	--	--	--	--

Alamat : WINSI GRESIK 4. Alamat : _____
Alamat : _____ 5. Alamat : _____
Alamat : _____ 6. Alamat : _____

Gresik
Ketua Tim Rukyat
H. CHASRI Umar

Mudiy

3. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Syawal
1441 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAJINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESEK

NO. _____ /L/NU/GRS/RH/ _____

Syawal 1441 H
 Hari: Selasa, 23 Mei 2020
 Waktu: 16:30
 Tempat: Balai Rukyat Gresik
 Waktu Rukyat: 120 DPL
 Waktu Rukyat: 07:10 GMT

RUKYAT:
 1. L/NU Kabupaten Gresik orang
 2. orang

RUKYAT PENDUKUNG RUKYAT:

Alat ukur:
 Laser pointer Theodolite/TS, merk _____
 Gawang lokasi Teleskop mikronik, merk _____
 Teleskop manual Teleskop binokuler, merk _____
 Hygrometer Kamera digital, merk _____
 Termometer Busur derajat

WAKTU:
 Waktu terbenam matahari: 17:20:05
 Waktu terbenam bulan hilal: 17:48:06
 Waktu terbenam bulan syawal: 00:27:41

Tinggi hilal: 06° 00' 02"
 Azimut matahari: 290° 47' 39"
 Azimut bulan: 291° 36' 08"

Elongasi: 08° 06' 39"
 Uraian bujur: 16° 40' 42"
 Bujur hilal: 0,51

RUKYAT:
 langit cerah sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 suhu udara: _____ °C Kelembaban udara: _____ % Ketinggian waktu: _____
 kecepatan angin: _____ km/j Kecepatan langit: _____ % Tinggi awan (ukur): _____
 awan terlihat terakhir pukul: 17:55 jam sebelum matahari terbenam (masuk ke hobi)
 hilal tidak terlihat hilal terlihat jam mulai pukul: 17:20:00 sampai: 17:55
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 hilal terlihat terhadap matahari: kiri atas atas kanan atas

RUKYAT:
 1. L/NU Gresik
 2. Himpun Syawal
 3.
 4.
 5.
 6.

Alamat: _____
 Alamat: _____
 Alamat: _____
 Alamat: _____

Balai Rukyat

4. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Zulhijjah 1441 H

BERITA ACARA BUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESEK

NO.: AFNU/GRS/04/19/2020

Dipanggil oleh H. Bayat No. 1 *dan* *Sekeloa*

di 29 April 2020 *di* 21 Jula 2020 *di* M. Wuku 14-30 - 15.00

di Dusun Permai Lingsar (P)

di RT 02/02 BB MB KB UB

di Ketinggian 100,00 LU DS

di Ulang 21' 10" U

di Time Zone +7 GMT

DAFTAR BUKYAT :

1. Lahu Kabupaten Gresik	50 orang	3 orang	
2. Kecamatan	orang	4 orang	

DAFTAR ALAT PENDUKUNG BUKYAT :

<input type="checkbox"/> Laser penunjuk	<input checked="" type="checkbox"/> Theodolite/T5, merk
<input checked="" type="checkbox"/> Gawang lokasi	<input checked="" type="checkbox"/> Teleskop mekanik, merk
<input checked="" type="checkbox"/> Teleskop manual	<input type="checkbox"/> Teleskop binokuler, merk
<input type="checkbox"/> Hygrometer	<input type="checkbox"/> Kamera digital, merk
<input type="checkbox"/> Termometer	<input type="checkbox"/> Stasus Borap

DATA HIAS

<i>Tinggi hilal</i> 30° 11'	<i>Tinggi hilal</i> 07° 10' 41"	<i>Elongasi</i> 09° 34' 42"
<i>Azimut matahari</i> 08:01:59	<i>Azimut matahari</i> 230° 23' 20"	<i>Umrur bulan</i> 16° 55' 12"
<i>Azimut bulan</i> 00:31:51	<i>Azimut bulan</i> 250° 46' 57"	<i>Tinggi hilal</i> 0,687 %


SAHA BUKYAT

<input type="checkbox"/> sangat cerah	<input type="checkbox"/> cerah	<input type="checkbox"/> berawan	<input type="checkbox"/> mendung tebal
<i>temperatur udara</i> 30 °C	<i>kelerambatan udara</i> 73 %	<i>kalibrasi waktu</i>	
<i>kecepatan angin</i> 0 km/j	<i>kecerahan langit</i> %	<i>tinggi bulan efektif</i>	
<i>waktu terlihat terakhir puki</i> 17:32:50	<i>jam sebelum matahari terbenam menurut horis</i>	<i>jam, mulai puki</i> 17:32:50	<i>sampai</i>
<i>hilal tidak terlihat</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<i>hilal terlihat</i> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> binokuler	<input type="checkbox"/> teleskop
<input checked="" type="checkbox"/> mata telanjang	<input type="checkbox"/> binokuler	<input type="checkbox"/> teleskop	<input type="checkbox"/> theodolite
<i>hilal terhadap matahari</i> <input type="checkbox"/> kiri atas	<input type="checkbox"/> atas	<input type="checkbox"/> kanan atas	

Waktu 17:32:50 *Lahu beribu* 4 *Alamat* _____

Waktu 17:32:50 *Lahu beribu* 5 *Alamat* _____

Waktu 17:32:50 *Lahu beribu* 6 *Alamat* _____

 20 Juli 2020
Ketua Tim Bukyat
Rohani Chely Umar Burhan

5. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Rabiul
Awal 1442 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESEK
NO. /LFNU/GRS/HH/.... /....

Rabiul Awal
20 Oktober 2022 H / 17 Okt 2021 M
Batas Rukyat: Mt Combrong
15° 27' 03"

Rukyat ke: 24-30
Hari: Selasa
Pukul: 15:30
Kontespan: M
Lintang: 12° 50' 0"
Time Zone: GMT

RUKYAT :
1. (TNU) Kabupaten Gresik : 25 orang
2. Gresik Ayanman : 5 orang

DAFTAR PENDUKUNG RUKYAT :

Alat ukur, merk : Laser perunggu Theodolite/TS, merk :
 Gawang lokasi Teleskop matauk, merk :
 Teleskop manual Teleskop binokuler, merk :
 Hydrometer Kamera digital, merk :
 Termometer Busur derajat

RUKYAT

Waktu terbenam : Tinggi hilal : Elongasi :
 Waktu terbenam : Azimut matahari : Umr bulan :
 Waktu hilal : Azimut bulan : Nisab hilal : %

RUKYAT

Langit barat : sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Temperatur udara : °C Kelembaban udara : % Kadarasi waktu :
 Kecepatan angin : km/j Keceharan langit : % Tinggi awan ukur :
 Waktu terbit terakhir pukul : 17:13:57 jam sebelum matahari terbenam menurut hisab :
 Waktu terbit : hilal terlihat : jam, mulai pukul : 17:36:05 sampai 17:27:55
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 Waktu hilal terhadap matahari : kiri atas atas kanan atas

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Alamat : 4. Alamat :
 5. Alamat :
 6. Alamat :
 Gresik, 17 Okt 2021
 Ketua Tim Rukyat :
 H. Chotirul Ummah, S.W.

6. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Rabiul
Awal 1443 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LATIHAN FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESIK

NO. _____ /JNU/PORS/RIH/ _____

1. Identifikasi
 Nama: Ustadz Anwar No. ID: 1443 H. H. / 7 D/M/1443 H. Hari: Kamis
 Tempat: Candi Krapyak 820 Gondokoyo Kecamatan: 1628 M. Desa: 120 DRS.

2. Waktu dan Tempat
 Tanggal: _____ Waktu: _____
 Lokasi: _____ Desa: _____ Kecamatan: _____ Kabupaten: _____

3. Penyelenggara
 Nama: Ustadz Anwar Alamat: 15 No. _____
 No. HP: 08121234567 Alamat: 10 No. _____

4. Pendukung Rukyat:

Alat:
 Laser penunjuk Theodolite/TS merk _____
 Gawang lokal Teleskop motorik merk _____
 Teleskop manual Teleskop binokuler merk _____
 Higrometer Kamera digital merk _____
 Termometer Busur derajat

Waktu:
 Waktu terbenam: 17:29:52 Tinggi hilal: 11° 19' 40" elongasi: 13° 25' 52"
 Waktu terbenam: _____ Azimut matahari: 249° 08' 12" umur bulan: 98-22-20
 Waktu hilal: 00:48:59 Azimut bulan: 261° 35' 20" umur hilal: _____ %

5. Catatan:

Waktu terbenam: sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Suhu udara: _____ °C Kelembaban udara: _____ % Kalibrasi waktu: _____
 Kecepatan angin: _____ km/j Kecepatan tanah: _____ % Tinggi awan putih: _____
 Waktu terlihat terakhir pukul: 17:08:50 _____ jam sebelum matahari terbenam menurut hisab
 Cara hilal terlihat: hilal terlihat _____ jam, mula pukul: 17:43 sampai _____
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 Cara hilal berhadapan matahari: kiri atas atas kanan atas

6. Gambar

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Penutup
 Nama: Ustadz Anwar Alamat: 15 No. _____
 Nama: _____ Alamat: _____ No. _____
 Nama: _____ Alamat: _____ No. _____
 Nama: _____ Alamat: _____ No. _____

Gresik, 7 Oktober 2021
 Ketua Panitia
Ustadz Anwar
 Dit. Cholis Umar Burhan

7. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Jumadil
Awal 1443 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GREKSI
NO. : /ASNU/GRS/RH/ / 2021

Wakil Ulu : Wakil Ulu M. Rukyat : 1 Hari : Mud
 20 Desember / 1443 H. M. Rukyat : 16:00
 20 Desember / 2021 M. Rukyat : 16:00
 20 Desember / 2021 M. Rukyat : 16:00

Tempat : 16° 37' 00" S CBB GMT Ketinggi : 100 DRI
 Ujung : 107° 10' 00" E CBB GMT
 Time Zone : 7 GMT

RUKYAT :
 1. 7 orang
 2. 10 orang
 3. _____ orang
 4. _____ orang

ALAT PENDUKUNG RUKYAT :

<input type="checkbox"/> Laser pointer	<input checked="" type="checkbox"/> Theodolite/TS merk
<input checked="" type="checkbox"/> Gawang lokasi	<input checked="" type="checkbox"/> Teleskop merk, merk
<input type="checkbox"/> Teleskop manual	<input type="checkbox"/> Teleskop binokuler, merk
<input type="checkbox"/> Hygrometer	<input type="checkbox"/> Kamera digital, merk
<input type="checkbox"/> Termometer	<input type="checkbox"/> Busur derajat

DATA RUKYAT :

Waktu rukyat : <u>17:37:32</u>	Tinggi hilal : <u>15° 40' 0"</u>	Elongasi : <u>15° 58' 59"</u>
Asmud matahari : _____	Asmud bulan : <u>24° 19' 43"</u>	Umr bulan : <u>24 : 51 : 11</u>
Asmud bulan : <u>10 : 53 : 50</u>	Asmud bulan : <u>24° 02' 16"</u>	Nilai hilal : <u>0,031</u> %

CUKUP RUKYAT :


Waktu rukyat : <input type="checkbox"/> sangat cerah <input type="checkbox"/> cerah <input checked="" type="checkbox"/> berawan <input type="checkbox"/> mendung tebal
Kelembaban udara : _____ °C Kelembaban udara : _____ % Kelembaban udara : _____ %
Kecepatan angin : _____ km/j Kecepatan angin : _____ % Kecepatan angin : _____ %
Waktu terbit terakhir pukul : _____ jam sebelum matahari terbenam menurut hitab
Hilal tampak terbit : <input checked="" type="checkbox"/> hilal terlihat _____ jam, mulai pukul <u>17:37</u> sampai _____
Alat yang digunakan : <input checked="" type="checkbox"/> mata telanjang <input type="checkbox"/> binokuler <input type="checkbox"/> teleskop <input type="checkbox"/> theodolite
Alat yang digunakan : <input type="checkbox"/> kin atas <input checked="" type="checkbox"/> atas <input type="checkbox"/> kanan atas

RUKYAT HILAL :

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Wakil Ulu : 17:37 Alamat : LFAU Gresik Wakil Hilal : 17:40 Alamat : Peper Salafiyah
 Wakil Hilal : 17:37 Alamat : LFAU Gresik Wakil Hilal : 17:38 Alamat : _____
 Wakil Hilal : 17:40 Alamat : Peper Salafiyah Wakil Hilal : 17:40 Alamat : _____

Hilal terbit dan tenggelam di titik ini

Gresik 5 Desember 2021
 Ketua Tim Rukyat


8. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Jumadil Akhir 1443 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAJANAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GREK
 NO. : /AFNU/GRS/RH/..... /.....

Tanggal 26-12-2022 1443 H
 Di Desa Jemberan Via Kecamatan Jemberan Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur
 Bulan Rajab Tahun 1443 H
 Waktu 16.00 - 18.30

Latitudo 102° 37' 02.2" BB GBT Ketinggian 120 m DPL
 Panjang 09° 50' 00.0" DWDG
 Time Zone -7 GMT

DAFTAR RUKYAT:

1. NU Kabupaten Gresik : 20 orang 3 orang
 2. NU Kecamatan Jemberan : A orang 4 orang

DAFTAR PENDUKUNG RUKYAT:

Alat ukur, merk Laser penunjuk Theodolite/TS, merk
 Gasing loka Teleskop monok, merk
 Teleskop manual Teleskop binokuler, merk
 Hygrometer Kamera digital, merk
 Termometer Busur derajat

WAKTU

Waktu terbenam 17.51.15 Tinggi hilal 06° 26' 14" Slangau 10° 20' 52"
 Waktu bulan 00.03.47 Azimut matahari 298° 50' 51" Umur bulan 16.14.40
 Azimut bulan 298° 17' 18" Nural-hilal 0.813 %

WILUKYAT

Waktu langit barat : sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Kelembaban udara : 31 % Kelembaban udara 63 % Kelembaban waktu
 Kecepatan angin : 3.7 km/j Kecepatan langit % Tinggi awan ufuk
 Waktu terbit terakhir paku : 17.48.15 jam sebelum matahari terbenam (menurut buku)

Waktu terbit terbit terlihat 18.14 jam, mulai pukul sampai
 Difana telanjang binokuler teleskop theodolite
 kiri atas atas kanan atas

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Waktu 19.37 Alamat Desa Jemberan
17.37 Alamat Desa Jemberan
17.40 Alamat Desa Jemberan

Waktu 17.48 Alamat Desa Jemberan
17.48 Alamat Desa Jemberan
17.48 Alamat Desa Jemberan

Gresik, 5 Desember 2022
 Ketua Tim Rukyat

9. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Syakban 1443 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRESEK
NO. 01 / AFNU/GRS/RH/II / 2024

Sy. 1443 H _____ H Rukyat di _____ Hari _____ Bulan _____
19 Rajab 1443 H / 3 Maret 2024 M. Bulan 11 H 10 M

Bulan Rukyat: Kelompok Kecamatan Katonggan Desa ...
 11° 13' 02.5" DD DBT Ulangi 07° 19' 16.50" DD DBT
 Time Zone +7 GMT

LOKASI RUKYAT:
 1. LTHU Kabupaten Gresik _____ orang 3
 2. MSA Pengkotani Bani _____ orang 4
 3. _____ orang 4

ALAT BENDUKUNG RUKYAT:

_____ merk <input type="checkbox"/> Laser pointer	<input checked="" type="checkbox"/> Theodolite/TC merk _____
_____ merk <input checked="" type="checkbox"/> Gawang tekani	<input checked="" type="checkbox"/> Teleskop merkovic merk _____
_____ merk Malaysia <input type="checkbox"/> Teleskop manual	<input checked="" type="checkbox"/> Teleskop binokuler merk _____
_____ merk <input type="checkbox"/> Hagrometer	<input type="checkbox"/> Kamera digital merk _____
_____ merk <input type="checkbox"/> Termometer	<input type="checkbox"/> Ajar digital <input type="checkbox"/>

SIKSA:

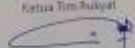
_____ merk <u>12.48.26</u> Tinggi hilal <u>08° 08' 34"</u> Elevasi <u>10° 19' 29"</u>	<input type="checkbox"/> Kalkulasi waktu
_____ merk <u>18.15.37</u> Azmut matahari <u>163° 33' 50"</u> Lintang bulan <u>17° 11' 40"</u>	<input type="checkbox"/> Kalkulasi waktu
_____ merk <u>08.36.22</u> Azmut bulan <u>163° 49' 38"</u> Berat hilal <u>0.3 %</u>	<input type="checkbox"/> Kalkulasi waktu

LOKASI RUKYAT:

Langit barat: sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Kelembaban udara: 72 °C Kelembaban udara _____ % Kadarasi waktu _____
 Jarak pandang: 13 km/j. Kecerahan langit _____ % Tinggi awan efek _____
 Hilal terakhir terlihat pukul: 17:40 jam sebelum matahari terbenam (menurut hilal)
 Hilal tidak terlihat hilal terlihat 19:40 matahari 17:49 sampai 17:45
 mata telanjang binokuler teleskop theodolite
 Alat terhadap matahari: kiri atas atas kanan atas

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Waktu: H. 17:45 - 17:55:15.09" a. H. 17:40
 b. 17:48 c. 17:53:18.44" d. _____
 e. _____
 f. 17:55 g. 17:59:18.13" h. _____

Gresik, 3 Maret 2024
Ketua Tim Rukyat

Mulyadin, S.S.

10. Berita Acara Rukyatul Hilal Awal Bulan Zulkaidah 1443 H

BERITA ACARA RUKYAT HILAL
LAJINAH FALAKIYAH NU KABUPATEN GRACK
NO. /UNNU/GRK/RH/

Daulat Ar-Ran 1443 H / 30
 52 awal 1443 H / 30 Mei 2023
 Bulan Rabiul Awwal NU Kabupaten
 02° 32' 05" Disi 051

Rakyat ke Hari
 Al. Hukuk
 Lintang
 Time Zone
 120 DPN
 7' 10" B"
 97 ... DAT
 11:00 - Selesai

..... orang
 orang
 orang

ALAT PENDUKUNG RUKYAT:

Laser penunjuk
 Gawang lokal
 Teleskop manual
 Hygrometer
 Termometer

Theodolite/TL mark
 Teleskop motorik, mark
 Teleskop binokuler, mark
 Kamera digital, mark
 Busur demsat

Tinggi hilal
 Azimut matahari
 Azimut bulan
 Shajarat
 Uluw bulak
 Merid hilal

DATA RUKYAT

Langit langit barat : sangat cerah cerah berawan mendung tebal
 Kelembaban udara °C Kelembaban udara % Kalibrasi waktu
 Jarak pandang km/jl Kecenderungan langit % Tinggi awan uluk
 Matahari terbit terakhir pukul : 12:15:30 (..... jam sebelum matahari terbenam menurut lokasi)

Hilal tidak terlihat hilal terlihat jam, mulai pukul sampai
 mata selanjut binokuler teleskop theodolite
 Hilal terdapat matahari : kiri atas atas kanan atas

..... Alamat : 4 Alamat
 Alamat : 5 Alamat
 Alamat : 6 Alamat

Ketua Tim Rukyat

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Arini Salsabila
Tempat/ Tanggal Lahir : Wonosobo, 04 November 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Desa Krasak Rt. 01/ Rw. 02, Kecamatan
Mojotengah, Kabupaten Wonosobo,
Jawa Tengah.
Telepon : 0895367292624
Email : arinisabil8@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

1. Formal
 - a. SDN 1 Krasak (2007-2012)
 - b. SMP Takhasus al-Qur'an Kalibeber (2013-2015)
 - c. MAN 2 Wonosobo (2016-2018)
2. Non Formal
 - a. Pondok Pesantren al-Asy'ariyyah Kalibeber
 - b. Ma'had Al-Jaami'ah Walisongo
 - c. Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlun