

**KOMPARASI METODE *IMAGE PROCESSING* CITRA HILAL
MENGUNAKAN APLIKASI IRIS DAN *LIGHTROOM*
DALAM PENETAPAN AWAL BULAN HIJRIAH DI
INDONESIA**

TESIS

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Magister Ilmu Falak**



Oleh:

Muhammad Maulana Iqbal

NIM: 23020680031

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
PASCASARJANA
UIN WALISONGO SEMARANG
2025**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vi
NOTA PEMBIMBING I.....	vii
NOTA PEMBIMBING II	viii
PENGESAHAN	ix
MOTTO.....	x
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
المخلص	xiv
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	xv
KATA PENGANTAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	13
C. Tujuan Penelitian.....	14
D. Manfaat Penelitian.....	14
E. Telaah Pustaka.....	14
F. Metode Penelitian.....	25
G. Sistematika Penelitian	30
BAB II TINJAUAN RUKYATUL HILAL DAN <i>IMAGE PROCESSING</i>	32
A. RUKYATUL HILAL	32
1. Pengertian Rukyatul Hilal	32

2. Dasar Hukum Rukyatul Hilal	35
3. Sejarah Perkembangan Rukyatul Hilal Di Indonesia	44
B. <i>IMAGE PROCESSING</i> DALAM RUKYATUL HILAL	51
1. Pengertian <i>Image Processing</i>	51
2. Dasar Hukum <i>Image Processing</i>	55
3. Metode <i>Image Processing</i>	59
4. Metode Iris Dalam <i>Image Processing</i>	68
5. Metode <i>Lightroom</i> Dalam <i>Image Processing</i>	74
C. METODE KOMPARASI <i>IMAGE PROCESSING</i>	79
1. Pengertian Metode Komparasi	79
2. Tujuan dan Fungsi Komparasi	80
3. Ruang Lingkup Komparasi	81
4. Parameter Komparasi	82
5. Tinjauan Teoritis Komparasi dalam <i>Image Processing</i> Citra Hilal	83
BAB III DATA-DATA BMKG TENTANG AWAL BULAN HIJRIAH	85
A. Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika	85
B. Sejarah <i>Image Processing</i> Hilal BMKG	94
C. <i>Image Processing</i> Pendukung Rukyatul Hilal Sebagai Verifikasi Hasil Hisab	98
D. Data Pengamatan Hilal BMKG Pusat.	107
BAB IV KOMPARASI METODE <i>IMAGE PROCESSING</i> CITRA HILAL MENGGUNAKAN APLIKASI IRIS DAN <i>LIGHTROOM</i> DALAM PROSES PENETAPAN AWAL BULAN HIJRIAH DI INDONESIA	115

A. Hasil komparasi <i>image processing</i> citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan <i>Lightroom</i>	115
B. <i>Image processing</i> citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi.....	131
BAB V PENUTUP	145
A. SIMPULAN	145
B. SARAN	146
C. PENUTUP.....	147
DAFTAR PUSTAKA.....	148
LAMPIRAN	161
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	162

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Data Pengamatan Hilal di Mataram	108
Tabel 3. 2	Data Pengamatan Hilal di Padang.....	110
Tabel 3. 3	Data Pengamatan di Semarang.....	112
Tabel 3. 4	Data Pengamatan Hilal di Anyer	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Susunan Organisasi BMKG	92
Gambar 3. 2	Dokumentasi Data BMKG Di Mataram.....	108
Gambar 3. 3	Dokumentasi Data BMKG Di Padang	110
Gambar 3. 4	Dokumentasi Data BMKG Di Semarang	112
Gambar 3. 5	Dokumentasi Data BMKG Di Anyer	114
Gambar 4. 1	Sebelum Citra Hilal Diproses Di Mataram	116
Gambar 4. 2	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS	117
Gambar 4. 3	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi <i>Lightroom</i>	117
Gambar 4. 4	Sebelum Citra Hilal Diproses Di Padang.....	119
Gambar 4. 5	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS	119
Gambar 4. 6	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi <i>Lightroom</i>	120
Gambar 4. 7	Sebelum Citra Hilal Diproses Di Semarang.....	122
Gambar 4. 8	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS	122
Gambar 4. 9	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi <i>Lightroom</i>	123
Gambar 4. 10	Sebelum Citra Hilal Diproses Di Anyer	124
Gambar 4. 11	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS	125
Gambar 4. 12	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi <i>Lightroom</i>	125
Gambar 4. 13	Sebelum Citra Hilal Diproses Di Anyer.....	127
Gambar 4. 14	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS	127
Gambar 4. 15	Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi <i>Lightroom</i>	128

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Maulana Iqbal

NIM : 23020680031

Judul Penelitian : **KOMPARASI METODE *IMAGE PROCESSING* CITRA HILAL MENGGUNAKAN APLIKASI IRIS DAN *LIGHTROOM* DALAM PENETAPAN AWAL BULAN HILIRIAH DI INDONESIA**

Program Studi : Magister Ilmu Falak

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul

KOMPARASI METODE *IMAGE PROCESSING* CITRA HILAL MENGGUNAKAN APLIKASI IRIS DAN *LIGHTROOM* DALAM PENETAPAN AWAL BULAN HILIRIAH DI INDONESIA

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

Semarang, 10 Juli 2025

Pembuat Pernyataan,



Muhammad Maulana Iqbal
NIM: 23020680031

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum wr wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Maulana Iqbal
NIM : 23020680031
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : *Komparasi Metode Image Processing Citra Hilal Menggunakan Aplikasi IRIS Dan Lightroom Dalam Proses Penetapan Awal Bulan Hijriah Di Indonesia*

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wasaalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Moh. Khasan, M. Ag.
NIP. 197412122003121004

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Maulana Iqbal
NIM : 23020680031
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : *Komparasi Metode Image Processing Citra
Hilal Menggunakan Aplikasi IRIS Dan
Lightroom Dalam Proses Penetapan Awal Bulan
Hijriah Di Indonesia*

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Dr. Mub. Arif Royyan, Lc., M.S.I.
NIP. 198406132019031003



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

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

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Muhammad Maulana Iqbal

NIM : 23020680031

Judul : KOMPARASI METODE IMAGE PROCESSING CITRA HILAL MENGGUNAKAN
APLIKASI IRIS DAN LIGHTROOM DALAM PENETAPAN AWAL BULAN HIJRIAH DI
INDONESIA

telah diujikan pada tanggal 30 Juni 2025 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji :

NAMA

TANGGAL

TANDA TANGAN

Dr. Afif Noor, S. Ag., S.H., M.Hum.
Ketua Majelis

08-7-2025

Dr. Moh. Khasan, M.Ag.
Sekretaris

7-2025

Prof. Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Penguji 1

7-2025

Dr. Junaidi Abdillah, M.Si.
Penguji 2

10/7/25



MOTTO

وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

"Dan masing-masing beredar pada garis edarnya."

(QS. Yasin: 40)

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan kemudahan dalam perjalanan ilmu ini. Persembahan ini ditujukan kepada:

Abah dan Ibu tercinta, Drs. Sudirmanto dan Noor Syarifah,
cahaya cinta dan doa yang tak pernah padam.

Kakak tersayang, Khilda Fitri Lina Sari,
Adik-adik tercinta, Yusuf Syahrul Wibowo dan Salma Qorriy Aina,
serta ***keponakan tersayang***, Muhammad Syahdan Arfan Irsyad,
penyemangat dalam langkah dan harapan masa depan.

Para guru, dosen, dan kiai,
yang menanamkan nilai ilmu, adab, dan doa,
semoga menjadi amal jariyah yang tak terputus.

Calon mertua tercinta, Bapak Muhibbin dan Mamak Siti Aminah,
teladan dalam kehangatan dan penerimaan.

Calon istri tercinta, Laelatul Farikah,
pendamping dalam sabar, doa, dan harap,
semoga Allah menyatukan dalam keberkahan dan cinta-Nya.

Sahabat seperjuangan, teman seangkatan, para senior dan junior,
yang tak dapat disebut satu per satu, terima kasih atas semua doa,
dukungan, dan kebersamaan.

*Semoga karya ini menjadi amal bermanfaat, cahaya ilmu, dan bentuk
kecil pengabdian untuk umat.*

Aamiin...

ABSTRAK

Hadirnya teknologi *image processing* dalam pengamatan hilal menjadi bagian penting dalam perkembangan rukyatul hilal modern di Indonesia. Dua aplikasi yang sering digunakan dalam konteks ini adalah IRIS dan *Lightroom*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil komparasi metode pengolahan citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom*, serta bagaimana tinjauan fikih dan astronomi terhadap penggunaan *image processing* tersebut dalam proses penetapan awal bulan Hijriah.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-analitis dengan metode pendekatan kualitatif, serta menggunakan data primer berupa citra hilal mentah dari BMKG.

Hasil penelitian menunjukkan *Lightroom* lebih unggul karena data berupa foto, sehingga fitur *stacking* IRIS tidak berperan. *Lightroom* efektif dalam meningkatkan kontras, pencahayaan, dan kejernihan citra. Namun, jika datanya berupa video dengan format .AVI, IRIS lebih unggul dengan fitur *stacking* dan *wavelet* untuk memperjelas objek redup. Secara fikih, *image processing* diperbolehkan selama tidak mengubah substansi hilal, dan secara astronomis, metode ini memperkuat validitas observasi.

Dengan demikian, penggunaan kedua aplikasi secara komplementer mendukung efektivitas rukyatul hilal modern di Indonesia dan dapat menjadi dasar bagi pengembangan metode verifikasi visual dalam sistem penanggalan Hijriah berbasis teknologi.

Kata kunci: *Image Processing, Citra Hilal, IRIS, Lightroom, dan Awal Bulan Hijriah*

ABSTRACT

The emergence of image processing technology in crescent moon (hilar) observation has become an essential aspect of the development of modern rukyatul hilal practices in Indonesia. Two commonly used applications in this context are IRIS and Lightroom. This study aims to compare the results of crescent image processing using IRIS and Lightroom, and to explore the fiqh (Islamic legal) and astronomical perspectives on the use of image processing in determining the beginning of the Hijri month.

This research employs a descriptive-analytical method with a qualitative approach, using primary data in the form of raw crescent images from the Indonesian Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG).

The results show that Lightroom is more effective when the data consists of still images, as the stacking feature in IRIS is not applicable. Lightroom excels in enhancing contrast, exposure, and image clarity. However, when using video data in .AVI format, IRIS proves superior due to its stacking and wavelet processing features, which help clarify faint objects. From a fiqh perspective, image processing is permissible as long as it does not alter the substance of the crescent. Astronomically, this method enhances the validity of visual observations.

Therefore, the complementary use of both applications supports the effectiveness of modern rukyatul hilal in Indonesia and may serve as a foundation for developing a technology-based visual verification method in the Hijri calendar system.

Keywords: Image Processing, Crescent Image, IRIS, Lightroom, Beginning of the Hijri Month

الملخص

تعد تقنية معالجة الصور جزءا اساسيا في تطور رؤية الهلال الحديثة في اندونيسيا. ويعد برنامجا IRIS و *Lightroom* من أكثر التطبيقات استخداما في هذا المجال. يهدف هذا البحث الى مقارنة نتائج معالجة صورة الهلال باستخدام هذين التطبيقين، بالإضافة الى دراسة الحكم الفقهي والرؤية الفلكية لاستخدام هذه التقنية في تحديد اوائل الشهور الهجرية.

استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي ذو الطابع النوعي، واعتمد على بيانات اولية متمثلة في صور خام للهلال صادرة عن هيئة الارصاد الجوية وعلم المناخ والجيوفيزياء.

وقد اظهرت النتائج ان برنامج *Lightroom* كان أكثر فاعلية نظرا لاعتماده على معالجة الصور الثابتة، حيث لا يكون لخاصية دمج الاطارات في IRIS اثر ملحوظ. ويتميز *Lightroom* في تحسين التباين والاضاءة ووضوح الصورة. اما في حال كانت البيانات على هيئة فيديو بصيغة AVI فان IRIS يتفوق بفضل خاصيتي دمج الاطارات والمعالجة الموجية لابرار الهلال الباهت.

من الوجهة الفقهية فان استخدام معالجة الصور جائز ما دام لا يغير حقيقة الهلال، ومن الناحية الفلكية فانه يعزز من دقة وموثوقية الرؤية البصرية.

وبناء على ذلك فان الجمع بين التطبيقين بشكل تكاملي يسهم في دعم رؤية الهلال الحديثة في اندونيسيا، ويعد اساسا لتطوير منهجية التحقق البصري في نظام التقويم الهجري القائم على التكنولوجيا.

الكلمات المفتاحية: معالجة الصور، صورة الهلال، ايريس، لايت روم، اوائل الشهور الهجرية.

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K

Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1	ا	tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	ś
5	ج	j
6	ح	ḥ
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	ẓ
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	ṣ
15	ض	ḍ

No.	Arab	Latin
16	ط	ṭ
17	ظ	ẓ
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
22	ك	k
23	ل	l
24	م	m
25	ن	n
26	و	w
27	ه	h
28	ء	’
29	ي	y

2. Vokal Pendek

.... = a	كَتَبَ	kataba
.... = i	سُئِلَ	su’ila
.... = u	يَذْهَبُ	yaẓhabu

3. Vokal Panjang

ا... = ā	قَالَ	qāla
إِ... = ī	قِيلَ	qīla
أُ... = ū	يَقُولُ	yaqūlu

4. Diftong

أَي = ai	كَيْفَ	kaifa
أَوْ = au	حَوْلَ	ḥaula

Catatan:

Kata sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis [al-] secara konsisten supaya selaras dengan teks Arabnya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa mengobarkan semangat penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul: **Komparasi Metode *Image Processing* Citra Hilal Menggunakan Aplikasi Iris Dan *Lightroom* Dalam Proses Penetapan Awal Bulan Hijriah Di Indonesia.**

Shalawat serta salam selau tercurahkan kepada baginda Nabi Agung Muhammad SAW. Yang telah memberi kita petunjuk-petunjuk kehidupan untuk sampai ke kehidupan yang lebih abadi lagi. Semoga kita diakui sebagai umatnya kelak di hari kiamat.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Tesis ini bukan semata-mata dari hasil jerih payah penulis sendiri, akan tetapi semua itu dapat terwujud berkat adanya bantuan dan usaha baik berupa moral dan spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Drs. Sudirmanto dan Ibu Noor Syarifah, serta seluruh keluarga besar yang tidak pernah berhenti memberikan do'a, dukungan, motivasi serta kasih sayang yang tidak pernah surut diberikan kepada penulis.
2. Dr. Moh. Khasan, M. Ag. selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing penulis dengan penuh kesabaran serta keikhlasan dan Dr. Muh. Arif Royyani, Lc., M.S.I., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi motivasi dan masukan kepada penulis.
3. Ketua Prodi Pascasarjana Ilmu Falak, Bapak Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I., dan Muhammad Zainal Mawahib, M. H. beserta seluruh jajaran stafnya yang telah membantu proses terselesaikannya tesis penulis.
4. KEMENAG RI dan LPDP yang telah memberikan

Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) sehingga dapat melanjutkan Pendidikan magister ini.

5. Prof. Dr. KH. Ahmad Izzuddin M.Ag., Serta seluruh teman-teman, saudara seperjuangan Pondok Pesantren Life Skill Darun Najah Semarang, yang banyak memberi pengalaman dan pembelajaran Ilmu Falak bagi penulis.
6. Seluruh teman-teman, Saudara se-iman se-takwa, dan seluruh Indonesia Raya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih telah kebersamai penulis hingga sampai pada titik saat ini.

Do'a dan harapan penulis semoga amal kebaikan dan jasa- jasa dari semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tesis ini diterima oleh Allah SWT, serta mendapat balasan yang lebih baik lagi.

Pada akhirnya penulis berharap semoga Tesis ini membawa manfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca umumnya. *Aamiin*.

Semarang, 30 Juni 2025



Muhammad Maulana Iqbal

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Rukyatul hilal dalam penentuan awal bulan Kamariah mendapatkan perhatian khusus dalam kajian ilmu falak di Indonesia. Alasannya, sering terjadinya perbedaan putusan dalam penentuan beberapa awal bulan Kamariah. Putusan tersebut berdasarkan ketidakberhasilan hilal untuk teramati sedangkan hasil dari hisab awal bulan Kamariah sendiri menunjukkan hal yang sebaliknya.¹

Proses rukyatul hilal dianggap sebagai metode paling akurat karena dilakukan dengan cara melihat langsung fenomena alam. Namun, dalam pelaksanaannya sering kali muncul berbagai kendala yang menghambat keberhasilan pengamatan secara visual. Beberapa di antaranya adalah kondisi cuaca yang mendung atau tertutup awan, posisi ketinggian hilal dan Matahari, serta jarak antara Bulan dan Matahari, meskipun Matahari sudah terbenam, cahaya yang dipancarkannya masih terlalu silau sehingga hilal sulit terlihat. Selain itu, gangguan atmosfer seperti asap, polusi, dan kabut, juga dapat memengaruhi pengamatan. Faktor lain yang turut memengaruhi adalah ketajaman penglihatan pengamat, kualitas alat optik yang

¹ Machzummy, “Pengaruh Curah Hujan Terhadap Keberhasilan Rukyat Hilal pada Observatorium Lhoknga Aceh”, *Samarah: Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam*, vol. 3, no. 1 Januari - Juni 2016, 223–239.

digunakan, serta kondisi psikologis pengamat, adanya kekeliruan mengira planet Venus atau celah awan berbentuk sabit sebagai hilal.²

Kasus dalam rukyatul hilal yang terkendala cuaca bukanlah hal yang jarang terjadi di Indonesia. Adanya pengaruh cuaca dalam visibilitas hilal maupun pelaksanaan rukyatul hilal membuktikan bahwa permasalahan ini bukan sebatas tentang masalah *ta'abudi* dan masalah *fiqhiyyah*, namun menjadi interpretasi terhadap nash Allah. Persoalan rukyatul hilal di zaman sekarang sudah sepatutnya di dalamnya melibatkan ilmu pengetahuan lain sebagai pendukung dalam pelaksanaan rukyatul hilal.³

Menurut data BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika), wilayah Indonesia dapat dikatakan banyak hujan sepanjang tahun. Hal ini sekaligus menggambarkan banyak awan atau kandungan uap air di udara relatif banyak, yang ditengarai menyebabkan kelembapan udara relatif tinggi sepanjang tahun.⁴ Kondisi tersebut menjadikan pengamatan hilal di Indonesia cukup menantang. Meskipun demikian, umat Islam tetap dituntut untuk berikhtiar semaksimal mungkin dalam melaksanakan

² Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, (Jakarta, Amythas Publicita, 2007), 87.

³ Badarul Munir, “*Faktor Atmosfer dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)*” (Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019), 8.

⁴ Yunus S. Soerjadi, *Iklim Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik-Sinoptik)* (Jakarta: BMKG, 2010), 14.

rukyatul hilal, baik secara konvensional dengan mata telanjang maupun melalui bantuan perangkat modern sebagai bentuk ikhtiar ilmiah dan syar'i.

Rukyatul hilal terus mengalami perkembangan. Pada awalnya metode rukyatul hilal dilaksanakan dengan mata telanjang atau non optik, seiring berkembangnya zaman sekarang ini rukyatul hilal dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat optik diantaranya Binokular, Theodolit dan Teleskop.⁵ Rukyatul hilal di Indonesia dilaksanakan dengan melibatkan berbagai lembaga, antara lain Kementerian Agama (Kemenag), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), serta Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Kolaborasi ini bertujuan untuk memastikan akurasi pengamatan dan keabsahan penetapan awal bulan Kamariah secara ilmiah dan syar'i.

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan yang begitu pesatnya khususnya ilmu astronomi atau ilmu falak,⁶ Maka, muncul pemikiran untuk memperbarui metode pengamatan hilal dengan memanfaatkan bantuan teknologi pengolahan citra (*image processing*) yang berkaitan erat dengan

⁵ Risya Himayatika, “*Teknik Rukyatul Hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul Hilal Muhammad Inwanuddin)*” (Tesis Magister, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019), 24.

⁶ Lintasan benda-benda langit, dalam bahasa Inggris disebut Orbit. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 66.

astrofotografi. Pendekatan ini dinilai mampu meningkatkan akurasi dan visibilitas hilal, khususnya dalam kondisi atmosfer yang kurang ideal atau ketika intensitas cahaya hilal sangat redup.

Pandangan Priyanto Hidayatullah dalam bukunya menyatakan bahwa kemampuan astrofotografi untuk mengabadikan proses pengamatan hilal berupa citra atau gambar dapat dijadikan sebagai data hilal untuk sebuah pengembangan keilmuan terkait hilal. Teknik astrofotografi dalam rukyatul hilal memiliki hubungan yang sangat erat dengan *image processing*, karena citra hilal yang dipotret sering mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra seperti ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.⁷

Pada citra hilal, *image processing* dengan tahapan-tahapan tertentu berfungsi untuk memperjelas ketampakan hilal pada citra atau gambar yang berhasil diambil gambarnya melalui teknik astrofotografi. Praktek rukyatul hilal yang berkembang di Indonesia, keberadaan data (citra hilal) sebagai bukti terlihatnya hilal bukanlah suatu hal yang dipandang perlu. Hal ini terlihat pada laporan hasil observasi hilal, dimana perukyat yang melihat hilal hanya perlu melaporkan hasil observasi (*syahadah*) kepada

⁷ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital; Teori dan Aplikasi Nyata*, (Bandung: Informatika Bandung, 2005), 3.

petugas dengan menyertakan formulir Laporan Hasil Observasi Bulan tanpa harus menyertakan data hilal (citra hilal) dan ketentuan-ketentuan yang berhubungan dengan syariat harus pula diikuti oleh perukyat.⁸

Secara umum *image processing* berfungsi untuk perbaikan atau memodifikasi citra, guna menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung didalamnya, juga untuk pengelompokan dan pencocokan citra, serta penggabungan citra dengan bagian citra yang lain.⁹ Pengolahan citra dikembangkan bertujuan untuk memperbaiki tampilan citra (*image enhancement*), mengurangi ukuran file citra dengan tetap mempertahankan kualitas citra (*image compression*), memulihkan citra pada kondisi semula (*image restoration*), menyoroti ciri tertentu dari citra agar lebih mudah untuk dianalisis.¹⁰

Proses pengolahan citra hilal atau *image processing* meliputi: mengetahui orientasi hilal, mengetahui ukuran hilal, dan meningkatkan kontras hilal supaya lebih kuat. Kegiatan pengolahan citra hilal atau *image processing* dapat berlangsung

⁸ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat* (Tangerang: CV Sejahtera Kita, 2010), 215.

⁹ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, ed. ke-3 (Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008), 1.

¹⁰ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata* (Bandung: Informatika, 2017), 3.

dengan menggunakan beberapa aplikasi pendukung seperti diantaranya: *SharpCap*¹¹, *IRIS*¹², *Lightroom*¹³, *GIMP*¹⁴, *Pictart*¹⁵, *Snapseed*¹⁶, *Pixlr*¹⁷, dan lain-lain.

¹¹ *SharpCap* adalah perangkat lunak pengambilan citra astronomi yang dirancang untuk bekerja dengan kamera astronomi seperti ZWO, QHY, dan kamera DSLR. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melakukan live stacking, focus assist, polar alignment, dan fitur pengamatan visual deep sky atau planet secara real-time., Robin Glover, *SharpCap User Manual* (SharpCap Software, 2021), 5.

¹² *IRIS* adalah *software* pemrosesan citra astronomi yang dikembangkan oleh Christian Buil. Aplikasi ini sangat populer di kalangan astronom amatir karena menyediakan fitur kalibrasi dark frame, flat frame, stacking, dan pemrosesan wavelet untuk meningkatkan kualitas citra objek langit redup seperti hilal atau nebula, Christian Buil, *IRIS Software Documentation* (Buil Astronomie, 2005).

¹³ *Adobe Lightroom* adalah aplikasi pengolah foto digital yang dikembangkan oleh *Adobe Inc.* Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur, mengedit, dan meningkatkan kualitas gambar secara non-destruktif menggunakan tools seperti *exposure*, *clarity*, *white balance*, dan *tone curve*, Martin Evening, *The Adobe Photoshop Lightroom Classic Book* (San Francisco: Adobe Press, 2020), 4–5.

¹⁴ *GIMP* adalah perangkat lunak pengedit gambar sumber terbuka yang digunakan untuk retouching, compositing, dan konversi format gambar. Meskipun bukan aplikasi khusus astronomi, *GIMP* dapat digunakan untuk memperjelas citra hilal melalui pengaturan kontras, brightness, dan layer blending, Akkana Peck, *Beginning GIMP: From Novice to Professional* (Berkeley: Apress, 2006), 3.

¹⁵ *PicsArt* adalah aplikasi pengedit foto dan video berbasis ponsel yang menyediakan berbagai efek visual, filter, stiker, dan alat pemotong gambar. Aplikasi ini banyak digunakan dalam konteks sosial media, namun memiliki fitur sederhana yang dapat dimanfaatkan untuk memperjelas citra hilal secara visual, PicsArt Inc., *PicsArt Help Center*, diakses 20 Maret 2025, <https://picsart.com/help>.

¹⁶ *Snapseed* adalah aplikasi editing foto profesional untuk perangkat mobile yang dikembangkan oleh Google. Aplikasi ini menawarkan fitur seperti selective adjust, tune image, HDR scape, dan curve yang

Dalam penelitian ini, penulis memilih menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom* untuk pengolahan citra hilal dibandingkan dengan aplikasi lainnya karena kedua perangkat lunak tersebut memiliki kemampuan unggulan dalam pemrosesan citra astronomi. IRIS dirancang khusus untuk pengolahan citra langit malam, sementara *Lightroom* memiliki fitur penyesuaian visual yang efektif. Keduanya memungkinkan analisis lebih optimal terhadap citra hilal yang umumnya memiliki tingkat kontras rendah serta rentan terhadap gangguan cahaya dari lingkungan sekitar.

IRIS merupakan aplikasi yang dapat memecah dan menggabungkan video menjadi satu frame yang akhirnya dapat diproses menjadi hasil citra hilal.¹⁸ Software aplikasi IRIS menawarkan fitur mengganti visual gambar ke dalam pallet temperature dan juga ultra violet yang dapat membantu pengamat untuk melihat gambaran berbeda dengan kontras lebih baik sehingga dapat memastikan keberadaan benda langit redup seperti hilal atau bulan sabit awal yang tipis. Penggunaan

memungkinkan peningkatan citra secara detail dan terarah, Google LLC, *Snapseed Product Overview*, diakses 20 Maret 2025, <https://snapseed.online>.

¹⁷ Pixlr adalah aplikasi pengedit foto berbasis web dan mobile yang menawarkan *tools* pengeditan dasar seperti *crop*, *brightness*, *contrast*, *sharpen*, dan juga layer. Aplikasi ini sangat ringan dan mudah digunakan oleh pengguna pemula maupun semi-profesional, Inmage Group, *Pixlr User Guide*, diakses 20 Maret 2025, <https://pixlr.com>.

¹⁸ Unggul Suryo Ardi, "Validitas Metode Image Processing DOME Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal," *Al-Mizan* 14 (2018): 135–161, <https://doi.org/10.30603/am.v14i1.934>.

software olah citra ini dapat membantu memberikan gambaran dari benda langit yang diharapkan.¹⁹ IRIS terbukti sangat direkomendasikan dalam mengolah dan menganalisis gambar hilal. Terbukti IRIS digunakan oleh para pakar falak lainnya, seperti Hendro Setyanto, Ahmad Junaidi, M. Faishol Amin, bahkan BMKG juga menggunakan IRIS sebagai perangkat lunak atau software untuk mengolah gambar hilal.²⁰

Sementara itu aplikasi *Lightroom* dengan nama lengkap *Adobe Photoshop Lightroom* adalah sebuah program *software* dari *Adobe* yang diperuntukan khusus untuk dunia fotografi.²¹ *Software* ini dirancang sebagai alat pembantu sebagai pengolah dan pengedit foto digital. *Lightroom* dipergunakan lebih ke permainan efek warna dan *retouch* foto yang lebih bervariasi. Kelebihan *Lightroom* memang terletak pada pengolahan *tonal-tonal* warna foto yang lengkap serta lebih mudah. Dalam aplikasi *Lightroom* terdapat *preset*, yang merupakan sebuah kumpulan

¹⁹ Hariyadi Putraga et al., “Pengamatan Hilal Siang Menggunakan Metode Olahan Filter Warna pada Software IRIS,” *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 7 (24 Oktober 2024): 49–56, <http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v7i1.187>.

²⁰ Unggul Suryo Ardi, *Karakteristik Metode Image Processing untuk Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)*, (Tesis, UIN Walisongo Semarang, 2025), 93, https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/12188/1/TESIS_1702048018_UNGGUL_SURYO_ARDI.pdf.

²¹ Rondabstudio, “Pengertian dan Kelebihan Adobe Lightroom dan Perbedaannya dengan Photoshop Biasa,” diakses 20 Maret 2025, <https://rondabstudio.blogspot.com/2017/01/pengertian-dan-kelebihan-adobe.html?m=1>.

dari rumusan-rumusan dalam sebuah pengaturan yang dilakukan pada saat editing foto yang disimpan dalam bentuk atau format tertentu.²² Sederhananya *preset Lightroom* merupakan template tertentu dari pengaturan yang telah dilakukan. Pada *preset* ini memuat pengaturan yang beragam mulai dari *exposure*, *contras*, *highlights*, *coloring*, dan lain sebagainya.

Pada aplikasi *Lightroom* terdapat fitur-fitur yang mempermudah pengguna untuk mengedit suatu berkas foto mentah diantaranya sebagai berikut :²³

- a. *Selective*, berfungsi untuk melakukan seleksi bagian tertentu pada foto.
- b. *Healing*, berfungsi untuk melakukan koreksi atau perbaikan pada bagian foto, seperti noda, jerawat, dan sebagainya.
- c. *Crop*, berfungsi untuk melakukan rotasi, memotong, dan membalikkan foto.
- d. *Profiles*, berfungsi untuk melakukan pengeditan foto secara otomatis berdasarkan *preset* yang tersedia.
- e. *Auto*, berfungsi untuk melakukan pengeditan secara otomatis langsung dari *Adobe Lightroom*.

²² “Preset Lightroom dan Jenis Preset Lightroom,” *Lightroom Indonesia*, diakses 20 Maret 2025, <https://lightroomindonesia.com?apa-itu-preset-lightroom-dan-jenis-presetlightroom/#:~:text=Preset%20lightroom%20merupakan%20sebuah%20kumpulan,dalam%20bentuk%20atau%20format%20tertentu.>

²³ “Cara Menggunakan Adobe Lightroom,” *JalanTikus*, diakses 20 Maret 2025, <https://jalantikus.com/tips/cara-menggunakan-adobe-lightroom/>.

- f. *Light*, berfungsi dalam mengatur pencahayaan foto, seperti *Exposure, Contrast, Highlight, Shadown, White & Black, dan Curve*.
- g. *Color*, berfungsi untuk mengatur warna pada foto, seperti *White Balance, Temperature, Tint, Vibrance, Saturation, B&W, dan Mix*.
- h. *Effects*, berfungsi untuk menambahkan efek-efek tertentu pada foto, seperti *Clarity, Dehaze, Vignete, dan Grain*.
- i. *Detail*, berfungsi untuk menambahkan detail dan ketajaman pada foto, seperti *Sharpening dan Noise Reduction*.
- j. *Optics*, berfungsi untuk memperbaiki karakter lensa yang digunakan saat mengambil foto.
- k. *Geometry*, berfungsi untuk mengatur perspektif pada suatu foto baik secara horisontal dan vertikal.
- l. *Preset*, berfungsi untuk memilih dan menggunakan *preset* foto yang disediakan *Adobe Lightroom*.
- m. *Reset*, berfungsi untuk mengembalikan hasil editan ke kondisi awal foto sebelum diedit.
- n. *Pencahayaan*, Fungsi dari effect ini untuk menerangkan dan menggelapkan foto. Jika kalian menggeserkan kesebelah

kiri, maka foto menjadi gelap, sedangkan kalian geser ke kanan maka foto kalian menjadi terang²⁴

Dalam pengolahan citra hilal, *Lightroom* berfungsi untuk meningkatkan kualitas visual citra dengan menyesuaikan *eksposur*, *kontras*, *white balance*, serta mengurangi *noise* dan gangguan cahaya latar. Proses ini bertujuan untuk menonjolkan bentuk hilal yang redup agar lebih mudah dikenali. Melalui penyesuaian visual ini, citra menjadi lebih tajam dan layak digunakan sebagai dasar dalam proses identifikasi dan verifikasi visibilitas hilal secara ilmiah.

Aplikasi IRIS dan *Lightroom* telah banyak digunakan oleh lembaga, instansi, dan organisasi falak dalam pengolahan citra hilal karena keduanya memiliki fitur yang sesuai dengan kebutuhan analisis astronomi, terutama dalam meningkatkan kontras dan mengurangi *noise* pada citra hilal yang sangat redup.²⁵ Meskipun ada banyak aplikasi lain yang juga mampu mengolah citra, IRIS dan *Lightroom* memiliki keunggulan seperti kemudahan dalam pengolahan dan menganalisis citra hilal, pemrosesan gambar yang efisien, serta dapat dikatakan mudah dalam mengoperasikannya bagi komunitas astronomi amatir dan

²⁴ “Cara Menggunakan Adobe Lightroom,” *JalanTikus*, diakses 20 Maret 2025, <https://jalantikus.com/tips/cara-menggunakan-adobe-lightroom/>.

²⁵ David Simangunson et al., “Optimasi Sensor Kamera Pada Proses Identifikasi Warna dengan Pengolahan Citra Menggunakan Design of Experiment,” *e-Proceeding of Engineering* 3, no. 2 (Agustus 2016): 3051.

profesional yang luas. Selain itu, keduanya juga gratis, sehingga lebih mudah diakses dan disesuaikan dengan metode pengolahan data yang digunakan.²⁶

Meskipun aplikasi IRIS dan *Lightroom* memiliki berbagai fitur unggulan dalam pemrosesan citra astronomi, pengujian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas keduanya dalam konteks spesifik pengolahan citra hilal. Hal ini penting karena masing-masing aplikasi memiliki algoritma dan pendekatan pemrosesan yang berbeda, sehingga perlu dilakukan evaluasi untuk menentukan sejauh mana keduanya mampu meningkatkan visibilitas hilal, mengurangi *noise*, serta mempertahankan karakteristik asli citra. Pengujian ini dapat dilakukan dengan membandingkan hasil pemrosesan dari kedua aplikasi menggunakan dataset yang sama, kemudian menganalisis faktor-faktor seperti peningkatan *signal-to-noise ratio* (SNR) atau nisbah sinyal terhadap derau,²⁷ ketajaman citra, serta efektivitas dalam menghilangkan gangguan cahaya latar.

Selain itu, aspek efisiensi waktu dan kemudahan penggunaan menjadi pertimbangan penting, mengingat pemrosesan citra hilal

²⁶ Unggul Suryo Ardi, *Karakteristik Metode Image Processing untuk Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)*, tesis Magister, UIN Walisongo Semarang, 2025, hlm. 93, https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/12188/1/TESIS_1702048018_UNGGUL_SURYO_ARDI.pdf.

²⁷ Gerald R. Hubble, *Scientific Astrophotography: How Amateurs Can Generate and Use Professional Imaging Data*, Patric Moore's Practical Astronomy Series (New York: Springer, 2013), 176.

sering kali melibatkan langkah-langkah teknis yang cukup kompleks. Melalui pengujian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai keunggulan dan keterbatasan masing-masing aplikasi, sehingga dapat ditentukan metode pengolahan citra yang paling efektif untuk mendukung kegiatan penelitian hilal secara ilmiah dan praktis.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti terdorong untuk mengkaji secara lebih mendalam komparasi antara aplikasi IRIS dan *Lightroom* dalam proses pengolahan citra hilal (*image processing*). Kajian ini menjadi penting mengingat kedua aplikasi tersebut memiliki pendekatan dan karakteristik teknis yang berbeda dalam memperjelas visibilitas hilal. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengangkat topik ini dalam sebuah penelitian dengan judul: “Komparasi Metode *Image Processing* Citra Hilal Menggunakan Aplikasi IRIS dan *Lightroom* dalam Penetapan Awal Bulan Hijriah di Indonesia.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah di atas, muncul beberapa permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana komparasi *image processing* citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom*?
2. Bagaimana *image processing* citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi?

C. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini berdasarkan pada pokok permasalahan yang telah uraikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk memahami komparasi *image processing* citra hilal pada aplikasi IRIS dan *Lightroom*.
2. Untuk mengetahui *image processing* citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi.

D. Manfaat Penelitian

1. Menambah khazanah keilmuan dibidang falak dalam memahami komparasi *image processing* citra hilal pada aplikasi IRIS dan *Lightroom*.
2. Mengetahui bagaimana *image processing* citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi.
3. Menambah karya ilmiah yang dapat dijadikan rujukan dimasa mendatang bagi para pegiat ilmu falak dalam melakukan penelitian.

E. Telaah Pustaka

Pada bagian ini diuraikan penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini sehingga ditemukan celah pembeda yang belum terpenuhi dalam penelitian sebelumnya. Penelitian terdahulu yang diambil penulis dalam penelitian ini tergolong dalam beberapa kategori, seperti: buku, jurnal ilmiah, tesis, dan disertasi.

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Hariyadi Putraga et al. pada tahun 2021 dengan judul “*Pengamatan Hilal Siang*

Menggunakan Metode Olahan Filter Warna Pada Software IRIS". Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan citra hilal yang lebih jelas dengan menggunakan filter warna pada software IRIS. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan studi kasus analisis olahan citra dari perangkat lunak IRIS. Hasil dari penelitian ini memverifikasi adanya citra hilal yang secara valid telah memasuki fase bulan baru dan penanggalan hijriyah yang baru.²⁸

Penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada penggunaan satu aplikasi pengolahan citra atau terbatas pada teknik filter warna dalam pengamatan hilal siang. Penelitian terbaru ini menggabungkan dua pendekatan pengolahan citra digital dengan membandingkan hasil dari dua perangkat lunak berbeda, yakni IRIS dan Lightroom, sehingga memberikan ruang evaluasi yang lebih luas terhadap efektivitas dan akurasi metode yang digunakan dalam proses penetapan awal bulan Hijriah. Dengan pendekatan komparatif ini, penelitian tidak hanya menilai kemampuan teknis masing-masing aplikasi, tetapi juga mengidentifikasi keunggulan dan keterbatasannya secara ilmiah. Keunggulan ini menjadikan penelitian ini lebih

²⁸ Hariyadi Putraga et al., "Pengamatan Hilal Siang Menggunakan Metode Olahan Filter Warna pada Software IRIS," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 7 (24 Februari 2025): 49–56, <http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v7i1.187>.

komprehensif, inovatif, serta relevan dengan kebutuhan modernisasi rukyatul hilal di Indonesia, sehingga sangat layak untuk dilanjutkan dan dikembangkan dalam konteks akademik maupun praktis.

Kedua, penelitian terkait pengolahan citra hilal hasil pengamatan hilal dengan bantuan software aplikasi. Penelitian ini berjudul “*Pengamatan Hilal Siang Hari Di OIF Cabang Barus*” yang dilakukan oleh Muhammad Dimas Firdaus et al. pada tahun 2022. Adanya penelitian ini mendorong untuk untuk memaksimalkan instrumen yang ada untuk mendapatkan citra hilal dengan elongasi yang lebih kecil. Observatorium Ilmu Falak atau OIF sebagai lembaga yang bergerak di bidang ilmu falak melakukan pengamatan hilal setiap bulan sejak siang hari. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah observasi langsung oleh para peneliti di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saat awal bulan Jumadil Awal.²⁹ Pada penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa software aplikasi pendukung seperti software Autostakkert, Registax, dan Adobe Lightroom. Pada software Autostakkert, peneliti mengolah data mentah untuk aligning dan stacking, karena garisnya sangat tipis. Software kedua yang digunakan yaitu Registax untuk pengaturan wavelet dengan hasil

²⁹ Muhammad Dimas Firdaus et al., “Pengamatan Hilal Siang Hari di OIF Cabang Barus,” *Journal of Islamic Astronomy* 1 (12 Desember 2024): 123–144, <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v1i2.965>.

garis awal yang diduga hilal terlihat semakin jelas. Terakhir penelitian menggunakan bantuan software Adobe har yang membantu garis terlihat semakin jelas dan untuk keperluan publikasi digital citra hilal. Pengolahan yang dilakukan adalah peningkatan kontras menggunakan fitur-fitur seperti exposure, contrast, structure, dan dehazde. Hasil akhir menunjukkan tidak hanya garis citra hilal yang terlihat jelas, juga kotoran yang menempel di permukaan lensa kamera juga terlihat dengan jelas.

Penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang lebih menekankan pada aspek observasi hilal secara langsung di siang hari maupun penggunaan satu aplikasi pengolah citra secara parsial. Dalam penelitian terbaru ini, pendekatan yang digunakan lebih komprehensif karena tidak hanya membandingkan hasil pengolahan citra menggunakan dua perangkat lunak berbeda, tetapi juga menekankan pada aspek validasi keakuratan serta efektivitas masing-masing metode dalam konteks penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia. Kelebihan penelitian ini terletak pada integrasi metode digital modern dengan kajian falak kontemporer yang berorientasi pada pembuktian ilmiah dan efisiensi pemrosesan citra hilal. Keunggulan lainnya adalah adanya evaluasi kritis terhadap hasil olahan citra dari dua platform yang berbeda, sehingga dapat memberikan rekomendasi metode terbaik yang relevan dengan kondisi rukyat di Indonesia. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya mengisi

kekosongan dalam kajian komparatif metode pengolahan citra hilal, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan instrumen penetapan kalender Hijriah berbasis teknologi digital yang lebih presisi dan aplikatif, sehingga layak untuk dilanjutkan.

Ketiga, penelitian oleh Riza Afrian Mustaqim pada tahun 2018, dengan judul “*Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal*”. Penelitian ini mengkaji bagaimana pandangan para ulama berkaitan dengan keabsahan penggunaan pengolahan citra hilal. Pengolahan citra hilal atau *image processing* merupakan pengolahan gambar yang mampu memperjelas gambar atau citra pada bulan sabit yang belum dapat dipastikan keberadaannya. Teknik analisis yang diambil peneliti yaitu analisis deskriptif dengan mendeskripsikan kejadian atau fakta, keadaan, fenomena dan variabel dengan menarik suatu titik temu dalam penggunaan *image processing* pada astrofotografi hilal di BMKG. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu pertama, ulama yang sama sekali tidak memperbolehkan penggunaan *Image Processing* karena penggunaan alat terbatas dalam membantu penglihatan dan mata masih sebagai penilai. Kedua, ulama yang memperbolehkan penggunaan *Image Processing* namun hanya sebatas memperjelas citra hilal, karena embrio hilal harus sudah terlihat pada citra awal meskipun samar-samar. Ketiga, ulama yang memperbolehkan penggunaan *Image Processing* secara

keseluruhan, karena langkah tersebut adalah proses ilmiah untuk memastikan keberadaan hilal, meskipun pada citra dasarnya hilal tidak terlihat.³⁰

Penelitian ini memiliki perbedaan mendasar dibanding penelitian-penelitian terdahulu yang lebih menitikberatkan pada kajian pandangan ulama terhadap penggunaan teknologi image processing atau pada perbandingan teknis antar aplikasi tertentu dalam pengolahan citra hilal. Berbeda dengan pendekatan sebelumnya yang cenderung bersifat normatif maupun terbatas pada aspek teknis visual, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih integratif dan analitis dengan menguji akurasi metode pengolahan citra secara komprehensif serta menilai keterpaduannya dengan data astronomis modern untuk keperluan penetapan awal bulan Hijriah. Keunggulan penelitian ini terletak pada upayanya menjembatani metode klasik dan modern melalui uji validasi citra hilal yang telah diolah secara digital, sekaligus mempertimbangkan aspek keilmuan falak kontemporer. Dengan pendekatan yang lebih menyeluruh ini, penelitian dinilai layak untuk dilanjutkan karena memberikan kontribusi baru terhadap pengembangan metode rukyatul hilal berbasis teknologi yang tetap berpijak pada prinsip ilmiah dan ketepatan observasi.

³⁰ Riza Afrian Mustaqim, “Pandangan Ulama Terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* (5 Juni 2024): 78–115, <https://doi.org/10.30596/jam.v4i1.1937>.

Keempat, artikel ilmiah yang termuat dalam jurnal internasional *The Journal of Open Source Software*, dengan judul “*SIRIL: An Advanced Tool for Astronomical Image Processing*” tahun 2024 karya Cyril Richard et.al.³¹ Pada artikel tersebut dipaparkan mengenai software SIRIL dalam *image processing* atau pengolahan citra hilal. SIRIL menjadi perangkat lunak terbuka yang kuat yang dirancang untuk pra dan pasca pemrosesan gambar astronomi. SIRIL menjadi penawaran yang unggul karena menawarkan solusi komprehensif untuk astronom pemula dan profesional untuk meningkatkan alur kerja pencitraan. Perangkat lunak ini telah digunakan dalam berbagai bidang ilmiah publikasi dan proyek astrofotografi, menunjukkan keserbagunaan dan efektivitasnya. Pada software SIRIL menyediakan alat canggih untuk tugas-tugas seperti penumpukan gambar, kalibrasi, registrasi, dan penyempurnaan, memungkinkan pengguna menghasilkan gambar langit berkualitas tinggi objek. Pencitraan astronomi memerlukan perangkat lunak khusus yang mampu menangani tantangan unik ini. SIRIL mengatasi tantangan ini dengan menyediakan serangkaian alat yang dirancang untuk mengatasi tantangan tersebut mengolah gambar dari berbagai jenis instrumen astronomi. Kumpulan fitur tangguh

³¹ Cyril Richard et al., “SIRIL: An Advanced Tool for Astronomical Image Processing,” *The Journal of Open Source Software* (15 Oktober 2024): 1–3, <https://doi.org/doiunavailable>.

dalam software ini mencakup dukungan untuk berbagai format gambar dan teknik kalibrasi fotometrik yang presisi.

Penelitian ini memiliki perbedaan signifikan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang berfokus pada fungsi teknis masing-masing perangkat lunak pengolah citra astronomi maupun komparasi antara aplikasi pengolahan gambar umum dan khusus. Jika penelitian terdahulu lebih menekankan pada aspek penggunaan atau perbandingan dua aplikasi dalam meningkatkan visibilitas citra hilal, penelitian ini menghadirkan pendekatan baru dengan mengevaluasi metode pengolahan citra berbasis astronomi secara lebih mendalam dalam konteks penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia, serta menitikberatkan pada aspek ketepatan astronomis, efisiensi proses, dan relevansi praktisnya dalam sistem kalender Islam. Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi pendekatan komparatif dan evaluatif secara simultan, dengan mempertimbangkan validitas ilmiah, kelayakan teknis, dan kebutuhan praktis di lapangan. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi aktual terhadap pengembangan metodologi observasi hilal berbasis teknologi, yang belum banyak dibahas dalam kajian sebelumnya, sehingga layak untuk dilanjutkan sebagai upaya penyempurnaan sistem penetapan awal bulan Hijriah yang lebih akurat dan terstandarisasi.

Kelima, penelitian yang dilakukan oleh Agus Andreansyah pada tahun 2023 yang mengangkat topik penelitian seputar pengolahan citra hilal khususnya di Provinsi Kepulauan Bangka

Belitung. Judul penelitian yang diambil oleh Agus Andreansyah yaitu “*Identifikasi Garis Batas Citra Hilal Menggunakan Kernel Matriks*”. Tahapan metode yang diambil dalam penelitian tersebut supaya memperoleh karnel matriks yang terbaik dan akurat yaitu melalui beberapa proses seperti: *Preprocessing*, Deteksi Tepi, Segmentasi, dan hasil perbandingan. Pengolahan citra hilal dimulai dari proses mengubah citra RGB ke citra *grayscale* menggunakan operator kernel matriks yaitu *roberts*, *prewitt*, *sobel*, dan *canny*. Hasil penelitian tersebut dalam pengujian keempat operator kernel matriks, didapatkan bahwa operator *prewitt* dan *sobel* memiliki kinerja terbaik dalam mendeteksi garis batas tepi yang jelas. Adapun pada operator *roberts* juga mampu mendeteksi garis batas citra hilal namun sedikit tipis dan buram. Berbeda dengan operator *canny* yang sama sekali tidak dapat mendeteksi dan tidak bisa memisahkan langsung antara objek dengan *background*.³²

Penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada aspek teknis semata, seperti identifikasi garis batas citra hilal menggunakan pendekatan algoritmik tertentu atau membandingkan dua perangkat lunak secara umum tanpa mempertimbangkan konteks praktis dan aplikatif dalam

³² Agus Andreansyah, “Identifikasi Garis Batas Citra Hilal Menggunakan Kernel Matriks,” *Jurnal Disprotek* 14 (Juli 2023): 156–165, <https://doi.org/10.34001/Jdpt>.

penetapan awal bulan Hijriah. Keunggulan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang lebih komprehensif, yaitu tidak hanya menguji akurasi hasil pengolahan citra, tetapi juga menilai efektivitas dan kelayakan aplikasi yang digunakan berdasarkan kebutuhan riil dalam pelaksanaan rukyatul hilal di Indonesia. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam integrasi metode klasik dan modern, serta mempertimbangkan relevansi astronomi terapan dalam konteks lokal. Dengan pendekatan yang lebih terarah dan berbasis kebutuhan praktis, penelitian ini dinilai layak untuk dilanjutkan sebagai upaya pengembangan metode penetapan awal bulan Hijriah yang lebih akurat, efisien, dan mudah diimplementasikan.

Keenam, penelitian dengan judul “*Validitas Metode Image Processing DOME Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal*” oleh Unggul Suryo Ardi pada 2018. Penelitian terkait karakteristik metode *image processing* pada CASA dapat dikatakan sebagai bentuk penelitian lanjutan yang bertujuan untuk menemukan perbedaan yang ada antara metode *image processing* CASA dan BMKG, serta menguji validitas metode *image processing* CASA. Tipe penelitian ini yaitu penelitian lapangan dengan menggunakan teknik analisis data, yaitu deskriptif dan komparatif. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa metode *image processing* CASA memiliki perbedaan dengan metode *image processing* BMKG. Pengolahan citra hilal pada keduanya melalui software yang sama, yaitu IRIS, namun metode yang

digunakan berbeda, karena pengambilan data awal yang berbeda pula. Setelah diproses hasil citra hilal *image processing* CASA memiliki kualitas yang sama-sama baik dibandingkan dengan BMKG dan hasil citra CASA tersebut bisa dipertanggungjawabkan kevalidannya.³³

Penelitian ini memiliki perbedaan signifikan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang lebih terfokus pada validitas satu metode *image processing* atau penggunaan aplikasi tertentu secara terpisah dalam analisis citra hilal. Sementara penelitian terdahulu cenderung mengevaluasi efektivitas tunggal dari perangkat atau platform tertentu, penelitian ini menawarkan pendekatan komparatif yang menyandingkan dua aplikasi pengolahan citra—IRIS dan Lightroom—untuk mengidentifikasi kelebihan dan keterbatasan masing-masing dalam konteks penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia. Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi perspektif astronomi dan digital imaging secara bersamaan, sehingga menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dan aplikatif. Selain itu, penelitian ini juga memperluas cakupan dengan mempertimbangkan konteks lokal penentuan awal bulan, yang menjadikannya relevan dan layak untuk dilanjutkan sebagai

³³ Unggul Suryo Ardi, “Validitas Metode Image Processing DOME Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal,” *Al-Mizan: Jurnal Pemikiran Hukum Islam* 14 (2018): 135–161, <https://doi.org/10.30603/am.v14i1.934>.

kontribusi ilmiah terhadap pengembangan metode rukyatul hilal berbasis teknologi.

F. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Berdasarkan beberapa referensi yang telah dikaji oleh penulis, baik berupa artikel, buku, jurnal ilmiah dan referensi lain, maka dalam penelitian ini tergolong penelitian *library research (kepastakaan)*. dengan data kualitatif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang suatu masalah.³⁴ Dapat dikatakan bahwa penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kualitatif, karena penulis berfokus pada kajian mendalam dan analisis komparatif terhadap pengolahan citra hilal (*image processing*) dengan menggunakan dua perangkat lunak, yaitu IRIS dan *Lighthouse*. Penelitian ini tidak hanya membandingkan aspek teknis dari kedua aplikasi tersebut, tetapi juga mengevaluasi efektivitasnya dalam konteks visibilitas hilal, serta relevansinya dalam penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia.

2. Fokus Penelitian

Fokus penelitian sebenarnya berfungsi sebagai wahana untuk membatasi suatu kajian yang akan dilakukan. Secara

³⁴ Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif: Teori dan Praktik* (Jakarta: Bumi Aksara, 2013), 86.

sederhana fokus penelitian dapat berupa masalah, obyek evaluasi atau pilihan kebijakan, atau hal lainnya.³⁵ Adapun konsep pengolahan citra hilal (*image processing*) dalam penelitian ini, penulis memfokuskan kajian pada komparasi hasil pengolahan citra yang dilakukan menggunakan dua perangkat lunak, yakni IRIS dan *Lightroom*. Fokus perbandingan ini mencakup kemampuan masing-masing aplikasi dalam meningkatkan visibilitas hilal, mulai dari peningkatan kontras, reduksi *noise*, hingga ketajaman citra. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas dan akurasi visual dari masing-masing metode dalam konteks rukyatul hilal, serta sejauh mana keduanya dapat mendukung penetapan awal bulan Hijriah secara ilmiah dan syar'i.

3. Sumber Data

Berdasarkan sumber, data penelitian digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini digunakan dua sumber data tersebut yaitu sumber primer dan sumber sekunder sebagai berikut:

a. Data Primer

Sumber data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu gambar atau citra hilal yang belum diproses, diolah atau masih dalam keadaan data mentah yang telah

³⁵ Ahmad Tanzeh, *Metodologi Penelitian Praktis* (Yogyakarta: Teras, 2011), 54–55.

diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

b. Data Sekunder

Sumber data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi artikel ilmiah, buku Ilmu Falak Praktis dan Fiqh Hisab Rukyah karya *Ahmad Izzuddin*, serta jurnal-jurnal dan karya tulis ilmiah lainnya yang relevan dengan kajian rukyatul hilal. Seluruh referensi tersebut digunakan untuk memperkuat kerangka teoretis dan analisis komparatif terhadap metode image processing dalam penentuan awal bulan Hijriah.

4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan salah satu bagian penting dalam kegiatan penelitian supaya berjalan sesuai dengan prosedur dan hasil yang diinginkan secara efektif. Pada penelitian ini penulis mengambil dua metode dalam pengumpulan data yaitu wawancara dan dokumentasi.

a. Dokumentasi

Istilah dokumen merujuk pada materi yang berkaitan seperti foto, video, film, memo, surat, catatan harian, catatan kasus klinis, dan memorabilia segala macam yang digunakan sebagai informasi bagian dari studi kasus yang sumber data utamanya adalah observasi atau wawancara

partisipasi.³⁶ Dokumen yang akan penulis gunakan dalam penelitian ini berupa data-data terdahulu sejak tahun 2023 hingga tahun 2024 serta gambar hasil tangkapan citra hilal yang berhasil diabadikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Menurut Sugiyono, dokumentasi mampu menjadi bagian pelengkap dalam suatu metode penelitian.³⁷

b. Wawancara

Demi mendapatkan data yang akurat dan lengkap, penulis melakukan wawancara baik secara langsung kepada Bapak Himawan Widiyanto selaku koordinator tanda waktu di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

5. Metode Analisis Data

Data yang telah terkumpul perlu diolah dan dianalisis supaya mempunyai makna dan berguna dalam memecahkan masalah penelitian. Menganalisis data dapat dikatakan sebagai suatu tindakan yang kritis, karena pada tahapan ini peneliti harus memilih serta memastikan bahwa tipe analisis yang digunakan selaras dengan jenis data yang telah dikumpulkan dan fokus permasalahan. Dalam penelitian ini, analisis

³⁶ Albi Anggito dan Johan Setiawan, *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Sukabumi: CV Jejak, 2018), 146.

³⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2016), 240.

dilakukan dengan menggunakan pendekatan komparatif terhadap hasil pengolahan citra hilal menggunakan dua aplikasi, yaitu IRIS dan *Lightroom*. Untuk menguji keefektifan masing-masing aplikasi secara objektif, digunakan beberapa parameter berbasis sains fotografi dan pengolahan citra digital, antara lain analisis *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) untuk mengukur kejernihan citra dengan membandingkan kekuatan sinyal hilal terhadap derau latar, *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) untuk menilai kontras objek terhadap gangguan cahaya, serta analisis ketajaman tepi objek menggunakan *Edge Sharpness* atau *Modulation Transfer Function* (MTF). Selain itu, dilakukan juga analisis histogram untuk melihat distribusi pencahayaan dan kontras, serta validasi visual oleh panel ahli guna menilai keterlihatan hilal secara kasat mata. Khusus untuk aplikasi IRIS, metode *wavelet transform* digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pemrosesan multi skala dalam menampilkan struktur hilal yang redup. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan penilaian menyeluruh terhadap kelebihan dan keterbatasan masing-masing aplikasi dalam konteks pemrosesan citra hilal. Berdasarkan fokus penelitian yang diangkat dalam penelitian ini, maka penulis mengambil analisis data dengan tipe analisis non statistik, yaitu analisis deskriptif.³⁸

³⁸ Ahmad Tanzeh, *Metodologi Penelitian Praktis* (Yogyakarta: Teras,

Analisis deskriptif (*descriptive analysis*) dapat dimaknai sebagai suatu analisa penelitian yang dimaksudkan untuk mendeskripsikan suatu keadaan tertentu yang bersifat faktual secara sistematis dan akurat.³⁹ Proses analisis data dalam penelitian ini diawali dengan pengumpulan citra hilal yang diperoleh melalui kamera atau teleskop, bersumber dari BMKG. Data mentah tersebut kemudian diolah menggunakan teknik *image processing* melalui dua aplikasi, yakni IRIS dan *Lightroom*. Analisis difokuskan pada efektivitas masing-masing perangkat lunak dalam meningkatkan kualitas citra hilal.

G. Sistematika Penelitian

Penulisan penelitian ini akan terbagi menjadi 5 bab yang secara khusus ada beberapa subtansi pembahasan, adapun sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I, pada bab ini berisi Pendahuluan tentang Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Telaah Pustaka, Metode Penelitian, dan Sistematika Penelitian.

BAB II, pada bab ini berisi tinjauan rukyatul hilal dan *image processing* tentang Rukyatul Hilal, *image processing* dalam Rukyatul Hilal, dan metode komparasi *image processing*.

2011), 97.

³⁹ Sudarwan Danim, *Menjadi Peneliti Kualitatif* (Bandung: CV Pustaka Setia, 2002), 41.

BAB III, pada bab ini berisi Data-Data BMKG Tentang Awal Bulan Hijriah. Pada bagian ini fokus pembahasannya berisi tentang Tentang Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika, Sejarah *Image Processing* Hilal BMKG, *Image Processing* Pendukung Rukyatul Hilal Sebagai Verifikasi Hasil Hisab, *Image Processing* Sebagai Pendukung Rukyatul Hilal dalam Posisinya Sebagai Verifikasi Hasil Hisab, Data Pengamatan Hilal BMKG Pusat.

BAB IV, pada bab ini berisi pembahasan yakni jawaban atas rumusan masalah. Dengan judul besarnya dalah Komparasi Metode *Image Processing* Citra Hilal Menggunakan Aplikasi Iris dan *Lightroom* Dalam Proses Penetapan Awal Bulan Hijriah Di Indonesia. Pada bagian ini, fokus pembahasannya dibagi menjadi dua bagian yang meliputi: 1. Bagaimana komparasi *image processing* citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom*?, 2. Bagaimana *image processing* citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi?.

BAB V, pada bab ini merupakan penutup dari tesis yang terdiri atas kesimpulan serta saran-saran. Kesimpulan yang di tawarkan pada bab ini sebagai jawaban dari rumusan masalah yang terdapat dalam bab pertama yang merupakan hasil maksimal dari pembahasan tesis oleh penulis. Adapun saran-saran yang ada kaitannya dengan pembahasan ini.

BAB II

TINJAUAN RUKYATUL HILAL DAN *IMAGE PROCESSING*

A. RUKYATUL HILAL

1. Pengertian Rukyatul Hilal

Istilah *rukkyatul hilal* merupakan terminologi teknis dalam disiplin Ilmu Falak yang berasal dari bahasa Arab, terdiri atas dua kata: *rukayah* (رؤية) yang berarti 'melihat' atau 'mengamati', dan *hilal* (هلال) yang merujuk pada fase awal bulan sabit dalam kalender hijriah.⁴⁰ Secara etimologis, penggabungan kedua istilah tersebut merujuk pada aktivitas pengamatan visual yang ditujukan untuk menyaksikan kemunculan awal bulan sabit (hilal) setelah terbenamnya Matahari pada akhir bulan kamariyah, yang berfungsi sebagai penanda dimulainya bulan hijriah yang baru.⁴¹

Secara epistemologis, rukyatul hilal tidak semata-mata merupakan aktivitas empirik dalam bentuk pengamatan langit, melainkan juga mengandung aspek normatif yang bersumber dari nash-nash syar'i sebagai dasar legitimasi syariat.⁴² Dalam tradisi keilmuan Islam, rukyah telah menjadi metode yang

⁴⁰ Muhammad Ilyas, *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times and Qibla* (Kuala Lumpur: Berita Publishing, 1984), 18.

⁴¹ Lajnah Falakiyah PBNU, *Pedoman Rukyat dan Hisab* (Jakarta: Lajnah Falakiyah PBNU, 2021), 25.

⁴² Wahbah al-Zuhaili, *al-Fiqh al-Islami wa Adillatuhu*, Jil. 2 (Damaskus: Dar al-Fikr, 1985), 583.

diakui dalam penetapan waktu ibadah, khususnya dalam konteks penentuan awal Ramadan, Syawal, dan Zulhijjah.⁴³

1. Rukyat

Secara etimologis, *rukyaḥ* (رؤية) berasal dari kata kerja *ra'ā – yarā – ru'yatan*, yang berarti “melihat dengan penglihatan mata”. Dalam konteks ilmu falak, *rukyaḥ* merujuk pada aktivitas pengamatan visual terhadap objek langit, khususnya hilal, dengan menggunakan mata telanjang (*al-ru'yah al-‘ādiyyah*) atau alat bantu optik seperti teleskop (*al-ru'yah al-‘ilmiyyah*).⁴⁴

Sedangkan secara terminologis (*istilahi*), *rukyaḥ* didefinisikan sebagai metode pengamatan secara langsung terhadap keberadaan bulan sabit baru (*hilal*) pada saat matahari terbenam, guna menetapkan awal bulan Kamariah. Dalam konteks fikih, *rukyaḥ* menjadi salah satu metode penetapan waktu ibadah yang memiliki dasar syariat melalui *ḥadīṣ* Nabi Muhammad SAW: "Berpuasalah kalian karena melihat hilal, dan berbukalah kalian karena melihat hilal" (*ṣūmū li-ru'yatihi wa-aftirū li-ru'yatihi*).

⁴³ Imam al-Nawawi, *Syarḥ Ṣaḥīḥ Muslim*, Jil. 7 (Beirut: Dar al-Ma‘rifah, 2002), 189.

⁴⁴ A. Jamil dan Ade Sukanti, *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004), 101.

2. Hilal

Secara etimologis, *hilāl* (هلال) berasal dari akar kata *halla–yahillu–hilālan*, yang dalam konteks astronomi islam berarti penampakan bulan sabit yang pertama kali terlihat setelah terbenamnya matahari pada akhir bulan hijriah.⁴⁵ Istilah ini mengacu pada fase awal dari bulan baru yang terlihat di ufuk barat setelah *ijtima'* (konjungsi) terjadi, sebagai tanda pergantian bulan dalam kalender Islam.

Dalam pengertian terminologis, hilal didefinisikan sebagai fase bulan yang muncul pertama kali dan dapat terlihat dari bumi setelah mengalami konjungsi (*ijtima'*) dan memenuhi syarat-syarat imkan rukyah (kemungkinan terlihatnya hilal).⁴⁶ Hilal memiliki peran penting karena menjadi indikator resmi dalam penetapan awal bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijjah sebagaimana diatur dalam fikih ibadah dan kalender Islam.

⁴⁵ Al-Fairuzabadi, *Al-Qāmūs al-Muḥīṭ* (Beirut: Dar al-Fikr, 1998), 1347.

⁴⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak: Teori dan Praktik* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2011), 67.

2. Dasar Hukum Rukyatul Hilal

1. Surah Yunus ayat 5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ صَيَّاءَ وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu, kecuali dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada kaum yang mengetahui.” (Q.S. Yunus 10:5)⁴⁷

Dalam *Tafsir Ibnu Katsir*, ayat (لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ) dijelaskan bahwa penciptaan Matahari dan Bulan memiliki fungsi utama sebagai alat untuk mengetahui dan menghitung waktu. Matahari digunakan sebagai penentu siklus harian, sedangkan Bulan menjadi dasar dalam penentuan bulan dan tahun dalam sistem kalender Kamariah. Dengan demikian, peredaran kedua benda langit tersebut merupakan bagian dari ketetapan ilahiah yang dimaksudkan untuk memudahkan manusia dalam

⁴⁷ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 306.

menghitung jumlah tahun dan menyusun sistem perhitungan waktu.⁴⁸

2. Surah Al-Baqarah ayat 185

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنْزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَى
وَالْفُرْقَانِ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ

“Bulan Ramadan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan Al-Qur’an sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu serta pembeda (antara yang hak dan yang batil). Oleh karena itu, siapa diantara kamu hadir (di tempat tinggalnya atau bukan musafir) pada bulan itu, berpuasalah.” (Q.S. Yunus 2: 185)⁴⁹

Dalam menafsirkan ayat tersebut, Muhammad Ali as-Shabuni menawarkan dua pendekatan penafsiran. Pertama, istilah *syahida* dipahami sebagai melihat hilal secara langsung, sehingga kewajiban berpuasa diberlakukan bagi siapa pun yang secara nyata menyaksikan kemunculan hilal Ramadhan. Kedua, *syahida* dimaknai sebagai kehadiran atau keberadaan seseorang dalam arti masih hidup ketika bulan Ramadhan tiba, tanpa mensyaratkan

⁴⁸ Ibnu Katsir, *Tafsir al-Qur’an al-‘Azim*, tahqiq: Sami bin Muhammad Salamah, Juz 2 (Riyadh: Dar Tayyibah, 1999), 492. Penafsiran ini merujuk pada Surah Yunus ayat 5: *“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat orbit) bagi bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu)...”*

⁴⁹ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur’an dan Terjemahnya* (Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 45.

pengamatan langsung terhadap hilal. Berdasarkan dua penafsiran tersebut, setiap Muslim yang memenuhi salah satu dari kedua kondisi tersebut diwajibkan melaksanakan ibadah puasa.⁵⁰

Senada dengan hal tersebut, Aḥmad Muṣṭafa al-Maraghī menafsirkan bahwa ayat tersebut bermakna: *“Barang siapa yang menyaksikan datangnya bulan Ramadhan dengan melihat hilal, dan ia berada dalam keadaan mukim (tidak dalam perjalanan), maka diwajibkan atasnya untuk menjalankan ibadah puasa.”*⁵¹ Dengan demikian, ayat tersebut menjadi dasar syar’i yang mengukuhkan rukyat sebagai metode dalam penetapan awal Ramadhan. Ayat ini juga mengandung pengakuan terhadap aspek keberadaan fisik seseorang, baik sebagai saksi langsung terhadap hilal maupun sebagai individu yang hadir ketika bulan Ramadhan tiba.

⁵⁰ Muhammad Ali as-Shabuni, *Ṣafwah al-Tafāsīr*, Juz 1 (Beirut: Dar al-Fikr, 1991), 176.

⁵¹ Aḥmad Muṣṭafa al-Marāghī, *Tafsīr al-Marāghī*, Juz 2 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.), 174.

3. Surah Al-Baqarah ayat 189

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۚ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا
الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَى وَأَتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا ۚ وَاتَّقُوا
اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

“Mereka bertanya kepadamu (Nabi Muhammad) tentang bulan sabit.⁵² 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. al-Baqarah 2:189)⁵²

Dalam *Tafsir* Ibnu Katsir dijelaskan bahwa penciptaan hilal merupakan jawaban atas pertanyaan sebagian bangsa Arab kepada Rasulullah SAW terkait fenomena *al-ahillah* (bulan-bulan sabit). Pertanyaan tersebut menyangkut fungsi serta hikmah keberadaan hilal dalam kehidupan manusia sehari-hari.

Menanggapi hal ini, Abu Ja'far menjelaskan bahwa *al-ahillah* memiliki fungsi vital sebagai penanda waktu yang berkaitan erat dengan berbagai aspek kehidupan, baik dalam bidang *ibadah* maupun *muamalah*. Di antara fungsinya adalah sebagai indikator awal dimulainya ibadah

⁵² Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Jil. 4 (Jakarta: Yayasan Penyelenggara Penterjemah Al-Qur'an, 1971), 46.

puasa, waktu berbuka, hari raya, masa ‘iddah bagi perempuan, serta batas waktu pembayaran utang.⁵³

Penafsiran ini mengindikasikan bahwa sejak awal perkembangan Islam, rukyatul hilal telah menjadi instrumen utama dalam menetapkan waktu-waktu ibadah dan urusan sosial-keagamaan lainnya. Dengan demikian, hilal tidak hanya dimaknai sebagai fenomena astronomis semata, melainkan juga memiliki posisi yang penting secara *syar’i* dalam penetapan hukum yang berbasis waktu.

4. *Hadīs* Nabi Muhammad

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ، عَنْ مَالِكٍ عَنْ نَافِعٍ : عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ، وَلَا تَفْطُرُوا حَتَّى تَرَوْهُ، فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَافْذُرُوا لَهُ)

*“Abdullah bin Musallamah telah bercerita kepada kami, dari Malik dari Nafi’: dari Abdullah bin Umar R.A: sesungguhnya Rasulullah SAW telah mengingatkan terkait bulan Ramadhan lalu bersabda : (Janganlah berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah berbuka sampai kalian melihatnya pula, dan jika hilal terhalangi awan di atasmu, maka perkirakanlah).”*⁵⁴

⁵³ Imam Jalīl al-Ḥāfiẓ ‘Amād al-Dīn Abā al-Fidā’ Ismā‘īl bin Kathīr al-Dimasyqī, *Tafsīr al-Qur’ān al-‘Aẓīm*, Jil. 2 (Jīzah: Maktabah al-Awlad al-Syaikh li-Turāth, 2000), 211.

⁵⁴ Abū ‘Abdillāh Muḥammad bin Ismā‘īl al-Bukhārī, *Ṣaḥīḥ al-Bukhārī* (Riyadh: Dār al-Salām, 1997), 376.

5. *Hadīs* Nabi Muhammad

حدثني حميد بن مسعدة الباهلي حدثنا بشر بن المفضل حدثنا سلمة وهو ابن علقمة عن نافع عن عمر رضي الله عنهما قال قال رسول الله صلى الله عليه وسلم الشهر تسع وعشرون فإذا رأيتم الهلا فصوموا وإذا رأيتموه فأفطروا فإن غم عليكم فاقدروا له (رواه مسلم)

“Humaid bin Mas” adah Al-Bahiliy bercerita kepadaku: Bisyr bin Mufadhhal bercerita kepada kami: Salamah bin „Alqamah bercerita kepada kami, dari Nafi’ dari Abdullah bin Umar, ia berkata: Saya mendengar Rasulullah SAW bersabda: “(Jumlah bilangan) bulan ada 29 (hari). Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka kadarkanlah.” (HR. Muslim)⁵⁵

6. *Hadīs* Nabi Muhammad

حدثنا يحيى بن يحيى أخبرنا إبراهيم بن سعد عن ابن شهاب عن سعيد بن المسيب عن أبي هريرة الله عنه قال قال رسول الله صلى الله عليه وسلم إذا رأيتم الهلال فصوموا وإذا رأيتموه فأفطروا فإن غم عليكم فصوموا ثلاثين يوما. (رواه مسلم)

“Yahya bin Yahya bercerita kepada kami: Ibrahim bin Sa’d memberi kabar kepada kami: dari Ibnu Syihab, dari Sa’id bin Musayyab, dari Abi Hurairah ra, ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: “Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka

⁵⁵ Muslim bin Ḥajjāj, *Ṣaḥīḥ Muslim*, Juz 2 (Beirut: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1992), 760.

berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka berpuasalah selama 30 hari.” (HR. Muslim)⁵⁶

Ḥadīṣ Nabi Muhammad SAW yang menjadi landasan utama dalam penetapan awal bulan Kamariah secara eksplisit menunjukkan bahwa pelaksanaan rukyatul hilal dilakukan pada saat terbenamnya Matahari tanggal 29 bulan berjalan. Ketentuan ini secara khusus diterapkan dalam penentuan awal bulan Ramadhan dan Syawwal. Dalam redaksi *ḥadīṣ* tersebut, terdapat *lafaz faqduru lahu* yang menjadi titik fokus ijtihad di kalangan para ulama, sehingga menimbulkan beragam pandangan dalam menafsirkannya.

Pendapat pertama disampaikan oleh sebagian ulama, di antaranya Imam Aḥmad bin Ḥanbal, yang memahami *faqduru lahu* sebagai instruksi untuk melakukan *taqdīr* dalam makna ‘menyempitkan’ atau ‘memperkirakan’ keberadaan Bulan yang terhalang penglihatan akibat mendung atau awan tebal. Penafsiran ini mengarah pada pendekatan visual yang mempertimbangkan hambatan alam saat *rukyat*.

Pendapat kedua dikemukakan oleh sejumlah ulama seperti Ibn Surayj, Muṭraf bin ‘Abdillāh, dan Ibn Qutaybah

⁵⁶ Muslim bin Ḥajjāj, *Ṣaḥīḥ Muslim*, 762.

yang memaknai *faqduru lahu* sebagai dorongan untuk menggunakan pendekatan *hisab* dalam menghitung posisi dan fase Bulan (*manāzil al-qamar*). Interpretasi ini mencerminkan kecenderungan terhadap pendekatan rasional dan ilmiah dalam memahami fenomena hilal.

Pendapat ketiga dipegang oleh para tokoh seperti Imam Mālik, Imam al-Syāfi'i, Imam Abū Ḥanīfah, serta mayoritas (*jumhūr*) ulama lainnya. Mereka menafsirkan *faqduru lahu* sebagai perintah untuk menyempurnakan jumlah hari bulan Sya'bān menjadi tiga puluh hari apabila hilal tidak dapat terlihat. Pendekatan ini bersifat *ta'abbudī* (tekstual-normatif), menekankan ketaatan terhadap redaksi ḥadīṣ tanpa membuka ruang bagi pendekatan rasional seperti *hisab*.

Perbedaan dalam menafsirkan redaksi tersebut menunjukkan adanya keragaman pendekatan dalam menentukan awal bulan Kamariah, baik berdasarkan observasi empiris melalui *rukyat*, pendekatan kalkulatif melalui *hisab*, maupun metode tekstual dengan prinsip *istikmāl*.⁵⁷

Menurut penjelasan Ibnu Rusyd, ḥadīṣ Nabi SAW yang menggunakan lafaz *faqduru lahu* dalam konteks penetapan awal bulan Kamariah masih bersifat *ijmālī* (umum),

⁵⁷ Yaḥyā bin Syaraf al-Nawawī, *Ṣaḥīḥ Muslim bi Syarḥ al-Nawawī* (Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyyah, 1995), 166.

sehingga memerlukan penjelasan tambahan. Penafsiran tersebut dapat dijumpai dalam redaksi ḥadīṣ lain yang lebih *tafsīlī* (terperinci), seperti sabda Rasulullah SAW: *faṣūmū thalāthīn yauman* (berpuasa selama tiga puluh hari), dan *akmilū ‘iddata Sha‘bāna thalāthīn* (sempurnakan hitungan bulan Sya‘bān menjadi tiga puluh hari).

Dengan demikian, *ḥadīṣ-ḥadīṣ* yang bersifat *tafsīlī* berfungsi sebagai penjelas terhadap makna yang terkandung dalam ḥadīṣ yang bersifat *ijmālī*. Hal ini sejalan dengan kaidah dalam *uṣūl al-ḥadīṣ* dan *uṣūl al-fiqh* yang menyatakan bahwa dalil yang bersifat umum harus dipahami dan dijelaskan melalui dalil yang lebih khusus apabila membahas topik yang sama.⁵⁸

Keragaman interpretasi terhadap dalil-dalil *syar‘ī* mengenai metode penetapan awal bulan Kamariah telah melahirkan dua corak pemikiran utama di tengah-tengah umat Islam.

Mazhab pertama meyakini bahwa satu-satunya cara yang sah untuk menetapkan awal bulan Kamariah adalah dengan *rukyat al-hilāl* secara langsung. Pendekatan ini bertumpu pada pemahaman literal terhadap *ḥadīṣ-ḥadīṣ* Nabi Muhammad SAW serta praktik beliau dalam

⁵⁸ Muḥammad bin Aḥmad bin Muḥammad bin Aḥmad bin Rusḥd al-Qurṭubī al-Andalusī, *Bidāyat al-Mujtahid wa Nihāyat al-Muqtaṣid*, Juz 1 (Beirut: Dār Ibn ‘Ashāsah, tt.).

menentukan waktu-waktu ibadah, khususnya berkaitan dengan puasa dan hari raya. Rukyat dalam konteks ini diposisikan sebagai metode utama dan eksklusif.

Sementara itu, mazhab kedua berpendapat bahwa penetapan awal bulan Kamariah tidak terbatas hanya pada metode rukyat. Mereka membuka kemungkinan penggunaan metode *hisab*, yakni perhitungan astronomis yang didasarkan pada keteraturan gerak benda-benda langit. Pandangan ini didasarkan pada ayat-ayat Al-Qur'an yang menggarisbawahi fungsi Matahari dan Bulan sebagai indikator waktu serta dasar bagi sistem kalender dan penghitungan waktu dalam kehidupan manusia, sebagaimana tercantum dalam QS. Yūnus: 5 dan QS. al-Baqarah: 189.⁵⁹

3. Sejarah Perkembangan Rukyatul Hilal Di Indonesia

Perbedaan dalam penetapan awal bulan Kamariah, khususnya bulan Ramadhan, Syawwal, dan Dzulhijjah, masih menjadi isu menarik sekaligus sensitif di kalangan umat Islam Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari kedudukan ketiga bulan tersebut yang memiliki makna penting dalam pelaksanaan ibadah umat Islam. Sepanjang sejarah, perbedaan penetapan ini telah terjadi pada beberapa tahun, seperti 1998, 1999,

⁵⁹ Muḥammad Hādī Bashōrī, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 191.

2006, 2007, 2011, 2012, hingga 2013. Bahkan pada tahun-tahun setelahnya, perbedaan serupa masih terus berulang, dengan ditemukannya sebagian ormas Islam yang memulai ibadah Ramadhan atau merayakan Idul Fitri lebih awal dibandingkan ormas lainnya.

Perbedaan tersebut sejatinya tidak hanya disebabkan oleh perbedaan metode hisab dan rukyat semata, melainkan juga berakar pada perbedaan dalam mendefinisikan hilal itu sendiri. Muhammad Hadi Bashori menjelaskan bahwa secara harfiah, hilal didefinisikan sebagai awal munculnya Bulan sabit tipis setelah terjadinya ijtimak, yang tampak di ufuk barat sesudah Matahari terbenam (*ghurub*). Namun, secara teknis, hingga kini belum ada konsensus baku terkait bagaimana seharusnya posisi Bulan dapat dinyatakan sebagai hilal. Rumusan teknis tersebut tidak mudah disepakati karena terkait dengan parameter visibilitas hilal, yang setidaknya melibatkan tiga aspek utama: posisi geometris Bulan terhadap Matahari, kondisi optis atmosfer Bumi, dan kemampuan resolusi visual mata manusia.⁶⁰

Senada dengan itu, Thomas Djamaluddin menekankan bahwa definisi hilal bersifat beragam karena merupakan hasil dari pendekatan ilmiah yang berkembang seiring waktu. Oleh karena itu, definisi yang ada seharusnya saling melengkapi,

⁶⁰ Muḥammad Hādī Bashōrī, *Pengantar Ilmu Falak*, 17.

bukan justru dipilah secara parsial. Hilal perlu dipahami secara komprehensif, mulai dari konsep rukyat konvensional tanpa alat bantu hingga metode modern dengan pemanfaatan teknologi canggih. Ia menambahkan bahwa hilal juga perlu dijelaskan secara lebih detail melalui kriteria hisab, yang mencerminkan hasil observasi secara objektif. Sebagai contoh, hilal didefinisikan sebagai Bulan sabit pertama yang dapat teramati di ufuk barat setelah Matahari terbenam, terlihat seperti goresan tipis cahaya. Dalam pengamatan menggunakan teleskop dan teknik *image processing*, hilal dapat tampak sebagai lengkungan cahaya halus pada tepi Bulan yang mengarah ke posisi Matahari. Berdasarkan data rukyat jangka panjang, keberadaan hilal dibatasi oleh kriteria hisab seperti tinggi minimal Bulan, jarak sudut antara Bulan dan Matahari, selisih waktu terbenam Bulan dan Matahari, serta fraksi iluminasi yang dinyatakan dalam persentase tertentu.⁶¹

Di tengah masyarakat awam, perbedaan penentuan awal bulan Kamariah sering kali dipahami secara sederhana sebagai akibat dari perbedaan metode. Oleh karena itu, penulis memilih untuk memfokuskan kajian pada metode-metode yang digunakan di Indonesia, yang pada akhirnya

⁶¹ Thomas Djamaluddin, “Redefinisi Hilal Menuju Titik Temu Kalender Hijriyah,” artikel blog (Juni 2010), diakses 20 Maret 2025, <https://www.google.com/amp/s/tdjamaluddin.wordpress.com>.

mengarah pada pembahasan tentang penggunaan instrumen teknologi dalam proses rukyatul hilal.

Penetapan awal bulan Kamariah di Indonesia oleh Kementerian Agama Republik Indonesia dilakukan dengan metode rukyat yang didukung oleh hisab, atau sebaliknya, hisab yang dikonfirmasi melalui rukyat.⁶² Proses rukyat umumnya dilaksanakan di lokasi strategis seperti pesisir pantai atau wilayah dataran tinggi, seperti bukit dan gunung, karena lokasi-lokasi tersebut memberikan pandangan bebas tanpa hambatan ke arah ufuk barat untuk mengamati hilal.⁶³

Secara historis, penggunaan rukyat telah menghadapi berbagai dinamika, khususnya sejak Islam berkembang ke luar wilayah Jazirah Arab. Permasalahan penggunaan metode rukyat bahkan telah muncul sejak masa sahabat. Salah satu kasus yang tercatat terjadi pada rukyat Ramadhan tahun 355 H/656 M, pada masa kekhalifahan ‘Utsman ibn ‘Affan, dan peristiwa tersebut terekam dalam *ḥadīṣ* Kuraib yang masyhur.⁶⁴ yaitu:

⁶² Moedji Raharto, *Ilmu Falak: Panduan Praktis Menentukan Hilal* (Bandung: Humaniora, 2006), 5.

⁶³ A. Jamil, *Ilmu Falak: Teori & Aplikasi* (Jakarta: AMZAH, 2011), 154.

⁶⁴ Muhammad Rasyid Rida et al., *Hisab Bulan Kamariah: Tinjauan Syar‘i tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012), 17.

عَنْ كُرَيْبٍ أَنَّ أُمَّ الْفَضْلِ بِنْتَ الْحَارِثِ بَعَثَتْهُ إِلَى مَعَاوِيَةَ بِالشَّامِ قَالَ فَقَدِمْتُ الشَّامَ فَقَضَيْتُ حَاجَتَهَا وَاسْتَهَلَّ عَلَيَّ رَمَضَانُ وَأَنَا بِالشَّامِ فَرَأَيْتُ الْهِلَالَ لَيْلَةَ الْجُمُعَةِ ثُمَّ قَدِمْتُ الْمَدِينَةَ فِي آخِرِ الشَّهْرِ فَسَأَلَنِي عَبْدُ اللَّهِ بْنُ عَبَّاسٍ ثُمَّ ذَكَرَ الْهِلَالَ فَقَالَ مَتَى رَأَيْتُمُ الْهِلَالَ فَقُلْتُ رَأَيْنَاهُ لَيْلَةَ الْجُمُعَةِ فَقَالَ أَنْتَ رَأَيْتَهُ قَالَ نَعَمْ وَرَأَى النَّاسُ وَصَامُوا وَصَامَ مَعَاوِيَةُ فَقَالَ لَكُنَّا رَأَيْنَاهُ لَيْلَةَ السَّبْتِ فَلَا نَزَالَ نَصُومُ حَتَّى نَكْمَلَ ثَلَاثِينَ أَوْ نَرَاهُ فَقُلْتُ أَوْ لَا تَكْتَفِي بِرُؤْيَا مَعَاوِيَةَ وَصِيَامِهِ قَالَ لَا هَكَذَا أَمَرَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

*“Dari Kuraib, ia berkata: Ummu Al-Fadhl anak perempuan Al-Harits mengutusnyanya untuk menghadap Mu’awwiyah yang sedang berada di Syam. Ia melanjutkan perkataannya: “aku tiba di Syam dan melaksanakan perintah Ummu Al-Fadhl, kemudian tampaklah hilal bulan Ramadhan, pada malam Jumat. Setelah itu aku sampai di Madinah pada akhir bulan. Ibnu Abbas bertanya kepadaku, kemudian ia (Ibnu Abbas) menuturkan tentang hilal. Ia (Ibnu Abbas) bertanya: kapan kalian melihat hilal? Aku menjawab: aku melihatnya pada malam Jumat. Ia bertanya lagi: engkau melihatnya? Aku menjawab: iya, orang-orang juga melihatnya, maka mereka semua berpuasa, begitu pula Mu’awwiyah. Ibnu Abbas berkata: akan tetapi kami melihatnya pada malam Sabtu, sehingga kami belum berpuasa sampai kami menyempurnakan hitungan tiga puluh hari atau jika kami melihat hilal. Aku bertanya: apakah tidak cukup dengan penglihatan hilal dan puasa yang dilakukan oleh Muawwiyah? Ibnu Abbas berkata: Tidak. Demikianlah Rasulullah SAW memerintahkan kami.”*⁶⁵

⁶⁵ Muhammad Nashiruddin Al-Albani, *Shahih Sunan Abu Daud*, terj. Abd. Mufid Ihsan dan M. Soban Rohman (Jakarta: Pustaka Azzam, 2007), 81.

Sebagian besar ulama menyatakan bahwa *ḥadīṣ* Kuraib termasuk dalam kategori *ḥadīṣ marfū'*, karena di dalamnya terkandung perintah langsung dari Rasulullah SAW terkait pelaksanaan puasa berdasarkan hasil rukyat. Namun, terdapat pula sebagian ulama yang memandang bahwa bagian yang tergolong *marfū'* dalam *ḥadīṣ* tersebut hanyalah sabda Nabi mengenai kewajiban berpuasa apabila hilal terlihat, sementara narasi secara keseluruhan tidak secara eksplisit (*ṣarīḥ*) menunjukkan statusnya sebagai *ḥadīṣ marfū'*.⁶⁶

Menurut *ḥadīṣ* di atas, bagi Ibnu Abbas Madinah dan Syam (Damaskus) adalah dua *matlak* yang berbeda, sehingga rukyat yang terjadi di salah satu tempat tersebut tidak berlaku pada tempat yang lain karena perbedaan *matlak*⁶⁷ sekalipun masih dalam satu negara yang sama (negara Khulafa Rasyidin).⁶⁸

Namun, Hasbi ash-Shiddiqiey, sebagaimana dikutip oleh Ahmad Syifaul Anam dalam karya *Perangkat Rukyat Non Optik*, mengemukakan tafsiran berbeda. Ia menilai bahwa sikap Ibnu 'Abbās yang menolak hasil rukyat yang dilaporkan

⁶⁶ Syamsul Anwar, *Interkoneksi Studi Hadis dan Astronomi* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), 115.

⁶⁷ *Matlak* adalah batas wilayah dimana suatu rukyat dapat diberlakukan ataupun tidak dapat diberlakukan pada wilayah lain. Lihat Muhammad Rasyid Rida et al., *Hisab*, 19; lihat juga Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 100. *Matlak* adalah batas geografis keberlakuan rukyat.

⁶⁸ Muhammad Rasyid Rida et al., *Hisab*, 19.

dari Syam oleh Kuraib, lebih dilatarbelakangi oleh pertimbangan politik antara pusat kekuasaan (Mu'āwiyah di Damaskus) dan daerah (Madinah). Dengan demikian, faktor politik turut menjadi konteks penting yang memengaruhi keputusan rukyat pada saat itu.⁶⁹

Dalam penggunaanya, tidak bisa dipungkiri bahwa metode rukyat tetap memiliki kelemahan, antara lain:⁷⁰

1. Hilal tanggal 1 sangatlah tipis sehingga sangat sulit untuk bisa dilihat oleh orang biasa dengan mata telanjang, apalagi jika tinggi hilal kurang dari 2 derajat. Selain itu pada ufuk bagian barat memancarkan sinar berupa mega merah yang menyulitkan proses terlihatnya hilal tersebut.
2. Kendala cuaca. Di udara terdapat banyak partikel yang menghambat pandangan mata terhadap hilal, seperti kabut, hujan, debu, dan asap.
3. Kualitas perukyat. Rukyat adalah observasi yang bertumpu pada proses fisik (optik dan fisiologis) dan kejiwaan (psikis).
4. Jika istikmal mungkin saja Bulan sudah ada yang berarti penanggalan bulan baru sudah bisa dimulai.

⁶⁹ Ahmad Syifa'ul Anam, *Perangkat Rukyat Non Optik: Kajian terhadap Model, Penggunaan, dan Akurasinya* (Semarang: CV Karya Abadi Jaya, 2015), 56.

⁷⁰ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004), 130–132.

Menurut pernyataan H. A. Mukti Ali dalam Musyawarah Hisab dan Rukyat tahun 1977/1397 H, sebagaimana dikutip oleh Susiknan Azhari dalam karya *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, ditegaskan bahwa hisab yang dilakukan dengan tepat pada akhirnya akan mendapatkan pembuktian melalui hasil rukyat yang valid. Hal ini menunjukkan adanya korelasi dan saling melengkapi antara metode perhitungan astronomis dan observasi visual dalam penentuan awal bulan Kamariah.

B. IMAGE PROCESSING DALAM RUKYATUL HILAL

1. Pengertian *Image Processing*

Image processing atau pengolahan citra digital merupakan salah satu disiplin dalam ranah ilmu komputer dan teknik elektro yang berfokus pada manipulasi gambar dalam bentuk digital. Tujuannya mencakup peningkatan kualitas visual, ekstraksi informasi penting, atau penciptaan tampilan citra baru sesuai dengan kebutuhan analisis. Proses ini dilakukan melalui perangkat lunak yang bekerja pada data piksel dari gambar, sehingga menghasilkan citra dengan tampilan yang lebih tajam, jelas, atau sesuai dengan parameter teknis dan analitis yang diinginkan.⁷¹ Dalam penerapannya, *image processing* memiliki cakupan penggunaan yang sangat luas

⁷¹ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. (New Jersey: Pearson, 2018), 3–4.

dan lintas disiplin. Teknologi ini banyak dimanfaatkan dalam bidang medis untuk analisis citra radiologi, dalam industri untuk kontrol kualitas produk, di sektor keamanan untuk sistem pengenalan wajah dan pemantauan, serta secara khusus memiliki peranan penting dalam astronomi untuk memperjelas citra benda langit yang redup dan sulit diamati secara langsung.

Dalam ranah astronomi, *image processing* memegang peran sentral dalam meningkatkan visibilitas objek-objek langit yang memiliki tingkat kecerahan sangat rendah, seperti galaksi, nebula, serta bulan sabit (hilal), yang kerap kali sulit teramati dengan mata telanjang. Teknik pengolahan citra ini digunakan sebagai solusi atas gangguan visual yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi atmosfer, intensitas pencahayaan sekitar, maupun keterbatasan sensitivitas sensor pada kamera. Melalui pendekatan digital yang bersifat ilmiah dan terukur, objek-objek yang sebelumnya tidak terdeteksi secara langsung dapat diungkap dan divisualisasikan kembali dengan lebih jelas dan valid.⁷²

Image processing beroperasi berdasarkan prinsip manipulasi piksel dalam citra digital, yang mencakup peningkatan kualitas visual (*enhancement*), koreksi terhadap kesalahan citra (*correction*), serta penekanan pada detail

⁷² John R. Smith, *Astronomical Image Processing* (New York: SkyTech Publications, 2015), 88–90.

tertentu yang relevan (*feature extraction*). Dalam konteks pengamatan hilal, salah satu teknik yang umum diterapkan adalah stacking, yaitu metode penggabungan sejumlah gambar untuk memperbesar rasio sinyal terhadap noise (*signal-to-noise ratio* atau *SNR*). Dengan pendekatan ini, keberadaan hilal yang sebelumnya tampak sangat redup dapat divisualisasikan secara lebih jelas, tanpa mengubah substansi atau bentuk asli dari objek yang diamati.⁷³

Pada era modern ini, telah dikembangkan beragam perangkat lunak yang secara khusus dirancang untuk menunjang proses *image processing* dalam bidang astronomi, seperti IRIS⁷⁴, MaxIm DL⁷⁵, DeepSkyStacker⁷⁶, serta aplikasi

⁷³ Craig Stark, “Noise, Signal, and Stacking,” *Astrophotography Guide* (2012), 56–58.

⁷⁴ IRIS adalah perangkat lunak pengolahan citra digital yang dikembangkan oleh Christian Buil, yang dirancang khusus untuk pengolahan citra astronomi. IRIS menyediakan fitur lengkap seperti kalibrasi, *stacking*, transformasi *wavelet*, dan *scripting* untuk memproses gambar dari kamera CCD dan DSLR, terutama dalam format FITS atau RAW, Christian Buil, “IRIS Software for Astronomical Image Processing,” *Astrosurf*, diakses 24 Juni 2025, <https://www.astrosurf.com/buil/iris/iris.htm>

⁷⁵ MaxIm DL adalah *software* profesional untuk akuisisi, kalibrasi, dan pengolahan citra astronomi yang digunakan secara luas oleh astronom amatir dan profesional. Aplikasi ini terintegrasi dengan sistem teleskop dan kamera, serta menyediakan alat canggih untuk *photometry*, *astrometry*, dan *image alignment*, *Diffraction Limited*, MaxIm DL *Image Processing Software*, diakses 24 Juni 2025, <https://www.diffractionlimited.com>

⁷⁶ DeepSkyStacker (DSS) adalah aplikasi gratis yang dirancang untuk membantu astrofotografer dalam melakukan *stacking* citra langit dalam waktu singkat. DSS fokus pada peningkatan rasio sinyal terhadap noise (SNR) dengan menggabungkan banyak frame, serta dilengkapi fitur koreksi

umum seperti *Lightroom*⁷⁷ dan *Photoshop*.⁷⁸ Meskipun aplikasi seperti *Lightroom* tidak dirancang khusus untuk kebutuhan astronomi, fitur-fitur dasar seperti pengaturan kontras, *noise reduction*, dan *clarity enhancement* sangat berguna untuk memperjelas objek hilal dalam hasil jepretan kamera DSLR.⁷⁹

Dalam praktik pengamatan rukyatul hilal, penerapan *image processing* tidak dimaksudkan untuk melakukan rekayasa visual, melainkan untuk memperjelas eksistensi hilal yang sebenarnya telah terekam oleh kamera, namun belum tampak secara kasat mata akibat intensitas cahayanya yang sangat rendah. Oleh sebab itu, selama proses *image processing* dilakukan dengan pendekatan ilmiah, penuh integritas, serta

dark, flat, dan bias frames, Luc Coiffier, “DeepSkyStacker,” diakses 24 Juni 2025, <https://www.deepskystacker.free.fr>.

⁷⁷ *Adobe Lightroom* adalah perangkat lunak pengolah foto digital yang dikembangkan oleh Adobe Systems. Meskipun tidak dirancang untuk pengolahan citra astronomi, *Lightroom* memiliki fitur seperti pengaturan *eksposur*, *kontras*, *highlights*, *clarity*, dan *noise reduction* yang berguna dalam memperjelas hasil foto hilal dari kamera DSLR, Adobe Systems, *Adobe Photoshop Lightroom Classic User Guide*, diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/lightroom-classic/user-guide.html>.

⁷⁸ *Adobe Photoshop* adalah *software* pengedit gambar profesional yang juga digunakan dalam *image processing* dasar hingga lanjutan. Dalam konteks astronomi, *Photoshop* sering digunakan untuk fine-tuning hasil pengolahan, termasuk penggabungan layer, *curve adjustment*, dan *masking*, walau bukan aplikasi khusus astronomi, Adobe Systems, *Adobe Photoshop Help*, diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/photoshop/user-guide.html>.

⁷⁹ Christian Buil, “IRIS Software for Astronomical Image Processing,” diakses 24 Juni 2025, <https://www.astrosurf.com/buil>.

tidak memanipulasi bentuk maupun eksistensi asli dari hilal, maka penggunaannya dapat diterima sebagai instrumen bantu dalam observasi. Perlu ditegaskan bahwa peran teknologi ini bersifat pendukung dan bukan dijadikan sebagai dasar tunggal dalam penetapan awal bulan Hijriah.⁸⁰

2. Dasar Hukum *Image Processing*

Pemanfaatan teknologi dalam praktik ibadah, termasuk dalam proses penentuan awal bulan Hijriah melalui rukyatul hilal, telah menjadi isu penting dalam diskursus fikih kontemporer. Salah satu inovasi teknologi yang kini banyak diterapkan adalah *image processing* atau pengolahan citra digital. Dalam konteks ini, *image processing* berperan sebagai alat bantu untuk meningkatkan keterlihatan objek hilal yang sulit diamati secara langsung oleh mata manusia, terutama ketika hilal berada dekat ufuk, memiliki intensitas cahaya yang sangat lemah, atau saat kondisi atmosfer kurang mendukung observasi visual secara optimal.⁸¹ Para ulama fikih kontemporer berpandangan bahwa pemanfaatan instrumen modern seperti kamera digital, teleskop, maupun *image processing* tidak bertentangan dengan esensi dasar rukyatul hilal, selama penggunaannya tidak mengubah

⁸⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis* (Jakarta: Kencana, 2017), 264–266.

⁸¹ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. (New Jersey: Pearson, 2018), 3–7.

substansi atau hakikat objek yang diamati. Teknologi tersebut dipandang sebagai perangkat bantu yang mendukung proses observasi, bukan sebagai pengganti prinsip syar'i dalam menetapkan keberadaan hilal.

Dalam disiplin ushul fikih, dikenal kaidah *al-wasā'il tahkum bi-ahkām al-maqāsid*, yang mengandung makna bahwa hukum sarana ditentukan oleh hukum tujuan. Dalam konteks rukyatul hilal, tujuan utama dari aktivitas ini adalah untuk menyaksikan hilal sebagai penanda masuknya bulan baru dalam sistem kalender Hijriah. Maka, apabila *image processing* digunakan sebagai alat pendukung untuk memperkuat keberadaan hilal yang telah terekam namun tampak samar, maka fungsinya dapat dikategorikan sebagai sarana yang sah dalam membantu rukyat. Hal ini sejalan dengan pendapat sebagian ulama kontemporer yang membolehkan pemanfaatan teknologi selama tidak mengandung unsur manipulasi atau rekayasa terhadap eksistensi hilal.⁸²

Urgensi penggunaan alat bantu seperti aplikasi *image processing* dapat pula ditinjau melalui pendekatan *bi-anil mujarrad*, yakni pemahaman literal terhadap nash-nash syariat tanpa perluasan interpretatif yang keluar dari makna lahiriah. Dalam sebuah hadis Rasulullah SAW disebutkan: "*Šūmū li-*

⁸² Yusuf al-Qaradawi, *Fiqh al-Mu'āṣir: al-Fatāwā al-Mu'āṣirah* (Beirut: Mu'assasah al-Risālah, 2009), 218.

ru'yatihi wa-aftirū li-ru'yatihi" (Berpuasalah karena melihatnya dan berbukalah karena melihatnya). Jika makna *ru'yah* dalam hadis ini diartikan secara *mujarrad*, maka ia mengacu pada penglihatan langsung dengan mata telanjang (*al-'ain al-mujarradah*), tanpa bantuan alat. Namun demikian, fikih kontemporer memperluas pemahaman ini dengan menggunakan kaidah *al-'ibrah bi al-maqāṣid wa al-ma'ānī lā bi al-alfāz wa al-mabānī*, yang menekankan bahwa inti dari suatu hukum adalah pada maksud dan substansinya, bukan semata lafaz atau bentuk lahiriah.⁸³ Dengan demikian, penggunaan perangkat seperti IRIS dan *Lightroom* dalam *image processing* dapat diterima selama tidak mengubah substansi hilal, dan semata-mata bertujuan memperjelas objek yang memang telah tertangkap oleh kamera.

Pemanfaatan teknologi ini bahkan dinilai dapat memperkuat *yaqīn* dan meningkatkan akurasi dalam penetapan awal bulan Hijriah, khususnya dalam kondisi pengamatan yang sulit karena faktor atmosfer, cuaca, atau keterbatasan indera manusia.⁸⁴

Di Indonesia, beberapa lembaga resmi seperti Lembaga Falakiyah PBNU, Majelis Tarjih Muhammadiyah, dan Persis

⁸³ Jalāl al-Dīn al-Suyūfī, *al-Ashbāh wa al-Naẓā'ir* (Beirut: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah, 1990), 87.

⁸⁴ Wahbah al-Zuhaylī, *al-Fiqh al-Islāmī wa Adillatuh*, Jil. 2 (Damaskus: Dār al-Fikr, 2002), 997–998; lihat juga Tim Lajnah Falakiyah Rukyatul Hilal Kemenag, *Pedoman Rukyat dan Hisab*, ed. 2021, 45.

telah menerapkan teknologi digital dalam kegiatan rukyatul hilal. Penggunaan kamera digital yang dipadukan dengan aplikasi pengolah citra seperti IRIS dan *Lightroom* tidak bertujuan menciptakan hilal, melainkan memperjelas eksistensinya secara visual agar dapat dikenali dengan lebih pasti. Dalam hal ini, perannya sepadan dengan teleskop, yakni membantu mata manusia dalam menangkap sinyal cahaya hilal yang sangat redup. Bahkan, Musyawarah Nasional Alim Ulama Nahdlatul Ulama tahun 2017 menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dalam rukyat dibolehkan selama tidak bertentangan dengan prinsip syariat, serta hasilnya tidak berdiri sendiri tanpa verifikasi pengamatan langsung.⁸⁵

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa *image processing* memiliki landasan legitimasi yang kuat dalam konteks rukyatul hilal kontemporer. Selama prosesnya dijalankan secara ilmiah, transparan, serta tidak mengubah esensi objek yang diamati, maka penggunaannya tidak hanya dapat diterima secara teknologi, tetapi juga dibenarkan secara syar'i. Bahkan, pendekatan ini menjadi kontribusi penting dalam memperkuat metode verifikasi hilal dan meningkatkan

⁸⁵ Lembaga Bahtsul Masail PBNU, *Keputusan Munas dan Konbes Nahdlatul Ulama Tahun 2017* (Lombok: PBNU, 2017), 55.

akurasi serta otentisitas data astronomis dalam penetapan awal bulan Hijriah di era modern.⁸⁶

3. Metode *Image Processing*

Perkembangan teknologi *image processing* atau pengolahan citra digital saat ini berlangsung sangat pesat dan telah memberikan kontribusi nyata dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Secara umum, pengolahan citra merujuk pada proses manipulasi atau pemrosesan gambar melalui perangkat komputer, yang memiliki kemampuan lebih unggul dalam mengenali dan mengekstrak informasi dari objek yang ditampilkan dalam bentuk visual.⁸⁷ Secara harfiah, yang dimaksud dengan citra (*image*) adalah gambar yang terdapat dalam bidang dua dimensi. Citra dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi $f(x, y)$, dimana x dan y adalah koordinat bidang datar, dan harga fungsi f di setiap pasangan koordinat (x, y) disebut intensitas atau level keabuan (*grey level*) dari gambar di titik tersebut.⁸⁸

Abdul Kadir menjelaskan bahwa citra adalah representasi visual dari satu atau beberapa objek. Dalam

⁸⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis* (Jakarta: Kencana, 2017), 266.

⁸⁷ Dewi Permata Sari, Sabila Rasyad, dan Evelina, "Identifikasi Huruf Braille Berbasis Image Processing Secara Real Time," *Jurnal UMJ* (November 2017): 1, diakses 8 Mei 2025, <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>.

⁸⁸ Fajar Astuti Hermawati, *Pengolahan Citra Digital: Konsep & Teori* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013), 3.

praktiknya, citra dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: citra analog dan citra digital. Citra analog dapat ditemui pada media fisik seperti foto cetak di kartu identitas atau hasil radiografi pada film rontgen. Sebaliknya, citra digital adalah gambar yang dinyatakan dalam bentuk kumpulan data digital dan dapat diproses lebih lanjut melalui perangkat komputer.⁸⁹

Ketika x , y dan nilai amplitudo dari f semuanya terbatas (*finite*) dan bernilai diskrit, maka gambar tersebut disebut dengan citra digital. Bidang pemrosesan citra digital mengacu pada pengolahan *digital image* dengan menggunakan komputer digital. Citra digital tersebut terdiri dari sejumlah elemen dan masing-masing elemen mempunyai lokasi dan nilai tertentu. Elemen-elemen ini disebut sebagai *picture element*, *image element*, *pels* dan *pixels*.⁹⁰ Piksel adalah istilah yang digunakan secara umum untuk menyatakan elemen citra digital.

Pada umumnya minat dalam pengolahan citra digital berasal dari dua bidang aplikasi partisipatif, yaitu:

1. Meningkatkan kualitas pada citra/gambar sehingga lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia.

⁸⁹ Abdul Kadir, *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013), 2.

⁹⁰ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed. (New Jersey: Prentice Hall, 2002), 1.

2. Mengolah informasi pada citra/gambar untuk penyimpanan, transmisi dan representasi pengenalan obyek oleh mesin secara otomatis.⁹¹

Di Indonesia, pengolahan citra digital (*image processing*) telah menjadi salah satu metode yang digunakan oleh para pegiat ilmu falak dalam pelaksanaan *rukyatul hilal*. Dalam praktiknya, proses pengolahan citra ini tidak dapat dipisahkan dari teknik *astrofotografi*, yakni suatu metode pengamatan fenomena benda-benda langit yang sekaligus mendokumentasikannya dalam bentuk foto. Hal ini bisa dilakukan dengan sederhana menggunakan kamera *Digital Single Lens Reflex* (DSLR) hingga melalui teleskop yang canggih.⁹² Penggunaan astrofotografi dalam *rukyatul hilal* dinilai memiliki keunggulan dibandingkan perangkat optik konvensional seperti teleskop. Hal ini karena astrofotografi tidak hanya memungkinkan pengamatan visual, tetapi juga mampu merekam citra hilal dalam bentuk data digital berupa gambar yang dapat dianalisis lebih lanjut. Sementara itu, teleskop berfungsi terbatas pada pengumpulan dan pemisahan cahaya serta pembesaran objek untuk membantu penglihatan mata melalui media refraksi selama proses pengamatan, tanpa

⁹¹ Gonzalez dan Woods, *Digital Image Processing*, 1.

⁹² Riza Afrian Mustakim, "Pandangan Ulama Terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* (Juni 2018): 78.

menghasilkan dokumentasi visual yang dapat ditinjau kembali secara ilmiah.⁹³

Komputer memainkan peran penting sebagai sistem kendali bagi teleskop dan berbagai instrumen pendukung, khususnya dalam proses perolehan data digital dari detektor elektronik. Fungsi utamanya meliputi tampilan visual gambar, analisis numerik, simulasi, dan aspek teknis lainnya yang mendukung akurasi observasi.⁹⁴ Menurut David Ratledge, terdapat tiga prasyarat utama dalam pengoperasian citra digital. Pertama, pengurangan *offset* yang bertujuan menetapkan titik nol bagi setiap piksel, yang dikenal dengan istilah *bias* atau *offset frame*. Kedua, penghapusan sinyal termal yang muncul secara internal dari sensor, yang disebut sebagai *dark current* dan dikoreksi melalui *dark frame*. Ketiga, pencapaian keseragaman respons piksel pada seluruh bidang citra, yang dilakukan melalui proses *flat fielding* atau koreksi *flat frame*.⁹⁵

Bernd Jahne turut menguraikan sejumlah komponen penting yang secara umum harus tersedia dalam sistem pengolahan citra digital, sebagai bagian dari upaya

⁹³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* (Depok: Rajawali Pers, 2017), 287–288.

⁹⁴ Siti Lailatul Mukarromah, *Implementasi Data Image Processing BMKG untuk Kriteria Visibilitas Hilal*, Tesis Magister Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang, 64.

⁹⁵ David Ratledge, *Digital Astrophotography: The State of the Art* (London: Springer, 2005), 80.

mewujudkan kualitas gambar yang representatif dan valid secara ilmiah. Sistem pemrosesan dan akuisisi gambar untuk tujuan umum terdiri dari empat komponen penting, antara lain:

1. Sistem akuisisi gambar. Bisa menggunakan kamera CCD, pemindai flatbed atau perekam video.
2. Perangkat yang dikenal sebagai frame grabber yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik (biasanya sinyal video analog) dari sistem akuisisi gambar menjadi gambar digital yang bisa disimpan.
3. Komputer yang mempunyai kemampuan untuk pemrosesan gambar.
4. Perangkat lunak pengolah gambar yang menyediakan alat atau aplikasi untuk menganalisis gambar.⁹⁶

Secara umum, keempat komponen yang telah disebutkan sebelumnya merupakan elemen inti dalam teknik pengolahan citra. Komponen-komponen ini berfungsi sebagai fondasi utama dalam proses akuisisi dan pemrosesan gambar digital, khususnya dalam konteks astrofotografi dan aplikasi ilmiah lainnya.

Sementara itu, Eko Prasetyo menjelaskan bahwa terdapat dua elemen utama yang diperlukan dalam proses pengambilan citra digital. Pertama adalah perangkat fisik yang

⁹⁶ Bernd Jähne, *Digital Image Processing* (Jerman: Springer, 2005),

sensitif terhadap energi yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek yang menjadi target citra. Kedua adalah *digitizer*, yakni perangkat yang berfungsi untuk mengubah keluaran dari perangkat fisik tersebut ke dalam format digital. Sebagai contoh, dalam kamera video digital, sensor optik akan menghasilkan sinyal elektrik yang sebanding dengan intensitas cahaya yang diterimanya, kemudian *digitizer* akan mengonversi sinyal elektrik tersebut menjadi data digital yang dapat diproses lebih lanjut oleh komputer.⁹⁷ Komponen dasar yang digunakan dalam sistem pengolahan citra digital menurut Eko Prasetyo meliputi:

1. *Specialized image processing hardware*, biasanya berisi digitizer dan hardware yang mengerjakan operasi dasar yang melakukan fungsi dengan membutuhkan data cepat seperti *digitizing* dan *averaging* citra video 30 frame/s untuk tujuan pengurangan *noise*.
2. *General purpose computer*, dapat dijangkau oleh PC hingga komputer super. Dalam sistem ini dapat juga digunakan untuk pengolahan citra offline.
3. *Software* untuk pengolahan citra terdiri dari modul khusus yang mengerjakan pekerjaan tertentu.
4. *Kemampuan penyimpanan massal*, dalam aplikasi pengolahan citra menjadi tiga prinsip kategori, *short-term*

⁹⁷ Eko Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2011), 7.

storage untuk digunakan selama proses, *on-line storage* untuk pemanggilan kembali secara relatif cepat, dan *archival storage* yang dikarakteristikan dengan pengaksesan yang jarang.

5. *Image display*, yang digunakan sebagian besar monitor berwarna hingga layar LCD datar. Monitor menangani keluaran citra dan *graphic display card* yang merupakan bagian integral sistem komputer.
6. *Perangkat hardcopy* untuk merekam citra, termasuk laser printer, kamera film, *heat-sensitive devices*, *inkjet unit* dan unit digital seperti disk optikal dan CD-ROM/DVD-ROM.
7. *Networking*, yaitu kunci standar pada semua sistem komputer karena data yang besar tidak dapat dipisahkan dalam aplikasi pengolahan citra. Kunci dalam transmisi citra adalah *bandwidth*, yaitu perhitungan konsumsi data yang tersedia pada telekomunikasi dan dihitung dalam satuan *bits/second*.⁹⁸

Metode yang digunakan dalam pengolahan citra untuk ruckyatul hilal adalah metode spasial domen atau filter spasial. Menurut Priyanto Hidayatullah, *filtering* atau penapisan spasial adalah proses untuk meloloskan komponen pada frekuensi tertentu dan menolak komponen frekuensi lainnya. Metode ini dilakukan dengan tujuan:

⁹⁸ Prasetyo, *Pengolahan*, 6–8.

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*)
2. Penghilangan derau (*noice*)
3. Penghalusan atau pelembutan citra
4. Pendeteksi tepi atau penajaman tepi⁹⁹

Tahap-tahap filter spasial dapat dirumuskan pada beberapa langkah berikut ini:

1. Perbaikan kualitas citra

Perbaikan kualitas citra bertujuan agar citra memiliki tampilan yang lebih baik menurut selera manusia, agar citra lebih muda dianalisis oleh proses otomatis berbasis citra dan menghilangkan artifak-artifak pengganggu yang tidak diinginkan atau yang lebih dikenal dengan istilah derau atau *noise*.¹⁰⁰

2. Perbaikan kontras

Perbaikan kontras dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pertama, *historigram streching* ditarik sedemikian rupa sehingga distribusinya lebih merata. Kedua, *historigram equalization* yang mirip dengan cara pertama, perbedaannya terletak pada tehniknya saja. Ketiga, *stacking* yaitu teknik dengan prinsip peningkatan kontras.¹⁰¹

⁹⁹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata* (Bandung: Informatika, 2017), 85.

¹⁰⁰ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra*, 99.

¹⁰¹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra*, 100.

3. Pengurangan derau atau *noise*

Citra yang ditangkap oleh kamera seringkali terdistorsi atau mengandung derau. Secara visual gangguan derau pada citra terlihat seperti bintik-bintik dengan intensitas warna yang acak pada piksel piksel yang saling bersebelahan.¹⁰² Derau atau noise dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti:

- a. Proses akuisisi yang kurang baik.
 - b. Sensor yang digunakan.
 - c. Lingkungan contohnya terdapat awan ketika mengambil citra.
 - d. Transmisi, terjadi data loss ketika pengiriman citra melalui sebuah sinyal yang mengakibatkan citra yang diterima kurang sama dengan citra yang dikirim.¹⁰³
- ### 4. Penajaman citra

Dalam proses penajaman citra, tepi-tepi objek yang terdapat di dalam gambar akan tampak lebih jelas dan terdefinisi dengan baik. Penajaman ini dapat dicapai melalui operasi konvolusi menggunakan kernel tertentu, seperti *band-pass*, *low-pass*, maupun *high-pass filter*.¹⁰⁴ Menurut Saifuddin Madenda, proses penajaman atau upaya

¹⁰² Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra dan Video Digital* (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2016), 117.

¹⁰³ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra*, 101.

¹⁰⁴ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra*, 109.

untuk memperjelas tepi suatu objek tidak dapat dipisahkan dari keberadaan derau (*noise*) yang sering kali mengganggu kualitas citra. Oleh karena itu, sebelum melakukan deteksi tepi secara optimal, langkah awal yang perlu dilakukan adalah proses *filtering*, yaitu penyaringan citra untuk mengurangi atau menghaluskan efek derau yang ada.

Secara umum, terdapat dua jenis derau yang sering memengaruhi kualitas citra digital, yaitu *uniform noise* dan *gaussian noise*. Untuk menanganinya, pengolahan citra digital mengenal dua tipe filter utama, yakni *finite impulse response* (FIR) dan *infinite impulse response* (IIR), masing-masing dengan karakteristik dan aplikasi yang berbeda dalam proses pemfilteran.¹⁰⁵

4. Metode Iris Dalam *Image Processing*

a. Pengertian

IRIS merupakan perangkat lunak yang secara khusus dikembangkan untuk keperluan pengolahan citra astronomi. Aplikasi ini dikembangkan oleh Christian Buil, seorang astrofotografer dan ilmuwan asal Prancis yang telah lama berkontribusi dalam penyediaan perangkat lunak pendukung observasi benda langit bagi kalangan astronom amatir maupun profesional. IRIS memiliki

¹⁰⁵ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra*, 117.

kemampuan untuk memproses data yang diperoleh dari kamera DSLR, CCD, maupun CMOS, serta mendukung format standar astronomi seperti RAW dan FITS, yang umum digunakan dalam dokumentasi langit malam.¹⁰⁶

Dalam pelaksanaan rukyatul hilal, IRIS berfungsi sebagai perangkat bantu untuk meningkatkan visibilitas hilal yang pada umumnya sulit diamati secara langsung, baik dengan mata telanjang maupun melalui teleskop konvensional. Hal ini dikarenakan cahaya hilal pada hari pertama kemunculannya sangat redup dan berdekatan secara visual dengan cahaya Matahari, sehingga pengamatan langsung menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, citra hilal yang telah terekam melalui kamera digital dapat diproses dengan menggunakan IRIS untuk menonjolkan eksistensi hilal secara lebih jelas tanpa mengubah bentuk maupun substansi aslinya.¹⁰⁷

Keunggulan utama IRIS dibandingkan dengan perangkat lunak pengolah citra lainnya terletak pada spesialisasinya dalam bidang astronomi. Aplikasi ini menyediakan berbagai fitur teknis yang mendukung kebutuhan observasi, seperti teknik *stacking*, proses

¹⁰⁶ Christian Buil, “IRIS Software for Astronomical Image Processing,” *Astrosurf*, diakses 24 Juni 2025, <https://www.astrosurf.com/buil/iris/iris.htm>.

¹⁰⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis* (Jakarta: Kencana, 2017), 262.

calibration, wavelet filtering, hingga manipulasi histogram dengan tingkat presisi tinggi. IRIS tidak hanya berfungsi sebagai alat pengedit gambar biasa, melainkan merupakan instrumen ilmiah yang memungkinkan pengguna melakukan analisis data citra secara mendalam, termasuk untuk kepentingan penelitian dan penetapan awal bulan Hijriah melalui metode rukyat berbasis teknologi.¹⁰⁸

b. Konsep Dasar

Konsep dasar yang mendasari pemanfaatan IRIS dalam pengolahan citra astronomi terletak pada upaya peningkatan kualitas visual citra secara digital tanpa mengubah substansi atau hakikat dari objek langit yang diamati. IRIS mengimplementasikan prinsip *signal enhancement* dan *noise reduction* untuk menghasilkan citra yang lebih bersih, tajam, dan representatif. Salah satu teknik utama yang menjadi ciri khas dari perangkat lunak ini adalah *stacking*, yaitu proses penumpukan sejumlah citra identik guna meningkatkan *signal-to-noise ratio* (SNR). Teknik ini sangat krusial dalam observasi objek langit yang redup seperti hilal, di mana sinyal visual yang

¹⁰⁸ Muhammad Hisyam, “Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Rukyatul Hilal,” *Jurnal Falak dan Astronomi Islam* 5, no. 2 (2021): 99.

dihasilkan sering kali tertutupi oleh gangguan atmosfer maupun keterbatasan sensor kamera..¹⁰⁹

Selain teknik *stacking*, IRIS juga mengadopsi metode *image calibration*, yaitu proses koreksi terhadap gangguan teknis yang berasal dari sensor kamera. Prosedur kalibrasi ini dilakukan melalui penggunaan *dark frame*, *bias frame*, dan *flat field*, yang masing-masing berfungsi untuk menghilangkan berbagai anomali seperti *hot pixels*, *vignetting*, dan *electronic noise*. Dengan penerapan kalibrasi yang akurat, kualitas akhir citra hilal menjadi lebih bersih dan dapat dianalisis secara ilmiah dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi..¹¹⁰

IRIS juga mengintegrasikan metode *wavelet transformation*, sebuah pendekatan matematis yang dirancang untuk menonjolkan struktur halus atau detail kecil dalam citra tanpa meningkatkan *noise* yang tidak diinginkan. Metode ini terbukti efektif dalam mengidentifikasi struktur lengkung hilal yang kerap kali nyaris tak terlihat dalam pengamatan langsung. Fitur tambahan lainnya berupa kontrol *histogram* manual memungkinkan pengguna untuk mengatur tingkat kontras

¹⁰⁹ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. (New Jersey: Pearson, 2018), 125–127.

¹¹⁰ Peter Smith, *CCD Astronomy: Construction and Use of a CCD Camera for the Amateur Astronomer* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 91.

dan kecerahan citra secara presisi, sehingga keberadaan hilal dapat dikenali dengan lebih jelas di tengah latar belakang langit senja atau fajar.¹¹¹

c. Metode

Metode pengolahan citra hilal menggunakan perangkat lunak IRIS dilakukan melalui sejumlah tahapan sistematis yang saling terintegrasi. Langkah pertama dimulai dengan memasukkan citra hilal hasil pemotretan ke dalam IRIS dalam format RAW atau FITS. Kedua format ini mempertahankan data mentah dari sensor kamera tanpa melalui proses kompresi, sehingga seluruh informasi cahaya yang ditangkap tetap utuh dan tersedia untuk pemrosesan lanjutan secara optimal. Umumnya, citra hilal diambil dalam bentuk serangkaian frame berurutan guna mendukung proses *stacking* pada tahap berikutnya.¹¹²

Tahapan kedua adalah *image calibration*, yang meskipun bersifat opsional, sangat disarankan demi meningkatkan kualitas hasil akhir. Kalibrasi ini dilakukan dengan menambahkan *dark frame* untuk mengurangi *thermal noise*, *bias frame* guna mengoreksi tingkat dasar

¹¹¹ Christian Buil, "Image Processing with Wavelets," *Astrosurf*, diakses 15 Juni 2025, <https://www.astrosurf.com/buil/wavelet/wavelet.htm>.

¹¹² Budi A. Suryanto, "Penerapan Teknik Stacking dalam Pengolahan Citra Hilal," *Proceeding of Falak Conference* (Jakarta: Dirjen Bimas Islam Kemenag, 2020), 67–68.

sensor, serta *flat field* untuk mengatasi ketidakteraturan pencahayaan akibat optik teleskop atau lensa. Ketika prosedur kalibrasi ini dijalankan dengan tepat, proses *stacking* selanjutnya akan menghasilkan citra yang lebih bersih dari gangguan artefak optik maupun elektronik.¹¹³

Tahap utama selanjutnya adalah *stacking* dan *wavelet processing*. IRIS akan menumpuk sejumlah gambar menjadi satu citra komposit guna memperbesar *signal-to-noise ratio* (SNR), yang sangat penting dalam menampilkan hilal yang redup. Setelah proses *stacking* selesai, pengguna dapat mengaplikasikan *wavelet filtering* untuk menonjolkan struktur halus hilal, seperti lekuk lengkung yang khas pada fase awal. Penyesuaian *histogram* kemudian dilakukan untuk meningkatkan kontras antara hilal dan latar belakang langit, sehingga bentuk hilal tampak lebih jelas dan tegas. Apabila hasil pemrosesan telah dianggap optimal, citra akhir dapat disimpan dalam format JPEG atau TIFF sebagai dokumentasi visual observasi hilal yang sah secara ilmiah dan dapat dipertanggungjawabkan secara astronomis.¹¹⁴

¹¹³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis*, 263.

¹¹⁴ Christian Buil, *IRIS User Guide* (France: Astrosurf Publications, 2016), 23–30.

5. Metode *Lightroom* Dalam *Image Processing*

a. Pengertian

Adobe Lightroom merupakan perangkat lunak pengolahan citra digital yang dikembangkan oleh *Adobe Systems*, awalnya ditujukan bagi fotografer untuk mengelola, menyunting, serta meningkatkan kualitas foto secara non-destruktif. Aplikasi ini memiliki antarmuka yang intuitif dan mendukung berbagai format file, termasuk RAW, sehingga banyak digunakan dalam pengolahan hasil tangkapan kamera DSLR atau *mirrorless*. Meskipun *Lightroom* tidak dirancang secara khusus untuk kepentingan astronomi, kemampuannya dalam menyesuaikan pencahayaan, kontras, warna, dan mengurangi *noise* menjadikannya relevan dalam konteks pengolahan citra hilal.¹¹⁵

Dalam pengamatan rukyatul hilal, *Lightroom* berfungsi sebagai alat bantu visual yang berguna untuk memperjelas bentuk hilal yang berhasil direkam oleh kamera. Hilal yang sangat redup dan sering kali berada dalam latar langit yang terang, membutuhkan penyesuaian kontras, *exposure*, dan *clarity* agar tampil lebih menonjol. *Lightroom* menawarkan sejumlah fitur dasar namun efektif dalam pengolahan tersebut, di antaranya peningkatan

¹¹⁵ Martin Evening, *The Adobe Photoshop Lightroom Classic Book* (San Francisco: Adobe Press, 2020), 5–7.

brightness, *shadows*, *highlights*, pengaturan kurva tonal (*curve adjustment*), serta *noise reduction*. Oleh karena itu, *Lightroom* merupakan pilihan yang praktis, terutama bagi pengguna pemula atau mereka yang tidak memiliki latar belakang teknis di bidang astrofotografi.¹¹⁶

Namun demikian, karena *Lightroom* berorientasi pada dunia fotografi dan bukan perangkat analisis ilmiah, aplikasi ini tidak menyediakan fitur-fitur lanjutan seperti *stacking* atau kalibrasi numerik yang biasa digunakan dalam perangkat lunak astronomi seperti IRIS atau *PixInsight*. Meskipun begitu, kemudahan penggunaan dan fleksibilitas yang ditawarkan menjadikan *Lightroom* cukup populer di kalangan komunitas rukyat, khususnya dalam mendokumentasikan hasil pengamatan hilal di berbagai daerah di Indonesia. Keberadaan *Lightroom* dalam praktik rukyatul hilal menjadi bukti bahwa perangkat lunak umum sekalipun dapat memiliki kontribusi positif dalam memvisualisasikan objek langit, selama digunakan secara proporsional dan bertanggung jawab.¹¹⁷

¹¹⁶ Heru Kustiawan, “Peran Software Lightroom dalam Dokumentasi Hilal,” *Jurnal Media Falak* 2, no. 1 (2022): 45–46.

¹¹⁷ Budi A. Suryanto, “Pemanfaatan Lightroom dalam Praktik Rukyatul Hilal,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Astronomi Islam* (Bandung: UIN Sunan Gunung Djati, 2021), 112.

b. Konsep Dasar

Konsep dasar yang mendasari penggunaan *Adobe Lightroom* dalam pengolahan citra hilal adalah pendekatan visual berbasis data RAW untuk mengoptimalkan tampilan dan pencahayaan gambar. *Lightroom* mengadopsi sistem non-destruktif, yang berarti setiap penyesuaian yang dilakukan tidak akan mengubah data asli, melainkan disimpan sebagai metadata. Pendekatan ini sangat penting dalam pengolahan citra hilal agar integritas data tetap terjaga dan terhindar dari manipulasi substansi hilal.¹¹⁸

Pengolahan dalam *Lightroom* berpusat pada beberapa panel utama, seperti *panel Basic*, *Tone Curve*, dan *Detail*. *Panel Basic* berisi pengaturan fundamental seperti *exposure*, *contrast*, *highlight*, *shadow*, dan *clarity* yang digunakan untuk mengoptimalkan pencahayaan hilal. *Panel Tone Curve* memungkinkan penyesuaian kontras berdasarkan gradasi nada secara lebih presisi, sedangkan panel *Detail* digunakan untuk mengatur ketajaman (*sharpening*) dan pengurangan noise (*noise reduction*), yang berperan dalam memperjelas kontur hilal, khususnya

¹¹⁸ Adobe Help Center, "Understanding Non-Destructive Editing in Lightroom," diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/lightroom/help>.

di langit senja yang sering kali dipenuhi gangguan visual.¹¹⁹

Secara umum, *Lightroom* tidak digunakan untuk keperluan analisis ilmiah, melainkan lebih kepada peningkatan visualisasi. Dalam konteks rukyat, aplikasi ini berfungsi sebagai sarana konfirmasi awal terhadap eksistensi hilal, bukan sebagai pengganti pengamatan langsung atau validasi ilmiah. Karena itu, *Lightroom* lebih tepat digunakan dalam tahap dokumentasi dan pendukung visual sebelum dilakukan analisis astronomi yang lebih mendalam dengan perangkat lunak khusus.¹²⁰

c. Metode

Metode pengolahan citra hilal menggunakan *Lightroom* cukup sederhana dan bersifat praktis. Pertama, citra hilal dalam format RAW diimpor ke dalam katalog *Lightroom*. Format RAW menjadi pilihan utama karena menyimpan informasi lengkap dari sensor kamera tanpa kompresi, memberikan keleluasaan maksimal dalam proses penyuntingan tanpa kehilangan detail penting pada hilal. Setelah proses impor, pengguna dapat beralih ke mode Develop untuk memulai tahap pengolahan.¹²¹

¹¹⁹ Martin Evening, *The Adobe Lightroom Classic Book*, 121–135.

¹²⁰ Budi A. Suryanto, “Pemanfaatan Lightroom...,” 113.

¹²¹ Adobe, “Importing RAW Files in Lightroom,” *Adobe Tutorials*, diakses 15 Juni 2025, <https://adobe.com/lightroom/import-raw>.

Langkah awal biasanya melibatkan pengaturan *exposure* dan *contrast* guna membedakan hilal dari latar langit yang terang. Penyesuaian lanjutan dilakukan melalui parameter *highlights*, *shadows*, *whites*, dan *blacks* untuk mendapatkan keseimbangan pencahayaan yang optimal. Untuk menegaskan kontur lengkung hilal, pengguna dapat meningkatkan nilai *clarity* dan *texture* secara hati-hati agar tidak menimbulkan *artefak visual* yang dapat mengganggu kemurnian bentuk hilal.¹²²

Tahapan akhir melibatkan pengurangan noise melalui panel *Detail*. Fitur *Luminance Noise Reduction* digunakan untuk menghaluskan latar belakang langit, sementara pengaturan *Sharpening* membantu menegaskan garis hilal. Setelah pengolahan selesai, citra dapat diekspor ke dalam format JPEG atau TIFF untuk keperluan dokumentasi atau analisis lanjutan. Dengan alur kerja yang tidak memerlukan keahlian teknis tinggi, Lightroom menjadi solusi yang efisien dan fungsional dalam mendukung visualisasi hilal, terutama dalam situasi pengamatan lapangan yang membutuhkan hasil cepat dan praktis.¹²³

¹²² Heru Kustiawan, “Peran Software Lightroom...,” 47.

¹²³ Martin Evening, *Lightroom Classic Book*, 148–152.

C. METODE KOMPARASI *IMAGE PROCESSING*

1. Pengertian Metode Komparasi

Metode komparasi adalah pendekatan dalam penelitian yang bertujuan untuk membandingkan dua atau lebih entitas secara sistematis berdasarkan kriteria tertentu, guna mengidentifikasi persamaan, perbedaan, keunggulan, dan kelemahan dari objek yang dikaji. Dalam konteks penelitian ini, metode komparasi digunakan untuk menilai sejauh mana dua aplikasi pengolahan citra digital, yakni IRIS dan *Lightroom*, memberikan kontribusi dalam memvisualisasikan hilal secara optimal untuk keperluan penetapan awal bulan Hijriah.

Dalam ilmu sosial dan teknologi, pendekatan komparatif sering digunakan untuk mengevaluasi efektivitas alat, metode, atau kebijakan. Komparasi tidak hanya membandingkan hasil, melainkan juga mempertimbangkan proses, kemudahan penggunaan, dan relevansi kontekstualnya. Oleh karena itu, penggunaan metode ini dalam penelitian falak sangat relevan, khususnya dalam menilai kelayakan aplikasi teknologi dalam praktik rukyat yang modern dan berbasis data.

Melalui metode komparatif, peneliti memiliki kerangka analisis yang jelas untuk menilai bukan hanya keakuratan teknis citra hilal, tetapi juga kemudahan operasional, adaptabilitas di lapangan, serta keterkaitan antara

hasil pengolahan citra dengan syarat-syarat rukyatul hilal menurut syariat Islam. Dengan pendekatan ini, diharapkan muncul pemahaman yang lebih objektif dan holistik terhadap performa masing-masing metode yang digunakan.¹²⁴

2. Tujuan dan Fungsi Komparasi

Tujuan utama dari penerapan metode komparatif dalam penelitian ini adalah untuk mengukur efektivitas aplikasi IRIS dan *Lightroom* dalam meningkatkan visibilitas citra hilal. Kedua aplikasi ini secara prinsip dirancang untuk kebutuhan yang berbeda IRIS untuk astronomi dan *Lightroom* untuk fotografi, namun dalam praktiknya, keduanya dapat diterapkan untuk mendukung observasi hilal dengan pendekatan *image processing* yang sesuai. Komparasi dilakukan bukan untuk menegaskan mana yang lebih unggul secara absolut, tetapi untuk memahami karakteristik dan potensi masing-masing dalam konteks yang berbeda.

Fungsi komparatif di sini adalah sebagai alat evaluatif dan pengambilan keputusan. Dalam praktik rukyat di Indonesia, terdapat keragaman kondisi geografis, kemampuan teknis petugas, serta sarana teknologi yang tersedia. Dengan memahami kelebihan dan keterbatasan masing-masing metode, maka dapat dirumuskan kebijakan dan pelatihan yang

¹²⁴ M. Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2004), 71.

lebih tepat dalam menerapkan teknologi pengolahan citra secara efektif.

Selain itu, tujuan lain dari komparasi ini adalah untuk membuka ruang pengembangan teknologi lokal di bidang falak. Penelitian ini dapat menjadi awal dari upaya penciptaan alat bantu rukyat yang lebih terstandar, terukur, dan disesuaikan dengan kebutuhan umat Islam Indonesia. Dengan landasan ini, fungsi komparatif menjadi lebih dari sekadar membandingkan, tetapi juga mendorong inovasi dan perbaikan berkelanjutan.¹²⁵

3. Ruang Lingkup Komparasi

Ruang lingkup komparasi dalam penelitian ini dibatasi pada aspek pengolahan citra (*image processing*), bukan pada proses pengambilan citra (*image acquisition*) atau perhitungan hisab. Artinya, citra hilal yang digunakan sebagai bahan perbandingan berasal dari sumber dan kondisi yang sama atau seragam, sehingga yang diuji benar-benar adalah proses olah citranya.

Cakupan komparasi meliputi dimensi teknis (seperti fitur-fitur pemrosesan), dimensi visual (hasil akhir tampilan citra), dan dimensi operasional (kemudahan penggunaan, kebutuhan perangkat keras, dan efisiensi waktu). Selain itu, relevansi astronomis dan syar'i juga dijadikan

¹²⁵ Riduwan, *Metode dan Teknik Menyusun Tesis* (Bandung: Alfabeta, 2017), 88–89.

batasan evaluasi, karena bagaimanapun hasil pengolahan citra akan digunakan dalam konteks ibadah yang memiliki landasan hukum tersendiri.¹²⁶

Dengan menetapkan ruang lingkup yang jelas, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kesimpulan yang tidak bias, serta dapat diimplementasikan dalam konteks yang nyata di lapangan. Ruang lingkup yang terlalu luas dapat menyebabkan kaburnya fokus kajian, sedangkan ruang lingkup yang tepat akan memperkuat validitas hasil analisis komparatif yang dilakukan.

4. Parameter Komparasi

Parameter atau aspek yang digunakan dalam komparasi ini disusun berdasarkan indikator-indikator utama dalam evaluasi kinerja pengolahan citra.

a. Kualitas hasil citra

Kualitas hasil citra mencakup tingkat kejelasan hilal, detail bentuk, perbandingan sinyal dan noise, serta kemampuan dalam menonjolkan bagian hilal yang redup. Kualitas ini penting karena hasil akhirnya akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penetapan awal bulan, yang menuntut visualisasi yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

b. Fitur teknis

¹²⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis* (Jakarta: Kencana, 2017), 260–261.

IRIS memiliki fitur seperti *stacking*, kalibrasi *dark frame*, *transformasi wavelet*, dan deteksi noise detail yang semuanya sangat bermanfaat dalam mengolah citra astronomi redup. Sementara itu, *Lightroom* lebih mengandalkan *slider kontras*, *exposure*, *clarity*, serta *noise reduction* yang lebih simpel namun efektif.

c. Kemudahan penggunaan

Lightroom lebih unggul karena memiliki antarmuka intuitif dan proses yang lebih cepat.

d. Relevansi terhadap astronomi dan hukum syar'i.

Hasil olah citra harus tetap menjaga keaslian bentuk hilal dan tidak menimbulkan interpretasi yang manipulatif. Oleh karena itu, meskipun *image processing* dibolehkan, tetap ada batasan bahwa hilal tidak boleh ditambah, direkayasa, atau diciptakan ulang dari data semu.¹²⁷

5. Tinjauan Teoritis Komparasi dalam *Image Processing* Citra Hilal

Pengolahan citra digital (*digital image processing*) merupakan proses teknik untuk meningkatkan atau mengubah tampilan suatu gambar digital agar lebih informatif dan mudah ditafsirkan. Dalam konteks citra hilal, *image processing* digunakan untuk memperjelas bentuk hilal dari gangguan visual seperti cahaya senja, noise atmosferik, atau

¹²⁷ Budi A. Suryanto, "Penggunaan IRIS dan Lightroom dalam Dokumentasi Rukyat Hilal," *Jurnal Falak Indonesia* 3, no. 1 (2022): 59–60.

ketajaman lensa yang kurang maksimal. Menurut Gonzalez dan Woods, pengolahan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas visual agar objek lebih mudah dikenali dan dianalisis.¹²⁸

IRIS, sebagai perangkat lunak astronomi, menggunakan pendekatan ilmiah dalam pengolahan citra. Citra hilal yang direkam melalui kamera CCD atau DSLR dapat diproses dengan teknik stacking, yang menggabungkan beberapa frame untuk meningkatkan sinyal hilal dan mengurangi noise. Ini sejalan dengan prinsip observasi benda langit yang membutuhkan sensitivitas tinggi. Sebaliknya, *Lightroom* lebih bersifat *user-friendly* dengan kontrol visual instan, seperti pengaturan kontras, *eksposur*, dan warna, yang cocok digunakan untuk dokumentasi visual tanpa pengolahan data kompleks.

Tinjauan teoretis ini menunjukkan bahwa *image processing* citra hilal dapat dilakukan secara kuantitatif (seperti pada IRIS) atau kualitatif (seperti pada *Lightroom*). Keduanya tetap relevan dalam falak kontemporer selama digunakan sesuai konteks dan kaidah syar'i. Komparasi keduanya penting untuk menghasilkan analisis yang aplikatif, ilmiah, dan dapat dipertanggungjawabkan.

¹²⁸ Rafael C. Gonzalez dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. (New Jersey: Pearson Education, 2018), 125–129.

BAB III

DATA-DATA BMKG TENTANG AWAL BULAN HIJRIAH

A. Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika

Sejarah kegiatan pengamatan meteorologi dan geofisika di Indonesia bermula pada tahun 1841, yang ditandai dengan inisiatif pribadi Dr. Onnen, Kepala Rumah Sakit di Bogor, dalam melakukan observasi awal. Seiring berjalannya waktu, aktivitas pengamatan tersebut mengalami perkembangan yang signifikan, sejalan dengan meningkatnya kebutuhan terhadap data cuaca dan informasi geofisika yang akurat guna mendukung berbagai kepentingan ilmiah dan praktis. Pada tahun 1866, kegiatan pengamatan perorangan tersebut oleh Pemerintah Hindia Belanda diresmikan menjadi instansi pemerintah dengan nama *Magnetischen Meteorologisch Observatorium* atau *Observatorium Magnetik dan Meteorologi* dipimpin oleh Dr. Bergsma.¹²⁹

Dalam rangka pengembangan institusi ini, pada tahun 1879 dibentuklah jaringan penakar hujan yang mencakup 74 stasiun pengamatan di Pulau Jawa dan 44 stasiun lainnya di wilayah luar Jawa. Inisiatif ini menjadi tonggak penting dalam perluasan cakupan observasi meteorologi, sekaligus mencerminkan kesadaran akan pentingnya distribusi data iklim yang merata di seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Hingga pada akhirnya

¹²⁹ BMKG, “Sejarah,” diakses 3 Juni 2025, <http://www.bmkg.go.id/profil/?p=sejarah>.

tahun 1902 pengamatan medan magnet bumi dipindahkan dari Jakarta ke Bogor.¹³⁰

Pada masa pendudukan Jepang antara tahun 1942 hingga 1945, lembaga meteorologi dan geofisika di Indonesia mengalami perubahan nama menjadi *Kisho Kauso Kusho*. Setelah Indonesia meraih kemerdekaan pada tahun 1945, lembaga ini kemudian dipecah menjadi dua bagian, yakni: pertama, Biro Meteorologi yang berada dalam struktur Markas Tertinggi Tentara Rakyat Indonesia di Yogyakarta, dan kedua, Jawatan Meteorologi dan Geofisika yang dibentuk di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Tenaga yang berkedudukan di Jakarta.¹³¹

Namun, pada tanggal 21 Juli 1947, Jawatan Meteorologi dan Geofisika diambil alih oleh pemerintah kolonial Belanda dan diberi nama baru: *Meteorologischen Geofisiche Dienst*. Sementara itu, Pemerintah Republik Indonesia tetap mempertahankan Jawatan Meteorologi dan Geofisika yang berkantor di Jalan Gondangdia, Jakarta. Setelah penyerahan kedaulatan Indonesia oleh Belanda pada tahun 1949, nama lembaga tersebut dikembalikan menjadi Jawatan Meteorologi dan

¹³⁰ BMG, *Pelayanan Meteorologi dan Geofisika di Indonesia* (Jakarta: BMG, 2005), 4.

¹³¹ BMG Departemen Perhubungan, *Mengenal Badan Meteorologi dan Geofisika* (Jakarta: BMG Departemen Perhubungan, 2005), 2.

Geofisika, yang kini berada di bawah Departemen Perhubungan dan Pekerjaan Umum.¹³²

Tahun 1950, Indonesia resmi menjadi anggota *World Meteorological Organization* (WMO), dan Kepala Jawatan Meteorologi dan Geofisika ditetapkan sebagai Permanent Representative of Indonesia with WMO. Pada tahun 1955, lembaga ini berubah nama menjadi Lembaga Meteorologi dan Geofisika dan tetap berada di bawah naungan Departemen Perhubungan. Lima tahun kemudian, yaitu pada 1960, namanya kembali menjadi Jawatan Meteorologi dan Geofisika, namun berada di bawah struktur Departemen Perhubungan Udara.

Perubahan nama terus berlangsung: pada tahun 1965 menjadi Direktorat Meteorologi dan Geofisika, masih di bawah Departemen Perhubungan Udara. Kemudian, pada 1972, statusnya menjadi Pusat Meteorologi dan Geofisika, setingkat eselon II. Dan pada tahun 1980, statusnya dinaikkan menjadi setingkat eselon I dengan nama baru: Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), dengan posisi tetap di bawah Departemen Perhubungan.¹³³

Pada tahun 2002, berdasarkan Keputusan Presiden RI Nomor 46 dan 48 Tahun 2002, struktur organisasi BMG berubah menjadi

¹³² BMG Departemen Perhubungan, *Mengenal Badan Meteorologi dan Geofisika* (Jakarta: BMG Departemen Perhubungan, 2005), 2-3.

¹³³ BMKG, “Sejarah,” diakses 3 Juni 2025, <http://www.bmkg.go.id/profil/?p=sejarah>.

Lembaga Pemerintah Non Departemen (LPND), tetapi tetap menggunakan nama Badan Meteorologi dan Geofisika. Terakhir, melalui Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2008, lembaga ini resmi berganti nama menjadi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan tetap berstatus sebagai Lembaga Pemerintah Non Departemen.¹³⁴

Puncaknya, pada tanggal 1 Oktober 2009, Presiden Republik Indonesia Susilo Bambang Yudhoyono mengesahkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Saat ini, struktur organisasi BMKG terdiri dari empat deputi, yaitu: Deputi Meteorologi, Deputi Geofisika, Deputi Klimatologi, dan Deputi Instrumen, Kalibrasi, Engineering dan Komunikasi.

1. Fungsi dan Tugas pokok

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) merupakan Lembaga Pemerintah Non Departemen (LPND) yang berada langsung di bawah presiden dan dipimpin oleh seorang Kepala Badan. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2008 pasal 2, disebutkan bahwa BMKG memiliki tugas utama yaitu melaksanakan tugas pemerintahan di bidang Meteorologi, Klimatologi, Kualitas Udara, dan Geofisika. Dalam melaksanakan tugas sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 2 tersebut, Badan

¹³⁴ Lihat *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2008 tentang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*.

Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menyelenggarakan fungsi-fungsinya.

- a. Perumusan kebijakan nasional dan kebijakan umum dibidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- b. Perumusan kebijakan teknis di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- c. Koordinasi kebijakan, perencanaan dan program di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- d. Pelaksanaan, pembinaan dan pengendalian observasi, dan pengolahan data dan informasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- e. Pelayanan data dan informasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- f. Penyampaian informasi kepada instansi dan pihak terkait serta masyarakat berkenaan dengan perubahan iklim.
- g. Penyampaian informasi dan peringatan dini kepada instansi dan pihak terkait serta masyarakat berkenaan dengan bencana karena klimatologi, dan geofisika. factor meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- h. Pelaksanaan kerja sama internasional di bidang meteorologi, klimatolohi, dan geofisika.
- i. Pelaksanaan penelitian, pengkajian, dan pengembangan di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.

- j. Pelaksanaan, pembinaan, dan pengendalian instrumentasi, kalibrasi, dan jaringan komunikasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- k. Koordinasi dan kerja sama instrumentasi, kalibrasi, dan jaringan komunikasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- l. Pelaksanaan pendidikan dan pelatihan keahlian dan manajemen pemerintahan di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- m. Pelaksanaan pendidikan profesional di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- n. Pelaksanaan manajemen data di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.
- o. Pembinaan dan koordinasi pelaksanaan tugas administrasi di lingkungan BMKG.
- p. Pengelolaan barang milik atau kekayaan negara yang menjadi tanggung jawab BMKG.
- q. Pengawasan atas pelaksanaan tugas di lingkungan BMKG.
- r. Penyampaian laporan, saran dan pertimbangan di bidang meteorologi, klimatologi dan geofisika

Fungsi-fungsi tersebut dilegalisasikan dalam pasal 3 perpres no. 61 th 2008. Dalam melaksanakan tugas dan

fungsinya, BMKG bertanggungjawab kepada Menteri Perhubungan.¹³⁵

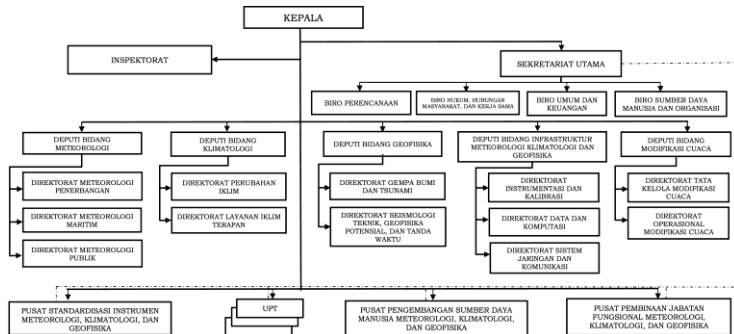
2. Susunan organisasi.

Kedudukan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagaimana tercantum dalam Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2008, Bab I Pasal 1, adalah sebagai Lembaga Pemerintah Non Departemen (LPND) yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden. Hal ini menunjukkan bahwa BMKG memiliki kedudukan strategis dalam struktur pemerintahan, khususnya dalam penyelenggaraan fungsi-fungsi yang berkaitan dengan informasi cuaca, iklim, kualitas udara, dan geofisika.

Sebagai LPND, BMKG dipimpin oleh seorang Kepala yang memiliki kewenangan untuk mengoordinasikan pelaksanaan tugas dan fungsi lembaga secara menyeluruh. Lebih lanjut, dalam Pasal 4 disebutkan bahwa dalam menjalankan tugas dan fungsinya, BMKG dikoordinasikan oleh Menteri yang membidangi urusan perhubungan. Hal ini dimaksudkan agar sinergi antara BMKG dengan instansi pemerintah lainnya, khususnya dalam sektor transportasi dan mitigasi bencana, dapat berjalan secara efektif dan terpadu.

¹³⁵ BMKG, “Tugas dan Fungsi,” diakses 3 Juni 2025, <http://www.bmkg.go.id/profil/?p=tugas-fungsi>.

Berikut adalah struktur organisasi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika:



Gambar 3. 1 Susunan Organisasi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

(Sumber: <https://www.bmkg.go.id/profil/organisasi>)

Di bawah Kepala, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mempunyai empat deputi bidang yaitu:

- Deputi Bidang Meteorologi.
- Deputi Bidang Klimatologi
- Deputi Bidang Geofisika
- Deputi Bidang Instrumentasi, Kalibrasi, Rekayasa, dan Jaringan Komunikasi.

Setiap merumuskan, pelaksanaan deputi bidang mempunyai tugas melaksanakan dan mengendalikan

kebijakan teknis serta melaksanakan pelayanan data dan informasi dibidangnya masing masing.¹³⁶

Deputi Bidang Geofisika merupakan salah satu unit kerja di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang memiliki peran penting dalam menyediakan layanan informasi yang berkaitan dengan fenomena geofisika, seperti aktivitas listrik udara, medan magnet bumi, gravitasi bumi, serta tanda waktu. Dalam struktur organisasi deputi ini, terdapat dua sub bidang, salah satunya adalah Sub Bidang Seismologi Teknik, Geofisika Potensial, dan Tanda Waktu.

Sub bidang tersebut memiliki tanggung jawab strategis dalam memberikan informasi tanda waktu, khususnya segala hal yang berhubungan dengan posisi dan pergerakan Matahari dan Bulan. Layanan yang dihasilkan mencakup penentuan awal bulan kamariah, prediksi gerhana (baik gerhana matahari maupun gerhana bulan), dan berbagai informasi astronomi lainnya yang mendukung kepentingan keagamaan, navigasi, maupun penelitian ilmiah. Peran aktif dari sub bidang ini menjadikan BMKG sebagai salah satu institusi terpercaya dalam penyediaan data astronomis yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

¹³⁶ Lihat *Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2008 tentang Tugas dan Fungsi BMKG*.

B. Sejarah *Image Processing* Hilal BMKG

Teleskop merupakan sistem optik pembentuk citra yang dirancang secara khusus dan dioptimalkan untuk keperluan astronomi. Karena objek-objek astronomis umumnya memiliki cahaya yang sangat redup dan berada pada jarak yang sangat jauh, maka para astronom membutuhkan teleskop dengan aperture besar guna mengumpulkan serta memfokuskan cahaya sebanyak mungkin ke titik fokus. Oleh karena lensa berukuran besar sulit untuk diproduksi dan kurang efisien, maka teleskop dengan ukuran besar sekitar 300 milimeter atau lebih biasanya menggunakan cermin sebagai elemen utama dalam sistem optiknya.¹³⁷

Dalam bahasa arab, teleskop disebut dengan *Mirqāb*, yaitu alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda langit yang jauh dan kecil, dengan tujuan agar bayangan objek tampak lebih besar dan jelas. Secara umum, teleskop terbagi ke dalam tiga jenis utama. Pertama, refraktor yang menggunakan lensa sebagai pengumpul cahaya. Kedua, reflektor yang memanfaatkan cermin sebagai elemen utama. Ketiga, jenis catadioptric yang merupakan gabungan dari sistem refraktor dan reflektor.¹³⁸

¹³⁷ Richard Berry dan James Burnell, *The Handbook of Astronomical Image Processing* (USA: Willmann-Bell, 2005), 6.

¹³⁸ Berry dan Burnell, *The Handbook of Astronomical Image Processing*, 6; lihat juga Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* (Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2017), 283–287.

Detektor merupakan istilah teknis yang merujuk pada perangkat yang mampu merespons fenomena seperti cahaya dengan menghasilkan sinyal yang dapat diolah lebih lanjut. Dalam praktik astronomi, terdapat tiga jenis detektor yang umum digunakan oleh para astronom, yaitu retina mata, emulsi fotografi, dan sensor elektronik.¹³⁹

Pada dasarnya, detektor yang digunakan dalam kamera terbagi menjadi dua jenis, yakni berwarna dan monokrom. Retina manusia memiliki sel berbentuk kerucut yang sensitif terhadap tiga spektrum warna utama, yaitu merah, hijau, dan biru, yang secara teknis dikenal dengan istilah RGB (*Red, Green, Blue*). Sementara itu, sensor gambar digital konvensional umumnya tidak terdiri atas tiga lapisan berbeda untuk setiap warna, melainkan berbentuk perangkat monokrom yang hanya merekam intensitas cahaya tanpa menangkap informasi warna, karena menggunakan sensor *grayscale*.

Dalam pengembangan citra berwarna melalui sensor digital, saat ini dikenal tiga pendekatan utama. Pertama, *tri-color filters*, yaitu dengan merekam gambar secara terpisah melalui tiga filter warna yang berbeda. Kedua, *bayer pattern filter*, yang menggunakan filter warna mosaik untuk merekam elemen RGB pada setiap piksel. Ketiga, *foveon sensors*, yaitu teknologi yang memungkinkan penangkapan warna secara simultan pada setiap

¹³⁹ Berry dan Burnell, *The Handbook of Astronomical Image Processing*, 6.

lapisan piksel melalui struktur vertikal sensitif terhadap panjang gelombang cahaya yang berbeda.¹⁴⁰

Dalam konteks pengamatan hilal yang dilakukan oleh BMKG, pengaturan kamera yang digunakan berada pada mode berwarna (RGB). Dengan konfigurasi ini, tampilan citra hilal dan lingkungannya akan tampak sesuai dengan kondisi visual aslinya di langit. Sebaliknya, apabila mode monokrom diterapkan saat pengamatan, maka citra yang dihasilkan hanya menampilkan dua warna, yaitu hitam dan putih. Hal ini menyebabkan visualisasi objek hilal dan latar belakangnya menjadi kurang representatif jika dibandingkan dengan kondisi sebenarnya di langit.

Merujuk pada Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009, salah satu tugas utama Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) adalah menyampaikan informasi tanda waktu. Informasi ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu tanda waktu atomik dan tanda waktu astronomis. Tanda waktu atomik bersumber dari jam atom dengan tingkat presisi tinggi, sedangkan tanda waktu astronomis berkaitan dengan fenomena langit, seperti rukyatul hilal dan peristiwa gerhana. Peran BMKG dalam penyampaian tanda waktu atomik telah berlangsung sejak masa kolonial Belanda, sementara kontribusinya dalam penyampaian tanda waktu astronomis secara aktif dimulai pada tahun 2008.

¹⁴⁰ Robert Reeves, *Introduction to Digital Astrophotography: Imaging the Universe with a Digital Camera* (New York: Congress Cataloging, 2005), 60.

Dalam ranah astronomi, BMKG memainkan peranan penting dalam mendukung pelaksanaan rukyatul hilal, yakni pengamatan terhadap hilal atau bulan sabit muda yang menjadi acuan dalam penentuan awal bulan hijriah. BMKG menyediakan dua bentuk data utama terkait hilal. Pertama, data hisab yang dapat diakses secara publik melalui situs resmi BMKG, dan kedua, data hilal satu lokasi yang bersifat lebih spesifik, mencakup informasi seperti waktu terbenamnya Matahari dan Bulan, azimut, serta ketinggian bulan. Seluruh data ini disusun berdasarkan perhitungan astronomis yang cermat dan digunakan sebagai acuan awal sebelum pengamatan visual dilakukan.

Di samping penyediaan data hisab, BMKG juga melaksanakan rukyatul hilal secara langsung sebagai langkah verifikasi terhadap hasil perhitungan. Tindakan ini penting untuk menjamin keakuratan informasi dan mengurangi potensi kesalahan atau deviasi data. Meskipun demikian, perlu ditekankan bahwa penetapan awal bulan hijriah bukan merupakan tugas pokok BMKG. Peran utama BMKG sesuai mandat undang-undang adalah menyampaikan informasi tanda waktu, bukan menetapkan tanggal 1 bulan hijriah.

BMKG turut mengambil peran dalam tim hisab rukyat yang berada di bawah koordinasi Kementerian Agama Republik Indonesia, khususnya dalam pelaksanaan penetapan awal bulan pada tiga momen penting dalam kalender Islam, yakni Ramadan, Syawwal, dan Dzulhijjah. Dalam forum resmi sidang isbat yang

diselenggarakan oleh Kementerian Agama, hasil pengamatan rukyat yang diperoleh oleh BMKG disampaikan secara langsung sebagai bagian dari kontribusi ilmiah dalam mendukung proses penetapan awal bulan hijriah. Meskipun demikian, perlu ditegaskan bahwa keputusan akhir mengenai penentuan tanggal 1 bulan hijriah sepenuhnya merupakan kewenangan Menteri Agama, sesuai dengan hak prerogatif yang dimiliki oleh kementerian tersebut.¹⁴¹

C. Image Processing Pendukung Rukyatul Hilal Sebagai Verifikasi Hasil Hisab

Berdasarkan Pasal 52A Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2006 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1989 mengenai Peradilan Agama, disebutkan bahwa “*Pengadilan Agama memberikan isbat kesaksian rukyat hilal dalam penentuan awal bulan pada tahun Hijriyah.*”¹⁴² Penjelasan dari pasal ini menguraikan bahwa selama ini Pengadilan Agama diminta oleh Kementerian Agama untuk memberikan penetapan (*isbat*) atas kesaksian orang yang mengaku melihat hilal setiap kali memasuki awal bulan Ramadhan dan Syawal dalam kalender

¹⁴¹ Wawancara dengan Himawan Widiyanto (Koordinator Bidang Tanda Waktu BMKG Pusat), pada tanggal 3 Juni 2025, pukul 14.00 WIB. Di BMKG Pusat, Jakarta Pusat.

¹⁴² Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2006 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1989 tentang Peradilan Agama, disahkan oleh Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono, 20 Maret 2006.

Hijriyah. Langkah ini dilakukan sebagai bagian dari upaya Kementerian Agama untuk mengeluarkan penetapan nasional terkait awal 1 Ramadhan dan 1 Syawal.

Dalam *syahadah* (kesaksian) seorang perukyat tidak serta merta dapat diterima, akan tetapi harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

Saksi dalam kesaksian rukatul hilal dibedakan 2 (dua) macam:

1. Saksi dimaksud adalah seseorang atau beberapa orang yang mengetahui langsung, melapor melihat hilal dan diambil sumpahnya oleh hakim. Saksi yang melihat hilal dan melaporkannya disebut *syahid* atau perukayat.
2. Sedang 2 (dua) dimaksud adalah orang yang menjadi saksi dan menyaksikan seseorang atau beberapa orang yang melapor dan mengetahui proses pengangkatan sumpah oleh hakim.

Sedangkan yang dimaksud syahadah kesaksian rukyatul hilal adalah saksi nomor 1 (satu) tersebut.¹⁴³

Ada beberapa persyaratan *syahid* atau perukyatan hilal, yaitu:

- a. Syarat formil:
 1. Aqil baligh dan sudah dewasa
 2. Beragama Islam

¹⁴³ Arfan Muhammad, *Pedoman dan Tata Cara Pelaksanaan Itsbat Rukyatul Hilal*, disampaikan dalam acara Pelatihan Hisab Rukyat Para Hakim dan PANMUD Hukum Pengadilan Agama Kalimantan Barat, 29 September 2015, 7.

3. Laki-laki dan Perempuan
 4. Sehat akal nya
 5. Mampu melakukan rukyat
 6. Jujur, adil dan dapat dipercaya
 7. Jumlah perukyat lebih dari satu orang
 8. Mengucapkan sumpah kesaksian rukyatul hilal
 9. Sumpah kesaksian rukyatul hilal di depan sidang Pengadilan Agama atau Mahkamah Syar'iyah dan dihadiri 2 (dua) orang saksi.¹⁴⁴
- b. Syarat meteriil:
1. Perukyat menerangkan sendiri dan melihat sendiri dengan mata kepala maupun menggunakan alat, bahwa ia melihat hilal.
 2. Perukyat mengetahui benar-benar bagaimana proses melihat hilal, yakni kapan waktunya, dimana tempatnya, berapa lama melihatnya, dimana letak, arah posisi dan keadaan hilal yang dilihat, serta bagaimana kecerahan cuaca langit atau horizon saat hilal dapat dilihat.
 3. Keterangan hasil rukyat yang dilaporkan oleh perukyat tidak bertentangan dengan akal sehat perhitungan ilmu hisab, kaidah ilmu pengetahuan dan kaidah syar'i.¹⁴⁵

¹⁴⁴ Arfan Muhammad, *Pedoman.....*, 7

¹⁴⁵ Arfan Muhammad, *Pedoman.....*, 7-8

Verifikasi kesaksian hilal biasanya dilakukan dengan dua hal. Pertama, saksi harus seorang muslim. Sebagaimana dijelaskan dalam sebuah *ḥadīṣ*.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ بَكَّارٍ بْنُ الرَّيَّانِ، حَدَّثَنَا الْوَلِيدُ يَعْنِي ابْنَ أَبِي ثَوْرٍ، وَحَدَّثَنَا الْحَسَنُ بْنُ عَلِيٍّ، حَدَّثَنَا الْحُسَيْنُ يَعْنِي الْجُعْفَى، عَنْ زَائِدَةَ، الْمَعْنَى، عَنْ سِمَاكِ، عَنْ عِكْرِمَةَ، عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ: جَاءَ أُعْرَابِيٌّ إِلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ، فَقَالَ: إِنِّي رَأَيْتُ الْهِلَالَ، قَالَ الْحَسَنُ فِي حَدِيثِهِ يَعْنِي رَمَضَانَ، فَقَالَ: أَتَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ، قَالَ: نَعَمْ، قَالَ: أَتَشْهَدُ أَنَّ مُحَمَّدًا رَسُولُ اللَّهِ؟، قَالَ: نَعَمْ، قَالَ: يَا بِلَالُ، أَذِّنْ فِي النَّاسِ فَلْيَصُومُوا غَدًا.

"Telah menceritakan kepada kami Muḥammad bin Bakkār bin ar-Rayyān. Telah menceritakan kepada kami al-Walīd, yaitu Ibn Abī Tawr. Dan telah menceritakan kepada kami al-Ḥasan bin 'Alī. Telah menceritakan kepada kami al-Ḥusain, yaitu al-Ju'fī, dari Zā'idah (secara makna), dari Simāk, dari 'Ikrimah, dari Ibn 'Abbās, ia berkata: "Seorang Arab badui datang kepada Nabi ṣallallāhu 'alaihi wa sallam lalu berkata, "Sesungguhnya aku telah melihat hilal." Al-Ḥasan dalam hadisnya menjelaskan bahwa maksudnya adalah hilal bulan Ramadan. Maka Nabi ṣallallāhu 'alaihi wa sallam bertanya, "Apakah engkau bersaksi bahwa tidak ada tuhan selain Allah?" Ia menjawab, "Ya." Nabi bertanya lagi, "Apakah engkau bersaksi bahwa Muḥammad adalah utusan Allah?" Ia menjawab, "Ya." Maka Nabi bersabda, "Wahai Bilāl, umumkanlah kepada manusia agar mereka berpuasa besok." (H.R. Abu Dawud).¹⁴⁶

¹⁴⁶ Sulaimān ibn al-Ash'ath al-Sijistānī Abū Dāwūd, *Sunan Abī Dāwūd*, jil. 2, 302, al-Maktabah al-'Aṣriyyah, Ṣaydā – Beirut..

Kedua, penting untuk dilakukan pembuktian bahwa penampakan hilal yang dilaporkan bukan merupakan penampakan semu. Hal ini dikarenakan penglihatan manusia pada dasarnya memiliki keterbatasan, baik secara biologis maupun psikologis. Dalam karya klasik *Irsyād Ahl al-Millāh ilā Itsbāt al-Ahillah*, Muḥammad Bukhīt al-Muṭṭī mengisahkan sebuah peristiwa yang relevan, yakni tentang Iyās bin Mu‘āwiyah, seorang tokoh cerdas pada masa tabi‘in, yang dikenal ketajaman analisis dan kejeliannya dalam menyikapi persoalan. Kisah ini menjadi rujukan penting dalam menjelaskan potensi kekeliruan dalam identifikasi visual terhadap objek langit yang dikira sebagai hilal.

وتراءى هلال شهر رمضان جماعة فيهم أنس بن مالك رضي الله عنه وقد قارب المائة، فقال أنس: قد رأيته، هو ذاك، وجعل يشير إليه فلا يرونه، ونظر إياس إلى أنس وإذا شعرة من حاجبه قد انثنت، فمسحها إياس وسواها بحاجبه، ثم قال له: يا أبا حمزة، أرنا موضع الهلال، فجعل ينظر ويقول ما أراه.

“Sekelompok orang mengamati hilal bulan Ramadhan, diantara mereka ada Anas bin Malik radiyallahu’anh yang berusia hampir seratus tahun. Anas berkata, “Aku melihatnya, itu dia” sambil menunjuk ke arahnya, tetapi orang-orang tidak melihatnya. Iyas melihat Anas dan melihat sehelai rambut pada alisnya. Kemudian Iyas mengusap rambut itu dan merapikan alis Anas. Kemudain Iyas berkata, “Wahai Abu Hamzah tunjukkan posisi

hilal”. Maka Anas mengamati lagi dan berkata, “Aku tidak melihatnya.”¹⁴⁷

Hilal merupakan objek langit yang sangat redup, sehingga informasi visual yang ditangkap oleh mata manusia masih perlu diuji kebenarannya. Kondisi ini menegaskan pentingnya bukti materil sebagai penguat terhadap data observasi visual, demi meminimalkan potensi kesalahan dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Dengan demikian, ketika sidang isbat untuk penetapan awal bulan Kamariah digelar, para hakim memiliki dasar keputusan yang lebih kuat dan tidak meragukan.¹⁴⁸

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan akan dukungan bukti ilmiah dalam proses verifikasi *syahadah* menjadi semakin penting, khususnya untuk menjamin validitas dalam penetapan awal bulan Kamariah. Konfirmasi terhadap kejujuran saksi dalam rukyatul hilal melalui pendekatan ilmiah diperlukan guna menghindari kesalahan identifikasi terhadap objek langit yang disaksikan. Saat ini, kesaksian rukyat umumnya diterima hanya berdasar sumpah dari saksi, meskipun pada praktiknya sering kali belum ada verifikasi sistematis

¹⁴⁷ Muḥammad Bukhīt al-Muṭṭī, *Irsyād Ahl al-Millāh ilā Itsbāt al-Ahillah* (Mesir: Kudistan al-‘Ilmiyyah, 1329 H), 283; lihat juga Ibn Khallikān, *Wafīyyāt al-A’yān wa Abnā’ al-Zamān*.

¹⁴⁸ Ahmad Junaidi, “Memadukan Rukyat Hilal dengan Perkembangan Sains,” *Madania* 22, no. 1 (Juni 2018): 150.

mengenai terpenuhinya syarat-syarat kesaksian hilal secara menyeluruh.

Thomas Djamaluddin dalam tulisannya menyatakan bahwa dalam praktik di lapangan, masih banyak pihak yang belum mampu membedakan secara tepat apakah objek yang mereka lihat benar-benar hilal atau hanya objek lain yang menyerupainya. Oleh karena itu, upaya klarifikasi oleh hakim terhadap validitas penglihatan saksi sangat diperlukan, dan tidak seharusnya hanya mengandalkan sumpah semata.¹⁴⁹

Dalam upaya memperkuat obyektivitas *syahadah*, diperlukan dukungan bukti ilmiah dari kesaksian perukyat berupa data dan citra hilal. Hal ini dapat diwujudkan dengan pemanfaatan teknologi dan sains, yang berfungsi sebagai instrumen penunjang untuk meningkatkan akurasi dalam proses rukyatul hilal.

Kegiatan rukyatul hilal yang disertai dengan proses pengolahan citra mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan kegiatan yang sama dengan peralatan yang sama, akan tetapi tidak disertai dengan proses pengolahan citra. Kelebihan tersebut antara lain:

- a. Proses pengolahan citra bisa menampilkan kontras citra yang jauh lebih bagus dari pada citra asli yang belum diproses.

¹⁴⁹ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi* (Bandung: Kaki Langit, 2005), 19.

- b. Citra hasil pengolahan tidak menimbulkan keraguan, baik ketika hilalnya terlihat ataupun tidak terlihat.¹⁵⁰

Kekhawatiran sebagian ulama maupun para penggiat ilmu falak terkait keabsahan hasil *image processing* dalam konteks rukyatul hilal, pada dasarnya telah memperoleh jawaban dari berbagai penelitian terdahulu. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *image processing* dapat diterima, selama mengacu pada prinsip masalah bagi umat. Dari sisi sains, hasil pengolahan citra tidak bisa serta-merta dianggap mudah untuk dimanipulasi, karena prosedur *image processing* memiliki tahapan yang bersifat transparan dan dapat diuji ulang secara ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi tersebut tetap berada dalam koridor akademik dan metodologis yang dapat dipertanggungjawabkan.

Menurut AR. Sugeng Riyadi, anggapan bahwa *image processing* merupakan bentuk manipulasi atau rekayasa adalah pandangan yang kurang tepat. Ia menekankan bahwa dalam praktiknya, *image processing* tidak dilakukan secara tertutup oleh satu individu di ruang pribadi dengan hanya menggunakan teleskop atau perangkat pengolah citra. Sebaliknya, kegiatan tersebut melibatkan partisipasi banyak pihak dan prosesnya dapat dipantau secara langsung melalui *live streaming*. Ia juga menegaskan bahwa para *penggiat falak* yang menggunakan

¹⁵⁰ Ahmad Junaidi, “Memadukan Rukyat Hilal dengan Perkembangan Sains,” *Madania* 22, no. 1 (Juni 2018): 156.

metode *image processing* dalam pelaksanaan *rukyatul hilal* justru memiliki tingkat kejujuran yang tinggi dalam menyampaikan kesaksian mereka. Hal ini karena jika hilal benar-benar tertangkap dalam hasil pengolahan citra, maka eksistensinya dapat dibuktikan secara objektif. Sebaliknya, apabila hasil *image* tidak menunjukkan keberadaan hilal, meskipun secara teoritis hilal mungkin tampak, mereka tetap tidak akan mengklaim telah melihatnya. Dengan demikian, metode ini turut mendorong sikap kehati-hatian dan tanggung jawab ilmiah dalam proses *rukyat*.¹⁵¹

¹⁵¹ Unggul Suryo Ardi, “Validitas Metode Pengolahan Citra DOME Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal,” *Al-Mizan* 14, no. 1 (2018): 135–161, diterbitkan oleh Institut Agama Islam Negeri Sultan Amai Gorontalo, <https://www.neliti.com/publications/290002/validitas-metode-image-processing-dome-astronomi-casa-dalam-rukyatul-hilal>.

D. Data Pengamatan Hilal BMKG Pusat.

1. Data Pengamatan Hilal di Kota Mataram

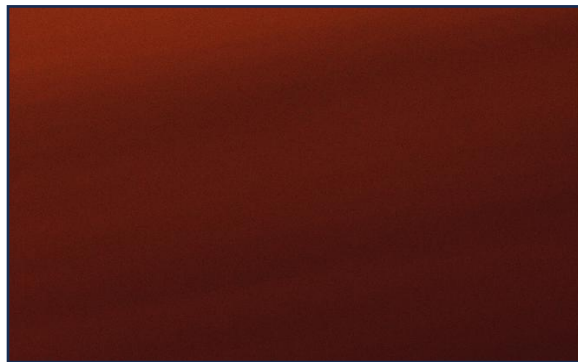
Pengamatan hilal di Kota Mataram pada Jumat, 1 November 2024 menunjukkan bahwa hilal berada di bawah ufuk saat Matahari terbenam. Hal ini dibuktikan dengan data astronomis yang mencatat tinggi bulan sebesar $-3^{\circ} 9,33'$, serta waktu terbenam bulan yang terjadi lebih dahulu, yaitu pada pukul 18.00.39 WITA, sedangkan Matahari terbenam pada pukul 18.11.41 WITA. Selain itu, elongasi bulan hanya mencapai $2^{\circ} 59,79'$ dengan fraksi iluminasi sebesar 0,10%. Posisi bulan yang berada di sebelah selatan dan bawah Matahari menegaskan bahwa hilal belum memenuhi kriteria visibilitas, sehingga secara astronomis hilal tidak dapat dirukyat pada hari tersebut di wilayah Mataram.¹⁵²

Karena data hisab pada Jumat, 1 November 2024 di Mataram menunjukkan hilal di bawah ufuk dan belum memenuhi kriteria visibilitas, maka ditetapkan istikmal. Pengambilan citra hilal dilakukan keesokan harinya, Sabtu, 2 November 2024.

¹⁵² BMKG, “Hilal,” diakses 3 Juni 2025, <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>.

Parameter	Nilai
Tanggal Pengamatan	Jumat, 1 November 2024
Waktu Matahari Terbenam	18.11.41 WITA
Waktu Bulan Terbenam	18.00.39 WITA
Azimut Matahari	255° 2,92'
Azimut Bulan	252° 31,26'
Tinggi Bulan	-3° 9,33'
Elongasi (Jarak Sudut Bulan–Matahari)	2° 59,79'
Fraksi Iluminasi Bulan (FI)	0,10%
Posisi Bulan terhadap Matahari	Sebelah selatan - bawah

Tabel 3. 1 Data Pengamatan Hilal di Mataram
(Sumber: <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>)



Gambar 3. 2 Dokumentasi Data BMKG
Hasil Citra Hilal Jumadil Awal 1446H di Mataram.

2. Data Pengamatan Hilal di Kota Padang

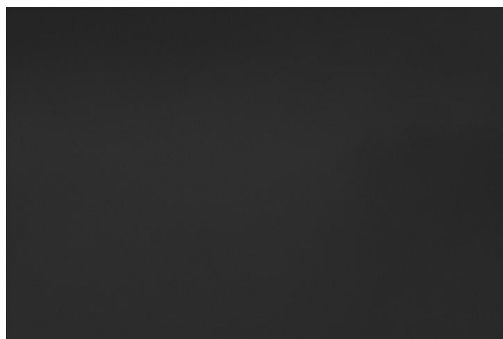
Pengamatan hilal di Kota Padang pada Jumat, 15 September 2023, dalam rangka penentuan awal bulan Rabiulawal 1445 H, menunjukkan bahwa hilal telah berada di atas ufuk pada saat Matahari terbenam. Data mencatat waktu terbenam Matahari pada pukul 18.17.01 WIB dan bulan terbenam pada pukul 18.33.56 WIB, dengan selisih waktu (lag) sekitar 16 menit 55 detik. Tinggi hilal mencapai $3^{\circ} 29,53'$, elongasi sebesar $4^{\circ} 9,41'$, dan fraksi iluminasi bulan sebesar 0,13%. Posisi bulan berada di sebelah utara dan atas Matahari. Berdasarkan parameter-parameter tersebut, hilal secara astronomis memenuhi syarat untuk kemungkinan terlihat (imkan rukyat) di wilayah Padang pada tanggal tersebut.¹⁵³

Meski tinggi hilal telah melampaui 3° , elongasi $4^{\circ} 9,41'$ masih di bawah ambang $6,4^{\circ}$ kriteria imkan rukyat MABIMS 2021; karena itu awal Rabiulawal 1445 H diistimalkan (bulan Dzulqa'dah digenapkan 30 hari) sebelum menetapkan awal bulan berikutnya.

¹⁵³ BMKG, “Hilal,” diakses 3 Juni 2025, <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>.

Parameter	Nilai
Tanggal Pengamatan	Jumat, 15 September 2023
Waktu Matahari Terbenam	18.17.01 WIB
Waktu Bulan Terbenam	18.33.56 WIB
Azimut Matahari	273° 0,91'
Azimut Bulan	273° 37,67'
Tinggi Bulan	3° 29,53'
Elongasi (Jarak Sudut Bulan– Matahari)	4° 9,41'
Fraksi Iluminasi Bulan (FI)	0,13%
Posisi Bulan terhadap Matahari	Sebelah utara - atas

Tabel 3. 2 Data Pengamatan Hilal di Padang
(Sumber: <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>)



Gambar 3. 3 Dokumentasi Data BMKG
Hasil Citra Hilal Rabiul Awal 1445H di Padang.

3. Data Pengamatan Hilal di Kota Semarang

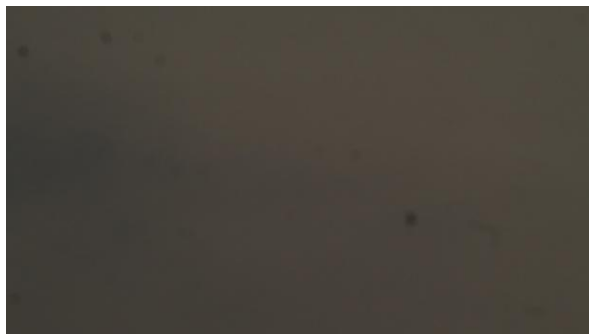
Pada hari Selasa, 3 September 2024, dilakukan pengamatan hilal untuk penentuan awal bulan Rabiul Awal 1446 H di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data hisab dari BMKG, saat matahari terbenam pukul 17.37.14 WIB, posisi bulan berada di atas ufuk dengan tinggi $2^{\circ} 50.91'$, elongasi $4^{\circ} 24.36'$, dan fraksi iluminasi sebesar 0,10%. Posisi bulan relatif terhadap matahari berada di sebelah utara dan atas matahari. Parameter-parameter ini menunjukkan bahwa hilal sudah berada di atas ufuk, namun visibilitasnya masih dalam kategori sangat tipis dan menantang untuk dilihat secara kasat mata.¹⁵⁴

Meskipun hilal sudah berada di atas ufuk, namun karena tinggi hilal $2^{\circ} 50,91'$ dan elongasi $4^{\circ} 24,36'$ masih di bawah kriteria imkan rukyat MABIMS, maka awal bulan Rabiul Awal 1446 H diistimakan dengan menggenapkan bulan sebelumnya menjadi 30 hari.

¹⁵⁴ BMKG, “Hilal,” diakses 3 Juni 2025, <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>.

Parameter	Nilai
Lokasi	Semarang, Jawa Tengah
Tanggal	Selasa, 3 September 2024
Waktu Matahari Terbenam	17.37.14 WIB
Waktu Bulan Terbenam	17.51.36 WIB
Azimuth Matahari	277° 14.01'
Azimuth Bulan	278° 01.13'
Tinggi Bulan	2° 50.91'
Elongasi	4° 24.36'
Posisi Bulan Relatif	Di sebelah utara dan atas matahari
Fraksi Illuminasi Bulan (FI)	0,10%

Tabel 3. 3 Data Pengamatan Hilal di Semarang
(Sumber: <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>)



Gambar 3. 4 Dokumentasi Data BMKG
Hasil Citra Hilal Rabiul Awal 1446H di Semarang.

4. Data Pengamatan Hilal di kota Anyer

Pada Selasa, 31 Desember 2024, pengamatan hilal dilakukan di Anyer, Provinsi Banten, untuk menentukan awal bulan Rajab 1446 H. Saat matahari terbenam pukul 18.12.40 WIB, posisi bulan menunjukkan ketinggian $5^{\circ} 41.24'$, elongasi $8^{\circ} 5.56'$, dan fraksi iluminasi bulan sebesar 0,40%. Bulan terletak di sebelah selatan dan atas matahari. Berdasarkan parameter astronomis ini, hilal sudah berada di atas ufuk dengan visibilitas yang cukup memadai menurut beberapa kriteria hisab modern, meskipun tetap memerlukan bantuan optik untuk rukyat langsung.¹⁵⁵

Meskipun secara data hisab hilal telah memenuhi kriteria visibilitas dengan ketinggian dan elongasi yang memadai, kondisi langit di Anyer saat pengamatan ditutupi awan tebal dan kabut, sehingga citra hilal tidak tampak secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan bantuan teknik *image processing* untuk mengidentifikasi keberadaan hilal dari hasil tangkapan citra yang tertutup gangguan atmosfer tersebut.

¹⁵⁵ BMKG, “Hilal,” diakses 3 Juni 2025, <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>.

Parameter	Nilai
Lokasi	Anyer, Banten (mengacu ke Serang)
Tanggal	Selasa, 31 Desember 2024
Waktu Matahari Terbenam	18.12.40 WIB
Waktu Bulan Terbenam	18.42.26 WIB
Azimuth Matahari	246° 43.16'
Azimuth Bulan	243° 15.52'
Tinggi Bulan	5° 41.24'
Elongasi	8° 5.56'
Posisi Bulan Relatif	Di sebelah selatan dan atas matahari
Fraksi Illuminasi Bulan (FI)	0,40%

Tabel 3. 4 Data Pengamatan Hilal di Anyer
(Sumber: <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>)



Gambar 3. 5 Dokumentasi Data BMKG
Hasil Citra Hilal Rajab 1446H di Anyer.

BAB IV

KOMPARASI METODE *IMAGE PROCESSING* CITRA HILAL MENGUNAKAN APLIKASI IRIS DAN *LIGHTROOM* DALAM PROSES PENETAPAN AWAL BULAN HIJRIAH DI INDONESIA

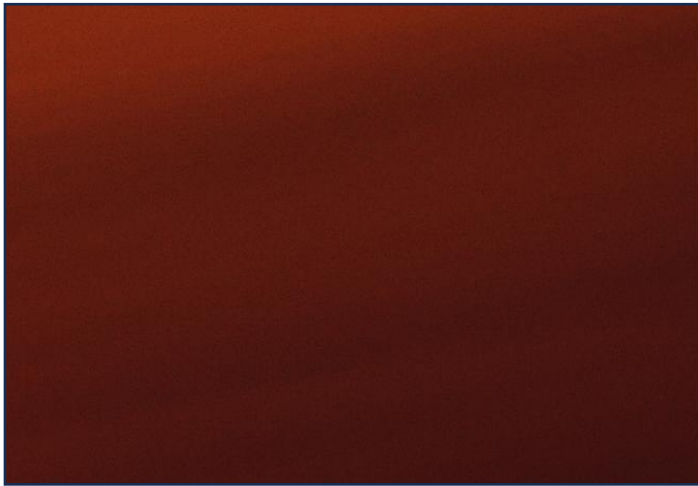
Pembahasan kali ini menyajikan hasil utama dari penelitian yang dilakukan penulis dalam menganalisis perbandingan metode *image processing* citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom*. Tujuan dari bab ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas kedua perangkat lunak tersebut dalam mengolah citra hilal yang direkam dalam kondisi redup atau kurang ideal, serta relevansinya dalam mendukung penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia dari perspektif astronomi dan fikih. Penekanan utama penelitian ini terletak pada aspek komparasi antara kedua aplikasi

A. Hasil komparasi *image processing* citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom*

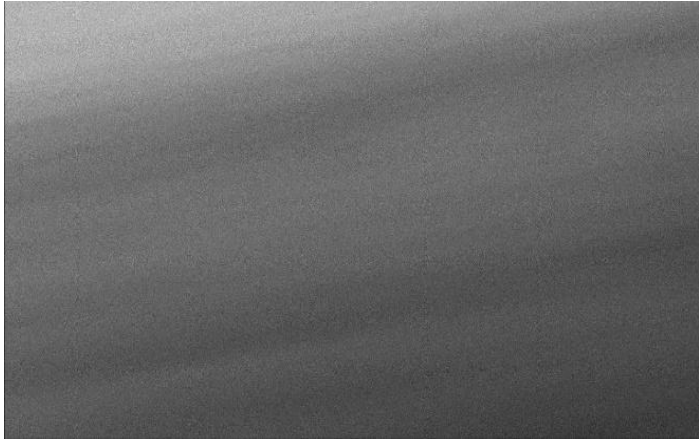
Data citra hilal yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari BMKG dalam bentuk foto tunggal. Oleh karena itu, fitur *stacking* yang menjadi salah satu keunggulan aplikasi IRIS tidak dapat digunakan. Dalam konteks penelitian ini, pemrosesan citra dengan IRIS difokuskan pada pengaturan *threshold* dan peningkatan kontras untuk memperjelas objek hilal yang tampak redup. IRIS dapat membantu dalam menonjolkan cahaya redup dari hilal, namun hasilnya masih kurang maksimal apabila dibandingkan dengan *Lightroom*.

Sebaliknya, aplikasi *Lightroom* menunjukkan kinerja yang lebih unggul dalam konteks penelitian ini. Dengan fitur-fitur seperti pengaturan *white balance*, *eksposur*, *vibrance*, *clarity*, dan *noise reduction*, *Lightroom* mampu menghasilkan citra hilal yang lebih tajam, jelas, dan layak untuk dianalisis secara visual. *Lightroom* juga memiliki antarmuka yang lebih ramah pengguna dan lebih fleksibel dalam menyesuaikan citra agar layak dipublikasikan maupun dianalisis dalam forum ilmiah dan keagamaan.

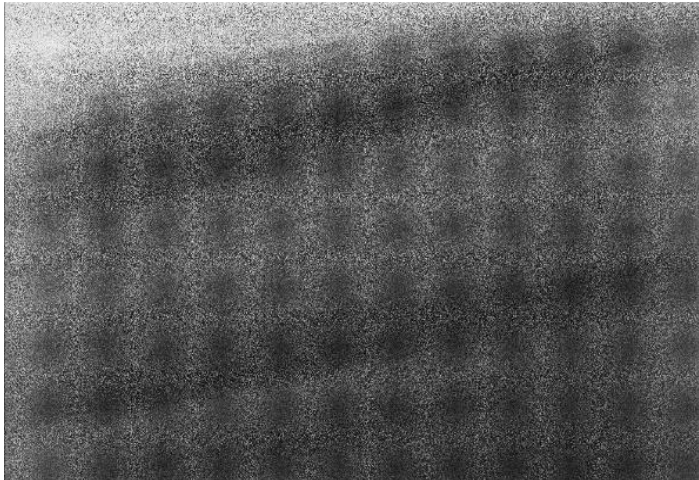
1. Citra Hilal Jumadil Awal 1446 H Di Mataram



Gambar 4. 1 Sebelum Citra Hilal Diproses



Gambar 4. 2 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS



Gambar 4. 3 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi *Lightroom*

Citra hilal Jumadil Awal 1446 H yang diperoleh di Mataram, berdasarkan data hisab dari BMKG diketahui bahwa pada saat ijtima', posisi hilal berada di bawah ufuk dengan tinggi $-3^{\circ} 9,33'$, elongasi $2^{\circ} 59,79'$, dan fraksi iluminasi bulan hanya 0,10%. Secara astronomis, hal ini menunjukkan bahwa hilal tidak mungkin terlihat karena belum memenuhi kriteria imkan rukyah. Akan tetapi, citra hilal tetap berhasil diambil beberapa saat setelah waktu ijtima', pada saat posisi bulan telah mencapai ketinggian 8° , elongasi $11^{\circ} 34'$, dan fraksi iluminasi bulan sebesar 1,02%. Dalam kondisi ini, peluang visibilitas hilal meningkat secara signifikan meskipun secara visual masih redup dan tertutup cahaya latar.¹⁵⁶

Dengan kondisi demikian, *image processing* menjadi sangat penting untuk mengolah citra tersebut agar hilal dapat dikenali. Aplikasi IRIS digunakan untuk menyesuaikan tingkat *threshold* pada gambar asli, namun penguatan visualnya masih terbatas. Sementara itu, pengolahan dengan *Lightroom* menunjukkan hasil yang lebih optimal. Dengan menggunakan fitur seperti *dehaze*, *clarity*, dan kontras, hilal yang awalnya sangat redup dapat terlihat dengan lebih tegas dan dapat dikenali sebagai objek yang berbeda dari *noise* cahaya latar belakang.

¹⁵⁶ Dokumentasi Data BMKG, *Hasil Citra Hilal Rabiul Awal 1445 H di Mataram*, arsip internal BMKG, 2025.

2. Citra Hilal Rabiul Awal 1445 H Di Padang



Gambar 4. 4 Sebelum Citra Hilal Diproses



Gambar 4. 5 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS



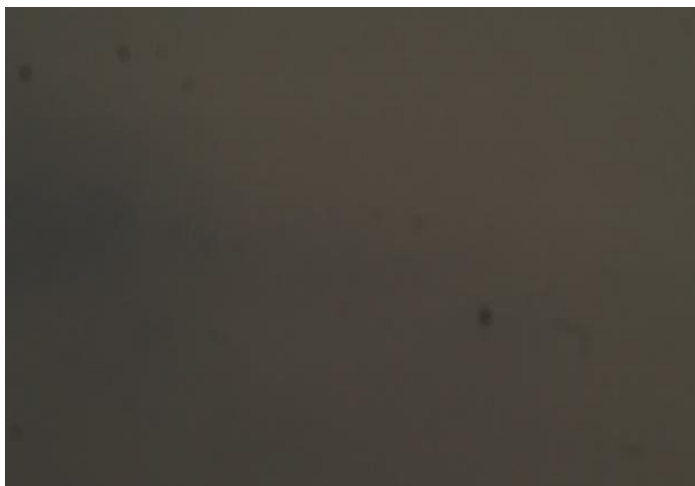
Gambar 4. 6 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi *Lightroom*

Pengamatan hilal di Kota Padang pada Jumat, 15 September 2023, menunjukkan bahwa hilal telah memenuhi kriteria imkan rukyat dengan tinggi $3^{\circ} 29,53'$, elongasi $4^{\circ} 9,41'$, dan fraksi iluminasi sebesar 0,13%, serta posisi bulan yang berada di atas dan utara Matahari. Namun, berdasarkan data tersebut, elongasi hilal sebenarnya masih belum memenuhi batas minimal kriteria imkan rukyat MABIMS, yaitu sebesar $6,4^{\circ}$. Oleh karena itu, meskipun secara ketinggian hilal sudah memenuhi syarat (lebih dari 3°), secara elongasi hilal belum memenuhi syarat untuk dinyatakan terlihat pada hari tersebut.¹⁵⁷

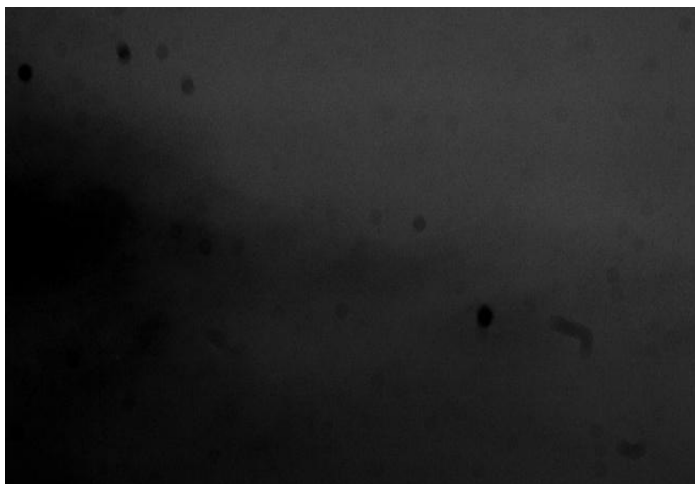
¹⁵⁷ Dokumentasi Data BMKG, *Hasil Citra Hilal Rabiul Awal 1445 H di Padang*, arsip internal BMKG, 2025.

Dengan demikian, pengambilan citra hilal di Kota Padang dilakukan pada H+1 setelah ijtimâ'. Keputusan ini diambil karena pada hari ijtimâ', hilal belum sepenuhnya memenuhi parameter visibilitas secara ideal. Pada saat pengambilan citra di H+1, posisi hilal sudah memiliki parameter astronomis yang lebih tinggi dan memadai untuk diamati, serta lebih memungkinkan untuk dianalisis menggunakan metode *image processing*. Dengan meningkatnya nilai elongasi dan iluminasi pada H+1, proses pengolahan citra hilal menjadi lebih optimal, khususnya saat menggunakan aplikasi *Lightroom* yang terbukti mampu memperkuat tampilan visual hilal dalam citra yang tersedia.

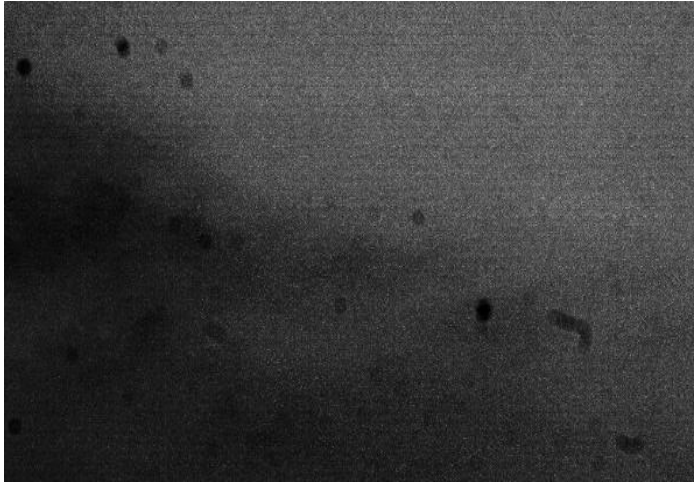
3. Citra Hilal Rabiul Awal 1446 H Di Semarang



Gambar 4. 7 Sebelum Citra Hilal Diproses



Gambar 4. 8 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS



Gambar 4. 9 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi *Lightroom*

Pengamatan hilal di Kota Semarang pada Selasa, 3 September 2024, menunjukkan bahwa hilal telah berada di atas ufuk dengan tinggi $2^{\circ} 50,91'$, elongasi $4^{\circ} 24,36'$, dan fraksi iluminasi sebesar 0,10%. Berdasarkan data hisab tersebut, dapat dianalisis bahwa hilal belum memenuhi kriteria imkan rukyat yang telah ditetapkan oleh MABIMS, yaitu ketinggian minimal 3° dan elongasi minimal $6,4^{\circ}$. Meskipun hilal telah berada di atas ufuk, baik tinggi maupun elongasinya masih di bawah ambang batas imkan rukyat.¹⁵⁸

Oleh karena itu, pengambilan citra hilal di Semarang dilakukan pada H+1 setelah ijtima'. Hal ini disebabkan oleh

¹⁵⁸ Dokumentasi Data BMKG, *Hasil Citra Hilal Rabiul Awal 1446 H di Semarang*, arsip internal BMKG, 2025.

pertimbangan astronomis bahwa hilal pada hari ijtima' belum layak untuk diamati secara visual. Dengan menunggu satu hari setelah ijtima', posisi bulan menjadi lebih tinggi dan elongasinya meningkat, sehingga peluang visibilitas hilal juga lebih besar. Citra yang diambil pada H+1 kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *image processing* untuk memastikan keberadaan hilal dan memperjelas bentuknya. Dalam konteks ini, *Lightroom* kembali menunjukkan keunggulannya dalam mengoptimalkan tampilan visual hilal dari citra yang semula redup.

4. Citra Hilal Rajab 1446 H Di Anyer



Gambar 4. 10 Sebelum Citra Hilal Diproses



Gambar 4. 11 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS



Gambar 4. 12 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi *Lightroom*

Pengamatan hilal pada Selasa, 31 Desember 2024 di Anyer, Provinsi Banten, mencatat bahwa hilal sudah berada di atas ufuk dengan ketinggian $5^{\circ} 41,24'$, elongasi $8^{\circ} 5,56'$, dan fraksi iluminasi 0,40%, menandakan visibilitas yang cukup memadai untuk dilakukan rukyat dengan bantuan alat optik. Berdasarkan data hisab tersebut, parameter ketinggian dan elongasi hilal telah memenuhi kriteria imkan rukyat MABIMS, yaitu ketinggian minimal 3° dan elongasi minimal $6,4^{\circ}$. Dengan demikian, kondisi astronomis pada saat itu sangat memungkinkan untuk dilakukan observasi hilal.¹⁵⁹

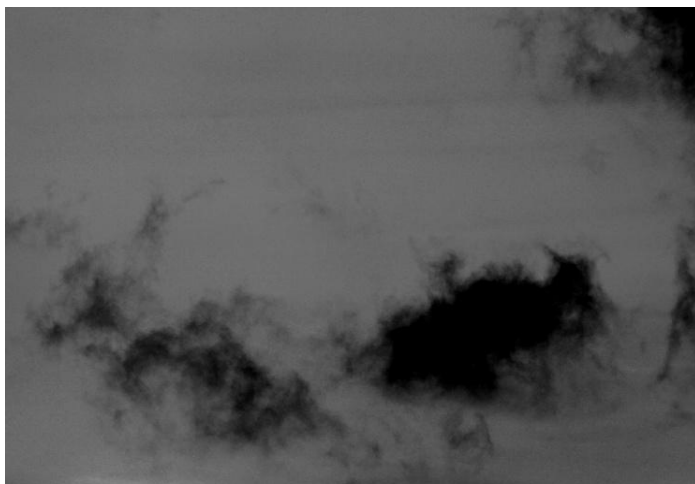
Hasil pengambilan citra hilal kemudian diolah menggunakan dua aplikasi, yaitu IRIS dan *Lightroom*, guna mengetahui sejauh mana masing-masing aplikasi mampu memperjelas citra hilal dari segi teknis dan visual. Aplikasi IRIS digunakan untuk mengatur threshold dan mempertegas batas antara hilal dan latar belakang, namun hasilnya masih tampak terbatas dalam konteks foto tunggal. Sementara itu, aplikasi *Lightroom* menunjukkan keunggulan dalam hal peningkatan eksposur, kontras, dan kejelasan visual citra secara keseluruhan.

¹⁵⁹ Dokumentasi Data BMKG, *Hasil Citra Hilal Rajab 1446 H di Anyer*, arsip internal BMKG, 2025.

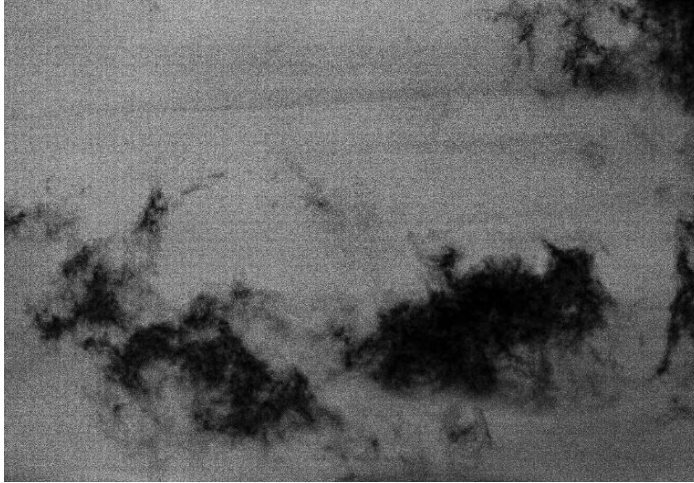
5. Citra Hilal Rajab 1446 H Di Anyer



Gambar 4. 13 Sebelum Citra Hilal Diproses



Gambar 4. 14 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi IRIS



Gambar 4. 15 Setelah Citra Hilal Diproses Aplikasi *Lightroom*

Pengamatan hilal di Anyer pada Selasa, 31 Desember 2024 menunjukkan kondisi visibilitas hilal yang cukup memadai dengan tinggi $5^{\circ} 41,24'$, elongasi $8^{\circ} 5,56'$, dan fraksi iluminasi sebesar 0,40%, meskipun secara visual tetap memerlukan bantuan optik untuk pendeteksiannya.¹⁶⁰

Citra hilal yang diambil pada waktu tersebut kemudian diolah menggunakan dua aplikasi *image processing*, yakni IRIS dan *Lightroom*, untuk keperluan komparasi hasil olahan. Alasan utama pengolahan data citra hilal yang sama di Anyer adalah karena data harus bersifat ganjil dan diambil dalam waktu yang

¹⁶⁰ Dokumentasi Data BMKG, *Hasil Citra Hilal Rajab 1446 H di Anyer*, arsip internal BMKG, 2025.

berbeda, selama masih memenuhi kriteria imkan rukyat. Selain itu, kondisi atmosfer saat pengamatan di Anyer sempat terganggu oleh keberadaan awan dan kabut yang menghalangi intensitas cahaya hilal, sehingga tampilan visual hilal kurang tajam dan membutuhkan proses pengolahan lebih lanjut agar citra hilal dapat dianalisis secara optimal.

Aplikasi IRIS digunakan untuk meningkatkan kontras dengan mengatur nilai *threshold*, sedangkan *Lightroom* digunakan untuk memperbaiki *eksposur*, mengurangi *noise*, dan meningkatkan kejernihan citra. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa meskipun IRIS mampu menonjolkan bentuk awal cahaya hilal, *Lightroom* memberikan hasil akhir yang lebih jelas dan komunikatif dalam konteks visualisasi. Proses komparasi ini menunjukkan bahwa *Lightroom* secara teknis unggul dalam mengolah data foto tunggal dibandingkan IRIS, meskipun keduanya tetap bermanfaat dalam tahapan yang berbeda.

Hasil analisis pada berbagai citra hilal dari lokasi seperti Mataram, Padang, Semarang, dan Anyer menunjukkan bahwa *Lightroom* mampu memberikan tampilan citra yang lebih informatif dan meyakinkan, terutama untuk kebutuhan publikasi dan presentasi di hadapan otoritas keagamaan. IRIS dalam penelitian ini memiliki keterbatasan karena ketidaksesuaian format data dengan fitur unggulan aplikasi tersebut.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu berupa foto

tunggal, aplikasi *Lightroom* lebih unggul dibandingkan IRIS dalam pengolahan citra hilal. Jika data yang digunakan adalah video dengan format .avi atau multi-frame, maka IRIS akan memiliki keunggulan melalui fitur *stacking*-nya untuk menggabungkan frame dan meningkatkan sinyal hilal secara signifikan. Namun karena kondisi data pada penelitian ini tidak mendukung penggunaan *stacking*, maka keunggulan IRIS tidak tereksplorasi secara maksimal.

Implikasi dari hasil ini menunjukkan bahwa dalam konteks pemrosesan citra hilal menggunakan data foto, *Lightroom* merupakan pilihan yang lebih tepat dan efisien. Penggunaan *Lightroom* dapat meningkatkan visibilitas hilal secara signifikan dan memudahkan proses verifikasi hasil rukyat. Hal ini sangat berguna bagi lembaga-lembaga seperti Kementerian Agama, BMKG, dan ormas-ormas Islam dalam mengambil keputusan terkait awal bulan Hijriah. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi agar pemilihan aplikasi pengolahan citra disesuaikan dengan jenis data yang tersedia, serta pentingnya dokumentasi data dalam format yang sesuai untuk pengolahan lebih lanjut di masa depan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa dalam pengolahan citra hilal berbasis foto tunggal, aplikasi *Lightroom* memiliki keunggulan yang lebih signifikan dibandingkan IRIS, baik dari aspek teknis pengolahan citra maupun efisiensi

operasionalnya dalam mendukung penetapan awal bulan Hijriah secara ilmiah dan syar'i.

B. *Image processing* citra hilal dalam perspektif fikih dan astronomi.

Image processing merupakan istilah lain dari pengolahan citra. Secara umum, citra diartikan sebagai gambar. Dalam konteks yang lebih spesifik, citra merujuk pada representasi visual dari suatu objek atau sejumlah objek. Wujud citra sangat beragam, mulai dari foto manusia, gambar awan, hasil *rontgen*, hingga citra satelit.¹⁶¹

Secara Prinsip, Citra dapat dibagi menjadi tiga jenis

1. Citra Warna (*true color*) mempresentasikan keadaan visual objek-objek yang bisa kita lihat.
2. Citra Berskala Keabuan (*graycale*) adalah citra yang menggunakan gradasi warna abu-abu yang merupakan kombinasi antara hitam dan putih.
3. Citra Biner atau dikenal dengan sebutan citra hitam putih atau citra monokrom adalah citra yang dinilai piksel-pikselnya berupa angka nol atau satu saja atau dua keadaan seperti 0 dan 255.¹⁶²

Image Processing bertujuan memperbaiki kualitas citra gambar agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan

¹⁶¹ Ahmad Junaidi, *Astrofotografi: Adopsi dan Implementasinya dalam Rukyatul Hilal di Indonesia*, 23–40.

¹⁶² Eko Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab* (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011), 1.

citra menjadi citra lain. Maksudnya adalah citra dan keluarnya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas yang lebih baik dari pada citra masukan.¹⁶³

Secara umum, terdapat empat metode yang dapat diterapkan dalam *image processing* untuk keperluan rukyatul hilal, di antaranya adalah:

1. Meningkatkan atau menurunkan kontras pada satu citra hilal.
2. Meningkatkan atau menurunkan kontras pada beberapa citra hilal dengan memperhatikan konsistensinya.
3. Penumpukan citra hilal tanpa kalibrasi.
4. Penumpukan citra hilal dengan kalibrasi.¹⁶⁴

Guna memahami keempat tahapan dalam proses pengolahan citra sebagaimana disebutkan sebelumnya, berikut ini akan diuraikan secara rinci masing-masing metode *image processing* yang dimaksud:

1. Meningkatkan atau menurunkan kontras pada satu citra hilal.

Kontras dalam visual adalah sesuatu yang membuat sebuah objek atau representasi dari objek tersebut dalam bentuk gambar dapat dibedakan dari objek lain atau *background*. Kontras ditentukan oleh perbedaan dalam warna dan tingkat kecerahan

¹⁶³ Abdul Kadir, *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi* (Yogyakarta: Andi Offset, 2003), 2.

¹⁶⁴ Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan Ulama Terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* (2024): 89–90.

dari objek yang satu dengan yang lainnya dalam jangkauan pandang yang sama.¹⁶⁵

2. Meningkatkan atau menurunkan kontras pada beberapa citra hilal dengan memperhatikan konsistensinya.

Fungsi kontras pada tahap ini tetap memiliki peran yang sama, yakni untuk membedakan suatu objek atau representasinya dalam bentuk citra dari objek lain maupun dari latar belakang (*background*).

3. Penumpukan citra hilal tanpa kalibrasi.

Berbeda dengan tahap sebelumnya, pada bagian ini hilal tidak tampak pada sejumlah citra yang dihasilkan. Upaya peningkatan kontras pada satu citra maupun pada beberapa citra secara konsisten ternyata tidak efektif dalam menampilkan visualisasi hilal. Oleh karena itu, langkah lanjutan yang dapat ditempuh adalah melakukan penumpukan (*stacking*) atau penggabungan beberapa citra menjadi satu kesatuan citra komposit.

4. Penumpukan citra hilal dengan kalibrasi.

Pada tahap akhir, proses yang dilakukan secara umum serupa dengan langkah ketiga, yakni menumpukkan beberapa citra hilal menjadi satu citra gabungan guna menentukan apakah hilal dapat terdeteksi atau tidak. Perbedaannya terletak pada prosedur kalibrasi yang dilakukan sebelum proses *stacking*. Kalibrasi ini

¹⁶⁵ John Felix, "Penggunaan Kontras Warna dalam Fotografi," *Jurnal Humaniora* 1, no. 2 (Oktober 2010): 319.

dilakukan saat pengambilan citra, dengan menggunakan perangkat kalibrator khusus. Untuk meningkatkan rasio sinyal terhadap gangguan (*Signal to Noise Ratio*), proses ini mencakup perekaman *bias frame*, *dark frame*, dan *flat field frame* sebagai bagian dari tahapan prapemrosesan citra.

Metode pengolahan citra hilal dalam pelaksanaan rukyatul hilal merupakan salah satu bentuk kontribusi nyata dari kemajuan ilmu pengetahuan dalam ranah keagamaan, khususnya terkait pelaksanaan ibadah. Sejalan dengan pemahaman tersebut, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat dipisahkan dari nilai-nilai agama; keduanya memiliki keterkaitan yang erat dan saling melengkapi dalam pelaksanaannya.

1. Perspektif Fikih

Dalam perspektif fikih, terdapat perbedaan pandangan di kalangan para ulama terkait penggunaan alat bantu dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Sebagian ulama memberikan kebolehan atas penggunaan perangkat optik dalam proses rukyat, sementara sebagian lainnya menolak sepenuhnya penggunaan alat bantu tersebut dalam pelaksanaan rukyatul hilal.

Ahmad Ibnu Hajar al-Haitami. Al-Imam al-Faqih al-Mujtahid Syihabuddin Ahmad bin Muhammad bin Muhammad bin Ali bin Hajar as-Salmunti al-Haitami al-Azhari al-Wa`ili as-Sa'di al-Makki al-Anshari asy-Syafi'i atau lebih dikenal dengan Ibnu Hajar al-Haitami (909 H-973 H) merupakan salah satu

ulama fikih yang melarang adanya penggunaan alat bantu dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Ia adalah seorang ulama di bidang fikih mazhab syafi'i.¹⁶⁶

Dalam kitab *Tuhfatul Muhtaj Al-Syarhil Minhaj*, Ibnu Hajar al-Haitami menyatakan ketidaksahannya terhadap penggunaan alat bantu (perantara) dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Pandangan tersebut didasarkan pada pemahaman beliau terhadap konsep rukyat, di mana dijelaskan bahwa:

وجب صوم رمضان بكمال شعبان ثلاثين أو برؤية الهلال

“Kewajiban puasa Ramadhan dilakukan dengan menyempurnakan jumlah bulan Sya’ban 30 hari atau dengan rukyatul hilal”.¹⁶⁷

Pelaksanaan rukyatul hilal menurutnya, ketika hilal tidak terlihat oleh mata kepala kita, maka kita harus menyempurnakan bilangan Sya’ban menjadi 30 hari.¹⁶⁸

Pendapat Abdul Hamid asy-Syarwani berbanding terbalik dengan pendapat Ibnu Hajar al-Haitami di atas. Abdul Hamid asy-Syarwani adalah salah satu tokoh fikih yang juga bermadzab Syafi’iyah yang memperbolehkan penggunaan alat bantu dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Abdul Hamid bin al-

¹⁶⁶ “Ibnu Hajar al-Haitami,” *Wikipedia Bahasa Indonesia*, diakses 3 Juni 2025, https://id.wikipedia.org/wiki/Ibnu_Hajar_al-Haitami.

¹⁶⁷ “Ibnu Hajar al-Haitami,” *Wikipedia Bahasa Indonesia*, diakses 3 Juni 2025, https://id.wikipedia.org/wiki/Ibnu_Hajar_al-Haitami.

¹⁶⁸ Ibnu Hajar al-Haitami, *Tuhfat al-Muhtāj fi Syarḥ al-Minhāj*, Jil. 3 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.), 384.

Husain al-Daghistani al-Syarwani al-Makki dalam karyanya yang paling terkenal Hawasyi (catatan pinggir) yang mengomentari Tuhfatul al-Muhtaj Syarh-Minhaj, karya Ibnu Hajar al-Haitami, menyatakan bahwa dalam rukyatul hilal lebih utama dilakukan tidak dengan menggunakan bantuan alat, tetapi beliau tidak melarang sepenuhnya. Ia juga memperbolehkan pelaksanaan rukyatul hilal menggunakan alat. Alat yang dimaksudkan tersebut seperti air, *ballur*, sesuatu yang mendekatkan yang jauh, dan membesarkan yang kecil dalam pandangan.¹⁶⁹

Sejalan dengan pandangan asy-Syarwānī, diperbolehkannya penggunaan alat bantu optik dalam rukyatul hilal dapat diterima, asalkan objek yang diamati memang benar hilal dan tidak mengalami distorsi substansi akibat intervensi alat tersebut. Dalam penjelasannya, asy-Syarwānī menyatakan:

تقبل شهادة الرائي للهلال ولو رآه بالنظارة المعظمة

*“Diterima kesaksian orang yang melihat hilal, meskipun ia melihatnya dengan alat pembesar.”*¹⁷⁰

Pernyataan ini menunjukkan bahwa dalam konteks mazhab Syafi‘i, kesaksian hasil rukyat yang diperoleh melalui bantuan perangkat optik seperti teleskop atau kamera dinilai sah, selama

¹⁶⁹ Abdul Hamīd asy-Syarwānī, *Ḥawāsyī Tuhfat al-Muhtāj bi Syarḥ al-Minhāj* (Mesir: Muṣṭafā Muḥammad, tt.), 372.

¹⁷⁰ al-Syarwānī, *Ḥāsyiyat al-Syarwānī ‘alā Tuhfat al-Muhtāj*, Jil. 3 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.), 385.

hasil pengamatan tersebut dapat dipertanggungjawabkan secara syar‘i maupun secara ilmiah. Pendekatan ini memberikan legitimasi terhadap pemanfaatan teknologi dalam proses rukyatul hilal, termasuk pengaplikasian metode *image processing* yang digunakan untuk meningkatkan ketajaman visual citra hilal yang sebelumnya telah terekam oleh perangkat optik.

Muhammad Bukhit al-Muthi‘i berpendapat bahwa dapat diterima persaksian orang yang melihat hilal walaupun ia melihat dengan teropong pembesar sepanjang hilal tersebut dapat dilihat oleh selain orang yang tajam sekali pandangannya menurut kita, karena yang dilihat dengan perantaraan alat tersebut adalah hilal itu sendiri dan fungsinya hanya untuk membentuk penglihatan untuk melihat benda yang jauh atau kecil yang tidak mungkin dilihat apabila tidak menggunakan alat bantu. Beliau menambahkan bahwa tidak ada halangan untuk melihat hilal. Adapun rukyat dengan perantaraan teropong pembesar, maka ia seperti halnya rukyat dengan menggunakan mata kepala tanpa perbedaan sebagaimana diketahui hal itu pada penggunaan kacamata untuk membaca.¹⁷¹

KH. Ma‘ruf Amin salah satu tokoh fikih kontemporer dan selaku Ketua Majelis Ulama Indonesia (MUI) pusat serta sebagai Rais ‘Aam PBNU (Pengurus Besar Nahdhatul Ulama)

¹⁷¹ Muḥammad Bukhīt al-Muṭī‘ī, *Irsyād Ahl al-Millah ilā Itsbāt al-Ahillah* (Mesir: Kurdistān al-‘Ilmiyyah, 1329 H), 293–294.

juga mengatakan hal yang senada. Dalam pandangannya tentang rukyatul hilal, beliau menegaskan bahwa pada prinsipnya ulama tidak keberatan atas ikut sertanya iptek dalam proses penentuan awal Ramadan, Syawal maupun Dzulhijjah, sepanjang tidak mengabaikan ketentuan syari'ah. Hanya saja, yang harus dipahami adalah syari'ah tidak ingin memberatkan umat khususnya dalam masalah ibadah.¹⁷²

Berdasarkan berbagai pandangan ulama yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua kecenderungan utama: sebagian ulama memberikan ruang kebolehan dengan syarat adanya kehati-hatian, sementara sebagian lainnya secara tegas menolak penggunaan alat bantu dalam rukyatul hilal. Perbedaan pandangan ini dipengaruhi oleh latar belakang historis masing-masing ulama, termasuk konteks zaman, tingkat akses terhadap perkembangan teknologi, serta pemahaman mereka terhadap aspek teknis dan metodologis dalam pengolahan citra hilal.

Ibnu Hajar al-Haitami merupakan salah satu ulama yang menolak penggunaan alat bantu dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Menurutny, rukyat harus dilakukan secara murni dengan menggunakan mata telanjang, tanpa perantara apa pun. Oleh

¹⁷² KH. Ma'ruf Amin, "Rukyat untuk Penentuan Awal dan Akhir Ramadan Menurut Pandangan Syari'ah dan Sorotan Iptek," dalam S. Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani Press, 1996), 97.

karena itu, apabila merujuk pada pandangan beliau, maka penggunaan alat seperti teleskop atau kamera dalam proses pengamatan hilal, termasuk metode astrofotografi dan pengolahan citra hilal, dinilai tidak sah atau tidak diperkenankan.

Di sisi lain, terdapat sejumlah ulama yang memperbolehkan pelaksanaan rukyatul hilal dengan bantuan alat optik, namun tetap disertai prinsip kehati-hatian. Ulama seperti Muhammad Bukhit al-Muthi'i, Abdul Hamid asy-Syarwani, dan KH. Ma'ruf Amin membolehkan penggunaan teknologi sebagai alat bantu dalam proses rukyat. Alat tersebut difungsikan semata-mata untuk mendekatkan objek yang jauh atau memperbesar ukuran objek yang kecil, sedangkan penentuan wujud hilal tetap bergantung pada ketajaman mata sebagai instrumen utama penglihatan. Dalam praktiknya, perukyat tidak diperkenankan mengamati hilal melalui pantulan air atau kaca, karena hal tersebut tidak memenuhi syarat pengamatan langsung.

Dengan merujuk pada pendapat-pendapat ulama tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat bantu seperti teleskop dan kamera masih diperbolehkan, selama perannya terbatas sebagai media pembantu dalam melihat objek secara langsung. Namun, apabila pengamatan hilal bergantung pada hasil pengolahan citra atau image processing, maka hal ini tidak dapat diterima menurut pandangan para ulama tersebut, karena telah keluar dari esensi rukyat secara syar'i.

Namun, khusus untuk pendapat KH. Ma'ruf Amin bahwa ulama tidak keberatan atas ikut sertanya iptek dalam proses penentuan awal Ramadan, Syawal maupun Dzulhijjah, sepanjang tidak mengabaikan ketentuan syariat.¹⁷³ Karena syariat sendiri tidak ingin memberatkan ibadah umatnya. Sebagaimana kaidah Ushul Fikih yang berbunyi:

المشقة تجلب التيسير

“Kesukaran itu dapat menarik kemudahan.”¹⁷⁴

Kaidah ini menegaskan bahwa dalam kondisi ketika pengamatan hilal mengalami kesulitan akibat faktor teknis maupun kondisi alam, maka pemanfaatan teknologi yang dapat menunjang dan mempermudah pelaksanaan rukyatul hilal diperkenankan. Hal ini sejalan dengan konsep kemudahan yang menjadi salah satu prinsip dasar dalam penerapan syariat Islam.

Adapun dasar kaidah di atas adalah:

1. Surat al-Baqarah (2) ayat 185

يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ

“Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu”. (QS. al-Baqarah [2]: 185).¹⁷⁵

¹⁷³ A. Ghozali Ihsan, *Kaidah-Kaidah Hukum Islam* (Semarang: Basscom Multimedia Grafika, 2015), 58.

¹⁷⁴ Musthafa Ahmad al-Zarqa, *Syarh al-Qawā'id al-Fiqhiyyah* (Damaskus: Dār al-Qalam, 1998), 200.

¹⁷⁵ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 28

2. Surat al-Hajj (22) ayat 78

وَمَا جَعَلْ عَلَيْكُمْ فِي الدِّينِ مِنْ حَرَجٍ

“Dan Dia (Allah) sekali-kali tidak menjadikan untuk kamu dalam agama suatu kesempitan”. (QS. al-Hajj [22]: 78)¹⁷⁶

Kebolehan keterlibatan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) dalam proses penentuan awal Ramadan, Syawal, maupun Dzulhijjah sebagaimana disampaikan oleh KH. Ma'ruf Amin merupakan bentuk penerapan dari metode *istinbāṭ* hukum melalui pendekatan *istiḥsān* dan *maṣlaḥah mursalah*. Dalam perspektif keilmuan, khususnya astronomi, keberadaan metode *image processing* terhadap citra hilal menjadi sangat penting. Hal ini dikarenakan, dalam praktik kesaksian melihat hilal, tidak serta-merta setiap pengakuan harus diterima hanya karena saksi bersedia disumpah. Hilal bukanlah entitas *ghaybī*, melainkan objek fisik yang dapat diamati, dianalisis, serta diprediksi secara ilmiah posisinya di langit. Oleh karena itu, kesaksian yang tidak logis atau tidak dapat dipertanggungjawabkan secara rasional sepatutnya ditolak.

2. Perspektif Astronomi

Dalam pandangannya mengenai pengolahan citra hilal, Thomas Djamaluddin mengatakan bahwa astrofotografi dan pengolahan citra (*image processing*) adalah alat bantu untuk

¹⁷⁶ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema, 2009), 347

menambah keyakinan. Penggunaan *image processing* pada astrofotografi untuk rukyatul hilal merupakan upaya saintifik untuk memperjelas citra dengan menghilangkan efek gangguan dan meningkatkan kontrasnya. *Image processing* sangat disarankan penggunaannya pada saat rukyatul hilal untuk meyakinkan bahwa objek yang direkam benar-benar hilal, bukan objek lain.¹⁷⁷

S. Farid Ruskanda merupakan salah satu tokoh penggagas teknologi rukyat. Juga berbicara senada terkait pentingnya pengolahan citra dalam rukyatul hilal. Menurutnya, *image processing* merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk memproses citra yang terbentuk sehingga bertambah jelas, terang dan bersih, serta masih sesuai dengan bentuk aslinya. Teknik ini tidak mengada-ada atau mengarang citra hilal yang tidak ada menjadi ada. Bagaimanapun canggihnya teknologi citra, jika citranya tidak hadir, dan tidak wujud, maka sesuatu itu tidak akan ada.¹⁷⁸

Pengolahan citra hilal memerlukan metode-metode khusus agar keberadaan hilal dapat teridentifikasi dengan jelas, baik melalui peningkatan atau penurunan *contrast*, maupun melalui teknik *stacking* citra. Salah satu tujuan dari pengolahan citra

¹⁷⁷ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi* (Bandung: Kaki Langit, 2005), 19

¹⁷⁸ S. Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani Press, 1996), 79–80.

adalah untuk memperbaiki tampilan hilal yang sudah tertangkap kamera namun tampak kecil dan buram akibat resolusi yang rendah. Dengan prosedur yang tepat, proses *image processing* ini tidak bersifat manipulatif, dalam arti tidak dapat mengubah sesuatu yang tidak ada menjadi seolah-olah ada. Justru sebaliknya, pengolahan citra berfungsi untuk memberikan bukti visual yang autentik dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah mengenai eksistensi hilal. Sebab, dalam praktik ilmiah, kesaksian tunggal atau yang berasal dari individu yang terpengaruh oleh posisi hilal yang rendah sering kali diragukan. Sementara itu, data ilmiah yang valid harus memiliki *repeatability*, yakni dapat diuji ulang dan dikonfirmasi oleh pihak lain.

Dalam hal ini, penulis mencoba mengambil posisi *tawassuṭ* (moderat), yakni dengan menawarkan jalan tengah yang menghubungkan antara pandangan para tokoh fikih dan para pakar astronomi. Menurut pandangan penulis, pengolahan citra hilal memang harus dilakukan oleh individu yang memiliki kompetensi khusus di bidangnya. Hal ini penting untuk menghindari terjadinya kesalahan ataupun keraguan dalam proses pembuktian rukyatul hilal. Sebab, pengolahan citra mengandung dua aspek yang sangat krusial, yaitu aspek ilmiah dan aspek *syar'i* (ibadah). Oleh karena itu, selain melalui pengambilan sumpah secara syariat, perlu juga disertakan bukti citra hilal yang autentik guna memperkuat keyakinan

masyarakat terhadap kebenaran dan akurasi data yang diperoleh selama proses rukyat berlangsung.

BAB V

PENUTUP

A. SIMPULAN

Citra hilal menggunakan aplikasi IRIS dan *Lightroom* dalam proses penetapan awal bulan Hijriah di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi IRIS memiliki keunggulan dalam aspek teknis astrofotografi, khususnya dalam mengelola citra hilal dengan kontras rendah dan tingkat visibilitas yang lemah. IRIS mampu memberikan hasil citra yang lebih detail melalui proses stacking dan konversi suhu warna. Aplikasi *Lightroom* menunjukkan kemudahan dalam penggunaan serta fleksibilitas dalam penyesuaian warna, kontras, dan eksposur, yang sangat membantu dalam memperjelas citra hilal secara visual. *Lightroom* lebih cocok digunakan untuk publikasi dan presentasi visual citra hilal. Namun demikian, apabila hilal secara hisab masih berada di bawah ufuk, maka secara astronomis mustahil untuk terlihat, baik dengan mata telanjang maupun alat bantu apa pun, termasuk melalui teknologi *image processing*.
2. Dalam perspektif fikih, penggunaan teknologi pengolahan citra seperti IRIS dan *Lightroom* dapat diterima selama prosesnya tidak mengubah substansi objek yang diamati. Dalam perspektif astronomi, kedua aplikasi ini mendukung akurasi dalam observasi dan validasi data rukyatul hilal. Secara keseluruhan,

penggunaan kombinatif kedua aplikasi memberikan hasil pemrosesan citra hilal yang lebih optimal, baik dari sisi visualisasi maupun akurasi ilmiah, serta mendukung kebutuhan modernisasi dalam sistem penetapan awal bulan Hijriah

B. SARAN

1. Bagi para pegiat ilmu falak dan lembaga terkait disarankan menggunakan metode *image processing* sebagai salah satu alat bantu pendukung dalam proses verifikasi rukyatul hilal. Penggunaan aplikasi seperti IRIS dan *Lightroom* dapat membantu memperjelas citra hilal secara ilmiah dan mendukung keabsahan hasil rukyat, terutama dalam kondisi atmosfer yang tidak ideal.
2. Diperlukan penguatan kapasitas teknis melalui pelatihan khusus bagi para pengamat hilal dalam menggunakan perangkat lunak pengolah citra, serta penyusunan standar operasional prosedur (SOP) nasional mengenai penggunaan teknologi ini. Selain itu, penelitian lanjutan juga diharapkan dapat mengembangkan integrasi teknologi citra digital lainnya guna meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam sistem penetapan kalender Hijriah di masa mendatang.

C. PENUTUP

Puji syukur kepada Allah SWT, pemilik segala- galanya, yang dengan rahmat rahim-Nya memberi penulis kekuatan untuk menyelesaikan tesis ini. Meskipun penulis telah melakukan segala upaya untuk menulis karya ini, penulis yakin bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua orang untuk membuat karya ini lebih baik lagi. Karya tulis ini diharapkan dapat berkontribusi pada kemajuan akademik di UIN Walisongo Semarang. Aamiin...

DAFTAR PUSTAKA

- Adobe Help Center, "Understanding Non-Destructive Editing in Lightroom," diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/lightroom/help>.
- Adobe Photoshop Help, diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/photoshop/user-guide.html>.
- Adobe Photoshop Lightroom Classic User Guide, diakses 24 Juni 2025, <https://helpx.adobe.com/lightroom-classic/user-guide.html>.
- Adobe, "Importing RAW Files in Lightroom," *Adobe Tutorials*, diakses 15 Juni 2025, <https://adobe.com/lightroom/import-raw>.
- Ahmad Tanzeh, *Metodologi Penelitian Praktis* (Yogyakarta: Teras, 2011)
- Akkana Peck, *Beginning GIMP: From Novice to Professional* (Berkeley: Apress, 2006)
- Al-Albani, Muhammad Nashiruddin, *Shahih Sunan Abu Daud*, terj. Abd. Mufid Ihsan dan M. Soban Rohman (Jakarta: Pustaka Azzam, 2007)
- al-Andalusī, Muḥammad bin Aḥmad bin Muḥammad bin Aḥmad bin Rusḥd al-Qurṭubī, *Bidāyat al-Mujtahid wa Nihāyat al-Muqtaṣid*, Juz 1 (Beirut: Dār Ibn 'Ashāsah, tt.).
- Albi Anggito dan Johan Setiawan, *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Sukabumi: CV Jejak, 2018)

- al-Bukhārī, Abū ‘Abdillāh Muḥammad bin Ismā‘īl, *Ṣaḥīḥ al-Bukhārī* (Riyadh: Dār al-Salām, 1997)
- al-Bukhārī, *Ṣaḥīḥ al-Bukhārī*, Kitāb al-Ṣaum, Bāb Qawl al-Nabī Ṣūmū li-Ru’yatihi.
- al-Dimasyqī, Imam Jalīl al-Ḥāfiẓ ‘Amād al-Dīn Abā al-Fidā’ Ismā‘īl bin Kathīr, *Tafsīr al-Qur’ān al-‘Aẓīm*, Jil. 2 (Jīzah: Maktabah al-Awlād al-Syaikh li-Turāth, 2000)
- Al-Fairuzabadi, *Al-Qāmūs al-Muḥīṭ* (Beirut: Dar al-Fikr, 1998)
- al-Haitami, Ibnu Hajar, *Tuḥfat al-Muḥtāj fī Syarḥ al-Minhāj*, Jil. 3 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.)
- al-Haitami, Ibnu Hajar, *Wikipedia Bahasa Indonesia*, diakses 3 Juni 2025, https://id.wikipedia.org/wiki/Ibnu_Hajar_al-Haitami.
- al-Marāghī, Aḥmad Muṣṭafa, *Tafsīr al-Marāghī*, Juz 2 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.)
- al-Muṭī‘ī, Muḥammad Bukhīt, *Irsyād Ahl al-Millah ilā Itsbāt al-Ahillah* (Mesir: Kudistan al-‘Ilmiyyah, 1329 H)
- al-Muṭī‘ī, Muḥammad Bukhīt, *Irsyād Ahl al-Millah ilā Itsbāt al-Ahillah* (Mesir: Kurdistān al-‘Ilmiyyah, 1329 H)
- al-Nawawi, Imam, *Syarḥ Ṣaḥīḥ Muslim*, Jil. 7 (Beirut: Dar al-Ma‘rifah, 2002)
- al-Nawawī, Yaḥyā bin Syaraf, *Ṣaḥīḥ Muslim bi Syarḥ al-Nawawī* (Beirut: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1995)
- al-Qaradawi, Yūsuf, *Fiqh al-Mu‘āṣir: al-Fatāwā al-Mu‘āṣirah* (Beirut: Mu’assasah al-Risālah, 2009)

- al-Sijistānī, Sulaimān ibn al-Ash'ath, Abū Dāwūd, *Sunan Abī Dāwūd*, jil. 2, al-Maktabah al-'Aşriyyah, Şaydā – beirut..
- al-Suyūfī, Jalāl al-Dīn, *al-Ashbāh wa al-Naẓā'ir* (Beirut: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah, 1990)
- al-Syarwānī, *Hāsyiyat al-Syarwānī 'alā Tuḥfat al-Muḥtāj*, Jil. 3 (Beirut: Dār al-Fikr, tt.)
- al-Zarqa, Musthafa Ahmad, *Syarḥ al-Qawā'id al-Fiqhiyyah* (Damaskus: Dār al-Qalam, 1998)
- al-Zuḥaylī, Wahbah, *al-Fiqh al-Islāmī wa Adillatuh*, Jil. 2 (Damaskus: Dār al-Fikr, 2002),
- Amin, KH. Ma'ruf, "Rukyat untuk Penentuan Awal dan Akhir Ramadan Menurut Pandangan Syari'ah dan Sorotan Iptek," dalam S. Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani Press, 1996)
- Anam, Ahmad Syifaul, *Perangkat Rukyat Non Optik: Kajian terhadap Model, Penggunaan, dan Akurasinya* (Semarang: CV Karya Abadi Jaya, 2015)
- Andreansyah, Agus, "Identifikasi Garis Batas Citra Hilal Menggunakan Kernel Matriks," *Jurnal Disprotek* 14 (Juli 2023), <https://doi.org/10.34001/Jdpt>.
- Anwar, Syamsul, *Interkoneksi Studi Hadis dan Astronomi* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011)

- Ardi, Unggul Suryo, “Validitas Metode Image Processing DOME Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal,” *Al-Mizan* 14 (2018), <https://doi.org/10.30603/am.v14i1.934>.
- Ardi, Unggul Suryo, *Karakteristik Metode Image Processing untuk Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)*, (Tesis, UIN Walisongo Semarang, 2025), https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/12188/1/TESIS_1702048018_UNGGUL_SURYO_ARDI.pdf.
- Arfan Muhammad, *Pedoman dan Tata Cara Pelaksanaan Itsbat Rukyatul Hilal*, disampaikan dalam acara Pelatihan Hisab Rukyat Para Hakim dan PANMUD Hukum Pengadilan Agama Kalimantan Barat, 29 September 2015
- as-Shabuni, Muhammad Ali, *Ṣafwah al-Taḥāsīr*, Juz 1 (Beirut: Dar al-Fikr, 1991)
- asy-Syarwānī, Abdul Ḥamīd, *Ḥawāsyī Tuḥfat al-Muḥtāj bi Syarḥ al-Minhāj* (Mesir: Mushṭafā Muḥammad, tt.)
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008)
- Azhari, Susiknan, *Ilmu Falak: Dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004)
- Badarul Munir, “Faktor Atmosfer dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)” (Tesis, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019)
- Bashōrī, Muḥammad Hādī, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015)

- Bernd Jähne, *Digital Image Processing* (Jerman: Springer, 2005)
- Berry dan Burnell, *The Handbook of Astronomical Image Processing*
- Berry dan Burnell, *The Handbook of Astronomical Image Processing*,
6; lihat juga Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: dari Sejarah ke
Teori dan Aplikasi* (Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2017)
- BMG Departemen Perhubungan, *Mengenal Badan Meteorologi dan
Geofisika* (Jakarta: BMG Departemen Perhubungan, 2005)
- BMG, *Pelayanan Meteorologi dan Geofisika di Indonesia* (Jakarta:
BMG, 2005)
- BMKG, “Hilal,” diakses 3 Juni 2025, <https://hilal.bmkg.go.id/info-hilal>.
- BMKG, “Sejarah,” diakses 3 Juni 2025,
<http://www.bmkg.go.id/profil/?p=sejarah>.
- BMKG, “Tugas dan Fungsi,” diakses 3 Juni 2025,
<http://www.bmkg.go.id/profil/?p=tugas-fungsi>.
- Buil, Christian, “Image Processing with Wavelets,” *Astrosurf*, diakses
15 Juni 2025,
<https://www.astrosurf.com/buil/wavelet/wavelet.htm>.
- Buil, Christian, “IRIS Software for Astronomical Image Processing,”
Astrosurf, diakses 24 Juni 2025,
<https://www.astrosurf.com/buil/iris/iris.htm>
- Buil, Christian, *IRIS Software Documentation* (Buil Astronomie,
2005).
- Buil, Christian, *IRIS User Guide* (France: Astrosurf Publications,
2016)

- Burnell, Richard Berry dan James, *The Handbook of Astronomical Image Processing* (USA: Willmann-Bell, 2005)
- Cara Menggunakan Adobe Lightroom, *JalanTikus*, diakses 20 Maret 2025, <https://jalantikus.com/tips/cara-menggunakan-adobe-lightroom/>.
- Coiffier, Luc, “DeepSkyStacker,” diakses 24 Juni 2025, <https://www.deepskystacker.free.fr>.
- Danim, Sudarwan, *Menjadi Peneliti Kualitatif* (Bandung: CV Pustaka Setia, 2002)
- Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat* (Tangerang: CV Sejahtera Kita, 2010)
- Djamaluddin, Thomas, “Redefinisi Hilal Menuju Titik Temu Kalender Hijriyah,” artikel blog (Juni 2010), diakses 20 Maret 2025, <https://www.google.com/amp/s/tdjamaluddin.wordpress.com>
- Djamaluddin, Thomas, *Menggagas Fiqih Astronomi* (Bandung: Kaki Langit, 2005)
- Evening, Martin, *The Adobe Photoshop Lightroom Classic Book* (San Francisco: Adobe Press, 2020)
- Felix, John, “Penggunaan Kontras Warna dalam Fotografi,” *Jurnal Humaniora* 1, no. 2 (Oktober 2010)
- Firdaus, Muhammad Dimas et al., “Pengamatan Hilal Siang Hari di OIF Cabang Barus,” *Journal of Islamic Astronomy* 1 (12

<https://doi.org/10.47766/astroislamica.v1i2.965>.

Glover, Robin, *SharpCap User Manual* (SharpCap Software, 2021)

Gonzalez dan Woods, *Digital Image Processing*

Gonzalez, Rafael C. dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*,
ed. ke-3 (Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall,
2018)

Google LLC, *Snapseed Product Overview*, diakses 20 Maret 2025,
<https://snapseed.online>.

Gunawan, Imam, *Metode Penelitian Kualitatif: Teori dan Praktik*
(Jakarta: Bumi Aksara, 2013),

Hajjāj, Muslim bin, *Ṣaḥīḥ Muslim*, Juz 2 (Beirut: Dār al-Kutub al-
‘Ilmiyyah, 1992)

Hambali, Slamet, *Ilmu Falak Praktis dan Teoritis* (Jakarta: Kencana,
2017), 264–266.

Hermawati, Fajar Astuti, *Pengolahan Citra Digital: Konsep & Teori*
(Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013)

Hidayatullah, Priyanto, *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata* (Bandung: Informatika, 2017)

Himayatika, Risya, “*Teknik Rukyatul Hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul Hilal Muhammad Inwanuddin)*” (Tesis Magister, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019)

Hisyam, Muhammad, “Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Rukyatul Hilal,” *Jurnal Falak dan Astronomi Islam* 5, no. 2 (2021)

- Hubble, Gerald R., *Scientific Astrophotography: How Amateurs Can Generate and Use Professional Imaging Data*, Patric Moore's Practical Astronomy Series (New York: Springer, 2013)
- Ihsan, A. Ghazali, *Kaidah-Kaidah Hukum Islam* (Semarang: Basscom Multimedia Grafika, 2015)
- Ilyas, Muhammad, *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times and Qibla* (Kuala Lumpur: Berita Publishing, 1984)
- Image Processing Software*, diakses 24 Juni 2025, <https://www.diffractionlimited.com>
- Izzuddin, Ahmad, *Ilmu Falak: Teori dan Praktik* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2011)
- Jamil, A., *Ilmu Falak: Teori & Aplikasi* (Jakarta: AMZAH, 2011)
- Jamil, A. dan Ade Sukanti, *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004)
- Junaidi, Ahmad, "Memadukan Rukyat Hilal dengan Perkembangan Sains," *Madania* 22, no. 1 (Juni 2018)
- Junaidi, Ahmad, *Astrofotografi: Adopsi dan Implementasinya dalam Rukyatul Hilal di Indonesia*
- Kadir, Abdul, *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013)
- Katsir, Ibnu, *Tafsīr al-Qur'ān al-'Azīm*, tahqiq: Sami bin Muḥammad Salamah, Juz 2 (Riyadh: Dar Ṭayyibah, 1999), 492. Penafsiran ini merujuk pada Surah Yunus ayat 5: "Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan

ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat orbit) bagi bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu)...”

Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema, 2009)

Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Jil. 4 (Jakarta: Yayasan Penyelenggara Penterjemah Al-Qur'an, 1971)

Khallikān, Ibn, *Wafīyyāt al-A'yān wa Abnā' al-Zamān*.

Khazin, Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005)

Kustiawan, Heru, “Peran Software Lightroom dalam Dokumentasi Hilal,” *Jurnal Media Falak* 2, no. 1 (2022)

Lajnah Falakiyah PBNU, *Pedoman Rukyat dan Hisab* (Jakarta: Lajnah Falakiyah PBNU, 2021)

Lembaga Bahtsul Masail PBNU, *Keputusan Munas dan Konbes Nahdlatul Ulama Tahun 2017* (Lombok: PBNU, 2017)

Machzumy, “Pengaruh Curah Hujan Terhadap Keberhasilan Rukyat Hilal pada Observatorium Lhoknga Aceh”, *Samarah: Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam*, vol. 3, no. 1 Januari - Juni 2016

Madenda, Sarifuddin, *Pengolahan Citra dan Video Digital* (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2016)

Mukarromah, Siti Lailatul, *Implementasi Data Image Processing BMKG untuk Kriteria Visibilitas Hilal*, Tesis Magister Ilmu

Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang

Mustaqim, Riza Afrian, “Pandangan Ulama Terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* (2024)

Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2008 tentang Tugas dan Fungsi BMKG.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2008 tentang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

PicsArt Help Center, diakses 20 Maret 2025, <https://picsart.com/help>.

Pixlr User Guide, diakses 20 Maret 2025, <https://pixlr.com>.

Prasetyo, Eko, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2011)

Preset Lightroom dan Jenis Preset Lightroom, *Lightroom Indonesia*, diakses 20 Maret 2025, <https://lightroomindonesia.com?apa-itu-preset-lightroom-dan-jenis-presetlightroom/#:~:text=Preset%20lightroom%20merupakan%20sebuah%20kumpulan,dalam%20bentuk%20atau%20format%20tertentu>.

Putraga, Hariyadi et al., “Pengamatan Hilal Siang Menggunakan Metode Olahan Filter Warna pada Software IRIS,” *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 7 (24 Oktober 2024), <http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v7i1.187>.

- Qulub, Siti Tatmainul, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* (Depok: Rajawali Pers, 2017)
- Raharto, Moedji, *Ilmu Falak: Panduan Praktis Menentukan Hilal* (Bandung: Humaniora, 2006)
- Ratledge, David, *Digital Astrophotography: The State of the Art* (London: Springer, 2005)
- Reeves, Robert, *Introduction to Digital Astrophotography: Imaging the Universe with a Digital Camera* (New York: Congress Cataloging, 2005)
- Richard, Cyril et al., “SIRIL: An Advanced Tool for Astronomical Image Processing,” *The Journal of Open Source Software* (15 Oktober 2024), <https://doi.org/doiunavailable>.
- Rida, Muhammad Rasyid et al., *Hisab Bulan Kamariah: Tinjauan Syar‘i tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012)
- Rida, Muhammad Rasyid et al., *Hisab*, 19; lihat juga Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 100. Matlak adalah batas geografis keberlakuan rukyat.
- Riduwan, *Metode dan Teknik Menyusun Tesis* (Bandung: Alfabeta, 2017)
- Rondabstudio, “Pengertian dan Kelebihan Adobe Lightroom dan Perbedaannya dengan Photoshop Biasa,” diakses 20 Maret 2025, <https://rondabstudio.blogspot.com/2017/01/pengertian-dan-kelebihan-adobe.html?m=1>.

- Ruskanda, S. Farid, *100 Masalah Hisab & Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani Press, 1996)
- Saksono, Tono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, (Jakarta, Amythas Publicita, 2007)
- Sari, Dewi Permata, Sabilal Rasyad, dan Evelina, “Identifikasi Huruf Braille Berbasis Image Processing Secara Real Time,” *Jurnal UMJ* (November 2017): 1, diakses 8 Mei 2025, <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>.
- Simangunson, David et al., “Optimasi Sensor Kamera Pada Proses Identifikasi Warna dengan Pengolahan Citra Menggunakan Design of Experiment,” *e-Proceeding of Engineering* 3, no. 2 (Agustus 2016)
- Smith, John R., *Astronomical Image Processing* (New York: SkyTech Publications, 2015)
- Smith, Peter, *CCD Astronomy: Construction and Use of a CCD Camera for the Amateur Astronomer* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996)
- Soerjadi, Yunus S., *Iklim Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik-Sinoptik)* (Jakarta: BMKG, 2010)
- Stark, Craig, “Noise, Signal, and Stacking,” *Astrophotography Guide* (2012)
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2016)

- Suryanto, Budi A., “Pemanfaatan Lightroom dalam Praktik Rukyatul Hilal,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Astronomi Islam* (Bandung: UIN Sunan Gunung Djati, 2021)
- Suryanto, Budi A., “Penerapan Teknik Stacking dalam Pengolahan Citra Hilal,” *Proceeding of Falak Conference* (Jakarta: Dirjen Bimas Islam Kemenag, 2020)
- Suryanto, Budi A., “Penggunaan IRIS dan Lightroom dalam Dokumentasi Rukyat Hilal,” *Jurnal Falak Indonesia* 3, no. 1 (2022)
- Tim Lajnah Falakiyah Rukyatul Hilal Kemenag, *Pedoman Rukyat dan Hisab*, ed. 2021
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2006 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1989 tentang Peradilan Agama, disahkan oleh Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono, 20 Maret 2006.
- Wawancara dengan Himawan Widiyanto (Koordinator Bidang Tanda Waktu BMKG Pusat), 3 Juni 2025, pukul 14.00 WIB, di BMKG Pusat, Jakarta Pusat.
- Zed, M., *Metode Penelitian Kepustakaan* (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2004)

LAMPIRAN



(Wawancara dan pengambilan data citra hilal bersama Bapak Himawan Widiyanto, M. Si., Selaku Koordinator Bidang Tanda Waktu BMKG Pusat Jakarta, pada 03 Juni 2025)



(Foto bersama Bapak Himawan Widiyanto, M. Si., Selaku Koordinator Bidang Tanda Waktu BMKG Pusat)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Muhammad Maulana Iqbal
Tempat/Tanggal Lahir : Kudus, 12 Oktober 1998
Nama Orang Tua : Drs. Sudirmanto
Alamat : Krandon RT 03 RW 03 Kec. Kota, Kab.
Kudus.
Email : muhammadmaulanaiqbal12@gmail.com
No. Hp : 0895360221500

Riwayat Pendidikan:

- Pendidikan Formal:

1. SD NU Nawa Kartika Kudus (2004-2010)
2. MTsN 1 Kudus (2010-2013)
3. MA NU Ma'arif Kudus (2013-2016)
4. UIN Walisongo Semarang, Ilmu Falak (2016-2023)
5. UIN Walisongo Semarang, Magister Ilmu Falak (2023-2025)

- Pendidikan Non Formal:

1. TPQ Al-Muyassar Kaliwungu Kudus (2004-2010)
2. Madin Mu'awwanatul Muslimin Kudus (2010-2013)
3. Pondok Pesantren Al-Istiqomah Kudus (2013-2016)
4. Pondok Pesantren Madrosatul Qur'anil Aziziyah Semarang (2016-2020)
5. Pondok Pesantren Al-Azam Semarang (2020-2021)
6. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang (2023-2025)