

**VALIDASI PARAMETER CRUMEY
TERHADAP CITRA HILAL BMKG
TAHUN 2022-2025 PERSPEKTIF
FISIOLOGI VISUAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1)
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh :

MOHAMMAD YOGA APRIYANTO

NIM : 2102046022

PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025

NOTA PEMBIMBING

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 10 April 2025

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo

Di Semarang

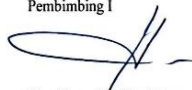
Assalamualaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul	: Validasi Parameter Crumey dalam Penentuan Visibilitas Hilal Perspektif Multidisiplin (Astronomi, Fisiologi Visual dan Syar'i)
Nama	: Mohammad Yoga Apriyanto
NIM	: 2102046022
Jurusan	: Ilmu Falak
Program Studi	: S1

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang Munaqasyah.

Pembimbing I



Dr. Ahmad Syifaul Anam, S.HI., M.H
NIP: 198001202003121001

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 10 April 2025

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


Assalamualaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul	: Validasi Parameter Crumey dalam Penentuan Visibilitas Hilal Perspektif Multidisiplin (Astronomi, Fisiologi Visual dan Syar'i)
Nama	: Mohammad Yoga Apriyanto
NIM	: 2102046022
Jurusan	: Ilmu Falak
Program Studi	: S1

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang Munaqasyah.

Pembimbing


Ahmad Fud Al-Anshary, S.HI., M.S.I
NIP: 19880916223211027

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan Prof.Dr. Hamka Km. 2 Kampus III Ngaliyan Telp./Fax 024-7601291 Semarang 50185

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : MOHAMMAD YOGA APRIYANTO
NIM / Jurusan : 2102046022 / Ilmu Falak
Judul : Validasi Parameter Crumey Terhadap Citra hialal BMKG Tahun 2022-2025
Perspektif Fisiologi Visual

telah dimunaqasahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan lulus dengan predikat cumlaude / baik / cukup, pada tanggal 23 April 2025 dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 tahun akademik 2024/2025

Semarang, 24 April 2025

Ketua Sidang / Penguji

ALFIANDODRI AZIZI, M.H.
NIP. 198811052019031006

Penguji Utama I

Sekretaris Sidang / Penguji

AHMAD FUAD AL-ANSHARY, S. HI. M.S.I.
NIP. 198809162023211027

Penguji Utama II

Drs. H. MAKSUN, M.Ag
NIP. 196805151993031002



MUHAMMAD ZAINAL MAWAHIB, M.H.
NIP. 199010102019031018

Pembimbing I

Dr. AHMAD SYFAUL ANAM, SHI, Mh
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

AHMAD FUAD AL-ANSHARY, S. HI. M.S.I.
NIP. 198809162023211027

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِن جَاءَكُمْ فَاسِقٌ بِنَبَأٍ فَتَبَيَّنُوا أَن تُصِيبُوا
قَوْمًا بِجَهَا لَةٍ فَتُصْحَبُوا عَلَىٰ مَا فَعَلْتُمْ نَادِمِينَ .

"Wahai orang-orang yang beriman! Jika seseorang yang fasik datang kepadamu membawa suatu berita, maka telitilah kebenarannya, agar kamu tidak mencelakakan suatu kaum karena kebodohan (kecerobohan), yang akhirnya kamu menyesali perbuatanmu itu."

(QS. Al-Hujurat 49: Ayat 6)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya bapak Kuryadi dan ibu Sholikhatun yang selalu memberikan suport dan do'a beliau yang selalu menyertai di setiap langkah saya.
2. Guru-guru saya yang telah mencurahkan waktu dalam membimbing hingga sampai pada titik ini.
3. Adik saya Zakia Nur 'Aini dan Khoirun Nawa yang menjadi semangat seorang kakak untuk masa depan mereka.
4. Muamanah Tri Wiyanto purna paskibraka UIN Walisongo Semarang tahun 2023 dan menjadi suport, penyemangat selama penyelesaian skripsi.
5. Dosen Pembimbing I, Dr. Ahmad Syifaul Anam, S.HI,. M.H dan Dosen Pembimbing II, Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI,. M.S.I yang dengan sabar membimbing, serta mengarahkan dalam penyelesaian Skripsi.
6. Teman-teman mahasiswa Prodi Ilmu Falak angkatan 21 terkhusus Tim Futsal, Pramuka UIN Walisongo, JQH el Fasya el Febi's dan Paskibraka UIN Walisongo tahun 2023-2024.

DEKLARASI

DEKLARASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : **Mohammad Yoga Apriyanto**

NIM : 2102046022

Judul Penelitian : Validasi Parameter Crumey dalam
Penentuan Visibilitas Hilal Perspektif
Multidisiplin (Astronomi, Fisiologi Visual
dan Syar'i)

Program Studi : S1 Ilmu Falak

Konsentrasi : Ilmu Falak

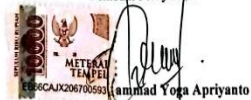
Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul :

**VALIDASI PARAMETER CRUMEY DALAM PENENTUAN VISIBILITAS HILAL
PERSPEKTIF MULTIDISIPLIN (Astronomi, Fisiologi Visual dan Syar'i)**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali sebagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 10 April 2025

Pembuat Pernyataan


Mohammad Yoga Apriyanto

NIM: 2102046022

ABSTRAK

Penentuan visibilitas hilal sebagai penanda awal bulan kamariah masih menjadi persoalan komplek di indonesia, baik secara ilmiah maupun syar'i. Kriteria klasik seperti Imkanur Rukyah (IR) dengan kriteria baru NEW MABIMS yang berbasis parameter geometris (ARCV , ARCL) kerap dianggap kurang akurat karena mengabaikan faktor fisiologis persepsi visual manusia dan gangguan atmosfer. Penelitian ini bertujuan memvalidasi parameter kontras Crumey (ΔC) sebagai kriteria objek visibilitas hilal melalui pendekatan fisiologi visual. data diperoleh dari 3 data citra mentah dari 3 lokasi dan 59 data citra hilal dari 34 lokasi pengamatan BMKG periode tahun 2022-2025, serta meta data (ARCV, ARCL, dan Lag). Nilai kontras dihitung menggunakan ekstraksi luminansi citra dengan *AstroimageJ*, kemudian dianalisis korelasinya dengan laporan rukyat resmi kemenag RI dan Prinsip syar'i tahaqquq al-rukyah (verifikasi pengelihatan). Hasil penelitian menunjukkan: (1) Parameter (ΔC) $\geq 0,02$ sesuai ambang batas Crumey (2014) berkorelasi kuat dengan keberhasilan rukyah (61 % kasus), sementara (ΔC) $< 0,02$ menyebabkan kegagalan deteksi. (2) Kontras Crumey diterima dalam Islam sebagai alat bantu ilmiah untuk meningkatkan akurasi rukyah hilal, selama tidak menggantikan pengamatan visual. Model ini selaras dengan prinsip syar'i yang menolak prasangka (dzann) dan mendukung kepastian fakta (tahqiq al-manath), merefleksikan harmoni antara sains dan syariat dalam menjalankan ibadah.

Keyword: Astronomi, Kontras, Fisiologi Visual, Parameter Crumey, Validasi

PEDOMAN TRANSLITERASI

KEPUTUSAN

MENTERI AGAMA DAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA

Pedoman Transliterasi Arab Latin yang merupakan hasil keputusan bersama (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987¹.

1. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat pada halaman berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be

¹ Menti Agama dan Mentrri Pendidikan dan Kebudayaan RI, “*Pedoman Literasi*,” 1987, <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/3229/13/PEDOMAN-TRANSLITERASI.pdf>. Diakses pada 12 januari 2025.

ت	Ta	T	Te
ث	Tsa	S	Es (dengan titik 3 diatas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	h	ha
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Z	Zet (dengan titik diatas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan ye
ص	Shad	Sh	Es (dengan titik di bawah)
ض	Dad	D	De (dengan titik di bawah)
ط	Ta	T	Te (dengan titik di

			bawah)
ظ	Za	Z	Zet (dengan titik di bawah)
ع	‘Ain	،	apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
ه	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	,	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apa pun.

Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

2. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf latin	Nama
اَ	<i>Fathah</i>	A	A
اِ	<i>Kasrah</i>	I	I
اُ	<i>Dammah</i>	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf latin	Nama
اِي	Fathah dan ya	Ai	A dan I
اُو	Fathah dan wau	Au	A dan U

Contoh :

كيف : kaifa

3. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang

lambangnya berupa harkat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harkat dan Huruf	Nama	Huruf dan tanda	Nama
أَ ... إَ ...	<i>fathah</i> dan <i>alif</i> atau <i>ya</i>	A	a dan garis di atas
إِـ	<i>kasrah</i> dan <i>ya</i>	I	i dan garis di atas
وُ	<i>dammah</i> dan <i>wau</i>	u	u dan garis di atas

Contoh :

مَاتَ : mata

رَمَى : rama

4. Ta'marbutah

Transliterasi untuk *ta marbutah* ada dua, yaitu: *ta marbutah* yang hidup atau mendapat harkat *fathah*, *kasrah*, dan *d}ammah*, transliterasinya adalah [t]. Sedangkan *ta marbutah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah [h].

Kalau pada kata yang berakhir dengan *ta marbutah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al-* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbutah* itu ditransliterasikan dengan ha

(h). Contoh:

الْحِكْمَةُ : al-hikmah

5. Syaddah (*Tasydid*)

Syaddah atau *tasydid* yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda *tasydid*, dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *syaddah*..

رَبَّنَا : rabbanaa

Contoh:

Jika huruf *ي* ber-*tasydid* di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf *kasrah* *ي* maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (i). Contoh:

عَلَى : alyyun

6. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *t* (*alif lam ma'arifah*). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf *syamsiah* maupun huruf *qamariah*. Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang

mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-). Contohnya:

الشَّمْسُ : al-syamsu

الزَّلْزَلَةُ : al-zhalzhalah

7. Hamzah

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila hamzah terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa alif. Contohnya:

تَأْمُرُونَ : ta'muruuna

النَّوْءُ : al-nau'u

سَيِّءٌ : syai'un

أَمِرتُ : amirtu

8. Penulisan Arab Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah atau kalimat yang

belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam tulisan bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi di atas. Misalnya kata *Al-Qur'an* (dari *al-Qur'an*), *Sunnah*, *khusus* dan *umum*. Namun, bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh. Contoh:

Fi Zilal al-Qur'an

Al-Sunnah qabl al-tadwin

Al-'Ibarat bi 'umum al-lafz la bi khusus al-sabab

9. Lafadz Al-Jalalah

Kata Allah yang didahului imbuhan seperti huruf jarr dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *mudaf ilaih* (frasa nominal).

Contoh :

10. Huruf kapital

Dalam transliternya semua huruf dikenai ketentuan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa indonesia yang berlaku (EYD), walaupun sistem penulisan arab tidak mengenal huruf kapital (All Caps).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW penuntun jalan kebenaran bagi semesta alam, beserta keluarganya, sahabat-sahabatnya, hingga sampai kepada umatnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini terdapat banyak kesulitan, rintangan, dan hambatan. Namun berkat pertolongan dari Allah SWT dengan didorong oleh kemauan dan tanggung jawab sebagai mahasiswa serta kesabaran dan dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan petunjuk bagi penulis, maka segala kesulitan dan hambatan dapat teratasi.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Adapun ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Dosen Pembimbing I, Dr. Ahmad Syifaul Anam, S.HI., M.H dan Dosen Pembimbing II, Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.S.I, selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam

melakukan bimbingan dari awal hingga selesainya penulisan Skripsi ini.

2. Bapak Ahmad Munif M.S.I., selaku Ketua Prodi Ilmu Falak dan Bapak Alfian Qodri Azizi M.H., selaku Sekretaris Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.
3. Seluruh Dosen Ilmu Falak, Civitas Akademik dan pengelola di lingkungan UIN Walisongo Semarang Kampus 3 atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
4. Bapak Himawan selaku ketua Sub Bidang Analisis Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG Pusat yang telah memberikan kesempatann kepada peneliti untuk melakukan penelitian, Bapak Iswaduddin beserta seluruh staf yang telah bersedia memberikan informasi dalam rangka melancarkan proses penelitian yang sedang peneliti lakukan.
5. Kepada seluruh mahasiswa UIN Walisongo angkatan 2021 yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu. kepada Tim Futsal Zenit Ilmu falak, terkhusus Purna Paskibra UIN Walisongo tahun 2023 Muamanah Tri Wiyanto dan sahabat seperjuangan yang selalu kebersamai selama kurang lebih hampir 4 tahun ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik kepada Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik kepada mereka yang telah memberi bantuan baik dari segi moril maupun materiil selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini bermanfaat untuk para pembaca dan bagi penulis sendiri.

Semarang, 10 April 2025

Penulis,

Mohammad Yoga Apriyanto

NIM: 2102046022

DAFTAR ISI

JUDUL	i
NOTA PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
DEKLARASI	vii
ABSTRAK	viii
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	ix
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	4
D. Tinjauan Pustaka	5
E. Metodologi Penelitian	9
F. Sistematika Penulisan.....	13
BAB II KRITERIA VISIBILITAS HILAL.....	15
A. Landasan Hukum Kriteria Visibilitas Hilal	15
B. Perkembangan Visibilitas Hilal	27

C. Visibilitas Hilal Dalam Persepsi Astronomi dan Syar'i.....	40
D. Persepsi Fisiologi Visual dan Kontras.....	47
E. Korelasi dan Regresi	51
BAB III MODEL PARAMETER CRUMEY.....	54
A. Biografi Singkat Andrew Crumey.....	54
B. Parameter	55
C. Kompilasi	64
BAB IV VALIDASI PARAMETER CRUMEY DALAM PENENTUAN VISIBILITAS HILAL	73
A. Validasi Parameter Crumey Perspektif Astronomi dan Fisiologi Visual	73
B. Perspektif Hukum Islam (Syar'i), Menyikapi Penggunaan Kontras dijadikan Verifikasi Objek (Hilal)	80
BAB V PENUTUP	84
A. Kesimpulan	84
B. Saran & Rekomendasi.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN	
DATA DIRI	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penentuan awal bulan hijriyah merupakan aspek penting dalam kehidupan umat islam, khususnya dalam penentuan ibadah bulan Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha². Salah satu metode penentuannya adalah penentuan visibilitas atau dengan melihat visibilitas hilal. Namun, di Indonesia, penetapan ini sering memicu kontroversi akibat perbedaan kriteria antara metode rukyat (observasi visual) dan hisab (perhitungan astronomis).

Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama (Kemenag) mengadopsi kriteria Imkanur Rukyah (IR) yang mensyaratkan ketinggian hilal minimal 3° (ARCV) dan Elongasi 6,4° sesuai kriteria MABIMS. Namun, kriteria ini kerap tidak konsisten dengan realitas observasi. Misalnya, pada penetapan 1 Ramadhan 1446 H jatuh pada 1 Maret 2025, ketinggian hilal sudah memenuhi kriteria dan dilaporkan dapat terlihat di wilayah Aceh oleh 2 perukyat.

² Ahmad Izzuddin, "*Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*" (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007), hal 37.

namun, adanya laporan penolakan atas kesaksian melihat hilal. Ini diperkuat dengan pernyataan yang disampaikan oleh Bapak Himawan.

“BMKG mencatat sejak tahun 2008 hingga 2025 hilal dapat teramati minimum pada ketinggian $6,8^\circ$, yang mana ketinggian ini merupakan rekor dalam pengamatan yang dilakukan oleh BMKG” tutur bapak Himawan³.

Fenomena ini mengindikasikan adanya faktor non-geometris yang diabaikan, seperti kontras cahaya hilal-langit senja dan batasan fisiologis mata manusia. Persepsi visual manusia terhadap hilal tidak hanya bergantung pada posisi geometris bulan, tetapi juga pada ambang kontras (contrast threshold) antara cahaya hilal dan langit senja. Studi Crumey (2014)⁴ membuktikan bahwa mata manusia memerlukan kontras minimal 0.02 % - 0.05 % untuk mendeteksi objek redup dalam kondisi senja. Namun, kriteria IR belum memasukkan parameter ini, sehingga laporan rukyat rentan terhadap subjektivitas pengamat dan gangguan atmosfer. Di sisi lain, perkembangan teknologi astrofotografi

³ Kunjungan sekaligus tanya jawab dengan Bapak Himawan di BMKG Pusat, Jakarta. Hari Selasa, 4 Maret 2025 pukul 08.30 WIB.

⁴ Crumey, “Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility.” 2014.

memungkinkan deteksi hilal di bawah ambang kontras mata manusia, menimbulkan pertanyaan mendasar: apakah laporan rukyat yang mengklaim melihat hilal dengan $C < 0.02$ sah secara syar'i? Sejalan dengan prinsip rukyat bi al-'ain al-bashariyyah (observasi dengan mata telanjang) dalam fikih Islam.

Konflik penetapan hilal di Indonesia semakin kompleks dengan adanya perbedaan pendapat antarormas Islam. Muhammadiyah konsisten menggunakan hisab wujudul hilal (bulan di atas ufuk), sementara Nahdlatul Ulama (NU) bertahan pada rukyat murni. Sementara itu, Kemenag menerapkan hisab imkanur rukyah sebagai kompromi, meski kriteria IR dianggap tidak lagi relevan dengan perkembangan ilmu atmosfer dan fisiologi visual. Dampaknya, masyarakat sering menghadapi perbedaan hari raya yang berpotensi mengganggu kesatuan sosial.

Melalui pendekatan multidisiplin, penelitian ini menganalisis 62 citra hilal dari 37 lokasi observasi di Indonesia yang dilakukan oleh BMKG pada periode 2022–2025. Terdiri 59 citra hasil dan 3 citra mentah dengan metode single frame, menggunakan ekstraksi luminansi citra dengan *AstroimageJ*. Hasilnya dibandingkan dengan laporan rukyat Kemenag dan parameter IR serta Prinsip

syar'i tahaqquq al-rukyah (verifikasi pengelihatan) untuk menilai konsistensi serta mengusulkan model integratif. Temuan ini diharapkan menjadi dasar rekomendasi kebijakan yang memadukan keilmuan astronomi modern, fisiologi visual, dan prinsip syar'i, sehingga mengurangi disparitas penetapan hilal di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Adapun dari pemaparan latar belakang masalah di atas, penulis membatasi penelitian ini dengan rumusan pokok masalah berikut ini :

1. Bagaimana Hasil Validitas Parameter Crumey terhadap penentuan visibilitas hilal Perspektif Astronomi dan Fisiologi Visual?
2. Bagaimana Perspektif Syar'I dalam Menyikapi Nilai Kontras sebagai Verifikasi Objek (Hilal)?

C. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan pokok permasalahan di atas, berikut merupakan tujuan yang hendak di capai penulis dalam penelitian ini :

1. Untuk Mengevaluasi visibilitas hilal berdasarkan ambang kontras menurut Parameter Crumey.
2. Menganalisis apakah model kontras dapat disesuaikan dengan prinsip syar'i Rukyatul Hilal.

Berdasarkan penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat serta kontribusi secara teoritis dan praktis :

1. Secara teoritis, penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pengembangan metode ilmiah untuk memvalidasi visibilitas hilal.
2. Secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadialat bantu bagi pengamat hilal dan lembaga rukyat untuk mengevaluasi hasil rukyat secara kuantitatif.
3. Di samping itu, penelitian ini juga dapat memberikan wawasan bagi pembaca dalam memahami tentang bagaimana hilal dapat di akui dan dianggap sah dalam penentuan visibilitas hilal.

D. Tinjauan Pustaka

Dengan adanya telaah pustaka ini, memperkuat bahwa penelitian ini merupakan penelitian yang baru dan

berkelanjutan bukan sebagai plagiatisme semata. Penulis menemukan beberapa penelitian yang terkait dengan pembahasan penelitian ini, antara lain:

Tesis yang ditulis oleh Siti Lailatul Mukarromah dengan judul “Implementasi Data Image Processing BMKG untuk Kriteria Visibilitas Hilal”⁵ membahas penerapan teknologi pemrosesan citra oleh BMKG dalam menentukan kriteria visibilitas hilal. Penelitian ini mengandalkan tujuh variabel utama, yaitu Umur Hilal (Age), Waktu Lag Hilal (Lag), Ketinggian Hilal (Altitude), Elongasi (ARCL), Beda Azimuth (DAZ), Beta Tinggi (ARCV), dan Lebar Hilal (W). Ketujuh variabel ini dianalisis untuk membangun kriteria visibilitas hilal melalui hubungan antara dua variabel yang dirumuskan dalam enam persamaan matematis.

Skripsi M. Khoeruddin Bukhori⁶ ” Pemikiran Thomas Djamaluddin tentang Kriteria Visibilitas Hilal Terbaru Perspektif Fiqh Astronomi” yang mengkaji pemikiran Thomas Djamaluddin tentang kriteria visibilitas hilal terbaru ditinjau dari dua aspek yaitu Fikih dan Astronomi. Menurut

⁵ Siti Lailatul Mukarromah., *“Implementasi Data Image Processing BMKG untuk Kriteria visibilitas hilal,”Tesis, 2019.*

⁶ M. Khoeruddin Bukhori, *Pemikiran Thomas Djamaluddin tentang Kriteria Visibilitas Hilal Terbaru Perspektif Fiqh Astronomi (Skripsi uin walisongo semarang, 2021)*

teori Fikih dalam kitab Mizanul I'tidal menjelaskan bahwa pemikiran Thomas Djamaluddin tentang kriteria visibilitas hilal terbaru tidak bertentangan dengan Fikih, alasannya dalam kitab tersebut dijelaskan bahwa minimal ketinggian bulan adalah 5 derajat.

Skripsi Muhammad Subhan⁷ “Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Visibilitas Hilal dalam Penentuan Tempat Rukyatul Hilal (studi kasus di POB Hutan Mangrove Kaliwlingi, Brebes)” Penelitian ini mengungkap bahwa pengaruh intensitas Cahaya terhadap keberhasilan rukyatul hilal yang mempengaruhi lokasi atau tempat tersebut dapat di jadikan sebagai lokasi pengamatan yang berpotensi untuk kenampakan hilal.

Jurnal Pendidikan fisika Indonesia Oleh J.A. Utaama & S. Siregar⁸ dengan judul “Criteria Of Hilal Visibilitas In Indonesia By Using Kastner Model” yang terfokus pada Kecanggihan teknologi ikut meramaikan aktifitas rukyatul hilal di setiap moment menyambut datangnya bulan-bulan

⁷ Muhammad Subhan, “*Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Visibilitas Hilal dalam Penentuan Tempat Rukyatul Hilal (studi kasus di POB Hutan Mangrove Kaliwlingi, Brebes)*” Skripsi, tahun 2021.

⁸ J.A. Utama, S. Siregar, *Criteria Of Hilal Visibilitas In Indonesia By Using Kastner Model (Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 9 (2013) 197-205)*.

suci umat Islam. Mulai dari yang paling sederhana hingga yang paling canggih, dengan rekayasa optik maupun komputer. Termasuk penggunaan teleskop yang dilengkapi detektor CCD imaging dan prosedur pengolahan citra yang sangat membantu dalam pengamatan hilal. Seiring berkembangnya teknologi perlu adanya kajian fiqih untuk mendefinisikan kembali saksi rukyat dimana sering dianggap saksi rukyat adalah yang melihat hilal dengan mata telanjang.

Artikel, KRITERIA VISIBILITAS HILAL RUKYATUL HILAL INDONESIA (RHI) (KONSEP, KRITERIA, DAN IMPLEMENTASI) Mutoha Arkanuddin & Muh. Ma'rufin Sudibyo⁹ yang memiliki kesaam konsep untuk mengusulkan visibilitas baru. Artikel ini membahas tentang Kriteria Visibilitas Hilal RHI (Rumah Hilal Indonesia) mendefinisikan hilal sebagai bulan pasca-konjungsi dengan Lag antara 24-40 menit setelah terbenamnya matahari. Bulan dengan Lag kurang dari 24 menit disebut sebagai Bulan Gelap, bukan hilal. Kriteria ini menggunakan persamaan beda altitude (aD) dan beda azimuth (DAZ),

⁹ Mutoha, Arkanudin dkk, *Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) "Konsep, Kriteria dan Implementasi"*, Jurnal Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF-RHI).

dengan altitude minimum 5° pada azimuth $7,5^\circ$ dan maksimum $10,4^\circ$ pada azimuth 0° . Lag minimum idealnya adalah 19 menit, sedangkan Lag faktual minimum sebesar 23 menit dengan altitude $5,8^\circ$.

Kriteria ini dinamis, berkembang sesuai data rukyat terbaru, serta mendukung penggunaan alat optik dan pencitraan digital, namun menolak rukyat sebelum matahari terbenam. Dengan elongasi minimum $7,23^\circ$, Kriteria RHI memperbaiki batas Danjon dan tidak mendukung kriteria MABIMS yang dianggap kurang akurat. Observasi hilal di Indonesia menunjukkan hasil valid di 9 dari 111 lokasi pengamatan.

E. Metodologi Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan *library research* (penelitian kepustakaan) dengan jenis penelitian kualitatif deskriptif. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisis data statistik dan numerik untuk menjawab rumusan masalah penelitian terkait penentuan visibilitas hilal dengan pendekatan multidisiplin. Analisis statistik digunakan untuk menganalisis data numerik, seperti hasil luminansi hilal

(Lobj), latar belakang langit (Lsky)¹⁰, Kontras dan variable data hilal. Dengan bertujuan untuk memvalidasi model visibilitas hilal menggunakan Parameter kontras Crumey melalui perhitungan dan visualisasi statistik.

2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari dua kategori utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer akan diperoleh dari citra hasil tahun 2022 – 2025 BMKG dengan format FITS, Nilai luminansi hilal serta latar belakang di ekstrak dari citra sebelumnya. Data ini mencakup citra hilal dengan metode single fram yang berhasil tampak atau terlihat selama periode pengamatan dan citra mentah yang dilakukan oleh BMKG ditahun 2022-2025. Metadata pendukung lainnya mencakup waktu, lokasi serta variable data hilal seperti Alt (ketinggian), ARCL (Elongasi), Lag, W, Age, dan Daz. didapat dari perhitungan manual, merujuk pada perhitungan awal bulan pada kitab durul aniq.

Sementara itu, data sekunder yang digunakan akan mencakup Buku, ebook, jurnal, artikel, dan sumber lain yang

¹⁰ Crumey, “Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility.”

relevan dengan penelitian ini menjadi acuan dalam membangun landasan teori. Literatur ini mencakup pembahasan mengenai Image processing dalam astronomi, Teori visibilitas hilal, Parameter Crumey dan aplikasinya. Data sekunder ini juga membantu membandingkan hasil penelitian sebelumnya dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

3. Metode Pengumpulan

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi beberapa langkah, yaitu wawancara, analisis dokumentasi, ekstrak dan pengolahan data statistik. Pertama, peneliti melakukan studi di BMKG pusat untuk pengambilan data sekaligus wawancara tentang proses pengambilan data citra hilal yang dilakukan oleh BMKG selama kurun waktu 2008 – 2025. Setelah studi literatur, penulis melakukan analisis data dari data yang diperoleh atau analisis data dokumentasi.

Setelah memverifikasi data yang diperoleh penulis kemudian melakukan pengambilan metadata terhadap setiap citra yang diambil atau diperoleh, termasuk informasi mengenai waktu, lokasi, data hilal dan ekstrak nilai luminasi. Data ini penting untuk memberikan konteks pada analisis citra yang dihasilkan.

4. Analisis Data

Dalam proses analisis penulis membatasinya pada validitasnya saja, menelaan mengenai studi crumey yang tidak menyantumkan visualisasi hasil pemodelan sehingga membutuhkan kajian lebih mendalam untuk dapat mengusulkan integrasi pada proses observasi hilal. Ekstraksi dari citra hilal untuk mendapatkan nilai luminansi yang dihasilkan menggunakan AstroimageJ, kemudian penulis melakukan perhitungan statistik regresi linear untuk memunculkan nilai kontras dari data nilai luminansi untuk menjadi analisa validasi awal. Membandingkan nilai kontras dengan ambang batas kontras yang dihasilkan dari hasil pemodelan oleh crumey,

Dengan perbandingan ini, akan memberikan gambaran di nilai kontras berapa hilal dapat teramati dan di nilai kontras berapa hilal sulit teramati. Crumey membatasi pada 0.02-0.05 % kontras antara hilal dengan latar belakang. Dalam proses pemvalidasian, penulis menggunakan 2 metode yaitu dengan melakukan perbandingan terhadap nilai kontras dengan ambang batas dan analisis statistika melalui regresi linear antara nilai kontras dengan variable data hilal. terakhir adalah analisis fatwa dan pandangan

ulama terhadap nilai kontras yang dijadikan sebagai verifikasi objek (Hilal)

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini akan disusun menjadi lima bab yang terdiri dari beberapa sub bab untuk memudahkan dalam memahami hasil penelitian ini, yaitu;

BAB I adalah pendahuluan, penulis akan menjelaskan tentang latarbelakang penelitian ini diangkat, tentang batasan penelitian yang dimuat dalam rumusan masalah. Penulis mencantumkan tujuan, manfaat serta kajian terdahulu untuk memberikan gambaran tentang arah penelitian ini serta memvalidasi bahwa penelitian yang penulis sajikan adalah penelitian baru bukan hasil dari plagiasi, arah penelitian ini dirangkum dalam kerangka teori dan metodologi penelitian dan nantinya akan di paparkan pada sistematika penulisan di bab 1.

BAB II merupakan kajian umum, yang akan menyajikan tentang visibilitas hilal secara umum dan Multidisiplin Astronomi, Fisiologi Visual dan Hukum Islam (Syar'i).

BAB III adalah kajian teori, tentang metodologi yang digunakan. dalam penelitian ini penulis memfokuskan pada

pengenalan parameter crumey, tentang definisi, kelemahan dan kelebihan, serta pemaparan data pendukung penelitian ini.

BAB IV adalah pemaparan hasil dan pembahasan tentang jawaban rumusan masalah, yang fokus pembahasannya dibagi menjadi dua bagian yang meliputi: (1) Bagaimana Validitas Parameter Crumey terhadap penentuan visibilitas hilal Perspektif Astronomi, Fisiologi Visual dan Syar'i?. (2) Bagaimana Kriteria Visibilitas Hilal Berbasis Kontras dapat di selaraskan dengan Prinsip rukyatul hilal dalam fikih islam?.

BAB V adalah penutup, yang memaparkan secara singkat kesimpulan dari penelitian ini, serta saran dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KRITERIA VISIBILITAS HILAL

A. Landasan Hukum Kriteria Visibilitas Hilal

Visibilitas hilal merujuk pada kemampuan untuk melihat atau mengamati hilal setelah terjadinya konjungsi antara bulan dan matahari¹¹. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, termasuk ilmu falak, fenomena alam yang terkait dengan waktu ibadah dapat diprediksikan waktu kejadiannya. Bahkan makin hari, tingkat akurasi prediksi ilmu falak makin tinggi. Dalam sejarah, hilal telah menjadi obyek pengamatan sejak zaman Babilonia Baru antara tahun 626 SM - 75 M¹² untuk keperluan penanggalan mereka.

Pembahasan mengenai Kriteria Visibilitas Hilal ini berawal dari permasalahan penentuan awal bulan kamariah. Kriteria visibilitas ini sudah menjadi bagian dari permasalahan penentuan awal bulan. Pada era inilah visibilitas mulai di perkenalkan. Dalam penerapannya,

¹¹ Mohammad ilyas, *A modern Guide to astronomical Calculations of Islamic Calender, Times & Qibla* (Kuala Lumpur:Berita Publishing, 1984), h 45.

¹² Mutoha, Arkanudin dkk, *Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) "Konsep, Kriteria dan Implementasi"*, Jurnal Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF-RHI), Hal. 34.

terdapat dua metode yang digunakan dalam pengkadarannya. Metode tersebut adalah metode hisab, yaitu lebih memahami hadis secara kontekstual sehingga melahirkan metode yang memanfaatkan perkembangan ilmu dan teknologi, yaitu ilmu perhitungan benda-benda langit (Astronomi), dan metode rukyat yang mempraktekkan hadis secara zahir sesuai praktek pada masa Nabi Muhammad SAW. Sampai dengan saat ini banyak penelitian para pakar ilmu falak atau astronomi yang telah mengenalkan, mengusulkan kriteria visibilitasnya untuk di jadikan acuan dalam rukyatul hilal dengan mempertimbangkan visibilitas hilal yang dipengaruhi oleh posisi relatif bulan, matahari, dan bumi. Ketika bulan terbenam setelah matahari, ada kemungkinan hilal dapat terlihat, tergantung pada beberapa faktor astronomi.¹³

Rukyatul hilal memiliki dasar hukum yang kuat dalam Al-Qur'an dan hadis, di antaranya:

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْإِهْلَةِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ
وَالْحَجِّ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ

¹³ Arkanudin, M., & Sudibyo, M. (2010). "Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI)". Jurnal Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia.

ظُهُورَهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنْ اتَّقَىٰ وَآتَىٰ الْبُيُوتَ
مِنْ أَبْوَابِهَا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ﴿١٨٩﴾

" Mereka bertanya kepadamu (Nabi Muhammad) tentang bulan sabit. Katakanlah, "Itu adalah (penunjuk) waktu bagi manusia dan (ibadah) haji." Bukanlah suatu kebajikan memasuki rumah dari belakangnya, tetapi kebajikan itu adalah (kebajikan) orang yang bertakwa. Masukilah rumah-rumah dari pintu-pintunya, dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung." (Q.S. 2 [Al-Baqarah] : 189)¹⁴

Ayat ini diturunkan ketika para sahabat bertanya tentang fenomena bulan sabit, yang terlihat kecil pada awalnya, kemudian membesar dari malam ke malam hingga mencapai fase purnama, sebelum akhirnya mengecil kembali hingga menghilang dari pandangan. Pertanyaan ini mencerminkan rasa ingin tahu mereka tentang siklus bulan dan makna di balik perubahan bentuknya.

Sebagai jawaban atas pertanyaan tersebut, Allah menurunkan ayat yang memerintahkan Rasul-Nya untuk menjelaskan bahwa bulan sabit memiliki fungsi sebagai tanda-tanda waktu bagi umat manusia. Proses perubahan bentuk bulan, dari kecil menjadi besar, kemudian kembali

¹⁴ Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Jakarta: Departemen Agama RI, 1990), 190.

mengecil, bukanlah sekadar fenomena alam, tetapi juga memiliki tujuan yang lebih dalam. Hal ini dimaksudkan agar manusia dapat mengetahui waktu-waktu tertentu, seperti penentuan awal bulan dalam kalender hijriyah, serta untuk mengatur berbagai aktivitas kehidupan sehari-hari, termasuk ibadah dan perayaan. Dengan demikian, siklus bulan menjadi pengingat bagi umat manusia akan keteraturan dan keagungan ciptaan Allah, dengan tanda-tanda itu waktu untuk berbagai aktivitas mereka”¹⁵

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ، حَدَّثَنَا مَالِكٌ،
عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ دِينَارٍ، عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ
اللَّهُ عَنْهُمَا - أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ
" الشَّهْرُ تِسْعٌ وَعِشْرُونَ لَيْلَةً، فَلَا تَصُومُوا
حَتَّى تَرَوْهُ، فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا الْعِدَّةَ ثَلَاثِينَ"
(رواه البخارى).

” Apabila bulan telah masuk kedua puluh sembilan malam (dari bulan Sya’ban, pen). Maka janganlah kalian berpuasa hingga melihat hilal. Dan apabila mendung, sempurnakanlah bulan Sya’ban menjadi tiga puluh hari.”. (HR. Bukhari).”¹⁶

¹⁵ Abu Bakar Jabir Al-Jazairi, “*Aisar Al-Taḥāsīr Li Kalāmi Al-‘alī Al-Kabīr*,” (Jeddah: Di’āyati wa al-i’lān, jilid 1, cet. III, 1990), 170.

¹⁶ Muhammad ibn Isma’il al-Bukhari, *Shohih Bukhari* 1907, Juz III, Beirut: Dar al-Fikr, 1994, h. 63.

Mengingat pentingnya Rukyatul Hilal dalam Penentuan Awal Bulan Penerapan rukyatul hilal memiliki peran yang sangat signifikan dalam penentuan awal bulan dalam kalender Hijriyah. Penentuan ini tidak hanya berpengaruh pada ibadah puasa dan hari raya, tetapi juga pada berbagai aspek kehidupan sosial dan budaya umat Islam. Tujuan utama rukyatul hilal sendiri adalah untuk menentukan awal bulan Hijriah, terutama untuk bulan-bulan penting seperti Ramadhan (awal dan akhir untuk puasa), Syawal (awal Idul Fitri), Dzulhijjah (penetapan Hari Raya Idul Adha dan Wukuf di Arafah) dan bulan-bulan lain sebagai acuan penanggalan.

Rukyatul hilal atau pengamatan hilal, merupakan metode tradisional yang telah diwariskan dari generasi ke generasi di kalangan umat Islam dalam menentukan awal bulan, khususnya pada bulan Ramadan dan Syawal. Praktik ini bukan sekadar kegiatan astronomi, tetapi juga merupakan manifestasi dari hubungan spiritual antara manusia dan pencipta-Nya. Sejak zaman Nabi Muhammad SAW, Rukyatul Hilal telah menjadi simbol penting dalam menjalankan ajaran agama, di mana pengamatan hilal menjadi jembatan untuk menjaga ritme kehidupan masyarakat Muslim sesuai dengan ketentuan Allah.

Di masa Nabi, pengamatan hilal dilakukan dengan cara yang sangat sederhana, Para sahabat yang memiliki keahlian dalam pengamatan bulan melakukannya dengan mata telanjang. Hal ini menggambarkan kepercayaan yang mendalam terhadap petunjuk ilahi serta komitmen untuk menjalankan syariat. Salah satu sahabat yang terkenal dalam hal ini adalah Ibn Abbas, yang sering diutus untuk melakukan pengamatan di lokasi yang berbeda. Pengalaman ini menggambarkan semangat kolektivitas di kalangan sahabat, di mana setiap individu memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa informasi yang akurat bisa sampai kepada umat.

Menyikapi hal ini ulama berbeda pendapat terkait legalitas penggunaan ilmu falak dalam penentuan awal bulan hijriyah. Sebagai contoh Perbedaan yang bertolak dari perbedaan dalam memahami hadis “فَإِنْ غَمَ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا”¹⁷ ﷺ.

«وَاخْتَلَفَ الْعُلَمَاءُ فِي مَعْنَى قَوْلِهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ " فَإِنْ غَمَ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ " فَقَالَ أَحْمَدُ بْنُ حَنْبَلٍ وَطَائِفَةٌ قَلِيلَةٌ مَعْنَاهُ ضَيِّقُوا لَهُ وَقَدِّرُوهُ تَحْتَ

¹⁷ Imam Abi Zakariyya Muhyiddin bin syarif An-Nawawi
“*Kitab Majmu’ Syarah Muhandab li-syarazi*”, (maktabah al-irsyad, jilid
6) no h 270.

السَّحَابِ وَأَوْجَبَ هَؤُلَاءِ صِيَامَ لَيْلَةِ الْغَيْمِ وَقَالَ
مُطَرِّفُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ وَأَبُو الْعَبَّاسِ ابْنُ سُرَيْجٍ وَابْنُ
قُتَيْبَةَ وَآخَرُونَ مَعْنَاهُ قَدَّرُوهُ بِحِسَابِ الْمَنَازِلِ وَقَالَ
مَالِكٌ وَأَبُو حَنِيفَةَ وَالشَّافِعِيُّ وَجُمْهُورُ السَّلَفِ
وَالْخَلَفِ: مَعْنَاهُ قَدَّرُوا لَهُ تَمَامَ الْعَدَدِ ثَلَاثِينَ يَوْمًا»

“Ulama’ berbeda pendapat dalam memaknai hadist Rasullah Saw “Jika kalian terhalang (dari melihatnya) maka kadarkanlah”. Ahmad bin Hambal dan sebagian ulama mengatakan: makna faqduruu lahu adalah persempitlah bulan itu dan perkirakanlah bila berada di bawah awan. Menurut Mutharrif bin Abdillah (tabi’in) dan Ibnu Qutaibah (ahli Hadits) berpendapat bahwa lafadz faqduruu lahu berarti hisab. Penganut malikyah, hanafiyah, syafi’iyah dan jumhur ulama’ memaknai fakduru lahu menyempurnakan kadarnya 30 hari”

Mutharrif bin Abdullah, seorang tokoh dari generasi Tabi’in, bersama dengan Ibnu Suraij dan Ibnu Qutaibah, berpendapat bahwa makna hadis tersebut menunjukkan bahwa jika hilal tidak terlihat pada malam ketiga puluh karena cuaca mendung, maka penetapan awal bulan harus dilakukan berdasarkan perhitungan ilmiah (hisab). Sementara itu, mayoritas ulama sepakat bahwa dalam kondisi mendung, awal bulan sebaiknya ditetapkan dengan menggenapkan bulan sebelumnya menjadi tiga puluh hari. Pendapat ini mencerminkan upaya untuk menjaga ketepatan dalam penentuan waktu bulan, terutama dalam konteks

ibadah dan perayaan yang bergantung pada penanggalan hijriyah.¹⁸

Melihat dari perbedaan pandangan dalam memahami maksud hadist nabi muhammad saw, tidak sedikit ulama yang beda sehingga dapat ditarik benang merah, islam dri sejak zaman nabi sudah ada yang namanya ikhtilaf sehingga khazanah keilmuan yang luas dan berbagai sumber yang berbeda-beda dalam memahami suatu perkara akan memunculkan wawasan yang beragam pula dan menjadi hal yang wajar.

Dalam tradisi rukyatul hilal di Indonesia, kita mengenal dua konsep penting, wujûd al-hilâl (hisab) dan visibilitas hilal (imkân al-rukyah). Wujûd al-hilâl berfungsi sebagai jembatan antara teori ijtimâ‘ (yang melihat posisi bulan sebelum terbenam) dan teori visibilitas hilal. Sedangkan imkanur rukyah menggabungkan pendekatan perhitungan (hisab) dan pengamatan langsung (rukyat). Dengan demikian, dalam pendekatan wujûd al-hilâl, penentuan awal bulan baru dalam kalender Islam tidak hanya didasarkan pada momen konjungsi bulan dan matahari, tetapi juga mempertimbangkan posisi hilal saat matahari terbenam. Ini

¹⁸ KH Abdullah Kafabihi Mahrus et al., “*Draft Jawaban Komisi BM Waqiiyah*,” 2021. h 33.

menunjukkan bahwa kita menggabungkan ilmu pengetahuan dan pengamatan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.¹⁹

Di Indonesia, Rukyatul Hilal memiliki makna yang lebih dalam dengan beragam budaya dan tradisi yang ada di masyarakat. Sebagai negara dengan populasi Muslim termasuk terbesar di dunia, pengamatan hilal di Indonesia tidak hanya melibatkan para ilmuwan, tetapi juga masyarakat umum. Setiap tahun, menjelang bulan Ramadan dan Syawal, berbagai organisasi Islam seperti Muhammadiyah dan Nahdlatul Ulama²⁰ mengadakan pengamatan hilal secara serentak di berbagai daerah. Kegiatan ini melibatkan partisipasi semua kalangan, dari anak-anak hingga orang dewasa, yang berkumpul untuk menyaksikan fenomena alam yang memiliki signifikansi spiritual ini. Keterlibatan masyarakat dalam pengamatan hilal mencerminkan semangat kebersamaan dan kolektivitas yang sangat penting dalam budaya Islam di Indonesia.

¹⁹ Susikan Azhari, *PENYATUAN KALENDER ISLAM: MENDIALOGKAN WUJŪD AL-HILĀL DAN VISIBILITAS HILAL*, jurnal Ahkam, [Vol 13, No 2 \(2013\)](#)

²⁰ Drs, Baidhowi.HB,S.H, *“hisab dan ru’yatul hilal saat kini dan saat yang akan datang dalam menetapkan 1 (satu) Syawal sebuah problema yang tak kunjung selesai di indonesia”* Artikel, 2011 [Hisab dan Rukyatul Hilal Oleh Drs, Baidhowi.HB,S.H | \(31/10\)](#) diakses pada 23 maret 2025.

Namun, pelaksanaan Rukyatul Hilal di Indonesia menghadapi tantangan yang cukup kompleks. Keberagaman geografis, seperti pegunungan dan pulau-pulau terpencil, sering kali menjadi hambatan dalam melakukan pengamatan. Misalnya, pada tahun tertentu, pengamatan hilal terhalang oleh awan tebal atau cuaca buruk, yang mengakibatkan perbedaan pendapat di antara berbagai organisasi tentang kapan awal bulan seharusnya dimulai. Hal ini menunjukkan perlunya komunikasi yang baik dan koordinasi yang efektif antar organisasi untuk menghindari kebingungan di kalangan umat.²¹ Sebagaimana sabda Nabi Muhammad SAW,

عَنْ عُمَرَ بْنِ الْخَطَّابِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: «إِنَّمَا الْأَعْمَالُ بِالنِّيَّاتِ وَإِنَّمَا لِكُلِّ امْرِئٍ مَا نَوَى فَمَنْ كَانَتْ هِجْرَتُهُ إِلَى اللَّهِ وَرَسُولِهِ فَهَجْرَتُهُ إِلَى اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَمَنْ كَانَتْ هِجْرَتُهُ إِلَى دُنْيَا يُصِيبُهَا أَوْ امْرَأَةٍ يَتَرَوُّهَا فَهَجْرَتُهُ إِلَى مَا هَاجَرَ إِلَيْهِ

“Amal perbuatan harus dinilai berdasarkan niatnya, dan seseorang akan mendapatkan

²¹ Ibid, pembahasan

balasan sesuai dengan apa yang ia niatkan. Jika seseorang berhijrah (emigrasi) dengan tujuan untuk mendekatkan diri kepada Allah dan Rasul-Nya, maka hijrahnya adalah untuk Allah dan Rasul-Nya. Namun, jika hijrahnya ditujukan untuk mencapai tujuan duniawi tertentu, seperti mencari keuntungan atau menikahi seorang wanita, maka hijrahnya akan dianggap sesuai dengan tujuan yang ia inginkan.” (HR. Bukhari dan Muslim).²²

Dalam konteks ini, niat yang tulus dan kerja sama antar komunitas menjadi kunci dalam menentukan waktu yang tepat untuk merayakan hari-hari besar. Selain tantangan geografis, perbedaan pendapat di kalangan umat Islam juga menjadi isu yang tidak bisa diabaikan. Beberapa kelompok mengikuti metode pengamatan secara murni, sementara yang lain lebih mengandalkan perhitungan astronomi. Ini menciptakan kebingungan di kalangan masyarakat, terutama ketika ada dua hari raya yang dirayakan pada tanggal yang berbeda²³. Misalnya, pada tahun tertentu, umat Islam di

²² Muhammad ibn Isma'il al-Bukhari, *Shohih Bukhari* 1907, Juz III, Beirut: Dar al-Fikr, 1994, h. 1.

²³ *Ibid.*

beberapa daerah merayakan Idul Fitri satu hari lebih awal dibandingkan dengan daerah lain, yang menimbulkan pertanyaan di kalangan masyarakat mengenai keabsahan pengamatan yang dilakukan. Oleh karena itu, penting bagi komunitas Muslim untuk meningkatkan pemahaman tentang prinsip-prinsip pengamatan hilal dan cara melakukannya dengan benar.

Di tengah tantangan tersebut, komunitas Muslim di seluruh dunia harus berkomitmen untuk menjaga semangat dan tujuan dari praktik Rukyatul Hilal. Di satu sisi, mempertahankan metode tradisional dan nilai-nilai spiritual yang terkandung di dalamnya sangatlah penting. Di sisi lain, terbuka untuk mengadopsi teknologi dan ilmu pengetahuan modern yang dapat memperkaya pengalaman pengamatan hilal. Sebagai contoh, kerjasama antara astronom Muslim dan lembaga ilmiah dapat menghasilkan metode pengamatan yang lebih akurat dan terpercaya, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya perbedaan pendapat di antara umat.

B. Perkembangan Visibilitas Hilal

Pengamatan terhadap benda-benda langit, khususnya bulan sabit, telah dilakukan oleh para astronom sejak zaman dahulu sebagai bagian dari kajian mengenai kriteria visibilitas hilal. Sejarah mencatat bahwa penanggalan berdasarkan bulan telah dimulai sejak lama, di mana pengamatan bulan dilakukan untuk menentukan sistem kalender yang berbasis lunar. Setelah peradaban Babilonia, pengamatan ini juga diikuti oleh berbagai peradaban lainnya, seperti Cina, India (Hindu), Yahudi, dan Islam, serta beberapa sekte Kristen. Upaya ini menunjukkan pentingnya pemahaman tentang siklus bulan dalam kehidupan masyarakat, baik untuk keperluan pertanian, ibadah, maupun penentuan waktu dalam berbagai aspek kehidupan..

1. Awal Pengamatan Visual

Pada masa pra islam, pengamatan hilal masih dilakukan dengan metode sederhana. Yaitu pengamatan visual langsung tanpa alat bantu (mata telanjang) Sejarah mencatat bahwa penanggalan Bulan sudah dimulai sejak dulu, yaitu

pada masa Babilonia²⁴. Kalender berbasisi bulan digunakan oleh berbagai peradaban, termasuk arab pra-islam, sebagai pedoman mereka untuk aktivitas sehari-hari serta hari-hari penting seperti peribadatan dan perdagangan.

Bangsa Babilonia mengembangkan teori matematika untuk menghitung berbagai parameter yang berkaitan dengan visibilitas bulan sabit. Kriteria yang mereka tetapkan mencakup dua aspek dalam visibilitas hilal, yaitu: a. Umur bulan harus lebih dari 24 jam, b. Lag Time = 48 menit. Kriteria ini sangat sederhana; pada awalnya, 48 menit merujuk pada nilai $as \geq 12$ ²⁵. Dengan lokasi Babilonia yang terletak di Lembah Mesopotamia (lintang $23^{\circ} 37' \text{ LU}$), hal ini dapat diartikan sebagai Lag ≥ 48 menit.

Selain bangsa Babilonia, bangsa India kuno juga mengembangkan rumusan yang serupa dengan kriteria Babilonia, meskipun mereka menemukannya secara mandiri antara tahun 500 hingga 700 M. Meskipun menggunakan sistem penanggalan yang berbeda, kriteria India yang berbasis pada kalender luni-solar juga menetapkan satu nilai

²⁴ Mutoha Arkanuddin dan Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Kriteria*, h. 34

²⁵ as adalah sudut jarak antara dua benda langit dalam equator, atau dapat pula diartikan sebagai beda *ascensio recta*. Mohammad Ilyas, *Sistem Kalender Islam*, Selangor, (Dewan Bahasa dan Pustaka, 199) h. 81

untuk menentukan awal bulan berdasarkan fase bulan. Mereka menggunakan perbedaan nilai antara bulan dan matahari di ekuator, yang ditetapkan sebesar 12.

Informasi ini dapat ditemukan dalam teks kuno seperti Surya Sidhanta (600 M) dan Khandakhadyaka (650 M).²⁶ Nilai tersebut diperoleh dari pergerakan bulan terhadap matahari secara sederhana, yang dalam istilah mereka dikenal sebagai Tithi. Dalam satu bulan, terdapat 30 Tithi, sehingga perjalanan bulan terhadap matahari akan mencapai total 360 derajat dalam satu bulan. Pada saat ijtimak (amavasya), jarak antara bulan dan matahari di ekuator adalah 0 derajat, yang berarti bulan dan matahari berada dalam satu garis lurus. Oleh karena itu, bulan sabit pertama dapat diamati setelah bulan mencapai 1 Tithi, menandakan awal siklus baru dalam penanggalan bulan. Proses ini menjadi penting dalam penentuan waktu dan kalender, serta dalam praktik keagamaan yang bergantung pada penanggalan lunar.²⁷

²⁶ D. King, "Some Early Islamic Tables for Determining Lunar Crescent Visibility", *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1987. h.185-225 dikutip oleh Louay J. Fatoohi, *The Babylonian*, h. 60.

²⁷ Sudha Bhujle dan M.N. Vahia, "Calculation of Thithis, An Extension of Surya Sidhanta Formulation", *Annalas of Bhandarkar Oriental Research Institute*, 2006. h. 2 lihat pula Chia Daphne, "Indian Calendars : Comparing The Surya Siddhanta and The Astronomical

Sebelumnya, peradaban India juga telah menerapkan variabel lebar sabit (W) dalam menentukan kondisi visibilitas hilal, yang dapat ditemukan dalam Panch Sidhantika (500 M). Meskipun perhitungan dalam sistem tersebut belum sepenuhnya akurat, akhirnya sistem yang lebih baik muncul dalam Surya Sidhanta.²⁸ Kriteria-kriteria yang dikembangkan oleh kedua peradaban ini merupakan penemuan penting yang mempengaruhi pemikiran dan pengembangan kriteria visibilitas hilal di masa mendatang, terutama yang disusun oleh para astronom Muslim.

2. Era Ilmu Astronomi Islam

Kriteria yang digunakan oleh peradaban Babilonia dan India masih relevan hingga saat ini. Para astronom saat ini menggunakan nilai $as \geq 12$ untuk menentukan visibilitas hilal yang tipis, sementara untuk hilal yang lebih lebar, mereka menambahkan nilai $as \geq 10$. Salah satu ahli astronomi yang menerapkan kriteria ini adalah Habash. Pendekatan ini menunjukkan bahwa meskipun telah berlalu berabad-abad, prinsip-prinsip dasar yang dikembangkan oleh para

Ephemeris". Departemen of Mathematics National University of Singapore. 2000. h.12

²⁸ Mohammad Ilyas, *Lunar Crescent Visibility Criterion and Islamic Calendar*. NASA Astrophysics Data System, Vol.35. h. 433.

astronom terdahulu masih berpengaruh dalam penentuan visibilitas hilal di zaman modern,²⁹ al-Khawarizmi (w.830 M)³⁰, al-Battani (850-929 M)³¹.

pada masa selanjutnya Al-Biruni³² mengembangkan sebuah teori yang menjadi cikal bakal teori dan metode untuk meningkatkan akurasi prediksi visibilitas hilal. Mereka memanfaatkan alat astronomi seperti *astrolabe*, *quadrant*, dan tabel astronomi untuk menentukan posisi hilal. Al-Battani (858–929 M) dikenal sebagai "*Ptolemy Islam*," adalah seorang ilmuwan Muslim yang sangat berpengaruh dalam bidang astronomi. Salah satu karya paling terkenal dari Al-Battani adalah *Kitab al-Zij* (Buku

²⁹ *Habash al-Hasib al-Mawarzi* adalah seorang ahli astronomi yang hidup pada masa pemerintahan khalifah al-Ma'mun dan al-Mu'tashim. Ia lahir di Persia dan wafat sekitar tahun 874. Habash dikenal sebagai penemu rasio trigonometri. Sumber: *Islamic Science: Habash al-Hasib*, diakses pada 23 Maret 2025, pukul 16:46 WIB.

³⁰ *Abu Ja'far Muhammad Ibn Musa al-Khawarizmi* adalah seorang astronom dan matematikawan yang juga hidup pada masa pemerintahan khalifah al-Ma'mun. Ia dikenal sebagai penemu aljabar. Sumber: Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), h. 24.

³¹ *Ibnu Jabr al-Battani*, dikenal dengan al-batenius di dunia barat. Ia membuktikan kemungkinan terjadinya gerhana Matahari cincin, ia juga menetapkan kemiringan perjalanan Matahari, panjangnya tahun Sideris dan tahun tropis, musim-musim, garis lintasan Matahari semu dan sebenarnya, Bulan mati dan fungsi sinus. *Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak*. h. 99.

³² Saliba, George (1994). *A History of Arabic Astronomy: Planetary Theories During the Golden Age of Islam*.

Tabel Astronomi), yang memuat berbagai tabel astronomi yang sangat akurat pada zamannya hingga sekarang masih tetap digunakan karena telah di adopsi dalam kitab-kitab klasik seperti Kitab *Khulashoh al-Wafiyah* karya Kiai Zubair. Tabel-tabel ini digunakan untuk menghitung posisi benda langit, termasuk matahari, bulan, dan planet, serta membantu perhitungan fenomena seperti visibilitas hilal.

Al-Biruni (973–1048 M) Seorang ilmuwan muslim yang terkemuka dari abad ke-11, mengembangkan sebuah metode atau algoritma untuk menentukan *ARCV* dan *DAz* bulan-matahari dalam visibilitas hilal. Pada masa selanjutnya, seiring dengan kemunduran politik kekaisaran Islam secara bertahap, kriteria Babilonia mulai tidak digunakan secara luas oleh umat Islam dan akhirnya dilupakan. Tidak ada perkembangan signifikan dalam bidang ini hingga pertengahan abad ke-19 M.

3. Pengembangan Model Visibilitas di Era Modern

Pada abad ke-20, teleskop telah diperkenalkan berbagai model matematis dikembangkan untuk memperkirakan

visibilitas hilal berdasarkan kriteria ilmiah.³³ Seperti Danjon (1932)³⁴, mengusulkan bahwa hilal atau bulan baru hanya dapat terlihat jika elongasi bulan-matahari minimal 7 derajat diperoleh pada periode 1932-1936 yang meneliti visibilitas Bulan sabit dengan menggunakan 75 data pengukuran untuk memahami pengaruh ARCL terhadap panjang sabit.³⁵ Dengan kriteria $ARCL < 7$ nilai panjang sabit tidak terbentuk atau nol, dan nilai $ARCL \geq 7$ maka menjadi batas visibilitas Danjon.

Pada tahun 1977, Bruin memperkenalkan kriteria fisik visibilitas yang didasarkan pada teori-teori dari masa peradaban Islam. Bruin juga mempertimbangkan beberapa variabel baru, seperti kecerahan langit senja, kontras yang dapat dilihat, intensitas cahaya hilal, dan lain-lain. Sistem ini dianggap cukup akurat dan memungkinkan seseorang untuk menentukan durasi visibilitas hilal di lokasi-lokasi tertentu.³⁶

³³ David A. King, *Astronomy in the Service of Islam* (Aldershot: Variorum, 1993), h. 112.

³⁴ Andre Louis Danjon, *astronomer asal Perancis, ia adalah direktur dari Observatory of Strasbourg*. Lihat <https://www.britannica.com/biography/AndreLouis-Danjon>, diakses pada 12 Januari 2025

³⁵ Louay J. Fatoohi, dll. "*The Danjon Limit of First Visibility of The Lunar Crescent, The Observatory*", Volume 118, 1998. H. 67.

³⁶ Mohammad Ilyas, "Lunar Crescent Visibility", h. 436.

Bruin memperkenalkan kriteria visibilitasnya dengan menggunakan parameter W dan $ARCV$, di mana $ARCV$ dihitung dengan rumus: $\{ARCV\} > 12,4023 - 9,4878 W + 3,9512 W^2 - 0,5632 W^3$.³⁷ Membentuk ulang kriteria Bruin dengan menerapkan perubahan kondisi topocentric untuk variabel W , sementara Odeh memperbaiki kriteria Yallop dengan menyusun kriteria secara topocentric menggunakan variabel tinggi hilal ($ARCV$), lebar hilal (W), dan kondisi tanpa atmosfer. Tinggi hilal digunakan sebagai acuan ambang kontras hilal terhadap matahari, sedangkan lebar hilal digunakan sebagai acuan presentasi iluminasi hilal.³⁸ Keempat model kriteria yang diadopsi saling berkaitan dengan mempertimbangkan nilai $ARCL$, $ARCV$, dan W dalam pembentukan kriteria visibilitas.³⁹

Di era digital ini yang semua serba cepat, teknologi modern telah merevolusi pengamatan hilal. Teknologi seperti teleskop digital, pemrosesan citra digital dan kecerdasan buatan (*AI*) di manfaatkan untuk mempermudah dan meningkatkan akurasi dalam pengamatan hilal. Dalam

³⁷ BD Yallop, "*A Method for Predicting*", h.2

³⁸ Mohammad SH. Odeh, "*New Criterion*", h. 41

³⁹ Toposentrik = kondisi pengamat diatas permukaan Bumi. Airless = mengabaikan kondisi atmosfer. Lihat Mohammad SH. Odeh, "*New Criterion*", h. 43.

rentetan pengamatan hilal dapat dijadikan sebagai data untuk meningkatkan visibilitas yang mengikuti perubahan atmosfer setiap harinya sehingga keakurasian dan kevalidasian dapat terjaga dan konsisten untuk kedepannya. *Machine Learning* (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan (AI) yang berfokus pada pengembangan algoritma dan teknik yang memungkinkan komputer untuk belajar dari dan membuat prediksi atau keputusan berdasarkan data. Menurut Mitchell (1997)⁴⁰, "*Machine Learning adalah studi tentang algoritma yang dapat meningkatkan kinerja mereka pada tugas tertentu dengan pengalaman.*" Dalam konteks ini, pengalaman merujuk pada data yang digunakan untuk melatih model, yang kemudian dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Penerapan *machine learning* semakin meluas di berbagai bidang, mulai dari pengenalan suara, pengolahan bahasa alami, hingga pengenalan citra. Salah satu contoh aplikasinya adalah dalam bidang astronomi, di mana machine learning dapat membantu dalam mengidentifikasi

⁴⁰ Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.

pola dalam data citra langit, termasuk dalam penentuan awal bulan melalui rukyatul hilal.

Konsep dasar *Machine Learning* berupa Data, Model, Pelatihan (*Prediksi*), Pengujian (*Testing*), Overfitting dan Underfitting. Data adalah bahan baku utama dalam machine learning. Data dapat berupa angka, teks, image, atau jenis informasi lainnya yang digunakan untuk melatih model. Model yang direpresentasikan dalam sebuah ilustrasi matematis hubungan antara input (data) dan output (*prediksi*). Model dilatih (*training*) menggunakan data untuk mengenali pola. Proses training dimana model belajar dari data untuk mengoptimalkan parameter model, agar dapat membuat prediksi yang akurat. Setelah model dilatih, model di uji dengan data yang belum pernah dilihat sebelumnya (data pengujian) untuk mengevaluasi kinerjanya.

Machine Learning umumnya dibagi menjadi tiga kategori utama: supervised learning, unsupervised learning, dan reinforcement learning. Supervised Learning adalah jenis machine learning di mana model dilatih menggunakan data yang sudah diberi label. Contohnya adalah algoritma regresi dan klasifikasi, di mana model belajar dari data yang memiliki input dan output yang diketahui untuk

memprediksi output dari input baru oleh Goodfellow et al., (2016)⁴¹.

Unsupervised Learning adalah metode di mana model dilatih tanpa data yang diberi label. Tujuan dari unsupervised learning adalah untuk menemukan struktur atau pola dalam data. Contoh penerapan dalam pengolahan citra adalah pengelompokan (clustering) citra berdasarkan fitur tertentu (Hastie et al., 2009)⁴². *Reinforcement Learning* adalah metode di mana model belajar melalui interaksi dengan lingkungan, di mana mereka menerima umpan balik berupa reward atau punishment. Pendekatan ini sering digunakan dalam pengembangan sistem otonom dan robotika (Sutton & Barto, 2018)⁴³. Setiap jenis machine learning memiliki aplikasi dan teknik yang berbeda, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dalam berbagai bidang, termasuk dalam penelitian mengenai rukyatul hilal.

⁴¹ Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

⁴² Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.

⁴³ Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press.

4. Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia

Pembahasan mengenai kriteria visibilitas hilal, di Indonesia ada 3 pilar utama yaitu Rukyah, Hisab dan Imkanur Rukyah. kriteria imkan al-Ru'yah telah terdapat dalam literatur kitab-kitab klasik di Indonesia. Dalam *Khulashah al Wafiyah* karya Zubair Umar al-Jailani⁴⁴ disebutkan bahwasanya ahli falak memiliki kriteria yang berbeda-beda dalam hal batas Imkan al Ru'yah. Dalam kitab *Sullam al-Nayyirain* karya Mansur al-Batawi⁴⁵ dikemukakan bahwa ada pendapat yang menyatakan bahwa kriteria Imkan al-Ru'yah adalah tinggi minimal hilal sebesar $\frac{2}{3}$ manzilah, 1 manzilah adalah 13 derajat, 8 derajat 40 menit atau 9 kurang $\frac{1}{3}$ derajat, ada juga yang berpendapat bahwa nilai tinggi harus mencapai 7 derajat, sebagian yang lain mengatakan tingginya minimal 6 derajat.⁴⁶

⁴⁴ Zubair Umar al-Jailani ahli falak dari Bojonegoro, *pengarang kitab al Khulāshoh al-Wāfiyah fī al-Falak bi Jadwal al-Lughoritmīyah..* Lihat Muhyiddin Khazin, Kamus, h. 118.

⁴⁵ Muhammad Manshur, atau yang lebih sering dikenal dengan Guru Manshur adalah ahli falak asal Betawi/Jakarta, salah satu karya yang fenomenal dibidang falak adalah *Sulam al-Nayyiroin*. Lihat Muhyiddin Khazin, Kamus, h.110-111.

⁴⁶ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah: Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha*, (Jakarta: Erlangga, 2007), h. 154

Munculnya istilah Imkan al-Rukyah oleh pemerintah pada tahun 1991 didasarkan pada pertemuan tidak resmi oleh MABIMS. Pertemuan tersebut menghasilkan kriteria awal dengan ketinggian hilal $\text{mar'i} \geq 2^\circ$ dan umur bulan ≥ 8 jam, atau $\text{ARCL} \geq 3^\circ$. Thomas Djamaluddin mengungkapkan bahwa kriteria tersebut didasarkan pada pengalaman empirik rukyatul hilal pada Ramadan 1394 H, di mana terdapat 10 saksi di 3 tempat berbeda yang melaporkan melihat hilal. Pada saat itu, nilai DAZ adalah 6° dan nilai ARCL adalah $6,8^\circ$, yang hampir sama dengan nilai limit Danjon.⁴⁷ Disamping kriteria MABIMS, di Indonesia juga dikenal kriteria yang lain, yaitu Kriteria LAPAN dan RHI.

Pembaruan kriteria MABIMS 2021 menetapkan ketinggian hilal minimal 3 derajat dan sudut elongasi 6,4 derajat untuk menentukan visibilitas hilal. Kriteria ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam penentuan

⁴⁷ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fikih Astronomi: Telaah Hisab Rukyah dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, (Bandung: Penerbit Kaki Langit, 2005). h. 61. Dalam literature lain ditemukan bahwa kriteria ini didasarkan pada rukyatul hilal Syawal 1404 H. lihat Mutoha Arkanuddin dan Muh. Ma'rufin Sudibyo, "Kriteria Visibilitas Hilal", h. 39

awal bulan Hijriah dan telah diadopsi oleh Kementerian Agama Republik Indonesia.

C. Visibilitas Hilal Dalam Persepsi Astronomi dan Syar'i

Isu mengenai hisab dan rukyat telah menjadi fokus utama bagi umat Islam, terutama dalam penentuan awal bulan Ramadhan, Idulfitri, dan Iduladha. Perbedaan hasil dalam penetapan tanggal-tanggal penting ini sering kali menimbulkan ketegangan di antara masyarakat Muslim saat merayakan Idulfitri dan Iduladha. Jika masalah ini tidak ditangani, umat Islam akan terus terjebak dalam perdebatan tanpa menemukan solusi yang memuaskan. Permasalahan ini tampaknya berputar pada perbedaan metode hisab (perhitungan astronomis) dan rukyat (pengamatan hilal), yang sulit untuk disatukan, mirip dengan tantangan dalam menyatukan berbagai mazhab. Diskusi mengenai dalil-dalil yang dianggap paling kuat antara pendukung hisab dan rukyat telah berlangsung selama berabad-abad, namun justru semakin memperlebar jurang pemisah di antara keduanya.

Kesaksian dalam melihat hilal (ru'yat al-hilal), keputusan hisab, dan penetapan awal Ramadhan serta Idulfitri oleh para pemimpin umat merupakan hasil dari

ijtihad, yang pada dasarnya bersifat zhanniy (kebenaran yang relatif). Kebenaran mutlak (absolut) hanya diketahui oleh Allah. Para mujtahid dan pengikutnya (muttabi'in) meyakini kebenaran keputusan ijtihad mereka berdasarkan dalil-dalil syari'ah dan bukti empiris yang ada. Klaim kebenaran absolut dari hasil ijtihad kedua belah pihak menciptakan dikotomi antara hisab dan rukyat, di mana satu pihak menganggap hisab bersifat qath'iy dan menentukan, sedangkan rukyat dianggap zhanniy dan hanya sebagai pendukung. Sebaliknya, ada juga yang berpendapat bahwa rukyat bersifat qath'iy dan menentukan, sementara hisab hanya bersifat zhanniy sebagai pendukung.⁴⁸

Dalam sejarah, rukyat merupakan metode yang lebih awal digunakan oleh umat manusia dibandingkan hisab. Hal ini disebabkan oleh kemudahan rukyat yang dapat dilakukan oleh banyak orang, sedangkan hisab terbatas pada mereka yang memiliki pengetahuan tentangnya. Baik hisab maupun rukyat adalah cara untuk menentukan awal bulan, dan keduanya saling melengkapi. Keberadaan hisab muncul karena adanya rukyat yang panjang, dan metode hisab ini

⁴⁸ Djamaluddin, Thomas. "*Hisab dan Rukyat: Sebuah Tinjauan.*" *Jurnal Astronomi dan Ilmu Falak*, vol. 1, no. 1, 2020, pp. 1-1.

dapat mempermudah pelaksanaan rukyat dengan lebih akurat. Dengan demikian, kedua metode ini saling memperkuat dan mendukung satu sama lain. Mohammad Ilyas (1997)⁴⁹, pencetus kalender Islam Internasional, juga menyatakan bahwa “...dunia Islam memerlukan seorang Julian untuk menyatukan Taqwimnya...”. Dari pernyataan ini, kita dapat menyimpulkan bahwa masalah kalender Islam bukan hanya sekadar persoalan ilmiah, tetapi juga memerlukan dukungan dari kekuatan politik. Oleh karena itu, untuk menciptakan sebuah kalender yang stabil dan diterima oleh semua kalangan, tentu saja tidak hanya aspek astronomi yang perlu diperhatikan.

Rekomendasi fatwa MUI Nomor 2/2004⁵⁰ mendorong Majelis Ulama Indonesia untuk menetapkan kriteria dalam menentukan awal Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijah, yang akan dijadikan pedoman oleh Menteri Agama. Hal ini dilakukan melalui diskusi dengan organisasi-organisasi Islam dan para ahli terkait. MUI, dengan dukungan Kementerian Agama, terus berupaya mencari kesepakatan antara metode hisab dan rukyat. Prinsip dari QS al-

⁴⁹ Khazin, Muhyidin, 2008, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka.

⁵⁰ FATWA MAJELIS ULAMA INDONESIA Nomor 2 Tahun 2004 Tentang *PENETAPAN AWAL RAMADHAN, SYAWAL, DAN DZULHIJAH*

Nisa/4:59, yang menyerukan ketaatan kepada Allah, Rasul, dan ulil amri, menjadi landasan untuk mencapai kesepakatan tersebut. Kehadiran pemerintah, dalam hal ini Kementerian Agama, sangat penting untuk menciptakan kemaslahatan, sesuai dengan kaidah ushul fiqh yang menyatakan bahwa keputusan pemerintah bersifat mengikat dan dapat menyelesaikan perselisihan.

PBNU telah menyusun "Pedoman Rukyat dan Hisab" pada tahun 1994, yang merujuk pada berbagai hadis dan pendapat para ulama, dengan penekanan pada penggunaan ru'yat al-hilal atau istikmal untuk menentukan awal bulan qamariyah, terutama untuk bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah. Namun, hasil rukyat dapat ditolak jika tidak didukung oleh ilmu pengetahuan atau perhitungan hisab yang akurat. Saat ini, batasan yang diterapkan adalah ketinggian hilal minimum 2 derajat; jika hilal berada di bawah batas tersebut, hasil rukyat dapat dianggap tidak sah. Prinsip yang digunakan adalah wilayatul hukmi, di mana keputusan ulil amri (pemerintah) mengenai ru'yat al-hilal di suatu daerah di Indonesia berlaku untuk seluruh wilayah. Penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah

oleh pemerintah dapat diikuti selama didasarkan pada hasil rukyat yang valid.⁵¹

PP Muhammadiyah menetapkan awal bulan qamariyah dengan menggunakan hisab wujud al-hilal melalui metode hisab yang akurat. Hilal dianggap ada jika matahari terbenam lebih dahulu daripada bulan. Meskipun hisab dan rukyat diakui memiliki kedudukan yang setara, metode hisab lebih dipilih karena dianggap lebih mendekati kebenaran dan lebih praktis. Muhammadiyah sebelumnya menerapkan metode hisab *ijtima' qabla al-ghurub* (ijtimak sebelum maghrib) dan hisab imkan al-ru'yah (hilal yang mungkin terlihat, bukan sekadar keberadaan fisiknya) dalam menentukan hilal. Namun, karena kriteria imkan al-ru'yah yang memberikan kepastian belum ditetapkan dan kesepakatan yang ada sering kali tidak diikuti, Muhammadiyah akhirnya kembali menggunakan hisab wujud al-hilal. Prinsip wilayah al-hukmi juga diterapkan, di mana jika hilal sudah terlihat di sebagian wilayah Indonesia, maka seluruh Indonesia dianggap telah memasuki bulan baru.⁵²

⁵¹ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqh Astronomi*, 2005: 100.

⁵² *Ibid.*

Upaya untuk mencapai kesepakatan juga diusulkan dalam rekomendasi Jakarta tahun 2017, yang menyajikan berbagai argumen. Analisis data hisab selama 180 tahun menunjukkan bahwa elongasi 6,4 derajat merupakan syarat agar bulan sudah berada di atas ufuk saat maghrib. Grafik yang dihasilkan menunjukkan bahwa pada elongasi 6,4 derajat, posisi bulan semuanya positif, sedangkan jika elongasi kurang dari 6,4 derajat, bulan masih berada di bawah ufuk atau memiliki ketinggian negatif. Berdasarkan data rukyat global, hal ini semakin memperkuat pentingnya kriteria elongasi dalam penentuan visibilitas hilal, tidak ada kesaksian hilal yang diakui secara astronomis dengan perbedaan tinggi bulan-matahari kurang dari 4 derajat. Saat matahari terbenam pada ketinggian 50', perbedaan tinggi bulan-matahari 4 derajat identik dengan tinggi bulan 3 derajat.⁵³

Pola pemikiran mengenai hisab dan rukyat telah terbangun dengan kuat, didukung oleh berbagai dalil fiqh. Namun, masalah muncul ketika penganut metode rukyat sulit menerima hisab sebagai alternatif, sementara penganut

⁵³ Paradigma baru mencari titik temu antara rukyat dan hisab, <https://balitbangdiklat.kemenag.go.id/berita/paradigma-baru-mencari-titik-temu-antara-hisab-dan-rukyat> diakses pada 9 April 2025. Pukul 9.09 WIB.

metode hisab juga enggan mengakui rukyat sebagai penentu, karena mereka menganggap hisab lebih memadai dan praktis. Meskipun demikian, Muhammadiyah dan Persis terus melakukan perubahan pada kriteria yang mereka gunakan, menunjukkan bahwa ijtihad dalam memahami hilal masih berlangsung. NU juga telah berijtihad dalam memahami hilal dengan mengizinkan penggunaan hisab untuk mengontrol hasil rukyat, terutama untuk menghindari kesalahan akibat objek terang yang bukan hilal. Hal ini membuka peluang untuk menemukan titik temu antara metode hisab dan rukyat, dengan mencari kriteria baru yang dapat diterima oleh kedua metode dalam memahami hilal sesuai dengan prinsip syar'i.

Perdebatan antara hisab dan rukyat dalam penentuan awal bulan Hijriah mencerminkan keragaman pendekatan dalam praktik keagamaan di kalangan umat Islam. Keduanya memiliki dasar yang kuat dalam fiqh, tetapi perbedaan pandangan sering kali mengakibatkan ketegangan. Upaya untuk menemukan kriteria yang dapat diterima oleh kedua belah pihak menunjukkan bahwa dialog dan ijtihad masih sangat relevan dalam konteks ini. Dengan mengizinkan hisab untuk mengontrol hasil rukyat, NU berusaha menciptakan sinergi antara dua metode tersebut,

yang dapat membantu mengurangi perpecahan di kalangan umat Islam.⁵⁴

D. Persepsi Fisiologi Visual dan Kontras

Fisiologi visual adalah cabang dari ilmu fisiologi yang mempelajari bagaimana sistem visual manusia, Ini mencakup proses yang terjadi dari saat cahaya masuk ke mata hingga informasi visual diproses dan diinterpretasikan oleh otak. Ini sejalan dengan studi kontras Crumey yang mendasari pada visual mata telanjang dalam mengamati objek langit. Dalam pengamatan hilal sering dilakukan untuk menentukan awal bulan dalam kalender lunar, seperti bulan Ramadan dalam tradisi Islam. Berikut adalah beberapa aspek yang mempengaruhi fisiologi visual dalam pengamatan hilal: (1) **Polusi Cahaya**, Polusi Cahaya dapat timbul dari hal-hal yang menjadi ciri khas perubahan ke zaman modern seperti Lampu kota, jalan, dan industri menciptakan polusi cahaya yang mengurangi kontras antara langit malam dan hilal⁵⁵. Polusi cahaya yang menjadi musuh hilal yang redup sehingga mempersulit terlihat, terutama di

⁵⁴ Djamaluddin, Thomas. "*Hisab dan Rukyat: Perspektif Fiqh dan Astronomi*." Jurnal Ilmu Falak, vol. 2, no. 1, 2021, pp. 45-60.

⁵⁵ Rasna Rajkhowa, *Light pollution and Impact of Light Polution*, *International Journal Of Science and Research (USR)*, Vol. 3, No 10, 2014. 861

daerah *urban*⁵⁶. Pengamatan yang lebih efektif dapat dilakukan di lokasi dengan tingkat polusi cahaya rendah, seperti daerah pedesaan atau pegunungan dengan pertimbangan Skala borter di wilayah tersebut.

(2) **Cuaca dan Turbulensi Atmosfer**, Dalam konteks rukatul hilal salah satu musuh pengamat merupakan kondisi cuaca berawan atau mendung, ketika kondisi Langit Berawan atau mendung dapat sepenuhnya menghalangi pandangan ke langit.⁵⁷ Bahkan kondisi setengah berawan bisa mengganggu pencarian hilal. Seperti dijelaskan dalam faktor visibilitas, *turbulensi* atmosfer memengaruhi kejelasan cahaya hilal, membuatnya tampak kabur atau berkelap-kelip. Musim hujan atau kabut di pagi dan sore hari menambah tantangan dalam mengamati hilal. (3) **Kondisi Geografis**, Kondisi alam bisa memberikan kemudahan dalam pengamatan hilal, tetapi ada juga faktor penghalang yang perlu diperhatikan. Misalnya, lokasi yang berada di ketinggian rendah lebih rentan terhadap polusi cahaya, sementara lokasi yang lebih tinggi dapat menghadapi

⁵⁶ “kota/ perkotaan” dalam KBBI menjelaskan bahwa wilayah urban merupakan wilayah perkotaan, baca lebih lengkap di <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>, diakses pada 21 februari 2025.

⁵⁷ Crumey, “Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility.” 2014.

hambatan pandangan dari bangunan atau pepohonan. Namun, lokasi di ketinggian yang lebih tinggi umumnya lebih ideal untuk pengamatan.⁵⁸

Hilal biasanya terlihat di arah barat dekat cakrawala setelah matahari terbenam, sehingga lokasi yang memiliki cakrawala terhalang, seperti oleh gunung atau gedung tinggi, akan mengalami kesulitan dalam melihat hilal. Di daerah dengan lintang tinggi, seperti dekat kutub, posisi matahari dan bulan sering kali sangat rendah, sehingga membuat pengamatan menjadi lebih sulit dibandingkan dengan daerah di lintang rendah, seperti daerah tropis.⁵⁹ (4) **Viewing Time (Waktu Pengamatan)**⁶⁰, dengan durasi waktu yang cukup terbatas hilal hanya terlihat dalam waktu singkat setelah matahari terbenam, biasanya kurang dari satu jam. Keterbatasan ini mempersempit jendela waktu pengamatan. Di tambah dengan cahaya senja yang masih terang dapat mengaburkan cahaya redup hilal. Dengan demikian para pengamatan sejatinya telah memperkirakan hal tersebut

⁵⁸ Sushanth Suresh Shanbhag, et all: *Origin, Geography, and Geology of the Moon* SAE Technical Paper Series, Year: 2024, Volume 1, DOI: [10.4271/2024-26-0456](https://doi.org/10.4271/2024-26-0456)

⁵⁹ *Ibid*

⁶⁰ Crumey, "Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility." 2014.

sehingga dalam proses pengambilan dapat terlaksana dengan menyesuaikan kondisi hilal saat itu.

(5) **Threshold (Ambang Batas)**⁶¹, Hilal sering kali sangat tipis dan redup sehingga berada di ambang batas visibilitas mata manusia. Penggunaan teleskop atau alat bantu optik menjadi opsi utama membantu pengamatan, tetapi tetap bergantung pada kondisi langit waktu pengamatan. Dalam proses pengamatan hal seperti ini menjadi tantangan bagi para pengamat dalam proses rukyatul hilal di tambah dengan hilal yang tampak cenderung memancarkan cahaya kekuningan atau putih pucat. Warna ini sulit dibedakan dari latar belakang langit yang terang, terutama saat polusi cahaya tinggi.

Dalam mendefinisi ambang batas kontras, Crumey membatasi pada nilai 0.02(2%) – 0.05 (5%) dan 0.001 (0.01%) yang merupakan ambang batas kontras, yang menyatakan rasio antara luminansi target (hilal) dan luminansi latar belakang (langit).⁶²

0.02 (2%) – 0.05 (5%) adalah ambang batas kontras untuk mata telanjang, yang berarti objek dapat terlihat jika

⁶¹ *Ibid.*

⁶² *Ibid.*

memiliki kontras lebih dari 2% - 5% dibandingkan latar belakangnya serta mempertimbangkan kondisi penglihatan dan pengalaman pengamat. 0.001 (0.1%) adalah ambang batas kontras untuk teleskop atau kamera, yang memiliki sensitivitas lebih tinggi karena faktor optik dan magnifikasi juga mempertimbangkan besaran optic yang digunakan. Kontras ini diperoleh dari hasil eksperimen Blackwell (1946) dan model Crumey (2014) yang menganalisis hubungan antara luminansi target, luminansi latarbelakang dan visibilitas objek.

E. Korelasi dan Regresi⁶³

Pengolahan informasi statistik memiliki sejarah yang panjang, dimulai sejak awal peradaban manusia. Pada awal era Masehi, berbagai bangsa mulai mengumpulkan data statistik untuk mendapatkan informasi deskriptif mengenai berbagai aspek, seperti pajak, peperangan, dan hasil pertanian. Saat ini, dengan kemajuan dalam teori peluang, kita dapat memanfaatkan berbagai metode statistik yang memungkinkan kita untuk menganalisis data yang telah

⁶³ Field, A (2018). *Discovering Statistics Using IMBSPSS Statistics* (5th ed.) Sage. Regresi adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variable dependen (target) dengan variable independen (Prediktor). Sedangkan korelasi adalah mengukur kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variable.

dikumpulkan dan memasuki ranah pengambilan keputusan melalui generalisasi dan peramalan. Banyak analisis statistik bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat hubungan antara dua atau lebih variabel. Jika hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk rumus matematika, kita dapat menggunakannya untuk tujuan peramalan. Sebagai contoh, data meteorologi sering digunakan untuk meramalkan daerah yang akan terpengaruh oleh penembakan peluru kendali dalam berbagai kondisi atmosfer. Tingkat keandalan peramalan tersebut sangat bergantung pada kekuatan hubungan yang terjalin dalam rumus yang digunakan.⁶⁴

Sejarah pengolahan statistik menunjukkan betapa pentingnya data dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang. Dengan kemajuan teknologi dan metode analisis, statistik tidak hanya berfungsi untuk mendeskripsikan data, tetapi juga untuk meramalkan kejadian di masa depan. Dalam konteks ini, pemahaman tentang hubungan antar variabel menjadi kunci untuk menghasilkan prediksi yang akurat. Misalnya, dalam bidang meteorologi, analisis statistik memungkinkan ilmuwan untuk memprediksi cuaca

⁶⁴ Moore, David S., dan George P. McCabe. *"Introduction to the Practice of Statistics."* W.H. Freeman and Company, 2018.

dan dampaknya, yang sangat penting dalam konteks militer dan sipil.

Dalam pembahasan ini, kita akan membahas pengukuran hubungan antara dua variabel, X dan Y . Analisis korelasi berusaha mengukur kekuatan hubungan antara kedua variabel tersebut melalui sebuah angka yang disebut koefisien korelasi. Koefisien korelasi linier didefinisikan sebagai ukuran hubungan linier antara dua variabel acak, X dan Y , yang dilambangkan dengan r . Dengan demikian, r mengukur sejauh mana titik-titik data berkumpul di sekitar sebuah garis lurus. Untuk itu, kita dapat membuat diagram pencar untuk n pengamat $\{(x_i, y_i); i = 1, 2, \dots, n\}$. Jika titik-titik tersebut berkumpul mengikuti garis lurus dengan kemiringan positif, maka terdapat korelasi positif yang kuat antara kedua variabel. Sebaliknya, jika titik-titik mengikuti garis lurus dengan kemiringan negatif, maka terdapat korelasi negatif yang kuat. Korelasi antara kedua variabel akan semakin menurun secara numerik seiring dengan semakin menyebarnya titik-titik dari garis lurus. Jika titik-titik tersebut mengikuti pola yang acak, tanpa pola yang jelas, maka kita dapat menyimpulkan bahwa terdapat korelasi nol, yang berarti tidak ada hubungan linier antara X dan Y .

BAB III

MODEL PARAMETER CRUMEY

A. Biografi Singkat Andrew Crumey

Andrew Crumey, lahir di Skotlandia pada tahun 1961, adalah seorang pemikir yang menggabungkan sains dan sastra. Setelah menempuh pendidikan di University of St Andrews⁶⁵ dan meraih gelar Ph.D. dalam Fisika Teoretis di University of London⁶⁶, ia bekerja sebagai dosen fisika di University of Newcastle⁶⁷. Di tengah kesibukannya, Crumey mengembangkan ketertarikan pada persepsi visual dan polusi cahaya, yang mengarah pada penciptaan Model Crumey.

Model Crumey berfokus pada visibilitas objek astronomi, menjawab pertanyaan tentang seberapa redup suatu benda langit hingga tidak terlihat oleh mata manusia. Konsep ini sangat penting bagi astronom dalam memahami

⁶⁵University of St Andrews. (n.d.). *Academic Records and Achievements*. Retrieved from [www.st-andrews.ac.uk] (<https://www.st-andrews.ac.uk>) diakses pada 25 maret 2025.

⁶⁶University of London. (n.d.). *Alumni and Research Programs*. Retrieved from [www.london.ac.uk] (<https://www.london.ac.uk>) diakses 25 maret 2025.

⁶⁷Newcastle University. (n.d.). *Faculty of Physics and Astronomy*. Retrieved from [www.ncl.ac.uk] (<https://www.ncl.ac.uk>)

seberapa jauh dan seberapa redup galaksi⁶⁸ dapat diamati dari Bumi, serta bagi umat Islam dalam menentukan waktu terlihatnya hilal, penanda awal bulan dalam kalender Hijriah.

Meskipun Crumey kemudian memilih untuk berkarier di dunia sastra, kontribusinya dalam astronomi tetap signifikan. Modelnya masih digunakan dalam penelitian polusi cahaya dan visibilitas langit malam, membantu ilmuwan memahami bagaimana manusia melihat bintang di tengah pencahayaan kota yang semakin terang. Crumey menunjukkan bahwa sains dan seni dapat berjalan beriringan, dan untuk memahami dunia, kita perlu melihatnya dari berbagai perspektif.

B. Parameter Kontras Crumey

1. Pemodelan Parameter Kontras

Parameter Crumey merupakan introduksi pola matematis atau suatu ukuran yang dikembangkan oleh Andrew Crumey guna untuk menggambarkan ambang kontras manusia dalam konteks pengamatan astronomi,

⁶⁸ Crumey, A. (2014). *Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility*. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 442(1), 220-233.

khususnya dalam penentuan visibilitas objek langit seperti bulan baru. Definisi ini merujuk pada kemampuannya untuk mengukur seberapa besar kontras yang dapat dideteksi oleh mata manusia dalam kondisi pencahayaan tertentu. Dalam pengamatan bulan baru, misalnya, kemampuan untuk membedakan antara bulan yang baru muncul dengan latar belakang cahaya langit sangat penting. Parameter ini memperhitungkan berbagai faktor yang memengaruhi persepsi visual, termasuk kondisi atmosfer, intensitas cahaya, dan posisi bulan di langit.

Crume (2014)⁶⁹ Model parameter Crume dirancang untuk menentukan ambang batas kontras objek yang dapat terlihat, baik dengan mata telanjang maupun melalui teleskop. Konsep dasar dari model ini adalah bahwa visibilitas objek tergantung pada luminansi objek target (seperti hilal) dibandingkan dengan luminansi latar belakang (langit). Kontras didefinisikan sebagai rasio antara luminansi target dan latar belakang. Model ini juga memperhitungkan iluminansi, yang berkaitan dengan luas sudut objek dan dapat dinyatakan dalam satuan lux (lx).

⁶⁹ *Ibid.*

Tujuan dari model ini adalah untuk menemukan ekspresi analitik untuk ambang batas luminansi atau iluminansi sebagai fungsi dari luas sudut objek (A) dan luminansi latar belakang. Hasil dari model ini dapat digunakan untuk memprediksi kecerahan objek yang dapat dilihat dengan mata telanjang serta untuk analisis data astronomi historis.

Crumeley memanfaatkan data dari penelitian Blackwell (1946) untuk memprediksi visibilitas astronomi dan telah memperluasnya untuk mencakup ukuran target yang lebih besar serta berbagai usia pengamat. Luminansi didefinisikan berdasarkan radiansi spektral dan fungsi sensitivitas. Model ini juga mempertimbangkan perbedaan antara penglihatan fotopik dan skotopik, serta dampak polusi cahaya dan kondisi atmosfer yang dapat memengaruhi visibilitas.

Meskipun pemodelan ini memiliki potensi dalam memprediksi hilal, Crumeley tidak menyajikan secara visual proses integrasi model parameter ini dalam evaluasi visibilitas. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk dapat mengintegrasikan model Crumeley ini secara efektif. Crumeley membatasi pada nilai 0.02(2%) – 0.05 (5%) dan 0.001 (0.01%) yang merupakan ambang batas

kontras, yang menyatakan rasio antara luminansi target (hilar) dan luminansi latar belakang (langit).⁷⁰

0.02 (2%) – 0.05 (5%) adalah ambang batas kontras untuk mata telanjang, yang berarti objek dapat terlihat jika memiliki kontras lebih dari 2% - 5% dibandingkan latar belakangnya serta mempertimbangkan kondisi penglihatan dan pengalaman pengamat. 0.001 (0.1%) adalah ambang batas kontras untuk teleskop atau kamera, yang memiliki sensitivitas lebih tinggi karena faktor optik dan magnifikasi juga mempertimbangkan besaran optic yang digunakan. Kontras ini diperoleh dari hasil eksperimen Blackwell (1946) dan model Crumey (2014) yang menganalisis hubungan antara luminansi target, luminansi latarbelakang dan visibilitas objek.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Blackwell pada tahun 1946, fokus utama adalah untuk memahami ambang deteksi kontras dalam konteks visibilitas. Objek yang digunakan dalam pengamatan adalah *cakram achromatic* (putih) yang seragam, dengan ukuran sudut bervariasi dari 0.595 *arcmin* hingga 6 derajat. Cakram ini dirancang untuk menghilangkan pengaruh warna, sehingga perbedaan

⁷⁰ *Ibid.*

luminansi antara target dan latar belakang dapat diukur dengan akurat. Pengamat yang terlibat dalam penelitian ini adalah 19 wanita terlatih dengan penglihatan sekitar 20/20, yang berfungsi tidak hanya sebagai pengamat tetapi juga sebagai analis data.

Pengamatan dilakukan dalam kondisi yang sangat terkontrol, dengan latar belakang luminansi yang bervariasi dari 3426 cd m⁻² hingga nol. Pengamat diberikan waktu yang cukup untuk beradaptasi dengan latar belakang, dan mereka menjalani sesi pengamatan yang panjang untuk menghindari kelelahan. Data yang dihasilkan dari 1500 kurva probabilitas deteksi kemudian dirata-ratakan untuk menghasilkan ambang kontras sebagai fungsi diskrit dari ukuran target dan luminansi latar belakang. Proses ini melibatkan pemrosesan data untuk menghasilkan model visibilitas yang halus, yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk teknik pencahayaan dan keselamatan jalan.

Model visibilitas yang dihasilkan dari penelitian Blackwell menunjukkan bahwa ambang deteksi kontras dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk ukuran target, luminansi latar belakang, dan pengalaman pengamat. Dengan menggunakan rumus yang dikembangkan, peneliti

dapat memperkirakan ambang deteksi untuk berbagai kondisi, memberikan wawasan yang berharga dalam memahami bagaimana manusia melihat objek dalam berbagai situasi. Pengamatan inilah yang di jadikan dasar Crumey sebagai bahan untuk membentuk permodelan didalam makalahnya.

2. Pembentukan Model Crumey

Dalam konteks rukyatul hilal, pengamatan bulan baru dilakukan dengan cara melihat langsung ke langit, yang tentu saja sangat dipengaruhi oleh kondisi cahaya dan atmosfer. Parameter Crumey memberikan dasar ilmiah untuk memahami bagaimana manusia melihat dan mendeteksi bulan dalam berbagai kondisi tersebut. dengan menerapkan parameter ini, pencitraan digital dan teknik pengolahan citra dapat digunakan untuk menghasilkan model yang lebih akurat dalam memprediksi saat bulan baru terlihat ⁷¹.

Dalam penelitian sebelumnya, telah terbukti bahwa pengolahan citra yang mengintegrasikan parameter Crumey dapat meningkatkan keandalan hasil pengamatan⁷². Model

⁷¹ *Ibid.*

⁷² *Ibid.*

ini berfokus pada hubungan antara kecerahan objek astronomi atau Luminasi Objek (L_{obj}), Kecerahan latar belakang langit atau sky background (L_{sky}) dan kontras (C_{min}).

$$\text{Rumus Utama: } C = \frac{L_{obj} - L_{sky}}{L_{sky}}$$

Jika $C \geq C_{min}$, maka objek dianggap terlihat.

Dalam penentuan serta pertimbangan model crumey tidak hanya menggunakan rumus sederhana diatas, akan tetapi mempertimbangkan adaptasi mata manusia (*scotopic* vs *photopic vision*), polusi cahaya (*light pollution*), Ukuran objek (semakin besar objek, semakin mudah terlihat), dan kondisi atmosfer (*turbulensi*, kelembaban). Ambang batas kontras sendiri merupakan nilai kontras minimum yang diperlukan agar suatu objek dalam hal ini hilal, dapat teramati oleh mata manusia. Dalam konteks astronomi khususnya rukyatul hilal, ambang batas kontras ini ditentukan oleh perbandingan antara luminansi objek (hilal) dan luminansi latar belakang (langit). Semakin kecil nilai luminansi objek, semakin terang objek tersebut.

Model parameter Crumey dirancang untuk menentukan ambang batas kontras objek yang dapat terlihat, baik dengan

mata telanjang maupun melalui teleskop. Konsep dasar dari model ini adalah bahwa visibilitas objek tergantung pada luminansi objek target (seperti hilal) dibandingkan dengan luminansi latar belakang (langit). Kontras didefinisikan sebagai rasio antara luminansi target dan latar belakang. Model ini juga memperhitungkan iluminansi, yang berkaitan dengan luas sudut objek dan dapat dinyatakan dalam satuan lux (lx).

Tujuan dari model ini adalah untuk menemukan ekspresi analitik untuk ambang batas luminansi atau iluminansi sebagai fungsi dari luas sudut objek dan luminansi latar belakang. Hasil dari model ini dapat digunakan untuk memprediksi kecerahan objek yang dapat dilihat dengan mata telanjang serta untuk analisis data astronomi historis.








Crumey memanfaatkan data dari penelitian Blackwell (1946)⁷³ untuk memprediksi visibilitas astronomi dan telah memperluasnya untuk mencakup ukuran target yang lebih besar serta berbagai usia pengamat. Luminansi didefinisikan berdasarkan radiansi spektral dan fungsi sensitivitas. Model ini juga mempertimbangkan perbedaan antara penglihatan





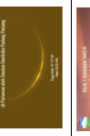



⁷³ Ibid

fotopik dan skotopik, serta dampak polusi cahaya dan kondisi atmosfer yang dapat memengaruhi visibilitas.

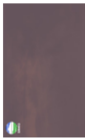


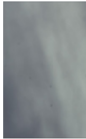
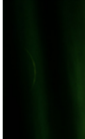



Meskipun pemodelan ini memiliki potensi dalam memprediksi hilal, Crumey tidak menyajikan secara visual proses integrasi model parameter ini dalam evaluasi visibilitas. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk dapat mengintegrasikan model Crumey ini secara efektif.









C. Kompilasi Data Citra Tahun 2022 - 2025




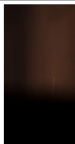


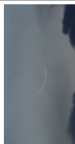

No	Citra Hilal	Lokasi	Date	LT D	BT D	TT	ARCV	ARCL	Age	W	Lag	Dat
1		Pantai Loang Baloq, Mataram	Jumadil awal 1446 h	8°36'	116°39,27'	14	8.24	11.45	21.44	-0.26	32.00	5.44
2		Padang	Rabiul awal 1446 h	0°57,26	100°21,17'		14.06	15.66	33.75	0.50	56.00	3.92
3		Semarang	Rabiul awal 1446 h	6°59.52	110°20.95	109	13.46	14.94	32.69	0.46	53.00	3.27
4		Pantai Loang Baloq, Mataram	2-Apr-22	8°36'	116°39,27	14	8.38	9.84	17.00	-0.53	33.00	3.45
5		Dermaga Kekar, Alor	2-Apr-22	8°12.00'	124°22'	21	11.90	13.79	27.32	0.29	47.00	5.19
6		Gedung BMKG NTT	2-Apr-22	10°09,00'	123°36'	132	11.54	13.82	27.37	0.30	46.00	563734.00
7		Pantai Wolulu, Kolaka	2-Apr-22	4°26'	121°31'	2	12.38	13.89	27.52	0.31	49.00	4.38



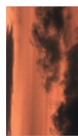





8		Pantai Galesong Takalar	2-Apr-22	5°14'	119°22'	1	12.39	13.96	27.66	0.33	49.00	4.60
9		Tower hilal marana Donggala palu	2-Apr-22	0°34'	119°47'	32	12.57	13.96	27.67	0.33	50.00	3.49
10		Bukit Persaudaraan Maulinu, Sumba Timur	2-Apr-22	9°40'	120°17'	214	11.59	13.93	27.60	0.32	46.00	5.60
11		Pantai Binasi, Tapanuli Tengah	2-Apr-22	1°54'	98°32'	16	13.13	14.63	29.07	0.44	52.00	4.16
12		Pantai Cermin, Parman	2-Apr-22	0°38'	100°7'	22	13.16	14.59	28.98	0.43	52.00	3.82
13		Pantai Patra Jasa, Badung	2-Apr-22	8°44'	115°10'	22	12.09	14.09	27.99	0.35	48.00	5.49
14		Tower Hilal Marana Donggala Palu	zuluq'dal 1443	0°34'	119°47'		8.69	10.50	22.52	-0.42	34.00	4.04
15		Hotel Mina Tanjung, Lombok Utara	zuluq'dal 1443	8 20'50.25"	116 08'58.31	23	8.05	10.51	22.55	-0.42	32.00	5.43

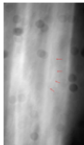





16		Pantai Galesong Takalar	tulqodai 1443	5 14°30.93	119 22°48.72"	1	8.39	10.45	22.41	-0.43	33.00	4.88
17		Pondok Pesantren Modern Islam Assalaam, Sukoharjo	safar 1444	7 33°12.41"	110 46°12.60"	364	12.01	13.42	26.38	0.21	48.00	1.15
18		Rooftop Gedung Server Kantor BMKG Wilayah I Medan	safar 1444	3 32°22.45	98 38°12.17"	126	12.68	13.80	27.22	0.29	50.00	0.05
19		Pantai Lhokringa, Aceh Besar	safar 1444	5 27°31.60"	95 14°30.57"	10	12.99	13.88	27.41	0.31	51.00	0.51
20		Bukit Persaudaraan Mauluru, Sumba Timur	safar 1444	9 40°32.19"	120 17°43.13	214	11.77	13.12	25.71	0.14	47.00	1.74
21		Gedung PDAM Gowa	safar 1444	5 16°31.74"	119 28°20.54"	86	12.07	13.16	25.81	0.15	48.00	0.71
22		Pantai Loang Blaloo, Mataram	safar 1444	8°36'	116°39.27'		12.25	13.24	25.99	0.17	48.00	1.47
23		Dermağa Kolar, Alor	safar 1444	8°12'	124°22'		11.98	12.99	25.44	0.11	47.00	1.45
24		Tower Observatory Irian Sulamu	safar 1444	9 35°49.59"	123 55°49.97"	4337	10.21	13.06	25.57	0.12	40.00	1.68

25		Pantai Loang Balog, Mataram	rabul akhir 1444	8°36'	116°39.27"		11.22	12.42	23.40	-0.04	44.00	2.47
26		Dusun Eri Kecamatan Nusanawe, Ambon, Maluku	rabul akhir 1444	3°44'49.38"	128°07'51.57"	46	10.45	11.95	22.53	-0.16	41.00	3.35
27		Gedung Observatorium Hilal BMKG di AweTaduma - Ternate	rabul akhir 1444	0°47'46.12"	127°17'38.70"	84	10.21	11.96	22.55	-0.16	40.00	3.95
28		POB Kailanda, Lampung Selatan	Jumadil akhir 1444	5°42'40.94"	105°35'09.53	104	13.90	15.31	24.90	0.54	55.00	2.62
29		Tower Observatory Hilal Sulamu	Jumadil akhir 1444	9°35'49.59"	123°56'49.97"	4337	11.86	14.75	23.91	0.49	47.00	1.38
30		Gedung Observatorium Hilal BMKG di AweTaduma - Ternate	Jumadil akhir 1444	0°47'46.12"	127°17'38.70"	84	12.67	14.40	23.31	0.44	50.00	4.04
31		Pantai Loang Balog, Mataram	ramadhan 1444	8°36'	116°39.27"		8.38	9.84	17.00	-0.53	33.00	3.45
32		Menara Hilal BMKG desa Marana Donggala	ramadhan 1444	0°34'	119°47'		8.56	9.71	16.76	-0.53	34.00	2.04

33		Gedung Observatorium Hilal Tgk. Chik Kuta Karang Kemenag Pro	ramadhan 1444	5°27'59.66"	95°14'32.19"	16	9.17	10.58	18.39	-0.45	36.00	3.37
34		Pantai Patra Jasa, Badung	Jumadil awal 1445	8°44'28.38"	115°10'09.73"	22	11.16	13.96	24.90	0.33	44.00	4.78
35		Bukit Persaudaraan Maulinu, Sumba Timur	Jumadil awal 1445	9°40'32.19"	120°17'43.13"	214	10.79	13.80	24.60	0.30	43.00	4.52
36		Pantai Kampung Baru, Bombana	rajab 1445	4°41'08.42"	121°28'00"	3	12.59	13.57	22.25	0.26	50.00	1.58
37		Pantai Loang Baloo, Mataram	rajab 1445	8°36'	116°59.27"		12.86	13.82	22.72	0.32	51.00	0.47
38		Gedung Tower RADAR Stamet YIA	rajab 1445	7°54'11.73"	110°04'02.08"	33	13.01	14.02	23.11	0.37	52.00	0.57
39		Masjid Cakmarussalam, Wakashu, Leihitu Barat, Maluku Tengah-M	rajab 1445	3°45'26.93"	127°56'11.98"	26	12.21	13.33	21.80	0.20	48.00	1.88
40		Pantai Wisata Hiu Paus Botubarani	rajab 1445	0°28'32.38"	123°05'53.48"	1	12.32	13.45	22.03	0.23	49.00	2.68

41		Labuan Bajo	Zulqo'dah 1445	8 27'13.85	115 52'22.23"	325	12.44	17.53	30.44	0.33	49.00	10.90
42		Pantai Binasi, Tapanuli Tengah	zuhljjah 1445	1°54'	98°32'		10.42	13.04	22.77	0.12	41.00	6.47
43		Pantai Tanjung Setunu, Tanjung Pinang	zuhljjah 1445	0 52'35.03"	104 25'01.64"	3	10.41	12.86	22.40	0.08	41.00	6.22
44		Tower Hlial Meras	zuhljjah 1445	37 02'42.23"	35 17'58.74	323	4.67	14.57	25.86	0.44	18.00	13.29
45		Pantai Lampu Satu Merauke	zuhljjah 1445	8 30'21.61"	140 22'24.17	17	8.01	11.60	19.79	-0.24	32.00	7.39
46		Gedung Observatorium Hlial BWKG di Awe'aduma - Ternate	zuhljjah 1445	0 47'46.12"	127 17'38.70"	84	9.43	12.13	20.89	-0.11	37.00	6.07
47		Pantai Lhoknga, Kab. Aceh Besar	zuhljjah 1445	5 27'51.60"	95 14'30.57"	10	10.04	13.10	22.89	0.14	40.00	7.24
48		Tanjung Lesung Beach Hotel, Pandeglang, Banten	zuhljjah 1445	6 28'52.61"	105 39'13.38"	20	9.49	12.75	22.16	0.05	37.00	7.35

49		Pos Pengamatan Dambalo, Gorontalo Utara	zuhijjah 1445	0 43°16.96"	122 58°01.16"	1423	8.83	12.30	21.24	-0.07	35.00	6.00
50		Rooftop Starnet RHF Tanjungpinang	safar 1446	0 55°07.28"	104 29°04.68"	46	10.97	11.83	23.97	-0.18	45.00	0.17
51		Tower Observatori Hilal Ave Tadurna, Ternate	safar 1446	0 47°44.88"	127 21°40.87"	1060	10.08	11.17	22.46	-0.32	40.00	0.39
52		Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Lantai 10	safar 1446	7 48°56.74"	110 23°05.29"	301	10.17	11.61	23.46	-0.23	40.00	1.71
53		Pantai Loang Baloq, Mataram	safar 1446	8°36'	116°39.27"		10.34	11.43	23.04	-0.27	41.00	1.94
54		Tower Hilal Meras Manado	safar 1446	1 27°55.87"	124 52°13.33	52	10.20	11.24	22.60	-0.31	40.00	0.51
55		The Hele'yo, Sentani Kab. Jayapura Papua	safar 1446	2 35°53.69"	140 31°25.68"	248	9.46	10.78	21.55	-0.39	37.00	0.89
56		Bukit Persaudaraan Mauliru, Sumba Timur	safar 1446	9 40°32.19"	120 17°43.13	214	9.85	11.30	22.76	-0.29	39.00	2.17

57		Markaz Rukyatul Hilal Tanjung Kodok, Lamongan	safar 1446	6°51'49.78"	112°21'28.68"	22	10.50	11.55	23.32	-0.24	41.00	1.55
58		Pus Pengamatan Dambalo, Gorontalo Utara	safar 1446	0°43'16.96"	122°58'01.16"	1423	9.40	11.32	22.81	-0.29	37.00	0.27
59		Pantai Patra Jasa, Badung	safar 1446	8°44'28.38"	115°10'09.73"	22	10.33	11.45	23.10	-0.26	41.00	1.96
60		Wisata Pantai Galesong Takalar I	safar 1446	5°14'30.93"	119°22'48.72"	1	10.44	11.36	22.88	-0.28	41.00	1.27
61		Gedung BMKG NTT	safar 1446	10°09'	123°36'		9.81	11.20	22.52	-0.32	39.00	2.29
62		Kantor Stasiun Geofisika Sorong	Syabban 1446	0°51'44.28"	131°15'32.69"	163	9.86	11.06	22.20	-0.34	39.00	0.44

Data diatas merupakan data kompilasi pengamatan hilal BMKG periode 2022 – 2025, dengan komposisi 59 citras hilal yang dilaporkan terlihat dan sisanya 3 data merupakan citra mentah. Data citra ini diambil menggunakan metode single frame dengan metadata lokasi, waktu pengamatan serta data variable visibilitas hilal Altitude, ARCL, Age, Lag, W dan Daz, yang didperoleh melalui perhitungan manual dengan rujukan pada hisab awal bulan dalam kitab Durul Aniq.

BAB IV

VALIDASI PARAMETER CRUMEY DALAM PENENTUAN VISIBILITAS HILAL

A. Validasi Parameter Crumey Perspektif Astronomi dan Fisiologi Visual

Prediksi visibilitas hilal, sebagai penanda awal bulan Hijriyah, selalu menjadi tantangan kompleks di persimpangan sains, agama, dan kondisi alam. Di satu sisi, kriteria visibilitas konvensional seperti usia bulan, elongasi, atau ketinggian di atas ufuk telah lama menjadi pijakan astronomis untuk menentukan kemungkinan terlihatnya bulan sabit. Di sisi lain, model kontras Crumey muncul dengan pendekatan berbeda bukan hanya mengandalkan parameter geometris, melainkan mempertimbangkan interaksi cahaya bulan dengan langit senja, kemampuan mata manusia, dan dinamika atmosfer. Keduanya bertujuan sama memastikan hilal dapat teramati secara nyata. Namun, ketika 61% prediksi kontras Crumey selaras dengan kriteria tradisional, sementara 39% lainnya tidak tervalidasi, muncul pertanyaan, bagaimana dua pendekatan ini bisa saling melengkapi, dan apa yang menjelaskan celah tersebut?

Kesesuaian 61% menunjukkan bahwa baik kontras Crumey maupun kriteria visibilitas konvensional memiliki dasar ilmiah yang kuat. Dalam kondisi ideal langit cerah, atmosfer stabil, dan pengamat terlatih parameter geometris seperti elongasi 8° (kriteria Danjon) atau kontras minimum 0,02% (Crumey) bisa mencapai hasil yang konvergen. Misalnya, saat bulan sabit berada cukup tinggi di atas ufuk dengan elongasi memadai, kontras antara cahaya bulan dan langit senja secara alami memenuhi ambang batas fisiologis mata manusia. Di titik ini, sains mengonfirmasi bahwa apa yang dihitung secara matematis memang terlihat secara visual. Namun, di balik keselarasan ini, tersembunyi kompleksitas alam yang tidak sepenuhnya terakomodasi oleh kedua model.

Adanya 39% kasus yang tidak tervalidasi mengungkap batasan sekaligus peluang. Kontras Crumey, yang sangat bergantung pada kondisi lokal seperti polusi cahaya, kelembapan, atau keberadaan aerosol, mungkin gagal memprediksi visibilitas hilal di daerah dengan atmosfer tak stabil. Sebagai contoh, di kota metropolitan dengan langit tercemar cahaya, hilal yang secara astronomis memenuhi kriteria elongasi 10° bisa “tersamar” oleh silau lampu kota, membuat kontrasnya di bawah ambang deteksi mata. Di sisi

lain, kriteria konvensional yang mengabaikan faktor atmosfer mungkin tetap menyatakan hilal “terlihat” secara teoritis, padahal secara praktis mustahil. Di sini, ketidaktervalidasian bukan berarti pertentangan, melainkan penekanan pada aspek berbeda: kontras Crumey mengingatkan kita bahwa visibilitas hilal bukan sekadar angka di kertas, melainkan peristiwa yang hidup, dipengaruhi lingkungan dan manusia yang mengamatinya.

Faktor manusia juga menjadi variabel kritis. Kontras Crumey mengasumsikan pengamat ideal dengan ketajaman visual sempurna, sementara dalam praktik rukyah, kemampuan pengamat bervariasi. Seorang astronom berpengalaman mungkin mendeteksi kontras rendah berkat pelatihan matanya, sedangkan pengamat awam bisa melewatkannya meski parameter geometris terpenuhi. Bahkan sugesti psikologis seperti ekspektasi tinggi di malam penentuan Ramadhan dapat memengaruhi laporan pengamatan. Kriteria konvensional, yang cenderung mekanistik, tidak memasukkan variabel ini, sementara kontras Crumey meski lebih dekat dengan realita fisiologis belum sepenuhnya mengakomodasi keragaman subjektivitas manusia.

Lantas, bagaimana memadukan kedua pendekatan ini? Jawabannya terletak pada integrasi. Model hibrid yang menggabungkan parameter geometris, kontras cahaya, dan data atmosfer lokal bisa menjadi solusi. Misalnya, menggunakan kriteria elongasi dan ketinggian sebagai basis, lalu mempertajamnya dengan analisis kontras Crumey yang disesuaikan dengan kondisi geografis tertentu. Di daerah berpolusi cahaya tinggi, ambang kontras bisa dinaikkan secara adaptif, sementara di pedesaan dengan langit gelap, toleransi lebih longgar diberikan. Selain itu, pelibatan teknologi seperti kamera sensitif atau filter spektral bisa menjembatani celah antara penglihatan manusia dan batasan alam. Dengan cara ini, ketidaktervalidasian 39% tidak lagi dilihat sebagai kegagalan, melainkan peta jalan untuk penelitian lebih dalam: mengapa di lokasi X hilal terlihat meski kontras rendah? Apa peran kelembapan atau suhu udara dalam meningkatkan/menurunkan visibilitas?

Pada akhirnya, visibilitas hilal adalah tarian antara kepastian matematis dan ketidakpastian alam. Kontras Crumey dan kriteria konvensional ibarat dua sisi mata uang yang sama: satu sisi mengukur apa yang seharusnya, sisi lain menguji apa yang mungkin. Selisih 39% bukan tembok pemisah, melainkan undangan untuk mengeksplorasi detail

yang terlewatkan entah itu variasi atmosfer, keragaman kemampuan pengamat, atau dinamika cahaya yang belum terpetakan. Di sinilah sains menemukan ruang untuk tumbuh: dengan merangkul kompleksitas, alih-alih menyerah pada kesimpulan hitam-putih. Sebab, dalam upaya menangkap secuil cahaya di ufuk senja, yang kita cari bukan hanya kepastian kalender, tetapi juga kerendahan hati untuk mengakui bahwa langit selalu punya rahasia yang belum sepenuhnya terpecahkan..

Altitude	ARCL	Luminansi Obj	Luminansi Sky	C	Terlihat	Konsistensi	Kriteria IR
1	8.38	9.84	38.92	36.2	0.074921	TRUE	Positif
2	8.38	9.84	53.44	54	-0.01035	FALSE	Positif
3	11.54	13.82	11.98	11.24	0.065787	TRUE	Positif
4	12.38	13.89	44.37	46.96	-0.05508	FALSE	Positif
5	12.39	13.96	22.97	18.63	0.233112	TRUE	Positif
6	12.57	13.96	44.35	38.79	0.143244	TRUE	Positif
7	11.59	13.93	42.44	41.54	0.02166	TRUE	Positif
8	13.13	14.63	27.77	19.02	0.460061	TRUE	Positif
9	13.16	14.59	17.77	16.74	0.061375	TRUE	Positif
10	12.09	14.09	59.58	56.78	0.049386	TRUE	Positif
11	8.69	10.5	3.75	3.47	0.081081	TRUE	Positif
12	8.05	10.51	27	23.66	0.141088	TRUE	Positif
13	8.39	10.45	17.12	18.36	-0.0675	FALSE	Positif
14	12.01	13.42	48.11	44.81	0.073474	TRUE	Positif
15	12.68	13.8	41.65	41.47	0.004477	FALSE	Positif
16	12.99	13.88	51.78	1.56	32.16332	TRUE	Positif
17	11.77	13.12	51.25	51.01	0.004797	FALSE	Positif
18	12.07	13.16	58.66	62.13	-0.05588	FALSE	Positif

19	9.86	11.06	55.91	55.62	0.005292	FALSE	Positif
20	11.98	12.99	51.88	54.3	-0.04445	FALSE	Positif
21	10.21	13.06	48.12	46.93	0.02533	TRUE	Positif
22	11.22	12.42	41.96	39.83	0.05335	TRUE	Positif
24	10.21	11.96	37.8	37.94	-0.0038	FALSE	Positif
25	13.9	15.31	28.36	27.29	0.039082	TRUE	Positif
26	11.86	14.75	23.77	19.17	0.239862	TRUE	Positif
27	12.67	14.4	34.99	35	-0.00032	FALSE	Positif
28	8.38	9.84	145.67	142.43	0.022734	TRUE	Positif
29	8.56	9.71	11.05	11.78	-0.06269	FALSE	Positif
30	9.17	10.58	30.79	30.3	0.016338	FALSE	Positif
31	11.16	13.96	29.99	27.92	0.074335	TRUE	Positif
33	12.59	13.57	23.66	20.54	0.151633	TRUE	Positif
34	12.86	13.82	22.92	29.85	-0.23225	FALSE	Positif
35	13.01	14.02	72.18	74.29	-0.02845	FALSE	Positif
36	12.21	13.33	37.91	35.4	0.071093	TRUE	Positif
37	12.32	13.45	11.99	11.4	0.051994	TRUE	Positif
38	12.44	17.53	53.01	56.07	-0.05461	FALSE	Positif
39	10.4	13.1	6.4	5.73	0.117534	TRUE	Positif
40	10.41	12.86	17.22	17.37	-0.00827	FALSE	Positif
41	4.67	14.57	42.48	40.39	0.051667	TRUE	Positif
42	8.01	11.6	3.67	1.63	1.246072	TRUE	Positif
43	9.43	12.13	19.01	24.66	-0.22926	FALSE	Positif
44	10.04	13.1	1.15	0.62	0.845085	TRUE	Positif
45	9.49	12.75	53.21	55.37	-0.03897	FALSE	Positif
46	8.83	12.3	37.18	35.62	0.043594	TRUE	Positif
47	10.97	11.83	54.82	54.83	-8.51E-05	FALSE	Positif
48	10.08	11.17	54.99	65.31	-0.15798	FALSE	Positif
49	10.17	11.61	16.49	17.33	-0.04852	FALSE	Positif
50	10.34	11.43	32.4	31.18	0.039369	TRUE	Positif
51	10.2	11.24	17.09	16.36	0.045013	TRUE	Positif
52	10.2	11.24	45.47	33.26	0.366888	TRUE	Positif
53	9.85	11.3	24.05	22.02	0.092245	TRUE	Positif
54	10.5	11.55	64.29	56.27	0.142536	TRUE	Positif
55	9.4	11.32	74.34	69.34	0.072172	TRUE	Positif
58	9.81	11.2	24.05	22.07	0.089974	TRUE	Positif
59	9.86	11.06	52.37	50.48	0.037405	TRUE	Positif

Pada table diatas menjawab, secara astronomis bahwa kriteria Imkanur Rukyah NEW MABIMS ketinggian 3 derajat dan elongasi 6.4 derajat periode 2022 hingga 2025 menunjukkan tren positif, menandakan bahwa kriteria ini tetap relevan sebagai dasar penentuan visibilitas hilal di indonesia. Ini berbanding lurus dengan Parameter kontras Crumey yang menyatakan tentang penerapan nilai kontras dalam penentuan visibilitas astronomi. Dari 62 data didapatkan 55 data citra yang dapat diekstrak didapatkan 7 lainnya pada 3 data mentah dan pada nomor 23,32,56,57. sebanyak 61 % tervalidasi menggunakan parameter kontras Crumey. Jika nilai kontras $(C) > 0.02$ ambang batas kontras pemodelan Crumey, maka Hilal dinyatakan dapat terlihat dan sebaliknya jika nilai C maka hilal tidak dapat terlihat. Dalam proses validasi penulis menggunakan Citra Hasil yang telah dinyatakan terlihat. Ketika hasil validasi kontras ini menunjukkan “True” maka ada korelasi antara parameter fisis hilal dengan nilai kontras yang dimunculkan. Sehingga dapat memungkinkan adanya integrasi antara variable fisis hilal dengan kontras yang melengkapi dasar validasi dalam penentuan visibilitas hilal.

B. Perspektif Hukum Islam (Syar'i), Menyikapi Penggunaan Kontras dijadikan Verifikasi Objek (Hilal)

Dalam tradisi Islam, penentuan awal bulan Hijriyah bukan sekadar persoalan teknis, melainkan perpaduan harmonis antara kesalehan ritual dan ketundukan pada sunnatullah yang terhampar di langit. Ketika Nabi Muhammad ﷺ bersabda, “Berpuasalah karena melihat hilal, dan berbukalah karena melihatnya,” beliau meletakkan dasar sederhana namun mendalam: pengamatan visual sebagai bukti fisik yang mengikat, sekaligus mengisyaratkan pentingnya kejujuran dan ketelitian dalam proses tersebut. Di sinilah kontras Crumey sebuah model ilmiah yang memprediksi visibilitas hilal berdasarkan interaksi cahaya bulan dengan langit senja menemukan ruang dialognya dengan prinsip syar'i. Bukan sebagai penantang, melainkan sebagai sahabat yang memperkaya makna “rukyah” itu sendiri.

Islam, melalui nas Al-Qur'an dan Hadis, tidak pernah membatasi manusia untuk berhenti pada pengamatan mata telanjang. Justru, semangat “tafakkur” (merenung ciptaan Allah) dan “tadabbur” (mengkaji tanda-tanda kebesaran-Nya) mendorong umat untuk menggali hukum alam sebagai

bagian dari keimanan. Kontras Crumey, dengan segala persamaan matematisnya, pada hakikatnya adalah upaya manusia untuk memahami “bahasa” langit yang telah Allah tetapkan. Ketika model ini membantu menentukan lokasi dan waktu terbaik untuk rukyah, ia sesungguhnya sedang menjalankan peran yang selaras dengan perintah Allah dalam Q.S. Al-Isra’ (17:36): “Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya.” Data ilmiah yang dihasilkan menjadi alat untuk menghindari dzann (prasangka tanpa dasar), sebuah dosa intelektual yang dilarang dalam Islam.

Kritik sering muncul: bukankah rukyah harus murni bergantung pada penglihatan, tanpa campur tangan hisab? Di sinilah kecerdasan fiqh klasik menjawab. Ulama sejak zaman Imam Syafi’i telah mengenal konsep “al-‘illah” (sebab hukum) dalam menetapkan suatu keputusan. Jika tujuan syar’i rukyah adalah memastikan keberadaan hilal secara nyata, maka segala alat yang membantu mencapai kepastian ini termasuk kontras Crumey tidaklah bertentangan dengan syariat. Bahkan, kaidah “al-‘ādat muhakkamah” (adat kebiasaan yang sah menjadi pertimbangan hukum) membuka pintu lebar bagi penggunaan teknologi selama ia tidak mengubah esensi

ibadah. Kontras Crumey, dalam hal ini, hanyalah penyempurna dari obor yang dinyalakan di atap masjid pada zaman Nabi untuk memudahkan rukyah.

Yang menarik, model ini justru menguatkan prinsip “tahqiq al-manath” dalam ushul fiqh verifikasi fakta sebelum menetapkan hukum. Ketika kontras Crumey menunjukkan bahwa hilal mustahil terlihat di suatu wilayah karena polusi cahaya atau kondisi atmosfer, klaim rukyah yang bertentangan dengan data ini bisa dianggap syubhat (meragukan). Sebaliknya, jika prediksi ilmiah dan pengamatan visual bersepakat, keyakinan umat semakin kokoh. Di titik ini, sains dan syariat bukan dua kutub yang berseteru, melainkan dua sisi mata uang yang sama-sama mengabdikan pada kebenaran.

Namun, Islam tetap menegaskan batasannya. Kontras Crumey tidak boleh menjadi “tuhan baru” yang menggantikan otoritas rukyah, sebab sabda Nabi tentang “shumu li ru’yatihi” (berpuasalah karena melihatnya) tetap menjadi hukum primer. Model ini hanyalah wasilah (sarana), bukan ghayah (tujuan). Sebagaimana musafir boleh menggunakan kompas untuk menentukan arah kiblat, tetapi tidak boleh menyembah kompas itu sendiri. Di sinilah prinsip “al-ashl fi al-umūr al-ibahah” (hukum asal segala

sesuatu adalah mubah) bekerja: selama kontras Crumey digunakan untuk memuliakan syiar Islam bukan menafikan peran pengamatan atau menciptakan keraguan ia tetap berada dalam koridor yang diberkahi.

Pada akhirnya, kontras Crumey dan kriteria visibilitas hilal lainnya adalah cermin dari semangat Islam yang rasional yet spiritual. Mereka mengingatkan kita bahwa agama ini tidak anti pada kemajuan, selama kemajuan itu tidak mengaburkan cahaya wahyu. Sebagaimana Ibnu Haytham, bapak optika Muslim, dahulu menggabungkan ketajaman penglihatan dengan kekhusyukan hati, kontras Crumey hadir sebagai warisan ilmuwan Muslim modern: alat yang mengokohkan keyakinan, bukan mengikisnya. Dalam langit senja yang sama di mana Nabi pernah menengadahkan wajah, kini kita berdiri dengan teleskop dan algoritma—tetapi dengan ruh yang sama: mencari bulan sabit sebagai tanda waktu, sekaligus mengingat Sang Pemutar Waktu.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Parameter (ΔC) $\geq 0,02$ sesuai ambang batas Crumey (2014) berkorelasi kuat dengan keberhasilan rukyah (61 % kasus), sementara (ΔC) $< 0,02$ menyebabkan kegagalan deteksi.
2. Kontras Crumey diterima dalam Islam sebagai alat bantu ilmiah untuk meningkatkan akurasi rukyah hilal, selama tidak menggantikan pengamatan visual. Model ini selaras dengan prinsip syar'i yang menolak prasangka (dzann) dan mendukung kepastian fakta (tahqiq al-manath), merefleksikan harmoni antara sains dan syariat dalam menjalankan ibadah.

B. Saran & Rekomendasi

1. Ditujukan kepada para perukyat ataupun mahasiswa falak, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendalami faktor-faktor

yang mempengaruhi visibilitas hilal. Penelitian ini dapat mencakup pengembangan metode pengamatan yang lebih baik, penggunaan teknologi modern untuk meningkatkan deteksi, serta studi tentang pengaruh kondisi lingkungan terhadap kemampuan pengamat.

2. Implementasi Teknologi AI dalam deteksi hilal seperti Penggunaan machine learning dapat meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi hilal secara otomatis dari citra digital.
3. Peningkatan Kualitas Pengamatan Hilal Pengamatan hilal sebaiknya dilakukan di lokasi dengan minim polusi cahaya dan kondisi atmosfer stabil. Penggunaan teleskop dengan kamera CCD yang lebih sensitif dapat meningkatkan kualitas citra yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Drs, Baidhowi.HB,S.H, “hisab dan ru’yatul hilal saat kini dan saat yang akan datang dalam menetapkan 1 (satu) Syawal sebuah problema yang tak kunjung selesai di indonesia” Artikel, 2011 Hisab dan Rukyatul Hilal Oleh Drs, Baidhowi.HB,S.H | (31/10) diakses pada 23 maret 2025.
- Susiknan Azhari, PENYATUAN KALENDER ISLAM: MENDIALOGKAN WUJÛD AL-HILÂL DAN VISIBILITAS HILAL,jurnal Ahkam, Vol 13, No 2 (2013)
- KH Abdullah Kafabihi Mahrus et al., “Draft Jawaban Komisi BM Waqiiyah,” 2021. h 33.
- Muhammad ibn Isma’il al-Bukhari, Shohih Bukhari 1907, Juz III, Beirut: Dar al-Fikr ,1994, h. 63.
- Abu Bakar Jabir Al-Jazairi, “Aisar Al-Tafāsīr Li Kalāmi Al-‘alī Al-Kabīr,” (Jeddah: Di’āyati wa al-i’lān, jilid 1, cet. III, 1990), 170.
- Tim Penerjemah, Al-Qur’an dan Terjemahannya (Jakarta: Departemen Agama RI, 1990), 190
- Arkanudin, M., & Sudibyo, M. (2010). “Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI)”. Jurnal Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia.
- Mutoha, Arkanudin dkk, Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) “Konsep, Kriteria

dan Implementasi”, Jurnal Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF-RHI), Hal. 34. Mohammad ilyas, A modern Guide to astronomical Calculations of Islamic Calender, Times & Qibla (Kuala Lumpur:Berita Publishing, 1984), h 45.

J.A. Utama, S. Siregar, Criteria Of Hilal Visibilitas In Indonesia By Using Kastner Model (Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 9 (2013) 197-205).

Muhammad Subhan, “Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Visibilitas Hilal dalam Penentuan Tempat Rukyatul Hilal (studi kasus di POB Hutan Mangrove Kaliwlingi, Brebes)” Skripsi, tahun 2021.

M. Khoeruddin Bukhori, Pemikiran Thomas Djamaluddin tentang Kriteria Visibilitas Hilal Terbaru Perspektif Fiqh Astronomi (Skripsi uin walisongo semarang, 2021)

Siti Lailatul Mukarromah., “Implementasi Data Image Processing BMKG untuk Kriteria visibilitas hilal,”Tesis, 2019.

Andrew Crumey, “Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility,” Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 442, no. 3 (2014): 2600–2619,
<https://doi.org/10.1093/mnras/stu992>.

Kunjungan sekaligus tanya jawab dengan Bapak Himawan di BMKG Pusat, Jakarta. Hari Selasa, 4 Maret 2025 pukul 08.30 WIB.

Ahmad Izzuddin, “Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)” (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007), hal 37.

Mentri Agama dan Mentri Pendidikan dan Kebudayaan RI, “Pedoman Literasi,” 1987, <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/3229/13/PEDOMAN-TRANSLITERASI.pdf>. Diakses pada 12 januari 2025.

Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press.

Zubair Umar al-Jailani ahli falak dari Bojonegoro, pengarang kitab al Khulāshoh al-Wāfiyah fī al-Falak bi Jadwal al-Lughoritmiyah.. Lihat Muhyiddin Khazin, Kamus, h. 118.

Muhammad Manshur, atau yang lebih sering dikenal dengan Guru Manshur adalah ahli falak asal Betawi/Jakarta, salah satu karya yang fenomenal dibidang falak adalah Sulam al-Nayyiroidin. Lihat Muhyiddin Khazin, Kamus, h.110-111.

Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah: Menyatukan*

NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha, (Jakarta: Erlangga, 2007), h. 154

Thomas Djamaluddin, Menggagas Fikih Astronomi: Telaah Hisab Rukyah dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya, (Bandung: Penerbit Kaki Langit, 2005). h. 61. Dalam literature lain ditemukan bahwa kriteria ini didasarkan pada rukyatul hilal Syawal 1404 H. lihat Mutoha Arkanuddin dan Muh. Ma'rufin Sudibyo, "Kriteria Visibilitas Hilal", h. 39

Khazin, Muhyidin, 2008, Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, Yogyakarta: Buana Pustaka.

Djamaluddin, Thomas. "Hisab dan Rukyat: Sebuah Tinjauan." Jurnal Astronomi dan Ilmu Falak, vol. 1, no. 1, 2020, pp. 1-1.

FATWA MAJELIS ULAMA INDONESIA Nomor 2 Tahun 2004 Tentang PENETAPAN AWAL RAMADHAN, SYAWAL, DAN DZULHIJAH

Thomas Djamaluddin, Menggagas Fiqh Astronomi, 2005: 100.

Paradigma baru mencari titik temu antara rukyat dan hisab,
<https://balitbangdiklat.kemenag.go.id/berita/paradigma-baru-mencari-titik-temu-antara-hisab-dan-rukkyat> diakses pada 9 April 2025. Pukul 9.09 WIB.

Djamaluddin, Thomas. "Hisab dan Rukyat: Perspektif

Fiqh dan Astronomi." Jurnal Ilmu Falak, vol. 2, no. 1, 2021, pp. 45-60.

Rasna Rajkhowa, Light pollution and Impact of Light Pollution, International Journal Of Science and Research (USR), Vol. 3, No 10, 2014. 861

Sushanth Suresh Shanbhag, et all: Origin, Geography, and Geology of the Moon SAE Technical Paper Series, Year: 2024, Volume 1, DOI: 10.4271/2024-26-0456 Field, A (2018). Discovering Statistics Using IMBSPSS Statistics (5th ed.) Sage. Regresi adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variable dependen (target) dengan variable independen (Prediktor). Sedangkan korelasi adalah mengukur kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variable.

Moore, David S., dan George P. McCabe. "Introduction to the Practice of Statistics." W.H. Freeman and Company, 2018.

University of St Andrews. (n.d.). Academic Records and Achievements. Retrieved from [www.st-andrews.ac.uk] (<https://www.st-andrews.ac.uk>) diakses pada 25 maret 2025.

University of London. (n.d.). Alumni and Research Programs. Retrieved from [www.london.ac.uk] (<https://www.london.ac.uk>) diakses 25 maret 2025.

Newcastle University. (n.d.). Faculty of Physics and Astronomy. Retrieved from

[www.ncl.ac.uk](<https://www.ncl.ac.uk>)

Toposentrik = kondisi pengamat diatas permukaan Bumi. Airless = mengabaikan kondisi atmosfer. Lihat Mohammad SH. Odeh, “New Criterion”, h. 43.

Mohammad SH. Odeh, “New Criterion”, h. 41

BD Yallop, “A Method for Predicting”, h.2

Mohammad Ilyas, “Lunar Crescent Visibility”, h. 436.

Louay J. Fatoohi, dll. “The Danjon Limit of First Visibility of The Lunar Crescent, The Observatory”, Volume 118, 1998. H. 67.

Andre Louis Danjon, astronomer asal Perancis, ia adalah direktur dari Observatory of Strasbourg. Lihat <https://www.britannica.com/biography/AndreLouis-Danjon>, diakses pada 12 januari 2025

David A. king, Astronomy in the Service of islam (Aldershot: Variorum, 1993), h 112.

Saliba, George (1994). A History of Arabic Astronomy: Planetary Theories During the Golden Age of Islam.

Ibnu Jabr al-Battani, dikenal dengan al-batenius di dunia barat. Ia membuktikan kemungkinan terjadinya gerhana Matahari cincin, ia juga menetapkan kemiringan perjalanan Matahari, panjangnya tahun Sideris dan tahun tropis, musim-musim, garis lintasan Matahari semu dan

sebenarnya, Bulan mati dan fungsi sinus. Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak. h. 99.

Abu Ja'far Muhammad Ibn Musa al-Khawarizmi adalah seorang astronom dan matematikawan yang juga hidup pada masa pemerintahan khalifah al-Ma'mun. Ia dikenal sebagai penemu aljabar. Sumber: Susiknan Azhari, Ensiklopedi Hisab Rukyat (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), h. 24.

Habash al-Hasib al-Mawarzi adalah seorang ahli astronomi yang hidup pada masa pemerintahan khalifah al-Ma'mun dan al-Mu'tashim. Ia lahir di Persia dan wafat sekitar tahun 874. Habash dikenal sebagai penemu rasio trigonometri. Sumber: Islamic Science: Habash al-Hasib, diakses pada 23 Maret 2025, pukul 16:46 WIB.

Mohammad Ilyas, Lunar Crescent Visibility Criterion and Islamic Calendar. NASA Astrophysics Data System, Vol.35. h. 433.

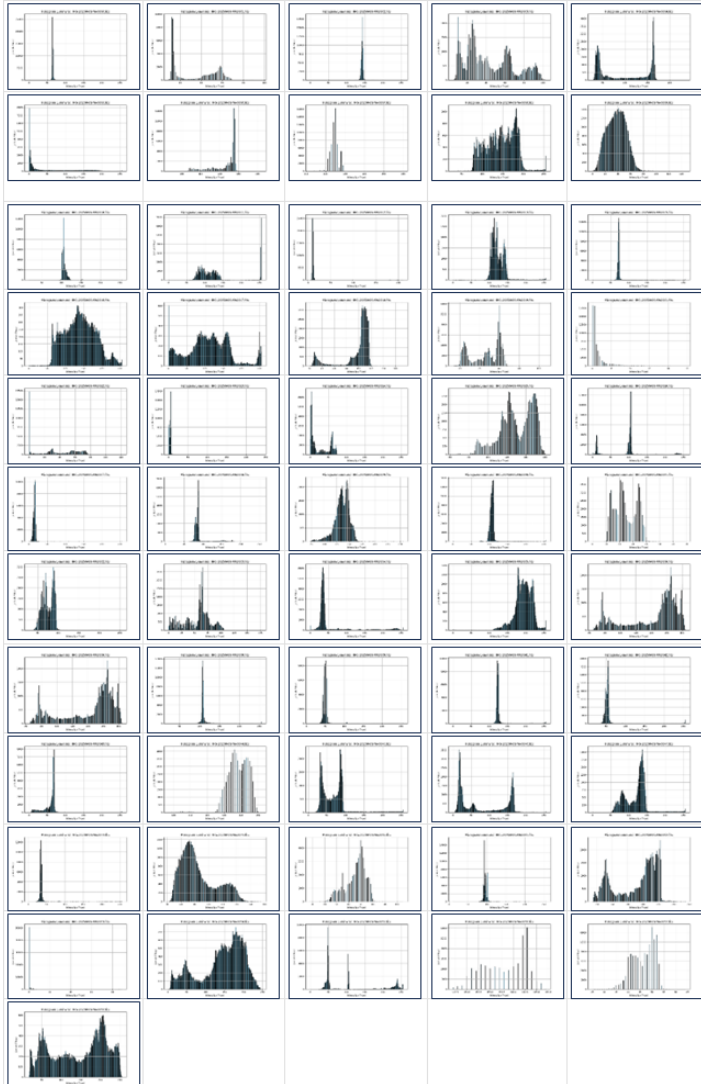
Sudha Bhujle dan M.N. Vahia, "Calculation of Thithis, An Extension of Surya Sidhanta Formulation", Annalas of Bhandarkar Oriental Research Institute, 2006. h. 2 lihat pula Chia Daphne, "Indian Calendars : Comparing The Surya Siddhanta and The Astronomical Ephemeris". Departemen of Mathematics National University of Singapore. 2000. h.12

D. King, "Some Early Islamic Tables for Determining Lunar Crescent Visibility", Annals of The New

York Academy of Sciences, 1987. h.185-225
dikutip oleh Louay J. Fatoohi, The Babylonian, h.
60.

LAMPIRAN

HISTOGRAM NILAI KONTRAS





KEPUTUSAN MENTERI AGAMA REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 300 TAHUN 2023

TENTANG
PENETAPAN 1 RAMADAN 1444 HIJRIAH

DENGAN RAHMAT ALLAH YANG MAHA ESA

MENTERI AGAMA REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa untuk memenuhi keperluan umat Islam dalam menunaikan ibadah puasa Ramadan 1444 Hijriah, perlu menyelenggarakan Sidang Isbat awal Ramadan 1444 Hijriah;
- b. bahwa data hisab yang dihimpun oleh Tim Hisab Rukyat Kementerian Agama dari berbagai sumber menyatakan bahwa *ijtima'* awal bulan Ramadan 1444 Hijriah terjadi pada tanggal 29 Syakban 1444 Hijriah sekitar pukul 00.23 WIB bertepatan dengan hari Rabu, 22 Maret 2023 Masehi, dengan ketinggian hilal di seluruh wilayah Indonesia di atas ufuk berkisar antara 6° 46,2' (6 derajat 46,2 menit) sampai dengan 8° 43,2' (8 derajat 43,2 menit) dengan sudut elongasi antara 7,93° (tujuh koma sembilan puluh tiga derajat) sampai dengan 9,54° (sembilan koma lima puluh empat derajat);
- c. bahwa laporan pelaksanaan rukyat hilal pada tanggal 29 Syakban 1444 Hijriah bertepatan dengan hari Rabu, 22 Maret 2023 Masehi yang disampaikan oleh:
1. Nama Taufik Abdul Aziz, umur 51 tahun, pekerjaan Aparatur Sipil Negara, Provinsi Sulawesi Tengah, dan telah disumpah oleh Nama Misman Hadi Prayitno, S.Ag., M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Donggala;
 2. Nama H. Inwanuddin, umur 55 tahun, pekerjaan Swasta, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Dr. H. M. Arufin, S.H., M.Hum., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Gresik;
 3. Nama Sholahuddin, umur 55 tahun, pekerjaan Swasta, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Dr. H. M. Arufin, S.H., M.Hum., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Gresik;
 4. Nama Syamsul Fuad, umur 55 tahun, pekerjaan Swasta, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Dr. H. M. Arufin, S.H., M.Hum., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Gresik;

5. Nama Shofiyul Muhibbin, umur 38 tahun, pekerjaan Guru, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Muhamad Anwar Umar, Hakim Pengadilan Agama Kota Pasuruan;
 6. Nama H. Suudil Azka, umur 56 tahun, pekerjaan Guru, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Muhammad Fadli, S.H., M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Lamongan;
 7. Nama M. Zunani, umur 57 tahun, pekerjaan Wirawasta, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Muhammad Fadli, S.H., M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Lamongan;
 8. Nama H. Banjir Sidomulyo, M.Pd., umur 48 tahun, pekerjaan Kepala Seksi Pendidikan Madrasah Kantor Kementerian Agama Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Muhammad Fadli, S.H., M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Lamongan;
 9. Nama Mahmud, umur 49 tahun, pekerjaan Nelayan, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Drs. Khoiruddin, M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Bangkalan;
 10. Nama Ilyas, umur 36 tahun, pekerjaan Guru, Provinsi Jawa Timur, dan telah disumpah oleh Nama Drs. Khoiruddin, M.H., Hakim Pengadilan Agama Kabupaten Bangkalan;
 11. Nama Dr. Arino Berni Sado, umur 48 tahun, pekerjaan Guru, Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan telah disumpah oleh Nama Dr. Drs. H. Izzuddin, H.M., S.H., M.H., Hakim Pengadilan Tinggi Agama Mataram;
 12. Nama Syamsul Bahri, umur 38 tahun, pekerjaan Pegawai Negeri Sipil, Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta, dan telah disumpah oleh Nama Dr. H. M. Tamrin, M.H., Hakim Pengadilan Agama Jakarta Timur,
- menyatakan melihat hilal;
- d. bahwa berdasarkan data hisab sebagaimana dimaksud dalam huruf b dan laporan pelaksanaan rukyat hilal sebagaimana dimaksud dalam huruf c, Sidang Isbat Kementerian Agama sepakat menyatakan bahwa 1 Ramadan 1444 Hijriah jatuh pada hari Kamis, 23 Maret 2023 Maschi;
 - e. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, huruf c, dan huruf d, perlu menetapkan Keputusan Menteri Agama tentang Penetapan 1 Ramadan 1444 Hijriah;

Mengingat : 1. Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2023 tentang Kementerian Agama (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 21);

2. Peraturan Menteri Agama Nomor 72 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Agama (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 955);

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI AGAMA TENTANG PENETAPAN 1 RAMADAN 1444 HJIRIAH.
- KESATU : Menetapkan 1 Ramadan 1444 Hijriah jatuh pada hari Kamis, 23 Maret 2023.
- KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 22 Maret 2023

MENTERI AGAMA REPUBLIK INDONESIA,



YAQUT CHOLIL QOUMAS



**PENETAPAN AWAL RAMADHAN, SYAWAL
DAN DZULHIJAH**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

FATWA MAJELIS ULAMA INDONESIA

Nomor 2 Tahun 2004

Tentang

**PENETAPAN AWAL RAMADHAN, SYAWAL,
DAN DZULHIJAH**

Majelis Ulama Indonesia, setelah :

- MENIMBANG** :
- a. bahwa umat Islam Indonesia dalam melaksanakan puasa Ramadan, salat Idul Fitr dan Idul Adha, serta ibadah-ibadah lain yang terkait dengan ketiga bulan tersebut terkadang tidak dapat melakukannya pada hari dan tanggal yang sama disebabkan perbedaan dalam penetapan awal bulan-bulan tersebut;
 - b. bahwa keadaan sebagaimana tersebut pada huruf a dapat menimbulkan citra dan dampak negatif terhadap syi'ar dan dakwah Islam;
 - c. bahwa Ijtima' Ulama Komisi Fatwa se-Indonesia pada tanggal 22 Syawwal 1424 H./16 Desember 2003 telah menfatwakan tentang penetapan

awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah, sebagai upaya mengatasi hal di atas;

- d. bahwa oleh karena itu, Majelis Ulama Indonesia memandang perlu menetapkan fatwa tentang penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah dimaksud untuk dijadikan pedoman.

MENGINGAT

- : 1. Firman Allah SWT, antara lain

(1) هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا
وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ
وَالْحِسابَ ...

Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan waktu... (QS Yunus [10]: 5)

(2) يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا
الرَّسُولَ وَأَطِيعُوا أَمْرَ مِنْكُمْ

Hai orang-orang yang beriman, taatlah kepada Allah, taatlah kepada Rasul dan ulil-amri di antara kamu. (QS. an-Nisa' [4]: 59)

2. Hadis-hadis Nabi s.a.w., antara lain

(1) لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهَيْلَالَ وَلَا تُفْطِرُوا
حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ عُمَ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ
(رواه البخاري ومسلم عن ابن عمر 94)

“Janganlah kamu berpuasa (Ramadhan) sehingga melihat tanggal (satu Ramadhan) dan janganlah berbuka (mengakhiri puasa Ramadhan) sehingga melihat tanggal (satu Syawwal). Jika dihalangi oleh awan/mendung maka kira-kirakanlah”. (H.R. Bukhari Muslim dari Ibnu Umar)

(2) صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ غَيَّبَ عَلَيْكُمْ فَاكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

“Berpuasalah (Ramadhan) karena melihat tanggal (satu Ramadhan). Dan berbukalah (mengakhiri puasa Ramadhan) karena melihat tanggal (satu Syawwal). Apabila kamu terhalangi, sehingga tidak dapat melihatnya maka sempurnakanlah bilangan Sya’ban tiga puluh hari”. (Bukhari Muslim dari Abu Hurairah).

(3) عَلَيْكُمْ بِالسَّمْعِ وَالطَّاعَةِ وَإِنْ وَلِيَ عَلَيْكُمْ عَبْدٌ حَبَشِيٌّ

“Wajib bagi kalian untuk taat (kepada pemimpin), meskipun yang memimpin kalian itu seorang hamba sahaya Habsyi”. (H.R. Bukhari dari Irbadh bin Sariyah).

3. Qa’idah fiqh:

حُكْمُ الْحَاكِمِ إِذَا وَفَّقَ الْخِلَافَ.

“Keputusan pemerintah itu mengikat (wajib dipatuhi) dan menghilangkan silang pendapat”.

MEMPERHATIKAN : 1. Pendapat para ulama ahli fiqh; antara lain pendapat Imam al-Syarwani dalam

Hasyiyah al-Syarwani:

وَمَحَلُّ الْخِلَافِ إِذَا لَمْ يُحْكَمْ بِهِ حَاكِمٌ، فَإِنْ
حُكِمَ بِهِ حَاكِمٌ يَرَاهُ وَجَبَ الصَّوْمُ عَلَى الْكَافَّةِ
وَلَمْ يُنْقَضِ الْحُكْمُ إِجْمَاعًا. قَالَ النووي في
مجموعه، وهو صريح في أن للقاضي أن يحكم
بكون الليلة من رمضان. (حاشية الشرواني،
جزء 3 ص 376)

2. Keputusan Ijtima Ulama Komisi Fatwa se-Indonesia tentang penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah, tanggal 22 Syawal 1424/16 Desember 2003.
2. Keputusan Rapat Komisi Fatwa MUI, tanggal 05 Dzulhijjah 1424/24 Januari 2004.

Dengan memohon ridha Allah SWT

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN : FATWA TENTANG PENETAPAN AWAL RAMADHAN, SYAWAL, DAN DZULHIJJA

Pertama : **Fatwa**

1. Penetapan awal Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah dilakukan berdasarkan metode ru'yah dan hisab oleh Pemerintah RI cq Menteri Agama dan berlaku secara nasional.
2. Seluruh umat Islam di Indonesia wajib menaati ketetapan Pemerintah RI tentang penetapan awal Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah.
3. Dalam menetapkan awal Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah, Menteri Agama wajib berkonsultasi dengan Majelis

Ulama Indonesia, ormas-ormas Islam dan Instansi terkait.

4. Hasil rukyat dari daerah yang memungkinkan hilal dirukyat walaupun di luar wilayah Indonesia yang mathla'nya sama dengan Indonesia dapat dijadikan pedoman oleh Menteri Agama RI.

Kedua : Rekomendasi

Agar Majelis Ulama Indonesia mengusahakan adanya kriteria penentuan awal Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah untuk dijadikan pedoman oleh Menteri Agama dengan membahasnya bersama ormas-ormas Islam dan para ahli terkait.

Jakarta, 05 Dzulhijjah 1424H
24 Januari 2004 M

**MAJELIS ULAMA INDONESIA
KOMISI FATWA**

Ketua

Sekretaris

ttd

ttd

K.H. Ma'ruf Amin

Drs. H. Hasanuddin, M.Ag

RIWAYAR HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Mohammad Yoga Apriyanto
Tempat tanggal Lahir : Jepara, 18 April 2003
Alamat : Cepogo Gambiran, RT 02/ RW 07
Kec. Kembang, Kab. Jepara.
HP : 082241623916
Email : yogaapriyanto390@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

TK	: Cepogo	2007-2009
SD/MI	: SDN 4 Cepogo	2009-2015
Mts/SMP	: Mts KRM Marzuki Cepogo	2015-2018
MA/SMK/ SMA	: 082241623916	2018-2021
Pondok Pesantren	: Pondok Pesantren Anak Hebat Cepogo	2017-2021
Universitas	: UIN Walisongo Semarang	2021-2025

C. Riwayat Organisasi/ Pekerjaan

Operator & Salles	: CV. Aqualux Duspha Abadi Kudus	2021-2025
OB	: PT. TRI WOLL INDONESIA	2023-2025
Marbot	: Mushola At-Taubah Purwoyoso	2021-2025
Bendahara	: Pramuka UIN Walisongo	2023-2024
Koor. RT	: JQH El-Fasya El Febi's	2023-2024
Pengibar	: Paskibra UIN	2023&2024