

**KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING* UNTUK
RUKYATUL HILAL**

**(Studi Kasus di Dome Astronomi CASA,
PPMI Assalaam, Solo)**

TESIS

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Guna Memperoleh
Gelar Magister dalam Ilmu Falak**



Oleh :

Unggul Suryo Ardi
NIM. 1702048018

**MAGISTER ILMU FALAK
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2019**

MOTTO

“Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia”

-Nelson Mandela-

PERSEMBAHAN

“Kedua Orang Tua Penulis
Bapak Muchson dan Ibu Marini
Guru kami KH. Marwazi
Adik Penulis Eling Retno Kholifah
Seluruh Guru penulis sejak penulis lahir
Para Pecinta Ilmu Falak
dan Semua Keluarga Tercinta”



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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka, Ngaliyan, Telp/Fax (024) 760129,
Semarang, 50189

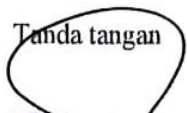

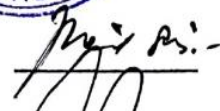

PENGESAHAN TESIS

Tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Unggul Suryo Ardi**
NIM : 1702048018
Prodi : S2 Ilmu Falak
Judul Penelitian : **Karakteristik Metode *Image Processing*
untuk Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Dome
Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)**

Telah dilakukan revisi sesuai saran dalam Sidang Ujian Tesis pada tanggal 16 Oktober 2019 dan layak dijadikan syarat memperoleh gelar Magister dalam bidang Ilmu Falak.

Disahkan oleh:

Nama	Tanggal	Tanda tangan
<u>Dr. H. Mahsun, M.Ag</u> Ketua Sidang	21/10-19	
<u>Dr. Rupi'i Amri, M.Ag</u> Sekretaris Sidang	22/10	
<u>Prof. Dr. Muslich Shabir, M.A</u> Penguji I	21/10 2019	
<u>Dr. Rokhmadi, M. Ag</u> Penguji II	21/10-19	

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 : Unggul Suryo Ardi
NIM : 1702048018
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING*
UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome
Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)

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. H. Mahsun, M.Ag
NIP. 196711132005011001

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

Assalamu'alaikum wr. wb.

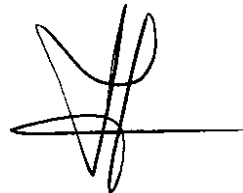
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : Unggul Suryo Ardi
NIM : 1702048018
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Judul : KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING*
UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome
Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)

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 II



Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 2005085401

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Unggul Suryo Ardi

NIM : 1702048018

Judul penelitian : **KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING* UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)**

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING* UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)

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

Semarang, 16 Oktober 2019

Pembuat Pernyataan,



Unggul Suryo Ardi

NIM. 1702048018

ABSTRAK

Judul : **KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING* UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)**

Penulis : Unggul Suryo Ardi

NIM : 1702048018

CASA (Club Astronomi Santri Assalaam) menggunakan metode *image processing* dalam proses rukyatul hilal. Penggunaan teleskop untuk rukyatul hilal menemui kesulitan dan kerap kali gagal untuk mendapatkan hilal. Perpaduan antara teleskop, kamera digital/CCD, dan metode *image processing* yang melalui proses komputerisasi menjadi solusi yang baik dalam keberhasilan untuk melihat hilal. Kajian terkait karakteristik metode *image processing* pada CASA adalah bentuk penelitian lebih lanjut terhadap penelitian sebelumnya yang membahas keabsahan hasil hilal teknik astrofotografi dengan metode *image processing* BMKG untuk rukyatul hilal, yaitu tesis Riza Afrian Mustaqim. Metode *image processing* CASA beberapa kali berhasil mendapatkan citra hilal. Permasalahan yang muncul adalah metode *image processing* CASA memiliki perbedaan dengan metode *image processing* BMKG, yang secara resmi BMKG memiliki tugas pelaporan rukyat oleh pemerintah (KEMENAG). Kajian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa hal yaitu (1) Mengetahui karakteristik metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal (2) Mengetahui validitas metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal.

Penelitian ini merupakan kategori *Field Research* (penelitian lapangan) dengan jenis penelitian kualitatif. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dan dokumentasi. Sementara untuk analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif dan analisis verifikatif. Sumber data primer pada penelitian ini adalah data-data yang didapatkan di lapangan seperti wawancara dan dokumentasi, sedangkan sumber data sekunder adalah data-data yang berkaitan dengan penelitian.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) Penggunaan *image processing* pada CASA dalam rukyatul hilal merupakan suatu penerapan aturan pemrosesan yang matematis, yaitu pengolahan pada citra hilal sebagai verifikasi keberadaan hilal pada citra. *Image processing* CASA sendiri memiliki karakteristik yang berbeda dengan

metode *image processing* BMKG untuk rukyatul hilal, yaitu penggunaan modus video dalam pengambilan awal data mentahnya hingga pemrosesan citra yang menggunakan aplikasi tambahan selain IRIS, yaitu GIMP. (2) Metode *image processing* CASA sudah sesuai dan terbukti secara teori, menggunakan teori-teori yang tertuang dalam teori *image processing*. Hal ini dibuktikan dengan kesesuaian komponen-komponen CASA, meliputi instrumen, jenis citra, serta teknik *image processing*, dengan teori *image processing* secara umum. Metode *image processing* CASA menurut BMKG, dapat dikatakan valid dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, walaupun mempunyai metode yang berbeda. Hal ini dibuktikan dengan kesesuaian dalam komponen-komponen *image processing*-nya dan teknik analisis hilal yang dirasa sudah memenuhi standar metode *image processing* pada BMKG.

Kata Kunci: *Image Processing, CASA, Rukyatul Hilal*

ABSTRACT

Title : **THE CHARACTERISTIC IMAGE PROCESSING METHOD FOR RUKYATUL HILAL (Case Study at the Dome Astronomic Of CASA, PPMI Assalaam, Solo)**

Author : Unggul Suryo Ardi

NIM : 1702048018

CASA (Santri Assalaam Astronomy Club) uses image processing methods in the rukyatul hilal process. The use of telescopes for the hilal rukyatul lately has encountered difficulties and has often failed to obtain the new moon. The combination of a telescope, digital/CCD camera, and image processing method through a computerized process is a good solution in the success of seeing the new moon. The study related to the characteristics of the image processing method in CASA is a form of further research on previous research that discusses the validity of the hilal results of astrophotographic techniques with BMKG image processing methods for rukyatul hilal, the thesis of Riza Afrian Mustaqim. CASA image processing method several times managed to get the hilal image. The problem that arises is the CASA image processing method has a difference with the BMKG image processing method, which officially BMKG has the task of rukyatul hilal reporting by the government (KEMENAG). This study aims to find out several things, namely (1) Knowing the characteristics of the CASA image processing method for rukyatul hilal (2) Knowing the validity of the CASA image processing method for rukyatul hilal.

This research is a Field Research (field research) categories using a qualitative approach. Data collection methods used were interviews and documentation. While for data analysis using descriptive analysis techniques and verification analysis. Primer data source of this research are all of data that was found in the field, such interview data and documentation. While secondary data source of this research was found from all related with this research.

The results of this study indicate that (1) The use of image processing in CASA in hilal rukyatul is an application of mathematical processing rules, namely processing the hilal image as verification of the existence of the new moon in the image. CASA image processing it

self has different characteristics with BMKG image processing methods for rukyatul hilal, namely the use of video mode in the initial retrieval of raw data to image processing using an additional application other than IRIS, namely GIMP. (2) CASA image processing method is appropriate and theoretically proven, using theories as set out in image processing theory. This is proven by the compatibility of CASA components, including instruments, image types, and image processing techniques, with the theory of image processing in general. CASA image processing method, according to BMKG perspective, can be said to be valid and can be justified, even though it has a different method. This is evidenced by the suitability in its components of image processing and hilal analysis techniques that are deemed to have met the standard image processing methods at BMKG.

Keywords: *Image Processing*, *CASA*, *Rukyatul Hilal*

ملخص

الموضوع : تحليلية على خصائص طريقة معالجة الصور قبة في رؤية الهلال (دراسة حالة في قبة

عام الفلك CASA ، Solo.Assalaam PPMI

الباحث : انغول سريو أرض

رقم الطلب : ١٧٠٢٠٤٨٠١٨

يستخدم (Santri Assalaam Astronomy Club) CASA أساليب معالجة الصور في عملية رؤية الهلال. استخدام التلسكوبات في رؤية هلال ينالون الصعوبات في نيل الحصول على الهلال. يعد الجمع بين التلسكوبات والكاميرا\ CCD وطريقة معالجة الصور من خلال عملية الكمبيوتر هو الطريقة الجيدة في نجاح رؤية الهلال. الدراسة المتعلقة بخصائص طريقة معالجة الصور في CASA هي شكل من أشكال البحث الإضافي حول الأبحاث السابقة التي تناقش صحة نتائج الهلال لتقنيات التصوير الفلكي مع طرق معالجة الصور BMKG في رؤية الهلال. هذا هي الدراسة RizaAfrian Mustaqim. طريقة معالجة الصور CASA عدة مرات تمكنت من الحصول على صورة هلال. المشكلة التي تنشأ هي أن طريقة معالجة الصور في CASA لها اختلاف مع طريقة معالجة الصور BMKG ، والتي تقوم BMKG رسميًا بمهمة الإبلاغ عن رؤية الهلال من الحكومة (KEMENAG). تهدف هذه الدراسة إلى اكتشاف العديد من الأشياء ، وهي (1) تعرف خصائص طريقة معالجة الصور CASA لرؤية هلال (2) تعرف صلاحية طريقة معالجة الصور CASA لرؤية هلال.

هذا البحث عبارة عن بحث ميداني باستخدام منهج نوعي. وكانت أساليب جمع البيانات المستخدمة المقابلات والوثائق. بينما لتحليل البيانات باستخدام تقنيات التحليل الوصفي وتحليل التحقق. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن (1) استخدام معالجة الصور في CASA في رؤية الهلال هو تطبيق لقواعد المعالجة الرياضية ، وهي معالجة صورة الهلال والتحقق من وجود الهلال في الصورة. تتميز معالجة صور CASA نفسها بخصائص مختلفة مع أساليب معالجة الصور BMKG لرؤية الهلال، وهي استخدام وضع الفيديو في الاسترجاع الأولي للبيانات الخام لمعالجة الصور باستخدام تطبيق إضافي بخلاف IRIS وهو (2) GIMP طريقة معالجة الصور من CASA مناسبة ومثبتة من الناحية النظرية ، وذلك باستخدام النظريات كما هو موضح في نظرية معالجة الصور. ثبت ذلك من خلال توافق مكونات CASA ، بما في ذلك الأدوات وأنواع الصور وتقنيات معالجة الصور، مع نظرية معالجة الصور بشكل عام. يمكن اعتبار طريقة معالجة صورة CASA ، وفقاً لمنظور BMKG، صالحة ويمكن تبريرها ، على الرغم من أن لديها طريقة مختلفة. يتضح هذا من خلال مدى ملاءمة مكوناته لمعالجة الصور وتقنيات تحليل الهلال التي تعتبر متوافقة مع طرق معالجة الصور القياسية في BMKG.

كلمات الرئيسية : معالجة الصور ، CASA ، رؤية الهلال

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan
kebudayaan RI

Nomor: 158 Tahun 1987 – Nomor : 0543 b/u/1987

1. Konsonan

Arab	Latin
ا	Tidak dilambangkan
ب	B
ت	T
ث	Ṣ
ج	J
ح	ḥ
خ	Kh
د	D
ذ	Ẓ
ر	R
ز	Z
س	S
ش	Sy
ص	ṣ
ض	ḍ
ط	ṭ
ظ	ẓ
ع	'...
غ	G
ف	F
ق	Q
ك	K
ل	L

م	M
ن	N
و	W
ه	H
ء	'...'
ي	Y

2. Vokal Pendek

Contoh:

Kataba	كَتَبَ	-	yazhabu	يَذْهَبُ
Fa'ala	فَعَلَ	-	su'ila	سُئِلَ
Žukira	ذُكِرَ	-	kaifa	كَيْفَ

3. Vokal Panjang

Contoh:

Qāla	-	قَالَ
Ramā	-	رَمَى
Qīla	-	قِيلَ
Yaqūlu	-	يَقُولُ

4. Ta Marbutah

Contoh :	رَوْضَةٌ	rauḍatu
	رَوْضَةٌ	rauḍah

5. Syaddah (tasydid)

Contoh :	رَبَّنَا	rabbanā
	الْبِرِّ	al-Birr
	نَعْمَ	na"ama

6. Kata sandang

Contoh :	الرَّجُلِ	al-Rajul
	الشَّمْسِ	al-Syams
	القَلَمِ	al-Qalam

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, dengan taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul **KARAKTERISTIK METODE *IMAGE PROCESSING* UNTUK RUKYATUL HILAL (Studi Kasus di Dome Astronomi CASA, PPMI Assalaam, Solo)** ini dengan baik. Salawat dan salam, semoga senantiasa Allah curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabat yang senantiasa kita harapkan barokah syafa'atnya pada hari akhir. Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat terselesaikan berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Dr. H. Mahsun, M.Ag, selaku Pembimbing I dan Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I, selaku Pembimbing II yang telah memberikan waktu, tenaga dan pikiran dengan sabar dan tulus ikhlas untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
2. Kedua orang tua dan segenap keluarga penulis, atas segala doa, perhatian, dukungan, dan curahan kasih sayangnya yang sangat besar sekali, sehingga penulis mempunyai semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan Wakil-wakil Dekan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis tesis tersebut dan memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir.

4. Dr. H. Mahsun, M.Ag, dan seluruh jajaran pengelola S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, atas segala didikan, bantuan dan kerjasamanya yang tiada henti.
5. Para Narasumber, kepada AR. Sugeng Riyadi, Adnan, Suaidi Ahadi, Ruhkman, Whytia, Muhammad Faishol Amin yang telah meluangkan waktunya demi kelancaran penelitian ini,
6. Dosen-dosen Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum semoga ilmu yang diajarkan berkah dan bermanfaat bagi penulis.
7. Seluruh guru penulis yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan serta didikan yang tak ternilai harganya.
8. Keluarga besar Pondok Modern An-Nur Tangkit yang telah membesarkan penulis melalui lingkungan pendidikan yang baik.
9. M. Faishol Amin, Taufiq Basith, Siti Lailatul Mukarromah, dan Imam Baihaqi, yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan tesis ini.
10. Teman-teman Padepokan al-Biruni (Ehsan, Farabi, Kohar, Rido, Alamul, Rizal, Munir, Gus Isom, Thobroni, Jumal, dan Rofiq) yang membantu dan memotvasi penulis dalam menyelesaikan tesis ini
11. Teman-teman KOPDAR S2 IF 17 (Ehsan, Farabi, Kohar, Rizal, Masruhan, Alamul, Ainul, Farid, Mas Imam, Mursyid, Mas Heri, Halim, Indras, Asih, Ela, dan Iqna) atas kebersamaan yang telah kita lalui bersama sungguh berkesan hingga akhir maut memisahkan.
12. Bapak dan ibu Fakhur Rozi, kemudian bapak (alm) dan ibu Masyhuri yang telah memberikan kami tempat tinggal selama menjalani masa studi S2 di Semarang. Tanpa bantuan kalian kami pasti mengalami

kesulitan dalam perkuliahan ini dan semoga Allah membalas semua kebaikan bapak dan ibu.

13. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang secara langsung maupun tidak langsung selalu memberi bantuan, dorongan dan do'a kepada penulis selama melaksanakan studi di S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini belum mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, untuk itu penulis mengharap saran dan kritik konstruktif dari pembaca demi kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 16 Oktober 2019

Penulis,

Unggul Suryo Ardi

NIM. 1702048018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN NOTA PEMBIMBING	v
PERNYATAAN KEASLIAAN	vii
ABSTRAK	viii
TRANSLITASI	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxii
BAB I: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	12
D. Kajian Pustaka	13

E. Kerangka Teori	16
F. Metode Penelitian	21
G. Sistematika Pembahasan	27

BAB II: TINJAUAN UMUM RUKYATUL HILAL DAN IMAGE PROCESSING

A. Landasan Hukum Rukyatul Hilal	28
B. Sejarah Perkembangan Rukyatul Hilal di Indonesia	30
C. Tinjauan Umum Metode <i>Image Processing</i>	43
1. Teori <i>Image Processing</i>	44
2. Jenis Citra	46
3. Format File Citra.....	47
4. Pendekatan Peningkatan Citra	49
5. Komponen Pengolahan Citra	53

BAB III: METODE IMAGE PROCESSING CASA UNTUK RUKYATUL HILAL

A. Profil CASA	55
B. Hasil Rukyatul Hilal CASA dengan <i>Image Processing</i>	57
C. Metode <i>Image Processing</i> CASA untuk Rukyatul Hilal	61
1. SharpCap.....	68
2. IRIS	70
3. GIMP	79
4. Pictart, Snapseed, Pixlr dan sejenisnya	82

**BAB IV: VALIDITAS METODE *IMAGE PROCESSING* CASA
UNTUK RUKYATUL HILAL**

A. Karakteristik Metode <i>Image Processing</i> CASA untuk Rukyatul Hilal	87
B. Validitas Metode <i>Image Processing</i> CASA untuk Rukyatul Hilal	90
1. <i>Image processing</i> CASA Prespektif Teori <i>Image Processing</i>	90
a. Komponen <i>Image Processing</i>	91
b. Jenis Citra	94
c. Peningkatan Citra	95
2. <i>Image Processing</i> CASA untuk Rukyatul Hilal Prespektif Metode <i>Image Processing</i> BMKG	110
a. Komponen <i>Image Processing</i> BMKG.....	111
b. Teknik Peningkatan Citra BMKG	115
c. Teknik Analisis Hilal BMKG.....	123
3. Hasil Verifikasi <i>Image Processing</i> CASA Prespektif <i>Image Processing</i> dan Prespektif BMKG.....	127

BAB V: PENUTUP

A. Kesimpulan	135
B. Saran-saran	136

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Data perbedaan penentuan bulan Kamariah oleh Susiknan Azhari
- Tabel 2. Data hasil Rukyatul Hilal di CASA

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Proses Rukyatul Hilal di Dome Astronomi CASA Assalaam
- Gambar 2. Kenampakan Hilal Syawal 1433 hasil *image processing* CASA
- Gambar 3. Hilal BMKG dalam rekor dunia *Ordinary Imaging* versi ICOP¹
- Gambar 4. Logo CASA²
- Gambar 5. Teleskop WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor
- Gambar 6. Cermin diagonal
- Gambar 7. Equatorial Mount Model Vixen seri Sphinx
- Gambar 8. CCD SKYRIS model 445M
- Gambar 9. Bessell I Band
- Gambar 10. Driver iCAP, Software CCD SKYRIS 445 M
- Gambar 11. Aplikasi iCAP
- Gambar 12. Aplikasi SharpCap
- Gambar 13. Membuat “Working Path” pada IRIS
- Gambar 14. Jendela “Working Path”
- Gambar 15. Mengkonversi Video AVI pada IRIS
- Gambar 16. Jendela “AVI Conversion”
- Gambar 17. Tahap “membuat nama video konversi AVI”
- Gambar 18. Jendela *Stacking* pada IRIS
- Gambar 19. Jendela Informasi jumlah konversi video
- Gambar 20. Melakukan *stacking* pada menu “add squence”
- Gambar 21. Jendela “Add Squence”
- Gambar 22. Proses *Stacking*
- Gambar 23. Tahap Penyimpanan Poto pada IRIS

¹ BMKG *Image*, <http://www.icoproject.org/record.html> diakses pada 22 januari 2019

² Gambar tersebut di ambil dari situs resmi CASA <https://blogcasa.wordpress.com/about/>, diakses 00.30 WIB, 25 juni 2019

- Gambar 24. *Software GIMP*³
- Gambar 25. Tampilan Menu GIMP
- Gambar 26. Tahap “Levels” pada menu “Colors”
- Gambar 27. Jendela “Levels”
- Gambar 28. Tahap penyimpanan pada GIMP
- Gambar 29. Observasi akhir Rajab 1440/ 6 April 2019
- Gambar 30. Observasi akhir Sya’ban 1440/ 5 Mei 2019
- Gambar 31. *Device* observasi hilal dengan metode *image processing*
- Gambar 32. Observasi akhir Syawal 1440/ 3 Juli 2019
- Gambar 33. CCD SKYRIS 445 M
- Gambar 34. *iCAP Software*
- Gambar 35. *SharpCap Software*
- Gambar 36. *Software IRIS*
- Gambar 37. *Software GIMP*
- Gambar 38. “Levels” pada GIMP
- Gambar 39. “Threshold” pada IRIS
- Gambar 40. Teknik “wavelet” untuk pengaturan kontras
- Gambar 41. Fitur “wavelet” pada IRIS
- Gambar 42. Fitur “add sequence”/ *stacking* pada IRIS
- Gambar 43. Citra hilal yang bernoise
- Gambar 44. Menu *gaussian filter* pada IRIS
- Gambar 45. Menu *gaussian filter* pada GIMP
- Gambar 46. Kolom *controller* pemfilteran, fitur *gaussian filter* pada IRIS
- Gambar 47. Kolom *controller* pemfilteran, fitur *gaussian filter* pada GIMP
- Gambar 48. Fitur *highpass filter* pada GIMP

³ <https://www.gimp.org/> diakses pada 2 Agustus 2019

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Metode *image processing*¹ atau pengolahan citra, melalui sistem komputerisasi merupakan alternatif yang solutif dalam menghadapi permasalahan dalam ruyat hilal. Teknologi komputer yang sifatnya deterministik dapat digunakan sebagai sarana bantu untuk memperkecil kesalahan-kesalahan manusiawi yang biasa terjadi.²

Mengutip pernyataan Pulung Nurtianto Andono dkk. Dalam bukunya *Pengolahan Citra Digital*, pengolahan citra adalah salah satu area paling penting dari aplikasi media. Jumlah orang yang bekerja dengan citra semakin meningkat pesat, ini mengindikasikan bahwa permintaan *tool* untuk pengolahan citra juga bertumbuh.³

Definisi citra sendiri menurut Sarifuddin Madenda secara fisis atau visual adalah representasi dari informasi yang terkandung di dalamnya sehingga mata manusia dapat

¹ *Image processing* merupakan istilah lain dari pengolahan citra/gambar

² Ike Mardiyah Sari, dkk, Implementasi Circuar Hough Transform Untuk Deteksi Kemunculan Bulan Sabit, Jurnal: *Teknik POMITS*, Vol. 1, No. 1, 2012, h. 1

³ Pulung Nurtianto Andono dkk., *Pengolahan Citra Digital*, (Yogyakarta: CV. Andi Offset), 2017, h. 7

menganalisis dan menginterpretasikan sesuai tujuan yang diharapkan.⁴

Sementara itu, ketika perkembangan teknologi terus tumbuh secara pesat, persoalan klasik hisab rukyah dalam penentuan awal bulan Kamariah, terutama awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah, selalu aktual diperbincangkan dan mempunyai potensi besar untuk dikaji.⁵

Allah dalam al-Qur'an surat al-Baqarah ayat 189 telah berfirman:

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 ﴿١٨٩﴾

Artinya “Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”⁶

Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan bahwa terciptanya hilal, sebagai jawaban bagi pertanyaan-pertanyaan bangsa Arab kepada Rasulullah SAW terkait *al-ahillah* (hilal). Abu Ja'far dalam hal ini memberikan jawaban terkait pertanyaan

⁴ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra dan Video Digital*, (Penerbit Erlangga), tt, h. 2

⁵ Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, (Jakarta: Penerbit Erlangga), 2007, h. 37

⁶ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Tafsirnya*, (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia), 2012, Jilid 1, h. 282

tersebut, sebagaimana penjelasan Abu Ja'far bahwa *al-ahillah* itu mempunyai beberapa waktu bagi manusia, yang pertama adalah untuk mengetahui waktu puasa bagi umat islam, mengetahui berbukanya, mengetahui hari raya, mengetahui masa iddah perempuan-perempuan mereka, dan untuk mengetahui kapan menyelesaikan hutang-hutangnya.⁷

Firman ini menunjukkan bahwa Allah Swt. Memberikan kabar akan pentingnya memperhatikan hilal sebagai penanda waktu bagi kaum muslimin, karena waktu-waktu tersebut merupakan waktu untuk beribadah kepada Allah Swt.

Pada praktiknya, penggunaan teleskop untuk rukyatul hilal merupakan salah satu jalan yang sangat membantu para pegiat falak dalam menentukan awal bulan, namun tidak bisa dipungkiri bahwa hanya berbekal pada teleskop saja pun masih belum cukup, dan sering gagal untuk melihat hilal. Perpaduan antara teleskop, sensor digital, dan metode *image processing* yang melalui proses komputerisasi menjadi solusi yang baik dalam berhasilnya menangkap kenampakan hilal.

Suatu gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi, di mana x dan y adalah koordinat spasial (bidang), dan amplitudo f pada setiap pasangan koordinat (x, y) disebut intensitas atau tingkat abu-abu dari gambar pada titik itu. Ketika x , y , dan nilai intensitas f semuanya terbatas, jumlah diskrit, kita sebut sebagai gambar-gambar digital. Bidang pengolahan

⁷ Imam Jalil al-Hafidz 'Amadu al-Din Aba al-Fida' Isma'il bin Katsir al-Dimsyiqi, *Tafsir al-Quran al-Adzim*, (Jizah: Maktabah al-Auladu al-Syaikh li-Turats), 2000, Jilid ke-2, h. 211

gambar digital mengacu pada pemrosesan gambar digital melalui komputer digital.⁸ Proses pengolahan ini pula yang dilakukan terhadap citra gambar hilal yang ditangkap.

Secara umum *image processing* berfungsi untuk perbaikan atau memodifikasi citra, guna menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalamnya, juga untuk pengelompokan dan pencocokan citra, serta penggabungan citra dengan bagian citra yang lain.⁹

Pengolahan citra dikembangkan bertujuan untuk:¹⁰

1. Untuk memperbaiki tampilan citra (*image enhancement*)
2. Untuk mengurangi ukuran file citra dengan tetap mempertahankan kualitas citra (*image compression*)
3. Untuk memulihkan citra ke kondisi semula (*image restoration*)
4. Untuk menyoroti ciri tertentu dari citra agar lebih mudah untuk di analisis.

Dalam rukyatul hilal *image processing* merupakan proses yang berfungsi untuk memperjelas kenampakan hilal yang telah diambil dengan menggunakan tehnik astrofotografi. Karena citra yang dipotret sering mengalami gangguan, maka sangat dianjurkan untuk menggunakan *image processing* sebagai

⁸ Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, (USA: Pearson Prentice Hall), Edition-3, 2008, h. 1

⁹ Riza Afrian Mustaqim, *Image Processing Pada Astrofotografi Di Bmkg Untuk Rukyatul Hilal*, Tesis Program Studi Magister Ilmu Falak, Fakultas Syari'ah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang, hal. 1

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

pengolahan citra agar dapat terlihat dan diyakini kenampakannya.¹¹

Pertimbangan terhadap kesaksian hilal versi *image processing* menjadi solusi di tengah permasalahan sulitnya melihat hilal dengan mata telanjang. Namun apakah kriteria ketinggian hilal versi *image processing* ini dapat diterima sesuai ketentuan fiqih dan tidak bertentangan dengan kesepakatan ulama ataupun fatwa MUI ataupun terlebih buruknya lagi tidak mendekati istilah “direkayasa”. Kekhawatiran akan kenampakan hilal yang jika direkayasa berujung pada tidak diterimanya citra hilal tersebut. Kajian terkait keabsahan hasil *image processing* yang didasari dengan data-data valid terhadap metode pengolahan citra tersebut sudah menjadi sebuah tesis dengan penelitian yang komprehensif dan detail.

Menurut Tesis Riza Afrian Mustaqim, terkait keabsahan penggunaan *image processing* dalam rukyatul hilal, para ulama berbeda pendapat terkait keabsahan *image processing* pada astrofotografi untuk rukyatul hilal. Pertama, ulama yang memperbolehkan penggunaan *image processing* namun hanya sebatas memperjelas citra hilal. Kedua, ulama yang memperbolehkan penggunaan *image processing* secara keseluruhan. Dalam tinjauan *masalah mursalah*, *image processing* pada astrofotografi untuk rukyatul hilal di BMKG

¹¹ Riza Afrian Mustaqim, *Image...*, h. 3

telah memenuhi syarat sah sebagai suatu perkara yang maslahat dalam penentuan awal bulan Kamariah.¹²

Terlepas dari permasalahan keabsahan kenampakan hilal yang dihasilkan melalui proses *image processing*, CASA, merupakan sebuah lembaga pendidikan yang sudah lama berperan aktif dalam pengembangan keilmuan falak di Indonesia. Melalui Dome Astronominya yang merupakan observatorium CASA di PPMI Assalaam Solo, mereka rutin melakukan rukyah hilal dua kali setiap bulan. Menurut AR. Sugeng Riyadi, setiap bulan selalu diadakan observasi hilal, hal ini merupakan bentuk kegiatan yang dilakukan untuk pembelajaran para santri dan kontribusi terhadap dunia Astronomi Islam. Beberapa kali hilal dapat terlihat, dan hilal muda (saat konjungsi) kurang lebih hampir lima kali dapat terlihat, namun karena faktor geografis Dome Astronomi CASA yang terletak di daerah perkotaan dan dikelilingi oleh pegunungan, maka hanya hilal yang memiliki ketinggian sekitar 7 derajat atau lebih saja yang memungkinkan untuk dapat terlihat.¹³ Dalam pelaksanaannya CASA menggunakan kolaborasi antara teleskop dan metode pengolahan citra (*image processing*) dengan sistem komputerisasi.

Padahal jika kita melihat Letak geografis CASA adalah di perkotaan yang pandangan ufuknya mengarah pada perkotaan dengan pemandangan kota Solo yang rentan dengan polusi

¹² Riza Afrian Mustaqim, *Image...*, h. 146-147

¹³ Wawancara dengan Sugeng Riyadi, Kepala Observatorium CASA Assalaam, 21 November 2018, di CASA, Solo

cahaya dan polusi asap. Batas pandang sebelah Timur adalah gunung Lawu sedangkan batas pandang Barat adalah pemandangan kota serta gunung Merapi dan Merbabu. Secara teori hal ini sangat sulit untuk dijadikan sebagai tempat observasi, akan tetapi beberapa kali hilal dapat terlihat ditempat ini salah satunya pada Syawal 1433 H. Data-data hilal yang didapat dalam setiap rukyah, kemudian diarsipkan ke database *Moonsighting Committe Worldwide (MCW)*¹⁴ dan *islamic crescent's observation object (ICOP)*^{15,16}.

Salah satu foto rukyatul hilal yang berhasil terlihat dengan metode *image processing*, di Dome Astronomi CASA dan diarsipkan ke ICOP adalah hilal pada Syawal 1433 H. Gambar tersebut ialah:¹⁷

14 Situs [Moonsighting.com](http://www.moonsighting.com) melalui *Moonsighting Committee Worldwide (MCW)* yang di ciptakan oleh Khalid Shaukat, ia adalah seorang astronom International yang lahir dan tumbuh besar di India. Situs astronomi tersebut mengumpulkan dan mempublikasikan laporan *Moonsighting* dari seluruh dunia setiap bulan pada hari-hari pengamatan bulan sabit pertama. Lihat situs web www.moonsighting.com diakses pada 22 Januari 2019

15 ICOP adalah Sebuah lembaga penelitian dan observasi hilal yang didirikan oleh Muhammad Syaukat 'Audah atau yang lebih dikenal dengan nama Mohammad shawkat odeh. Seorang astronom yang lahir di Kuwait pada 6 Maret 1979, dan tumbuh besar di Amman Ibukota Jordan diakses pada 22 Januari 2019

16 Wawancara dengan Sugeng Riyadi 21 November 2018

17 Shawwal waxing (new) crescent observation results, 18 Agustus 2012, <http://www.icoproject.org/icop/shw33.html> diakses pada 22 Januari 2019



Gambar 1. Proses Rukyatul Hilal di Dome Astronomi
CASA Assalaam¹⁸



Gambar 2. Kenampakan Hilal Syawal 1433
hasil *image processing* CASA¹⁹

¹⁸ <http://www.icoproject.org/icop/shw33.html> diakses pada 22 Januari
2019

Berangkat dari latar belakang tersebut, muncul kritik masalah dalam penelitian ini, yaitu belum adanya setandar acuan yang dapat dijadikan pedoman dalam menggunakan teknologi *image processing* pada rukyatul hilal, sehingga menimbulkan hasil dan keakuratan yang berbeda-beda pada lokasi yang berbeda. Penelitian ini berbeda dengan penelitian lainnya, karena fokus pada penelitian adalah mengkaji karakteristik metode *image processing* Dome Astronomi CASA dengan pencapaiannya sampai saat ini, dan keunikanya yang terdapat pada letak geografisnya tersebut, yang kemudian diharapkan dapat menjadi contoh dalam penerapan untuk rukyatul hilal dengan *image processing*, khususnya bagi rumah observasi dan untuk pegiat falak pada umumnya.

Studi analisis karakteristik metode *image processing* di Dome Astronomi CASA ini dikaji dan paparkan dari tahapan-tahapan yang paling dasar hingga dihasilkannya gambar atau citra hilal yang telah diedit dan diolah melalui proses-proses *image processing*.

Dalam prosesnya, dibutuhkan data-data yang lengkap yang didapatkan dari penelitian langsung pada CASA, maupun metode dan teori-teori yang sesuai dalam kajian ini yaitu teori *image processing* guna menganalisis validitas metode *image processing* CASA, teori rukyatul hilal dan kaidah fiqih untuk menganalisis terkait pandangan hukum Islam terhadap metode *image processing* CASA tersebut. BMKG menjadi objek

¹⁹ <http://www.icoproject.org/icop/shw33.html> diakses pada 22 Januari 2019

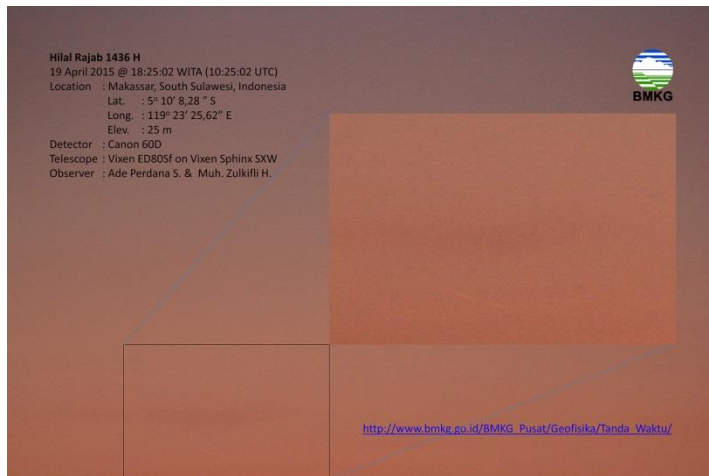
parameter dalam studi analisis karakteristik metode *image processing* di Dome Astronomi CASA ini. BMKG merupakan lembaga resmi yang juga rutin dalam pelaksanaan rukyah setiap bulannya²⁰. Dalam pelaksanaan rukyah tersebut, BMKG mempunyai data-data yang lengkap karena melaksanakan rukyah tidak hanya di satu tempat, tapi di beberapa pusat-pusat obeservasi di Indonesia. BMKG mempunyai anggota yang sudah profesional di bidangnya dan mempunyai kemampuan yang baik. Sehingga metode *image processing* yang dipakai pun sudah terbukti kevalidanya.

BMKG pernah mendapatkan rekor dunia dalam rukyatul hilal yang diabadikan pada situs resmi ICOP. Salah satunya adalah rekor dunia yang masuk dalam kategori *Ordinary Imaging*²¹. Rekor tersebut didapatkan oleh Ade Perdana S, dan Muh. Zulkifli H, dengan bantuan teleskop Vixen ED80sf APO f/7.5 Refractor dan kamera model Canon EOS 60, pada bulan Rajab 1436 H dan bertepatan pada tanggal 19 April 2015, yang berlokasi di Atap Mall GTC, Makassar, Sulawesi Selatan.²² Hingga kini BMKG menjadi satu-satunya badan resmi pemerintah selain KEMENAG yang mempunyai tugas pelaporan kenampakan hilal pada rukyatul hilal awal bulan.

²⁰ Wawancara dengan Suaidi Ahadi pada 12 Juli 2019, di BMKG, Jakarta

²¹ *Ordinary Imaging* adalah salah satu kategori rekor dunia yang di gagas oleh ICOP. Rekor tersebut memiliki kategori berdasarkan peraih citra hilal termuda yang didapatkan dengan menggunakan kamera digital biasa

²² *World Record Crescent Observations, Ordinary Imaging*, <http://www.icoproject.org/record.html>, diakses pada 22 Januari 2019



Gambar. 3, Hilal BMKG dalam rekor dunia
Ordinary Imaging versi ICOP²³

Karakteristik metode *image processing* yang dipakai oleh Dome Astronomi CASA dalam rukyatul hilal menjadi hal yang menarik untuk dikaji. Dengan letak geografisnya yang demikian, lembaga astronomi tersebut masih dapat, bahkan sudah sering berhasil melihat hilal.

Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah metode *image processing* pada CASA untuk rukyatul hilal memiliki perbedaan dengan metode *image processing* yang digunakan BMKG yang secara resmi sudah diakui kevalidanya dalam rukyatul hilal. Hal ini menyebabkan berbedanya hasil citra yang di dapatkan melalui metode yang digunakan oleh CASA dan BMKG. Secara teori metode *image processing* yang digunakan oleh BMKG sudah teruji dan sesuai dengan teori *image*

²³ BMKG *Image*, <http://www.icoproject.org/record.html> diakses pada 22 januari 2019

processing yang sudah ada. Perlu adanya uji validitas terhadap metode *image processing* yang digunakan oleh CASA untuk rukyatul hilal. Uji tersebut yang artinya mengetahui sudah sesuaikah metode tersebut dengan teori *image processing* yang telah ada dan sesuaikah metode CASA dibanding metode *image processing* BMKG untuk rukyatul hilal.

Kajian metode pengolahan citra pada Dome Astronomi CASA diharapkan kedepannya dapat menjadi sumber kajian dalam mengembangkan teknik rukyatul hilal menggunakan kolaborasi teleskop dan teknologi *image processing* pada umumnya, dan khususnya menjadi bahan perbandingan tehnik merukyat hilal untuk observatorium-observatorium lainnya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis merangkumnya dalam dua rumusan masalah untuk menjawab permasalahan tersebut, rumusnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal?
2. Bagaimana validitas metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana karakteristik metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal.
2. Untuk mengetahui bagaimana validitas metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal.

Sedangkan manfaat penelitian ini adalah:

1. Saat ini belum ada metode *image processing* yang menjadi acuan dalam penerapannya pada rukyatul hilal. Hasil rumusan masalah dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberikan contoh teknik metode *image processing* yang dapat dijadikan acuan yang baik dalam penerapannya pada rukyatul hilal dan memperbesar kemungkinan untuk dapat menangkap citra hilal dengan baik.
2. Dengan mengetahui karakteristik *image processing* pada Dome Astronomi CASA, pegiat ilmu falak dapat mengetahui bagaimana kelebihan dan kekurangan penggunaan metode *image processing* pada lembaga astronomi tersebut. Sehingga dapat diambil ilmu terkait teknik-teknik *image processing* yang baik dalam rukyatul hilal yang digunakan pada rumah observasi maupun perukyat secara umum.
3. Dapat di ketahui bagaimana validitas metode *image processing* lembaga tersebut dan apakah sudah sesuai dengan teori *image processing* pada umumnya dan pada BMKG untuk rukyatul hilal. Kemudian, pegiat ilmu falak dapat memanfaatkan kelebihan-kelebihan yang didapat dan mengevaluasi kekurangan-kekurangan yang ada pada metode *image processing* lembaga astronomi tersebut, sehingga menjadi koreksi dan pembelajaran yang baik.

D. Kajian Pustaka

Untuk mengetahui posisi dari penelitian ini terhadap penelitian lain yang sejenis, maka berikut ini dijelaskan kajian

yang relevan dengan penelitian ini serta hubungan antar masalah yang diteliti, sebagai berikut:

1. Riza Afrian Mustaqim, *Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal*, Tesis Program Studi Magister Ilmu Falak, Fakultas Syari'ah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang. Penelitian tersebut menemukan bahwa untuk memastikan keberadaan citra hilal pada ketinggian tertentu, dibutuhkan tahapan lanjutan yaitu melakukan pengolahan citra (*Image Processing*). BMKG dalam penerapannya menggunakan *image processing*, yang merupakan aturan proses numerik matematis yang sangat penting dalam astrofotografinya. Terkait keabsahan *image processing* ia menemukan bahwa menurut ulama ada dua macam. *Pertama*, ulama yang memperbolehkan penggunaan *Image Processing* namun hanya sebatas memperjelas citra hilal. *Kedua*, ulama yang memperbolehkan penggunaan *Image Processing* secara keseluruhan. Dalam tinjauan masalah mursalah, *image processing* mengandung kemaslahatan yang hakiki yaitu: *image processing* memperjelas data dan hasilnya tervalidasi dan terkalibrasi. Kemudian kemaslahatan secara umum, *image processing* dengan bukti ketampakan hilal berupa data. Dan *image processing* memasyarakatkan pengetahuan tentang hilal. Namun penelitian ini berfokus pada kajian fiqh terhadap keabsahan hasil *image processing* pada rukyatul hilal dan

tidak berfokus pada tahapan-tahapan yang mendetail terkait penggunaan *image processing* pada rukyatul hilal.

2. Adi Damanhuri, *Desain Sistem Pengamatan Sabit Bulan Di Siang Hari*, disampaikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015. Hasil penelitian yang menawarkan sistem pengamatan sabit bulan pada siang hari, dengan peralatan pengamatan berupa kolektor, analisator dan detektor dengan pengamatan yang bertempat di rumah teleskop atap ganda geser sekaligus menggunakan perangkat lunak kontrol teleskop dan pengolah citra. Diperolehlah optimasi sistem pengamatan sabit Bulan di siang hari yang beroperasi dengan baik. Hal ini ia buktikan dengan berhasilnya pengamatan dan mendapat citra sabit bulan pada 16 Mei 2015 di kota Depok dan pada 13 Juli 2015 oleh tim Astronomi Universitas Brawijaya Malang.²⁴ Penelitian ini memberikan hasil yang mendetail dalam kajian terkait sisem pengamatan sabit Bulan di siang hari. Di dalam penelitiannya tersebut juga di paparkan bagaimana SOP yang baik dalam pengamatan sabit Bulan di siang hari.
3. Jurnal Ike Mardiya Sari, dkk, *Iplementasi Circuar Hough Transform Untuk Deteksi Kemunculan Bulan Sabit*, penelitian ini meneliti suatu sistem untuk mendeteksi kemunculan bulan sabit dengan metode *Circular Hough*

²⁴ Adi Damanhuri, *Desain Sistem Pengamatan Sabit Bulan Di Siang Hari*, Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Jakarta. Disampaikan pula pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015, h. 17

*Transform*²⁵. Metode ini terdiri dari empat tahap yaitu *preprocessing*, segmentasi, pencarian kandidat obyek, dan deteksi obyek dengan *Circular Hough Transform*. Hasil uji coba pada sejumlah citra hasil pengamatan menunjukkan keberhasilan sistem sebesar 75% dalam mendeteksi kemunculan bulan sabit.²⁶

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, penelitian tentang studi analisis terkait karakteristik metode *image processing* di Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal yang penulis teliti merupakan suatu kebaruan, dimana perbedaannya terletak pada karakteristik metode *image processing* itu sendiri, lokus atau tempat penelitian, serta pengkajian terkait validitas metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal.

E. Kerangka Teori

1. Landasan Normatif

Dalam surat al-Baqarah ayat 189 Allah berfirman terkait kenampakan hilal, ayat tersebut berbunyi:

²⁵ Metode *Circular Hough Transform* adalah metode yang *robust* yang dapat digunakan untuk mengandung banyak *noise*. Metode ini pernah diterapkan pada pengenalan bola secara otomatis dan deteksi obyek buah kelapa, lihat jurnal Ike Mardiyah Sari, dkk, *Iplementasi Circuar Hough Transform Untuk Deteksi Kemunculan Bulan Sabit*, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, 2012, h. 1

²⁶ Ike Mardiyah Sari, dkk, *Iplementasi Circuar Hough Transform Untuk Deteksi Kemunculan Bulan Sabit*, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, 2012, h. 1

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ وَلَيْسَ
 الْبُرِّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبُرَّ مِنَ اتَّقَى
 وَتَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

Artinya “Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”²⁷

Dalam kitab *Tafsiru Al-Qurani Al-Adzim Li Al-Imami Al-Jalaini*, karya imam Jalaluddin al-Suyuthi dan Jalaluddin al-Mahally, kata *al-ahillah* adalah jama’ dari kata hilal yang pada permulaanya tampak kecil dan tipis kemudian terus bertambah hingga penuh dengan cahaya. Lalu kembali seperti semula maka keadaanya tidak seperti matahari yang tetap, dan (hilal) tersebut merupakan tanda-tanda waktu.²⁸

2. Landasan Teori

Berkaitan dengan penelitian ini penulis menggunakan beberapa teori yang relevan dengan penelitian:

a. Rukyatul Hilal

“*Rukyatul Hilal*” adalah suatu kegiatan atau usaha melihat hilal atau Bulan Sabit di langit (ufuk) sebelah barat sesaat Matahari terbenam menjelang Bulan baru

²⁷ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 1, (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia), 2012, h. 282

²⁸ Jalaluddin al-Suyuthi dan Jalaluddin al-Mahally, *Tafsiru Al-Qurani Al-Adzim Li Al-Imami Al-Jalaini*, (Serbai: Imaratullah), t. t, h. 27-28

khususnya menjelang bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah untuk menentukan kapan bulan baru itu dimulai.²⁹

b. Pengolahan Citra Digital

Citra adalah gambar pada bidang dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi dan kontinu menjadi gambar diskrit, melalui proses sampling gambar analog dibagi menjadi M baris dan N kolom sehingga menjadi gambar diskrit.³⁰ Dalam prosesnya terdapat beberapa aplikasi *image processing* yang biasa dipakai oleh para ahli, misalnya Image J, MATLAB, IRIS, Adobe Photo Ilustrator, Photoshop dan lain-lain.

1) Prinsip Pengolahan Citra

a) Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra bisa memiliki beberapa tujuan.³¹

- Tujuan pertama adalah agar citra memiliki tampilan yang lebih baik menurut selera manusia.
- Tujuan adalah agar citra lebih mudah untuk dianalisis oleh proses otomatis berbasis citra.

²⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka), 2004, h. 173

³⁰ David Simangunson, dkk., *Optimasi Sensor Kamera Pada Proses Identifikasi Warna Dengan Pengolahan Citra Menggunakan Design Of Experiment*, *e-Proceeding of Engineering* : Vol.3, No. 2 Agustus 2016, h. 3051

³¹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 99

- Tujuan ketiga adalah menghilangkan artifak-artifak pengganggu yang tidak diinginkan atau yang lebih dikenal dengan istilah derau (*noice*).

b) Perbaiki Kontras

Pada pengambilan citra oleh kamera seringkali dalam keadaan yang kurang jelas. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan prinsip pengolahan citra melalui peningkatan kecerahan (kontras).³²

Hal ini bisa dilakukan dengan beberapa teknik. Yang pertama adalah *historigram stretching*³³. *Historigram* ditarik sedemikian rupa sehingga lebih merata distribusinya. Tehnik yang kedua adalah *historigram equalization*³⁴. Mirip dengan tehnik pertama, tehnik ini juga bertujuan membuat distribusi pada *historigram*nya tersebar lebih merata. perbedaanya adalah pada tehniknya.³⁵

c) Pengurangan Derau (*Noise*)

Citra yang ditangkap oleh kamera dan akan diproses seringkali dalam keadaan terdistorsi atau

³² A. Kadir, & A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, (Yogyakarta: Penerbit Andi), 2003, h. 67

³³ *Historigram Stretching* adalah salah satu *Tool* dalam aplikasi *image processing* yang digunakan sebagai alat untuk memperbaiki kontras dan kecerahan citra gambar.

³⁴ *Historigram Equalization* juga merupakan adalah salah satu *Tool* dalam aplikasi *image processing* yang digunakan sebagai alat untuk memperbaiki kontras dan kecerahan citra gambar.

³⁵ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 100

mengandung derau. Untuk kepentingan tertentu, derau tersebut perlu dibersihkan terlebih dahulu.³⁶

Jenis-jenis derau secara umum dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:³⁷

- Proses akuisi yang kurang baik.
- Sensor yang digunakan.
- Lingkungan, seperti terdapat awan ketika mengambil citra.
- Transmisi, terjadi *data loss* ketika pengiriman citra melalui sebuah sinyal yang mengakibatkan citra yang diterima kurang atau tidak sama dengan citra yang dikirim.

d) Pencarian Bentuk Objek

Untuk kepentingan mengenali objek yang ditangkap citra, objek perlu dipisahkan dari *background*. Salah satu pendekatan yang umum dipakai untuk keperluan ini adalah penemuan batas objek. Dalam hal ini, batas objek berupa bagian tepi objek.³⁸

e) Penajaman Citra

Penajaman citra adalah salah satu bentuk *bandpass filter*³⁹. Itu artinya yang diloloskan oleh

³⁶ David Simangunson, dkk., *Optimasi Sensor Kamera...*, h. 3051

³⁷ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 101

³⁸ David Simangunson, dkk., *Optimasi Sensor Kamera...*, h. 3052

³⁹ *Bandpass Filter* adalah salah satu tool dalam aplikasi *image processing*. Pada bagian ini *bandpass filter* memperbaiki ketajaman citra gambar sehingga dapat lebih jelas terlihat.

filter ini adalah bagian citra berfrekuensi tertentu. Pada penajaman citra maka tepi-tepi objek yang ada dalam citra akan terlihat lebih tegas. Penajaman citra bisa dilakukan dengan melakukan konvolusi menggunakan kernel *bandpass*.⁴⁰

F. Metodologi Penelitian

1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini mendalami tentang studi analisis metode *image processing* Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal, pendalaman tersebut meliputi keseluruhan proses *image processing* dari awal citra hilal didapat hingga bagaimana citra hilal tersebut selesai diproses sehingga dapat dijadikan sebagai ketampakan hilal. Proses tersebut kemudian dikaji keefektifannya yaitu dengan analisis tahap-tahap serta kelebihan dan kekurangan metode *image processing* CASA melalui uji verifikatif dengan metode *image processing* BMKG. Hasil rukyatul hilal metode *image processing* CASA tersebut kemudian di analisis melalui kacamata hukum Islam agar dapat diketahui bagaimana validitasnya hilal tersebut.

Penelitian ini merupakan kategori penelitian *field research* (riset lapangan) dengan jenis penelitian sebagai penelitian kualitatif⁴¹ terhadap pengembangan teknik rukyatul hilal menggunakan metode *image processing*.

⁴⁰ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 109

⁴¹ Analisis Kualitatif pada dasarnya lebih menekankan pada proses deduktif dan induktif serta pada analisis terhadap dinamika antar fenomena yang diamati, dengan menggunakan logika ilmiah. Lihat dalam Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar), Cet-5, 2004, h. 5

Penelitian ini secara langsung melihat dan mempelajari metode *image processing* dimulai dari proses awal yaitu pemasangan instrumen rukyah hingga pengolahan citra dengan menggunakan *software* khusus yang dipakai oleh CASA

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan saintifik⁴² dan pendekatan kualitatif⁴³, kedua pendekatan ini dibutuhkan untuk mengkaji kebenaran pengetahuan dan data-data yang diperoleh.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dome Astronomi CASA, lembaga astronomi ini memiliki sumbangsih besar dalam pelaksanaan rukyatul hilal, karena memiliki program rutin dalam pengamatan hilal pada setiap bulan, serta berperan aktif di tingkat Nasional maupun Internasional.

Berkaitan dengan hilal, sejak 2007 hingga saat ini Dome Astronomi CASA telah berulang kali berhasil melihat hilal, kemudian data hilal tersebut dilaporkan dan diarsipkan pada data base ICOP dan MCW. Data tersebut diperoleh melalui

⁴² Pendekatan saintifik merupakan proses pencarian pengetahuan, pemahaman, serta skill yang harus dilakukan secara sistematis sesuai kaidah dan langkah ilmiah. Hal ini didasarkan pada hakikat manusia yang selalu ingin tahu dengan cara melakukan pembuktian dari apa yang dilihat, didengar dan dirasakan. Lihat Musfiqon & Nurdyansyah, *Pendekatan Pembelajaran Saintifik*, (Sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2015), 48.

⁴³ Pendekatan kualitatif biasanya digunakan untuk menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang atau perilaku yang diamati, dan selanjutnya dikuatkan dengan sumber data primer dan sumber data sekunder. Baca, Amiruddin dan Zaenal Asikin, *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, (Jakarta: Rajagrafindo Persada), 2006, h. 133

perekaman citra hilal berupa gambar dan keterangan saat observasi dilaksanakan, sehingga sangat tepat jika menjadi locus untuk penelitian ini. Fokus penelitian ini adalah pada citra hilal yang melalui metode *image processing* saja, karena penelitian ini membutuhkan data citra hilal yang telah dilakukan melalui proses metode *image processing* untuk diuji keefektifannya. Sedangkan data-data hilal CASA yang lainnya akan dijadikan sebagai tolak ukur keberhasilan CASA dalam rukyatul hilal sampai dilakukannya penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, di mana pada bulan pertama peneliti fokus mengumpulkan data yang diperlukan. Pada bulan kedua dan ketiga peneliti fokus mengumpulkan data yang perlu diketahui terkait *image processing* untuk rukyatul hilal di Dome Astronomi CASA. Pada bulan keempat peneliti mengumpulkan data ke BMKG kemudian mendialogkan data dengan teori yang ada sebagai bentuk analisis untuk menemukan titik temu pada kasus yang terjadi pada penelitian ini.

3. Sumber Data

Dalam penelitian kualitatif, data yang dikumpulkan berhubungan dengan fokus penelitian. Ada dua sumber data dalam penelitian ini, yaitu sumber primer⁴⁴ dan sumber data

⁴⁴ Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Lihat buku Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Alfabeta CV.), cet. Ke-23, 2016, h. 225

sekunder⁴⁵. Sumber data primer dalam penelitian ini adalah data-data apapun yang di dapat pada saat penulis terjun ke lapangan, mulai dari wawancara dengan narasumber, dokumentasi langsung dan data hilal yang berhasil teramati melalui *image processing* di Dome Astronomi CASA sejak tahun 2011-2019, dari beberapa data yang ada, kemudian dipilih data-data hilal yang telah melalui *image processing* saja, karena hanya data tersebut yang berhubungan dengan fokus penelitian ini. Sedangkan sumber data sekunder dalam penelitian ini adalah tulisan-tulisan baik berupa buku, jurnal, esai dan tulisan ilmiah yang berkaitan dengan penelitian ini.

4. Teknik Pengumpulan Data

Jenis data diperoleh dalam penelitian ini adalah berupa data proses metode *image processing*. Data-data tersebut bersumber dari hasil data-data hilal yang berhasil diamati oleh Dome Atronomi CASA, dengan tehnik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Menurut Sugiyono yang mengutip Sanafiah Faisal bahwa ia mengkalsifikasikan observasi menjadi observasi berpatisipasi (*participant observation*), observasi secara terang-terangan dan tersamar (*overt observation and covert observation*), dan observasi yang

⁴⁵ Sumber sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen. Lihat buku Sugiyono, *Metode Penelitian....*, h. 225

tak berstruktur (*unstructured observation*).⁴⁶ Pada penelitian ini penulis menggunakan model observasi berpartisipasi/partisipatif, dengan golongan observasi partisipasi moderat⁴⁷.

Penulis dalam beberapa kesempatan ikut mengamati proses bagaimana hilal itu diambil gambarnya melalui rukyatul hilal dengan menggunakan alat bantu rukyah, hingga bagaimana hasil citra hilal tersebut diolah dalam multimedia sehingga menghasilkan citra hilal yang lebih jelas atau dari citra yang tidak terlihat saat diambil gambarnya hingga pada citra yang terlihat setelah dilakukan *images processing*.

b. Wawancara

Sugiyono mengutip pernyataan Esterberg bahwa wawancara adalah pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu.⁴⁸ Untuk menghasilkan data yang akurat dan lengkap, penulis melakukan wawancara terhadap ahli-ahli yang bersinggungan langsung terhadap *image processing* pada rukyatul hilal di Dome Astronomi CASA maupun ahli lain yang berada diluar lingkup CASA, di

⁴⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian...*, h. 226

⁴⁷ Partisipasi moderat artinya dalam observasi ini terdapat keseimbangan antara peneliti menjadi orang luar dan orang dalam. Peneliti dalam mengumpulkan data ikut observasi partisipatif dalam beberapa kegiatan, tetapi tidak semuanya. Lihat buku Sugiyono, *Metode Penelitian...*, h. 227

⁴⁸ Sugiyono, *Metode Penelitian...*, h. 231

antaranya: AR. Sugeng Riyadi sebagai Kepala Pusat Observatorium CASA, Adnan sebagai staf ahli CASA, Suaidi Ahadi sebagai Kepala Pusat Seismologi Teknik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG, Rukhman sebagai staf ahli BMKG, Whtiya sebagai staf ahli BMKG, dan Muhammad Faishol Amin sebagai staf ahli *image processing* LFNU Gresik.

c. Dokumentasi

Menurut Sugiyono dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Menurutnyanya pula studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif.⁴⁹

Penulis melakukan dokumentasi dalam setiap proses penelitian ini dilakukan. Mulai dari penyajian instrumen, data berupa catatan, foto, record dan video. Hal ini digunakan sebagai pendukung setiap langkah-langkah penelitian yang penulis tempuh serta untuk menguatkan hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini, agar dapat dipastikan bahwa penelitian ini dilakukan berdasarkan apa yang terjadi di lapangan.

5. Analisis Data

Penelitian ini menganalisis keefektifan hasil metode *image processing* pada rukyatul hilal di BMKG dan Dome

⁴⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian...*, h. 240

Astronomi CASA, guna dijadikan sebagai salah satu opsi standar acuan dalam penggunaan metode *image processing*. Untuk mencapai hal tersebut, peneliti menggunakan model analisis, *deskriptif analitis*.⁵⁰ Guna menganalisis data-data maupun tahap-tahap yang telah dikumpulkan dan tertuang dalam metode *image processing* Dome Astronomi CASA. Kemudian memverifikasi metode *image processing* CASA dengan mengacu pada metode *image processing* BMKG dan menyesuaikan dengan teori *image processing* yang ada.

G. Sistematika Pembahasan

Penulisan tesis ini di susun ke dalam lima bab, yaitu:

Bab I berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, kajian pustaka, kerangka teori, metode penelitian, dan sistematika pembahasan.

Bab II berisi landasan hukum rukyatul hilal, sejarah rukyatul hilal, tinjauan umum terkait *image processing*.

Bab III berisi tentang bagaimana karakteristik metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA untuk rukyatul hilal

Bab IV analisis bagaimana karakteristik dan validitas metode *image processing* pada Dome Astronomi CASA.

Bab V berisi penutup, yang memaparkan secara singkat dan terarah mengenai kesimpulan dari penelitian ini, serta kritik dan saran.

⁵⁰ *Deskriptif analitis* adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum

BAB II

TINJAUAN UMUM RUKYATUL HILAL DAN TEORI *IMAGE PROCESSING*

A. Landasan Hukum Rukyatul hilal

1. Surat al-Baqarah ayat 189

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتٌ لِلنَّاسِ وَالْحُجِّ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ
تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَى وَأَتُوا الْبُيُوتَ مِنْ
أَبْوَابِهَا وَأَتَقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ﴿١٨٩﴾

Artinya “Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”¹

Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan bahwa terciptanya hilal, sebagai jawaban bagi pertanyaan-pertanyaan bangsa Arab kepada Rasulullah SAW terkait *al-ahillah* (hilal). Abu Ja'far dalam hal ini memberikan jawaban terkait pertanyaan tersebut, sebagaimana penjelasan Abu Ja'far bahwa *al-ahillah* itu mempunyai beberapa waktu bagi manusia, yang pertama adalah untuk mengetahui waktu puasa bagi umat islam, mengetahui berbukanya, mengetahui hari raya, mengetahui masa iddah perempuan-perempuan mereka, dan untuk mengetahui kapan menyelesaikan hutang-hutangnya. Dalam keterangan ayat tersebut

¹ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Tafsirnya*, (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia), 2012, Jilid 1, h. 282

Abdul Razak juga menyampaikan bahwa Allah menjadikan *al-ahillah* itu untuk beberapa waktu bagi manusia, maka berpuasalah ketika kalian melihat hilal, berbukalah ketika kalian melihatnya pula, dan jika hilal tersebut terhalang awan (mendung) maka genapkanlah menjadi 30 hari.²

Melalui keterangan tafsir tersebut bahwa ayat di atas memberi pengetahuan bahwa umat Islam pada masa itu menjadikan rukyatul hilal sebagai penanda waktu, untuk memulai puasa, hari raya dan lain sebagainya.

2. Surat Yunus ayat 5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

Artinya “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”.³

Dalam Tafsir Ibnu al-Katsir bahwa ayat (يَعْلَمُونَ عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ) menjelaskan bahwa diciptakanya matahari adalah untuk mengetahui

² Imam Jalil al-Hafidz ‘Amadu al-Din Aba al-Fida’ Isma’il bin Katsir al-Dimsyiqi, *Tafsir al-Quran al-Adzim*, (Jizah: Maktabah al-Auladu al-Syaikh li-Turats), 2000, Jilid ke-2, h. 211

³ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Quran...*, Jilid 4, h. 257

hari-hari, dan dengan perjalanan bulan dapat mengetahui bulan-bulan dan tahun.⁴

3. Hadis nabi

حدثنا عبد الله بن مسلمة، عن مالك، عن نافع: عن عبد الله بن عمر رضي الله عنهما: أنّ رسول الله صلى الله عليه و سلام ذكر رمضان فقال: (لا تصوموا حتى تروا الهلال، ولا تفطروا حتى تروه، فإن غم عليكم فاقدروا له)⁵

Artinya “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: “(Jangan lah berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah berbuka sampai kalian melihatnya pula, dan jika hilal terhalangi awan di atasmu, maka perkirakanlah).”

B. Sejarah Perkembangan Rukyatul Hilal di Indonesia

Pada beberapa tahun ini, di Indonesia seringkali terjadi perbedaan dalam penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah. Sebagaimana tahun-tahun yang lalu yakni 1998, 1999, 2006, 2007, 2011, 2012 dan juga pada 2013. Fenomena perbedaan penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal dan zuhijah selalu menjadi hal menarik di kalangan muslim Indonesia. Keadaan ini disebabkan ketiga bulan tersebut memiliki arti penting dalam kehidupan beragama umat islam.⁶

⁴ Imam Jalil al-Hafidz ‘Amadu al-Din Aba al-Fida’ Isma’il bin Katsir al-Dimsyiqi, *Tafsir...*, Jilid ke-7, h. 335

⁵ Al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad bin Isma’il, *Sahih al-Buhkari*, (Riyadh: Dar al-Salam), 1997, h. 376

⁶ M. Rifa Jamaludin Nasir, *Imkan al-Ru’yah Ma’sum Ali (Konsep Visibilitas Hilal dalam Kitab Badi’ah Al-Misal dan Aplikasinya dalam Penetapan Awal Bulan Hijriyah)*, Tesis, Program Pascasarjana, Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013, h. 65

Pendapat Rifa Jamaludin yang ia kemukakan pada tahun 2013 itu pun masih terjadi hingga beberapa tahun-tahun berikutnya, dimana ada beberapa ormas yang melaksanakan ibadah Ramadhan ataupun Idul Fitri lebih awal dibanding ormas lainnya.

Dalam perkembangannya, perbedaan penetapan awal bulan kamariah di Indonesia tidak hanya berpusat masalah hisab dan rukyat, namun juga pada permasalahan perbedaan dalam mendefinisikan hilal. Secara harfiah hilal didefinisikan sebagai awal penampakan bulan sabit yang sangat tipis setelah terjadinya ijtimak di ufuk barat setelah terbenamnya Matahari (*ghurub*). Secara teknis, belum ada rumusan baku tentang bagaimana posisi bulan yang berkedudukan sebagai hilal.⁷ Adapun sebagian besar masyarakat awam pada umumnya memahami bahwa persoalan awal bulan kamariah hanya seputar perbedaan metode penentuannya saja, maka penulis fokus kepada pembahasan dan memaparkan lebih jauh terkait metode-metode penentuan awal bulan kamariah yang selama ini dipakai di Indonesia, yang akhirnya akan mengerucut pada metode penentuan awal bulan dalam menggunakan instrument yang memanfaatkan kecanggihan teknologi .

Merupakan masalah klasik bahwa di kalangan umat Islam, terjadi perbedaan pendapat mengenai cara menentukan awal bulan kamariah. Sebagian umat Islam berpendapat bahwa cara yang paling tepat digunakan untuk menentukan awal bulan kamariah adalah berdasarkan rukyat, sebagaimana yang dipahami

⁷ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka al-Kautsar), 2015, h. 17

berdasarkan hadits-hadits Nabi Muhammad serta praktik yang digunakan oleh Nabi dalam menentukan awal bulan kamariah, namun sebagian umat Islam lainnya menggunakan metode hisab yang juga mempunyai dasar-dasar dan merujuk pada hadist-hadist Nabi untuk penerapannya.

Dalam pengertiannya, rukyat secara bahasa arab, berarti melihat dengan mata atau dengan akal. Rukyatul hilal sendiri adalah aktifitas mengamati visibilitas hilal, yakni melihat penampakan bulan bagaikan sabit yang sangat tipis sesudah terjadinya ijtimak dan setelah wujud diatas ufuk.⁸ Penetapan awal bulan kamariyah di Indonesia oleh departemen Agama RI dilaksanakan dengan rukyat yang didukung oleh hisab atau dengan hisab yang didukung oleh rukyat.⁹

Rukyat pada umumnya dilakukan di tepi pantai atau di atas dataran tinggi (seperti gunung atau bukit), karena kedua tempat tersebut merupakan lokasi bebas halangan untuk melihat hilal di ufuk bagian barat.¹⁰

Dalam penerapannya sebagaimana kita ketahui, khususnya di Indonesia, rukyat bukanlah satu-satunya metode dalam menentukan awal bulan kamariah. Beberapa kelompok masih teguh dalam menggunakan metode hisab.

⁸ A. Kadir, *Formulasi Baru Ilmu Falak*, (Jakarta: AMZAH), 2012, h. 198

⁹ Moedji Raharto, *Ilmu Falak Panduan Praktis Menentukan Hilal*, (Bandung: Humaniora), 2006, h. 5

¹⁰ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, (Jakarta: AMZAH), cet. Ke-IV, 2016, h. 154

Salah satu hadits Nabi yang digunakan sebagai dasar oleh kedua metode adalah hadis yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari:

حدثنا عبد الله بن مسلمة، عن مالك، عن نافع: عن عبد الله بن عمر رضي الله عنهما: أنّ رسول الله صلى الله عليه و سلام ذكر رمضان فقال: (لا تصوما حتى تروا الهلال، ولا تفتروا حتى تروه، فإن غم عليكم فاقدروا له)¹¹

Artinya “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: (Jangan lah berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah berbuka sampai kalian melihatnya pula, dan jika hilal terhalangi awan di atasmu, maka perkirakanlah).

Menurut Hadi Bashori, sebagian umat Islam lainnya berijtihad bahwa cara yang dapat digunakan dalam menentukan awal bulan kamariah tidak hanya berdasarkan rukyat, namun juga berdasarkan hisab. Hal ini ditafsirkan daripada bagian pada hadist yang berbunyi (فاقدروا له), yang berarti perkira-kirakanlah, dan hisab sebagai media atau alternatif untuk memperkira-kirakanya. Menurutnyanya pula pendapat kalangan kelompok yang menggunakan hisab ini juga mengambil pesan-pesan yang disampaikan dalam al-Qur’an tentang penanggalan, waktu dan peredaran benda-benda langit.¹²

Di Indonesia sendiri terdapat dua ormas besar yang berbeda dalam menentukan awal bulan Kamariah. Mereka yang menempuhnya dengan cara rukyatul hilal *bil fi’li* dengan memakai teori *imkan al-ru’yat* dalam hal ini diwakili oleh Nahdlatul Ulama, dan ada pula yang menempuhnya dengan cara hisab dengan

¹¹ Abi Abdillah Muhammad bin Isma’il bin Bukhari, *Sahih al-Buhkari...*, h. 376

¹² Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak...*, h. 191

berpegang kepada teori *wujudul hilal* dalam hal ini dianut oleh ormas Muhammadiyah. Meskipun demikian bukan berarti kelompok pertama tidak menggunakan hisab, bagi mereka hisab sebagai pemandu dan pendukung dalam pelaksanaan rukyat.¹³ Akhirnya yang terjadi terkadang adalah kemungkinan bahwa hasil hisab dari kedua kelompok sama, namun bedanya terletak pada teori yang mereka ikuti, *imkan al-ru'yat* dan *wujudul hilal*.

Perbedaan yang muncul ini berdasarkan dari pentafsiran hadist-hadist nabi, salah satunya yang di riwayatkan oleh Bukhari dan Muslim yang tertera di atas. Melihat dari dalil yang dijadikan dasar pada keduanya, tidak bisa dikatakan bahwa rukyah benar dan hisab salah, begitupun sebaliknya bahwa hisab benar dan rukyah salah.

Menurut Susiknan Azhari yang mengutip pernyataan H.A. Mukti Ali dalam musyawarah Hisab dan Rukyat tahun 1977/1397 H bahwa hisab yang benar akan bisa dibuktikan dengan rukyat yang benar karena yang menjadi objek keduanya sama, yaitu hilal. Artinya, secara epistemologis, kedua-duanya dapat dibenarkan dan dipertanggungjawabkan.¹⁴

Secara historis, di dalam penggunaan rukyat sendiri, ketika Islam mulai berkembang luas ke luar wilayah jazirah Arab, sudah muncul permasalahan di mana rukyat dijadikan sebagai metode

¹³ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Prenada Media), 2015, h. 89-90 lihat juga Chairul Zen al-Falaky, *Penentuan Awal Bulan Kamariah Prespektif Nahdlatul Ulama*, Makalah Seminar Nasional, (Medan: Umsu), 2012, h. 3

¹⁴ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah), cet ke-ii, 2007, h. 129

penentuan awal bulan Kamariah. Salah satu bukti hadist yang terekam dalam dokumentasi dan diriwayatkan oleh Imam Muslim, adalah problem rukyat Ramadhan tahun 35/656 pada zaman Khalifah Ustman ibn ‘Affan.¹⁵ Kasus problem rukyat ini terekam dalam hadist Kuraib yang terkenal yaitu:

حدثنا موسى بن اسماعيل يعني ابن جعفر اخبرني محمد بن ابني حرمة اخبرني كريب. ان ام الفضل بعثته الى معاوية بالشام، فقال فقدمت الشام، فقفضيت حاجتها، واسهلت علي رمضان وانا بالشام، فرايت الهلال ليلة الجمعة، ثم قدمت المدينة في اخر الشهر، فساأني عبدالله بن عباس، ثم ذكر الهلال، فقال: متى رأيت الهلال؟ فقلت: رأيناه ليلة الجمعة، فقال: انت رأته؟ فقلت: نعم، ورأه الناس وصاموا، وصام معاوية، فقال: لكننا رأناه ليلة السبت، فلا نزال نصوم حتى نكمل ثلاثين او نراه، فقلت: ألا نكتفي برؤية معاوية وصيامه؟ فقال: لا، هكذا امرنا رسول الله صلى الله عليه وسلم. رواه ابو داود¹⁶

Artinya “ Musa bin Ismail telah bercerita kepada kami, dari Ismail bin Ja’far, dari Muhammad bin Abi Harmalah, dari Kuraib, bahwa Ummu Fadhl telah mengutus dia (Kuraib) kepada Mu’awwiyah di Syam. Dia berkata, maka aku tiba di Syam dan menyesuaikan kebutuhan Ummu Fadhl dan diumumkan terkait hilal bulan Ramadhan, sedangkan aku masih berada di Syam. Kami melihat hilal pada malam Jumat, kemudian aku tiba di Madinah pada akhir bulan. Ibnu Abbas bertanya kepadaku: kapan kamu melihat hilal? akupun menjawab: aku melihatnya pada malam Jumat. Ia bertanya lagi: engkau melihatnya pada malam Jumat? Aku menjawab: iya, orang-orang melihatnya dan merekapun berpuasa, begitu pula Mu’awiyah. Ia (Ibnu Abbas) berkata: kami melihatnya pada malam Sabtu, kami

¹⁵ Syaikh Muhammad Rasyid Ridha, dkk, *Hisab Bulan Kmarariah, Tinjauan Syar’i Tentang Penetapan Awal Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah), cet-keIII, 2009, h. 17

¹⁶ Imam Abi Husein Muslim Ibn al-Hujjaj, *Sahih Muslim*, Juz II, (Beirut Lebanon: Ikhya’ at-Turats al-Arabiyy), tt, h. 765

akan berpuasa dengan menyempurnakan tiga puluh hari atau jika kami melihat hilal. aku bertanya: tidakkah cukup bagimu (untuk mengikuti) rukyah dan puasa Muawiyah? Ia menjawab: Tidak! Begituulah Rasulullah memerintahkan kami.” (HR Abu Dawud).

Terjadi perbedaan rukyat dalam hadits ini, antara Madinah dan Damaskus yang dialami oleh Kuraib (w. 98/717) yang kemudian ditanyakanya kepada Ibnu Abbas (w. 68/688). Kuraib diutus oleh Ibnu Abbas yang bernama Ummul Fadhl untuk menemui Muawiyah di Syam (Damaskus). Menurut hadits di atas bagi Ibnu Abbas Madinah dan Damaskus adalah dua matlak yang berbeda, sehingga oleh karena itu rukyat yang terjadi pada salah satunya tidak berlaku pada yang lain karena perbedaan matlak tersebut sekalipun masih dalam satu negara yang sama (negara Khulafa Rasyidin).¹⁷

Sejarah ini sebagai bukti bahwa perbedaan dalam hisab rukyat sudah ada, walaupun menurut Hasbi ash Shiddiqiey yang dikutip oleh Ahmad Syifaul Anam dalam buku *Perangkat Rukyat non Optik*, bahwa pendapat Ibnu Abbas yang tidak menerima rukyah Muawiyah karena disebabkan adanya perbedaan politik antara pusat dan daerah.¹⁸

Tidak bisa dipungkiri bahwa metode rukyatul hilal juga memiliki kelemahan. *Pertama*, hilal pada tanggal satu sangat tipis sehingga sangat sulit dilihat oleh orang biasa (dengan mata telanjang), apalagi tinggi hilal kurang dari 2 derajat. Selain itu di

¹⁷ Syaikh Muhammad Rasyid Ridha, dkk, *Hisab...*, h. 19

¹⁸ Ahmad Syifaul Anam, *Perangkat Rukyat non Optik (Kajian terhadap Model, Penggunaan dan Akurasinya)*, (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya), 2015, h. 56

ufuk sebelah barat masih memancarkan sinar berupa mega merah. Mega inilah yang menyulitkan melihat bulan sendiri dalam kondisi bulan mati. *Kedua*, kendala cuaca. Di udara terdapat partikel yang dapat menghambat pandangan mata terhadap hilal, seperti kabut, hujan, debu, dan asap. *Ketiga*, kualitas rukyat. Menurut Susiknan pula, metode rukyat memiliki potensi terjadinya kekeliruan subjektif yang lebih besar dibandingkan dengan hisab. Hal ini disebabkan karena rukyat adalah observasi yang bertumpu pada proses fisik (optik dan fisiologis) dan kejiwaan (psikis).¹⁹

Di samping memiliki kelemahan, masing-masing keduanya pun memiliki keunggulan. Keunggulan metode hisab sebagaimana yang di paparkan Azhari yang kemudian di kutip oleh F. Fatwa Rosyadi Satria Hamdani dalam bukunya Ilmu Falak (*Menyelami Makna Hilal Dalam Al-Quran*), di antaranya (1) dapat menentukan posisi bulan tanpa terhalang oleh faktor-faktor cuaca, seperti mendung dan kabut dan sebagainya; (2) dapat diketahui waktu ijtima (*conjunction*) terjadi antara Bulan dan Matahari, sehingga pada nantinya dapat diketahui dimana posisi Bulan di atas atau di bawah ufuk; (3) dapat dibuat Kalender Hijriyah tahunan secara jelas dan pasti.²⁰

Berbeda dengan metode hisab, keunggulan metode rukyat (*observation*) diantaranya: (1) rukyat/observasi merupakan metode ilmiah yang akurat, karena dengan pengamatan yang serius dan

¹⁹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak...*, h. 130-132

²⁰ F. Fatwa Rosyadi S. Hamdani, *Ilmu Falak (Menyelami Makna Hilal dalam al-Quran)*, (Bandung: P2U-LPPM UNISBA), 2017, h. 10-11

dilakukan secara berkelanjutan, pada akhirnya menghasilkan tabel-tabel astronomis (*zijzij*). (2) seorang pengamat astronomi Galileo Galelei (1564-1642 M) menjadi perintis ke jalan pengetahuan yang lebih modern dari sebelumnya. Observasi yang dilakukanya menghasilkan temuan berupa adanya daya tarik benda, hukum jatuhnya benda, menemukan teleskop dan mikroskop, serta mendukungnya teori Copernicus tentang berputarnya Bumi mengelilingi Matahari.²¹

Berdasarkan kelemahan dan kelebihan antara hisab dan rukyat tersebut, dapat kita lihat bagaimana kedua metode tersebut mempunyai proses yang menghasilkan produk (teknik penentuan awal bulan) yang masing-masing mempunyai ciri khas berbeda.

Menanggapi permasalahan tersebut, banyak pihak yang tergugah untuk mengupayakan penyatuan agar supaya dapat menyamakan penetapan awal bulan kamariah. Salah satu tawaran upaya untuk menyatukan penetapan awal bulan kamariah adalah upaya yang dilakukan oleh pemerintah dengan mazhab *imkanuru'yah* dengan menggunakan format kekuasaan *itsbat* pada pemerintah. Menurut Ahmad Izzuddin, upaya pemerintah ini pada dasarnya berpijak pada upaya tercapainya keseragaman, kemaslahatan dan persatuan umat Islam Indonesia. Ia mendasarkan hal tersebut sebagaimana kaidah yang berbunyi: *hukm al-hakim ilzamun wa yarfa'u al-khilaf* (keputusan hakim/pemerintah itu mengikat dan menyelesaikan perbedaan pendapat).²²

²¹ F. Fatwa Rosyadi S. Hamdani, *Ilmu...*, h. 11

²² Ahmad Izzuddin, *Fiqih...*, h. 151

Di Indonesia *imkan al-ru'yah* merupakan salah satu fenomena penetapan awal bulan hijriyah selain rukyat murni dan hisab murni. Secara harfiah *imkan al-ru'yah* dapat diartikan perhitungan kemungkinan hilal terlihat yang dalam bahasa astronomi terkenal dengan sebutan *crescent visibility* (yang akhir-akhir ini di Indonesia terkenal dengan istilah visibilitas hilal). Pada praktek *imkanu al-ru'yah*, pengguna harus mempunyai kriteria batasan hilal dapat dilihat. Batasan Hilal dapat dilihat ini memperhitungkan faktor-faktor keterlihatan Hilal setelah adanya penelitian-penelitian sebelumnya.²³

Upaya pemerintah itu dilanjutkan dengan dilakukannya pertemuan dan musyawarah ahli hisab dari berbagai ormas Islam pada bulan Maret 1998, yang juga diikuti oleh ahli astronomi dan instansi terkait. Pertemuan tersebut di antaranya menghasilkan keputusan:

1. Penentuan awal bulan Kamariah didasarkan pada *imkan al-ru'yah*, sekalipun tidak ada laporan *ru'yah al-hilal*;
2. *Imkan al-ru'yah* yang dimaksud didasarkan pada tinggi hilal 2 derajat dan umur bulan 8 jam dari saat *ijtima'* saat Matahari terbenam;
3. Ketinggian dimaksud berdasarkan hasil perhitungan sistem hisab *haqiqi tahqiqi*;
4. Laporan rukyatul hilal yang kurang dari 2 derajat dapat ditolak.²⁴

²³ M. Rifa Jamaludin Nasir, *Imkan al-Ru'yah...*, h. 76

²⁴ Ahmad Izzuddin, *Fiqh...*, h. 158-159

Hasil pertemuan tersebut tidak serta merta dapat langsung diterapkan oleh seluruh ormas Islam di Indonesia. Terbukti perbedaan terjadi lagi pada Idul Fitri 1432 dan awal Ramadan 1433 yang hingga kini masih menyisakan persoalan.²⁵

Susiknan Azhari dalam jurnalnya, mencantumkan tabel perbedaan yang terjadi pada bulan Kamariah khususnya bulan Ramadhan, Syawal, dan Zulhijah sepanjang tahun 2001-2012:

Tahun	Lama Puasa	Perayaan	Hari/Tanggal
2001	29	Serempak	Ahad, 16-12-2001
2002	29/30	Berbeda	Kamis/Jum'at, 5/6-12-2002
2003	29	Serempak	Selasa, 25-11-2003
2004	29	Serempak	Ahad, 14-11-2004
2005	29	Serempak	Kamis, 3-11-2005
2006	29/30	Berbeda	Senin/Selasa, 23/24-10-2006
2007	29/30	Berbeda	Jum'at/Sabtu, 12/13-10-2007
2008	29	Serempak	Rabu, 1-10-2008
2009	29	Serempak	Ahad, 20-9-2009
2010	29	Serempak	Jum'at, 10-9-2009
2011	29/30	Berbeda	Selasa/Rabu, 30/31-9-2011
2012	29/30	Berbeda	Ahad, 19 Agustus 2012

Tabel 1. Data perbedaan penentuan bulan Kamariah oleh Susiknan Azhari²⁶

²⁵ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam: Mendialogkan Wujud al-Hilal dan Visibilitas Hilal*, Jurnal, *Ahkam*: Vol. XIII, No. 2, Juli 2013, h. 157

²⁶ Susiknan Azhari, *Penyatuan Kalender Islam...*, h. 158-159

Pasca-pertemuan tersebut, paling tidak ada 5 kali perbedaan dalam perayaan Ramadhan, yaitu pada tahun 2002, 2006, 2007, 2011 dan 2012.

Menanggapi perbedaan yang terjadi, bahkan setelah dilakukannya upaya dari pemerintah itu sendiri, Ahmad Izzuddin dalam bukunya *Fiqih Hisab Rukyat* memberikan komentar yang diajukan sebagai solusi alternatif yakni menemukan kriteria *imkan al-ru'yah* yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Menurutnya mazhab (hisab dan rukyat) yang berupaya mendapatkan hasil penetapan dimana data hisabnya secara ilmiah, dengan penerapan:

- a. Jika menurut data hisab *imkan al-ru'yah* sudah dinyatakan mungkin untuk dirukyat, tapi praktik dilapangan tidak dapat dirukyat dan hal ini bukan disebabkan mendung atau gangguan cuaca, maka dasar yang dipakai adalah hisab.
- b. Jika sudah dinyatakan mungkin untuk dirukyah tapi praktik di lapangan tidak dapat dirukyah karena mendung atau gangguan cuaca, maka dasar yang dipakai adalah istikmal.
- c. Dan jika dinyatakan tidak mungkin untuk dirukyat, maka dasar yang dipakai adalah prinsip rukyat yakni disempurnakan 30 hari (istikmal).²⁷

Berdasarkan permasalahan di atas, solusi alternatif yang ditawarkan oleh Ahmad Izzuddin merupakan solusi yang bisa digunakan oleh pemerintah untuk menengahi perbedaan yang terjadi. Melalui penelitiannya, terkait *formulasi penyatuan antara*

²⁷ Ahmad Izzuddin, *Fiqih...*, h. 160-161

mazhab hisab dan mazhab rukyat ia menemukan bahwa penggunaan metode *imkanu al-ru'yah* kontemporer merupakan upaya yang paling tepat. Hal ini didasarkan bahwa penggunaan kriteria *imkan al-ru'yah* berdasarkan data-data hisab kontemporer dari hasil penelitian kontemporer yang akurat sehingga dapat menghasilkan kriteria *imkan al-ru'yah* yang akurat juga.²⁸

Menanggapi hal ini, penulis melihat berdasarkan solusi alternatif pada poin pertama dan kedua yang pada awalnya muncul dari permasalahan seputar hisab rukyat, ada kesulitan yang terjadi pada saat praktik di lapangan. Kesulitan dalam melihat hilal baik karena faktor cuaca maupun karena faktor pengamat sendiri, merupakan kendala yang kerap kali menjadi penyebab gagalnya melihat hilal, walaupun saat ketinggian hilal terbilang tinggi.

Rukyatul hilal hingga saat ini terus mengalami perkembangan, bahkan munculnya metode *imkan al-ru'yah* merupakan perkembangan yang sangat signifikan dalam dunia hisab dan rukyat. Tidak bisa dipungkiri bahwa pemanfaat teknologi canggih yang dapat membantu sebagai upaya mencari kemaslahatan umat, menjadi salah satu instrumen dalam rukyatul hilal yang sangat dibutuhkan saat ini.

Mengutip pendapat Suaidi Ahadi, bahwa perkembangan dalam rukyatul hilal saat ini sudah sangat baik, BMKG sendiri sebagai badan resmi yang mempunyai tugas untuk melaporkan hilal setiap bulannya memanfaatkan kecanggihan teknologi sebagai instrumen

²⁸ Ahmad Izzuddin, *Fiqih...*, h. 164

pembantu dalam rukyatul hilal.²⁹ Penggunaan komputerisasi dalam hal ini metode *image processing* dirasa sangat tepat sebagai upaya untuk menjembatani kendala yang muncul pada saat rukyatul hilal di lapangan, seperti halnya kendala di lapangan yang terjadi pada solusi alternatif poin pertama dan kedua, yang digagas oleh Ahmad Izzuddin.

C. Tinjauan Umum Metode *Image Processing*

Minat terhadap bidang pengolahan citra secara digital dimulai pada awal tahun 1921, yaitu pertama kalinya sebuah foto berhasil ditransmisikan secara digital melalui kabel laut dari kota New York ke Kota London (*Bartlane Cable Picture Transmission System*).³⁰

Dalam penerapannya, *image processing* tidak bisa terlepas dari tehnik astrofotografi. Astrofotografi merupakan pengamatan fenomena benda langit dan mengabadikannya melalui foto. Hal tersebut bisa dilakukan secara sederhana melalui kamera *Digital Single Lens Reflex* (DSLR) hingga melalui teropong yang canggih.³¹

Di Indonesia sendiri *image processing* dalam rukyatul hilal telah digunakan oleh para pegiat falak. Pengembangan tehnik *image processing* dalam penerapannya untuk rukyatul hilal semakin maju. Beberapa instansi yang sudah mahir dalam penggunaan tehnik ini,

²⁹ Wawancara dengan Suaidi Ahadi pada 12 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

³⁰ Marvin Ch. Wijaya dan Agus Prijono, *Pengolahan Citra Dijital Menggunakan MATLAB*, (Bandung: Informatika Bandung), 2007, h. 23

³¹ Riza Afrian Mustaqim, *Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal*, Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan, Juni 2018, h. 78

sayangnya cenderung tidak mau membagikan metode ini secara terbuka. Akhirnya yang terjadi, para pegiat-pegiat falak di Indonesia khususnya, masih sangat minim pengetahuannya terkait teknologi tersebut. Hal ini sangat disayangkan, karena perkembangan teknologi dalam hal ini untuk rukyatul hilal, belum bisa dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh umat Islam, khususnya di Indonesia.

1. **Teori *Image Processing***

Pemahaman mendasar terhadap pengolahan citra digital semuanya bermula dari sebuah konsep sederhana yang dalam dunia *image processing* dinamakan dengan persepsi visual. Menurut Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods, intuisi dan analisis manusia memainkan peran inti. Peran tersebut tidak terlepas dari manusia dalam memilih antara satu teknik dengan teknik yang lainnya, dan pilihan tersebut sering dibuat berdasarkan penilaian subyektif dan visual. Karenanya, mengembangkan pemahaman dasar persepsi visual manusia adalah sebagai langkah yang paling pertama.³²

Presepsi visual menurut Priyanto Hidayatullah bahwa terlihatnya sebuah citra oleh manusia adalah presepsi yang dibentuk oleh sistem pengelihatannya manusia. Secara lebih umum menurutnya presepsi visual ini bisa di modelkan menjadi Sumber Cahaya- Objek- Sensor.³³

³² Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, (USA: Prentice Hall), Edition-2, 2002, h. 34

³³ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 15

a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya sebagai salah satu yang mempengaruhi terhadap persepsi visual juga dapat memberikan kesan yang berbeda apabila menggunakan sumber cahaya yang berbeda.

b. Objek

Objek yang dilihat manusia dapat mempengaruhi terhadap persepsi visual. Misalnya objek yang dilihat adalah bunga matahari. Kelopak bunga matahari akan memantulkan gelombang cahaya kuning dan diterima oleh mata manusia. Begitu pula dengan lukisan, cat mobil, warna mata dan lainnya.

c. Sensor

Sesnsor adalah hal terakhir yang dapat mempengaruhi persepsi visual. Sensor sebagai media untuk menangkap visualisasi terhadap objek yang dilihat akan memberikan presepsi yang berbeda tergantung dengan sensor yang digunakan. Misalnya saja sensor yang digunakan adalah mata manusia. Apabila manusia (normal) melihat angkasa dengan jenis warna benda langit yang bermacam-macam, berbeda jika kita melihat dengan menggunakan sensor CCD yang mempunyai sensor hitam-putih saja. Penggunaan sensor lain ini memberikan kualitas gambar yang berbeda tergantung terhadap kualitas alat yang digunakan dan kebutuhan penggunaanya.³⁴

³⁴Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h.16-20

2. Jenis Citra

Menurut Priyanto Hidayatullah, ada lima jenis citra dalam pengolahan citra digital pada umumnya, lima citra tersebut adalah:

a. Citra berwarna

Citra berwarna adalah citra yang memiliki 3 buah kanal warna di dalamnya. Pada umumnya citra terbentuk dari komponen merah/*red* (R), hijau/*green* (G), dan biru/*blue* (B) yang dimodelkan kedalam ruang warna RGB. RGB adalah standar untuk menampilkan citra berwarna pada layar televisi maupun layar komputer. Selain RGB ada beberapa citra warna yang menggunakan ruang warna berbeda, seperti CMYK (*cyan, magenta, yellow, dan black*), HSV (*hue, saturation, value*) dan lain-lain. Seiring berkembangnya zaman, muncul citra berwarna dengan transparansi. Citra berwarna transparansi biasanya digunakan untuk menghilangkan bagian *background* dari objek dalam sebuah citra. Komponen jenis citra ini berbentuk RGB dan *alpha* (A) yang dimodel dalam ruang warna RGBA.

b. Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* adalah citra yang hanya mempunyai 1 kanal sehingga yang ditampilkan hanya nilai intensitas atau dikenal juga dengan istilah derajat keabuan. Citra ini memiliki skala nilai keabuan yang bervariasi, dari nilai 0

sampai 255, nilai 0 mempresentasikan warna hitam dan nilai 255 mempresentasikan warna putih.³⁵

c. Citra Biner

Citra biner atau citra hitam putih adalah citra yang hanya memiliki 2 kemungkinan nilai untuk setiap pikselnya, yaitu 0 atau 1. Nilai 0 akan tampil sebagai hitam dan 1 akan tampil sebagai putih. Untuk mendapatkan suatu citra biner maka kita membutuhkan citra *grayscale* yang dilakukan *thresholding*³⁶ terhadapnya.

d. Citra Terindeks

Citra terindeks adalah citra berwarna yang mana dalam penyimpanannya dilakukan mekanisme yang berbeda. Citra biasa disimpan dalam piksel yang bernilai rentang 0-255 untuk ketiga kanalnya namun citra terindeks hanya satu nilai dalam setiap pikselnya, yaitu indeks dari piksel tersebut.³⁷

3. Format File Citra

Untuk menyimpan citra dalam file, maka ada beberapa format file yang bisa digunakan, berikut ini beberapa format file yang umum digunakan menurut Priyanto Hidayatullah:

³⁵ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h.12

³⁶ *Thresholding* adalah langkah dalam pengolahan untuk mencapai ambang batas suatu citra *grayscale* (keabuan) untuk mendapatkan citra biner (hitam-putih) baca Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h. 13

³⁷ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 30-34

- a. PNG (*portable network graphics*)
Format ini dirancang sebagai format yang universal terutama untuk digunakan di internet.
- b. JPEG (*joint photographic expert group*)
Format ini digunakan untuk citra dengan ukuran *file* kecil namun tetap memberikan kualitas yang cukup bagus.
- c. TIFF (*tagged image file format*)
Sering digunakan untuk menyimpan data tanpa kompresi. Ukurannya menjadi relatif sangat besar namun memberikan kualitas yang maksimal.
- d. SVG (*scalable vector graphics*)
Digunakan untuk menyimpan citra dalam bentuk vektor dua dimensi yang disimpan menggunakan format XML.
- e. GIF (*graphics interchange format*)
Format ini adalah format citra terindeks untuk citra berwarna maupun citra *grayscale* dengan maksimum kedalaman 8-bit.
- f. BMP (*bitmap file format*)
BMP merupakan format yang sederhana yang dapat mendukung citra *grayscale*, citra terindeks, dan citra *true color*. Citra ini didapatkan sebagai *file* mentah hasil akuisisi kamera digital. Ukurannya biasa sangat besar.³⁸

³⁸ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 37-40

4. Pendekatan Peningkatan Citra

Menurut Rafael C. Gozales dan Richard E. Woods, pendekatan citra terbagi dalam dua kategori besar: metode spasial domain dan metode frekuensi domain. Istilah domain spasial mengacu pada bidang gambar itu sendiri, dan pendekatan dalam kategori ini didasarkan pada manipulasi langsung piksel dalam suatu gambar. Berbeda dengan teknik pemrosesan domain frekuensi yang didasarkan tentang memodifikasi transformasi Fourier dari suatu gambar.³⁹

Dalam pembahasan ini hanya akan menggunakan teori metode spasial domen, yang jika menurut Priyanto Hidayatullah adalah filter spasial. Metode inilah yang nantinya akan di pakai dalam pengeolahan citra untuk rukyatul hilal.

Menurut Priyanto Hidayatullah, *filtering*/penapisan spasial merupakan sebuah proses untuk meloloskan komponen pada frekuensi tertentu dan menolak komponen frekuensi yang lainnya. *Filtering*/penampisan pada filter spasial dilakukan dengan tujuan:

- a. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*)
- b. Penghilangan derau (*noice*)
- c. Penghalusan/pelembutan citra
- d. Deteksi tepi/penajaman tepi⁴⁰

Tahapan-tahapan pada filter spasial dapat di rumuskan kedalam beberapa langkah berikut ini:

³⁹ Rafael C. Gonzales dan Richard E. Woods, *Digital...*, h. 75

⁴⁰ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra...*, h. 85

1) Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra bisa memiliki beberapa tujuan.⁴¹

- Tujuan pertama adalah agar citra memiliki tampilan yang lebih baik menurut selera manusia.
- Tujuan adalah agar citra lebih mudah untuk dianalisis oleh proses otomatis berbasis citra.
- Tujuan ketiga adalah menghilangkan artifak-artifak pengganggu yang tidak diinginkan atau yang lebih dikenal dengan istilah derau (*noise*).

2) Perbaikan Kontras

Pada pengambilan citra oleh kamera seringkali dalam keadaan yang kurang jelas. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan prinsip pengolahan citra melalui peningkatan kecerahan (kontras).⁴²

Hal ini bisa dilakukan dengan beberapa teknik. Yang pertama adalah *historigram stretching*⁴³. *Historigram* ditarik sedemikian rupa sehingga lebih merata distribusinya. Teknik yang kedua adalah *historigram equalization*⁴⁴. Mirip dengan teknik pertama, teknik ini juga bertujuan membuat distribusi pada *historigramnya*

⁴¹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra...*, h. 99

⁴² A. Kadir, & A. Susanto, *Teori...*, h. 67

⁴³ *Historigram Stretching* adalah salah satu *Tool* dalam aplikasi *image processing* yang digunakan sebagai alat untuk memperbaiki kontras dan kecerahan citra gambar.

⁴⁴ *Historigram Equalization* juga merupakan salah satu *Tool* dalam aplikasi *image processing* yang digunakan sebagai alat untuk memperbaiki kontras dan kecerahan citra gambar.

tersebar lebih merata perbedaannya adalah pada tehniknya.⁴⁵ Selain teknik tersebut, menurut Rukman teknik *stacking* adalah salah satu teknik pengolahan citra dengan prinsip peningkatan kontras. Artinya teknik *stacking* sendiri dapat digunakan sebagai cara untuk meningkatkan kontras pada gambar.⁴⁶

3) Pengurangan Derau (*Noise*)

Citra yang ditangkap oleh kamera dan akan diproses seringkali dalam keadaan terdistorsi atau mengandung derau. Untuk kepentingan tertentu, derau tersebut perlu dibersihkan terlebih dahulu.⁴⁷ Secara visual gangguan noise pada citra akan tampak seperti bintik-bintik dengan intensitas warna yang acak pada piksel-piksel yang saling bersebelahan.⁴⁸

Jenis-jenis derau secara umum dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- Proses akuisi yang kurang baik
- Sensor yang digunakan
- Lingkungan, seperti terdapat awan ketika mengambil citra
- Transmisi, terjadi *data loss* ketika pengiriman citra melalui sebuah sinyal yang mengakibatkan citra yang

⁴⁵ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 100

⁴⁶ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

⁴⁷ David Simangunson, dkk., *Optimasi Sensor Kamera...*, h. 3051

⁴⁸ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h. 117

diterima kurang atau tidak sama dengan citra yang dikirim⁴⁹

4) Penajaman Citra/Penejapan Tepi

Penajaman citra adalah salah satu bentuk filtering⁵⁰. Itu artinya yang diloloskan oleh filter ini adalah bagian citra berfrekuensi tertentu. Pada penajaman citra maka tepi-tepi objek yang ada dalam citra akan terlihat lebih tegas. Penajaman citra bisa dilakukan dengan melakukan konvolusi menggunakan kernel *band-pass* (ataupun menggunakan *low-pass* dan *high-pass*).⁵¹ Menurut Saifuddin Madenda, penajaman citra atau upaya untuk mendeteksi tepi agar lebih jelas ini tidak lepas dari adanya noise, maka untuk dapat mendeteksi objek dalam kondisi citra yang bernoise, terlebih dulu harus dilakukan “pemfilteran” yaitu untuk menghilangkan atau menghaluskan noise. Pada umumnya ada dua noise yang mempengaruhi citra asli, yaitu *uniform noise* dan *gaussian noise*⁵². Dalam pengolahan citra dikenal dengan dua jenis filter yaitu FIR (*finite impulse response*) dan IIR

⁴⁹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 101

⁵⁰ *Bandpass, lowpass* dan *highpass filter* adalah jenis-jenis filter yang ada dalam teknik pemfilteran pada pengolahan citra, baca Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 85-86

⁵¹ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital...*, h. 109

⁵² *Gaussian noise* adalah derau yang terdistribusi pada citra dengan dengan distribusi normal. Penyebab derau ini antara lain pencahayaan yang kurang, suhu yang sangat tinggi dan kesalahan dalam transmisi citra. Baca Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 103

(*infinite infuls response*)⁵³. Priyanto sendiri menjabarkan salah satu teori pengurangan derau tersebut dengan menggunakan teori *gaussian filter*⁵⁴

5. Komponen Pengolahan Citra Digital

Secara umum Bernd Jahne telah memaparkan komponen-komponen penting dalam pengolahan citra. Sistem pemrosesan dan akuisisi gambar untuk tujuan umum biasanya terdiri dari empat komponen penting:

- a. Sistem akuisisi gambar. Dalam kasus paling sederhana, ini bisa menggunakan kamera CCD, pemindai flatbed, atau perekam video.
- b. Perangkat yang dikenal sebagai frame grabber untuk mengubah sinyal listrik (biasanya sinyal video analog) dari sistem akuisisi gambar menjadi gambar digital yang bisa disimpan.
- c. Komputer pribadi yang mempunyai kemampuan untuk pemrosesan gambar.
- d. Perangkat lunak pengolah gambar yang menyediakan alat atau aplikasi untuk memanipulasi dan menganalisis gambar.⁵⁵

⁵³ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h.117

⁵⁴ *Gaussian filter* beroperasi dengan cara mengonvolusikan citra dengan kernel *gaussian* dengan ukuran tertentu dari pojok kiri atas sampai bawah citra, baca Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 107

⁵⁵ Bernd Jahne, *Digital Image Processing*, (Jerman: Springer), 2005, h. 21

Setidaknya empat poin komponen di atas merupakan komponen inti yang pada umumnya ada dalam teknik pengolahan citra.

BAB III

METODE *IMAGE PROCESSING* CASA UNTUK RUKYATUL HILAL

A. Profil CASA

CASA (Club Astronomi Santri Assalaam) berdiri bertepatan dengan salah satu *event* besar Astronomi Dunia yakni AstroDay 2005 yang diperingati di Assalaam pada sabtu, 16 April 2005, bertempat di kantor Assalaam lantai 2. Pendiri CASA adalah Ustadz AR Sugeng Riyadi dan ustadz Budi Prasetyo (alm). Kedua ustadz ini memiliki banyak kesamaan; sama-sama alumni Assalaam, sama-sama berasal dari Salatiga, sama-sama punya hobi melihat langit khususnya di malam hari.¹

Berawal dari kesamaan-kesamaan itulah pada suatu saat ustadz Budi menawarkan kepada ustadz AR Sugeng Riyadi untuk melihat hilal dengan menggunakan teleskop di sebuah laboratorium, pada awalnya ustadz AR Sugeng Riyadi meragukan wacana tersebut, karna memang pada saat itu kegiatan semisal rukyatul hilal belum menjadi hal yang dibiasakan di masyarakat, yang kemudian memunculkan stigma bahwa memakai teleskop pun khawatir tidak kelihatan. Menyadari bahwa masyarakat harus dibiasakan pada hal-hal yang berhubungan langsung dengan ibadah, seperti misalnya menentukan awal bulan *Ramadhan*, *Syawwal*, dan bulan *Dzulhijjah*.

¹ <https://blogcasa.wordpress.com/about/>, diakses 00.10 WIB, 25 Juni 2019

Maka mereka berupaya untuk mewujudkan kesadaran tersebut dengan upaya yang nyata.²

Mengerti bahwa menyadarkan masyarakat yang lingkungannya sangat luas tidak mudah, mereka memulai dari skup yang lebih kecil dahulu, yaitu dalam lingkup pondok pesantren. Dan kemudian inilah yang menjadi latarbelakang berdirinya CASA (Club Astronomi Santri Assalaam). CASA memiliki logo yang dijadikan sebagai simbol dan tanda bagi setiap anggota, dan kapan serta dimana CASA mengadakan event. Logo CASA mencerminkan semangat keilmuan dan universalitas. Logo tersebut sepenuhnya didesain oleh ustadz AR.³



Gambar 4. Logo CASA⁴

Kegiatan yang dilakukan oleh CASA salah satunya hingga saat ini adalah rukyatul hilal. Seperti yang di katakan oleh AR Sugeng

² <https://blogcasa.wordpress.com/about/>, diakses 00.15 WIB, 25 Juni 2019

³ <https://blogcasa.wordpress.com/about/>, diakses 00.29 WIB, 25 Juni 2019

⁴ Gambar tersebut di ambil dari situs resmi CASA <https://blogcasa.wordpress.com/about/>, diakses 00.30 WIB, 25 juni 2019

Riyadi, CASA melakukan rukyatul hilal pada setiap bulanya, kemudian melaporkan hasil rukyah tersebut ke situs ICOP milik Shawkat Audah.⁵ Fasilitas yang memadai dan dukungan dari pihak Pondok Pesantren menjadikan CASA semakin berkembang dan maju. Hal ini di buktikan dengan di bangunya Dome Astronomi yang merupakan observatorium sebagai wadah untuk mengembangkan ilmu falak dan Astronomi CASA.

Salah satu perkembangan berbasis teknologi untuk rukyatul hilal yang di kuasai oleh CASA dalah metode *image processing* untuk rukyatul hilal. Metode tersebut sudah melalui perjalanan panjang hingga mapan untuk diterapkan dalam rukyatul hilal di Dome Astronomi CASA.

B. Hasil Rukyatul Hilal CASA dengan *Image Processing*

CASA pernah menggunakan metode yang hampir sama dengan metode *image processing* BMKG, Seperti keterangan Adnan (staf CASA), beberapa waktu yang lalu CASA pernah menggunakan metode *image processing* yang hampir mirip dengan metode BMKG, namun menurut pernyataanya metode yang hampir sama tersebut kurang efektif ketika diterapkan di CASA⁶. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor kondisi ufuk langit CASA yang kurang representatif akibat terhalang gunung, maupun cuaca yang sering mendung, kemudian faktor selanjutnya yaitu masih terbatasnya staf ahli pada CASA yang mahir dalam teknik

⁵ Wawancara dengan AR Sugeng Riyadi, pada 27 Februari 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

⁶ Wawancara dengan Adnan sebagai staf CASA, pada 29 juni 2019, di CASA, Solo

astrofotografi dan *image processing*. Dalam penerapan metode *image processing*, BMKG menggunakan DSLR sebagai instrumen penangkap citra hilal, pada prakteknya metode tersebut sangat membutuhkan kondisi langit yang cerah agar citra hilal dapat ditangkap. Menurut Suaidi Ahadi, Kepala Pusat Seismologi Teknik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG, kebanyakan citra hilal yang berhasil ditangkap oleh BMKG adalah citra hilal yang didapat pada pengamatan di Indonesia bagian Timur. Hal ini disebabkan, langit di Indonesia bagian Timur khususnya, kondisi ufuk yang baik dan langitnya yang sangat cerah, seperti Kupang, Ambon, Maluku dan sebagainya.⁷ Sedangkan jika dibandingkan dengan kondisi langit Solo atau tepatnya pada titik pandang ufuk Barat CASA, sangatlah sulit untuk menggunakan metode astrofotografi BMKG. Kecuali jika tinggi hilal berada pada titik 7 derajat atau lebih, tentu citra hilal dapat lebih mudah di tangkap menggunakan CCD, DSLR ataupun bahkan mata telanjang.

Menurut Whytia (staf ahli BMKG), sampai saat ini BMKG tetap menggunakan metodenya yaitu penggunaan DSLR sebagai intsrumen penangkap citra hilal, yang menurut mereka paling sesuai dan efektif dalam penerapannya di lapangan.⁸

Sejak CASA menggunakan metode *image processing* pada tahun 1433 hingga 1440 H, CASA telah berhasil beberapa kali mendapatkan citra hilal, yang juga telah dilaporkan pada ICOP.

⁷ Wawancara dengan Suaidi Ahadi, pada 12 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

⁸ Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Data-data tersebut dapat dilihat pada situs resmi ICOP yang berdampingan dengan laporan-laporan kenampakan hilal dari seluruh dunia.

Tahun	Hilal Terlihat	Tidak Terlihat
1433 H	3	9
1434 H	2	10
1435 H	0	12
1436 H	0	12
1437 H	0	12
1438 H	1	10
1439 H	1	11
1440 H	0	12
1441 H	0	2

Tabel 2. Data hasil pengamatan CASA⁹

Berdasarkan tabel diatas, CASA beberapa kali berhasil mendapatkan citra hilal. Pada tahun 1433 H, CASA berhasil melihat hilal 3 kali yaitu pada bulan , Rajab, Syawal dan Zulkaidah. Hilal yang terlihat melalui CCD dan *image processing* adalah hilal pada bulan Syawal dan Zulkaidah. Sedangkan hilal pada bulan Rajab berhasil dilihat dengan mata telanjang. Selebihnya hilal tidak terlihat dikarenakan keadaan awan yang mendung dan berawan.

Pada tahun 1434 H, CASA berhasil melihat hilal 2 kali, yaitu pada bulan Shafar dan Zulkaidah. Hilal yang terlihat dengan CCD

⁹ Data pengamatan hilal dapat dilihat pada laman “Crescent Observation Result” pada situs resmi ICOP, <http://www.icoproject.org/res.html> di akses pada 25 juli 2019

image processing adalah hilal pada bulan Zulkaidah sedangkan hilal pada bulan Shafar dilihat dengan menggunakan mata telanjang. Selebihnya hilal tidak terlihat dikarenakan faktor cuaca yang mendung dan berawan.

Hilal tidak terlihat lagi selama pengamatan dari tahun 1435-1437. Menurut AR Sugeng Riyadi, selain faktor cuaca yang mempengaruhi, pada pertengahan tahun 2017 hingga pertengahan tahun 2018 ia sempat tidak berada di CASA sebagai kepala maupun pengurus CASA. Akibatnya, CASA mengalami vakum yang cukup lama, termasuk kegiatan rukyatul hilal. Dalam hal ini, faktor utama penyebab tidak dapat terlihatnya hilal pada tahun tersebut adalah visibilitas hilal yang memang tidak menjangkau Solo ataupun secara umum Jawa untuk rukyatul hilal pada awal bulan. Itupun jikalau ada, pasti hilal tersebut di amati pada tanggal 30 atau bulan hijriyah tersebut di istikmalkan. Data-data tersebut dapat dilihat pada menu “Crescent Visibility” di situs *Accurate Times* milik Shawkat Audah.¹⁰

Pada tahun 1438 H akhir, seiring kembalinya AR Sugeng Riyadi, CASA berhasil mendapatkan citra hilal lagi. Tepatnya pada bulan Zulkaidah. Hilal yang didapatkan dengan mata telanjang oleh AR Sugeng Riyadi.

Selanjutnya pada tahun 1439 CASA berhasil melihat hilal di bulan Safar dengan mata telanjang, namun selebihnya tidak berhasil, dikarenakan cuaca yang kurang mendukung. Pada tahun

¹⁰ Aplikasi *Accurate Times* dapat di download pada situs resmi ICOP <http://www.icoproject.org/accut.html> diakses pada 25 juli 2019

1440 CASA juga belum berhasil melihat hilal, walaupun pada tahun tersebut beberapa bulan memiliki ketinggian hilal yang cukup tinggi, kurang lebih sampai 7 derajat lebih misalnya pada bulan Muharram (kurang lebih 8°), Ramadhan (kurang lebih 5°) dan Zulkaidah (kurang lebih 7°). Sedangkan pada Muharram dan Safar 1441 H, CASA belum berhasil mendapatkan hilal, dikarenakan cuaca langit yang mendung.

C. Metode *Image Processing* CASA

Teleskop yang digunakan CASA adalah WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor¹¹. Pada dasarnya pengoprasian teleskop ini hampir sama dengan teleskop refractor pada umumnya, yaitu dengan menggunakan kombinasi dua buah lensa objektif. Lensa utama berfungsi sebagai pengumpul bayangan dan cahaya kemudian diteruskan ke lensa mata (*eyepiece*) untuk ditampilkan ke mata sebagai bayangan dari sebuah benda.¹²

Tujuan dari teleskop refraktor adalah membiaskan atau membelokkan cahaya. Refraksi ini menyebabkan sinar cahaya paralel berkumpul pada titik fokus. Teleskop akan mengkonversi seikat sinar sejajar dengan membuat sudut alpha dengan sumbu optik untuk sebuah kumpulan sinar paralel kedua dengan sudut beta. Rasio beta dibanding alpha disebut sudut pembesaran. Ini

¹¹ Refraktor atau dioptrik adalah jenis teleskop yang hanya menggunakan lensa untuk menampilkan bayangan benda. Baca, Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi*, (Depok: PT Raja Grafindo Persada), 2017, h. 283

¹² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak...*, h. 284

sama dengan perbandingan antara ukuran gambar retina diperoleh dengan dan tanpa teleskop.¹³



Gambar 5. Teleskop WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor CASA memilih teleskop ini karena beberapa hal, yaitu dari segi ukuran, ukuran teleskop ini panjangnya sesuai, tidak terlalu panjang dan tidak terlalu pendek, yaitu sekitar 30 cm. Hal ini dilakukan karena supaya teleskop dapat menangkap citra bulan secara utuh.

Kemudian menggunakan cermin diagonal untuk menghubungkan lensa CCD¹⁴ ke teleskop.

¹³ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak...*, h. 284

¹⁴ “*Charge Couple Devices (CCD) technologies and image sensors have, since their discovery at the beginning seventies, evolved towards mature products whice today can be found in allmost electronic image acquisition system*” bahwa CCD dan sensor gambar dalam dunia potografi sudah hadir sejak awal tahun 70-an, dan dewasa ini sangat mudah ditemukan di semua sistem gambar elektronik termasuk dalam ranah Astronomi sebagai instrumen obsevasi, lihat Nicolas Blanc, CCD Versus CMOS-has CCD Imaging Come To An End?, Jurnal, *Heidelberg: Blanc, 2001*, h. 131



Gambar 6. Cermin diagonal

Bagian terpenting dalam observasi ini salah satunya juga adalah *mounting*¹⁵ untuk teleskop. *Mounting* yang digunakan oleh CASA adalah *mounting* model Vixen seri Sphinx yang merupakan *mounting* tipe *equatorial mount*¹⁶ buatan Jepang.

¹⁵ *Mounting* merupakan mesin robotik pada bagian teleskop yang menggerakkan teleskop dan dioperasikan dengan tombol-tombol pada remot.

¹⁶ *Equatorial Mount* didesain yang geraknya berputar sejajar dengan sumbu rotasi bumi. Baca Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak...*, h. 289



Gambar 7. Equatorial Mount, Model
Vixen seri Sphinx

Jenis CCD yang dipakai CASA adalah SKYRIS 445 M¹⁷. Menurut AR Sugeng Riyadi, sebenarnya tidak harus 445 M, alasan CASA memilih jenis CCD ini adalah menyesuaikan apa yang dipakai oleh Bosscha¹⁸.

¹⁷ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

¹⁸ Bosscha adalah sebuah Observatorium dan lembaga riset yang berada di bawah naungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung (FMIPA ITB). Hingga saat ini, Observatorium Bosscha merupakan satu-satunya observatorium besar di Indonesia. Bersama dengan Program Studi Astronomi, FMIPA ITB, Observatorium Bosscha menjadi pusat penelitian, pendidikan, dan pengembangan ilmu Astronomi di Indonesia. Lihat situs resmi Bosscha <https://bosscha.itb.ac.id/> diakses pada 1 Agustus 2019



Gambar 8. CCD SKYRIS model 445M

Untuk mempertajam sensitifitas CCD terhadap cahaya, CASA juga menambahkan Bessell¹⁹. Pada lensa CCD, yang digunakan saat observasi hilal. Model bessell tersebut adalah Bessell I Band. Filter I, jadi I merupakan panjang gelombang inframerah yang direduksi atau difilter, sehingga hanya fokus pada cahaya biru yang tampak, yang akhirnya tidak terpengaruh akibat cahaya matahari yang ada. Lalu cahaya biru atau redup dari bulan dapat ditangkap, masuk dan direkam oleh CCD. Ibarat konsep kerjanya, CCD adalah matanya, dan bessell adalah kacamatanya.²⁰



Gambar 9. Bessell I Band

¹⁹ Bessell merupakan lensa tambahan untuk memfilter dan membantu menangkap cahaya tertentu

²⁰ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

Dalam pengoprasian CCD yang sudah penulis praktekan bersama AR. Sugeng Riyadi adalah sebagai berikut:

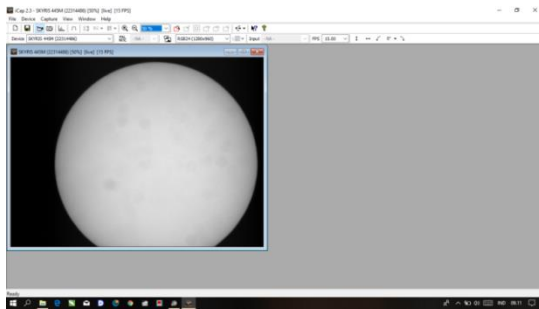
1. Pasang Bessell I Band pada CCD SKYRIS 445 M. Dalam penggunaanya CASA menggunakan jenis Bessell I, walaupun terdapat berbagai macam Bessell.²¹
2. Pasang kabel input CCD SKYRIS 445 M dan sambungkan ke PC.
3. Langkah selanjutnya adalah pengoprasian CCD melalui PC. Pada tahap ini CCD SKYRIS 445 M terlebih dahulu harus menginstal driver CCD dan aplikasi iCAP yaitu *software* CCD yang terdapat pada driver bawaan CCD SKYRIS 445 M. iCAP merupakan aplikasi dari Celestron yang digunakan untuk mengoprasikan CCD SKYRIS 445 M melalui PC. Penginstalan ini harus dilakukan dengan memasukan driver ke PC, sekaligus menyambungkan CCD ke PC. Dalam prakteknya, jika intalasi dengan tanpa menyambungkan CCD maka secara otomatis CCD tidak akan muncul atau tidak terdeteksi pada aplikasi iCAP.

²¹ “UV, B, V, Rc, Ic filters have been the standard for photometric measurements for decades. They have evolved over time as technology changed. H. Johnson in the 1950s and A.W.J. Cousins in the 1970s designed these filters for photomultiplier tubes (PMT)” bahwa “ Filter UV, B, V, Rc, Ic telah menjadi standar untuk pengukuran fotometrik selama beberapa dekade. Filter tersebut telah dikembangkan dari waktu ke waktu seiring perubahan teknologi. H. Johnson pada 1950-an dan sepupunya A.W.J. pada tahun 1970-an merancang filter ini untuk tabung photomultiplier (PMT). lihat <https://astrodon.com/products/astrodon-photometrics-uvbri-filters/> diakses pada 31 Juli 2019



Gambar 10. Driver iCAP, Software
CCD SKYRIS 445 M.

4. Setelah terinstal, buka aplikasi iCAP.



Gambar 11. Aplikasi iCAP

Pada gambar diatas, merupakan gambar pada saat *traking*²² ke Matahari. Hal ini dilakukan untuk memfokuskan teleskop dengan berpatokan pada Matahari, agar ketika nanti *aligment* (memposisikan) ke Bulan, kondisi teleskop sudah fokus dan siap untuk melihat hilal.

Aplikasi-aplikasi yang dipakai dalam pemrosesan CASA adalah:

²² *Tracking* merupakan proses pelacakan teleskop terhadap benda langit

a. **SharpCap**²³

Fungsi SharpCap hampir sama dengan iCAP yaitu untuk mengatur eksposur, kontras, mulainya pemotretan dan pengambilan video pada CCD melalui PC. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

Pertama, instal aplikasi SharpCap. Aplikasi ini dapat diunduh secara gratis di situs Google. *Kedua*, sebagaimana penggunaan iCAP, SharpCap juga harus tersambung pada alat CCD atau CMOS²⁴ untuk pengoprasianya. Setelah dihubungkan dengan kabel portabel pada CCD, maka secara otomatis CCD akan terdeteksi pada menu “File” tinggal klik tipe CCD yang dipakai.

²³ SharpCap adalah aplikasi yang digunakan untuk mengoprasikan CCD pada PC. Kegunaanya hampir sama dengan iCAP, bedanya SharpCap lebih mudah dan universal untuk CCD ataupun CMOS dan *free download*.

²⁴ “The role of Complementary Metal Oxide Semikonduktor (CMOS) Image Sensors since their birth around the 1960s, has been changing a lot. Unlike the past, current CMOS Image Sensors are becoming competitive with regard to Charged Couple Device (CCD) technology. They offer many advantages with respect to CCD, such as lower power consumption, lower voltage operation, on-chip functionality and lower cost”. Sensor gambar CMOS merupakan kamera bersensor tinggi yang hampir sama seperti CCD, saat ini ia menjadi kompetitif sehubungan dengan teknologi CCD. Mereka menawarkan banyak keuntungan dari pada CCD, seperti konsumsi daya yang lebih rendah, operasi tegangan rendah, fungsionalitas *on-chip* dan biaya lebih rendah. Lihat M. Bigas, dkk., Review of CMOS Image Sensor, *Microelectronics Journal*, Volume 37, Issue 5, May 2006, h. 433



Gambar12. Aplikasi SharpCap

Pada gambar diatas dapat dilihat menu-menu yang terdapat pada SharpCap. Seperti halnya iCAP sebelum mengarah ke bulan atau hilal, terlebih dahulu tracking ke Matahari untuk mendapatkan fokus. Setelah fokus maka teleskop siap untuk *tracking* ke Bulan. Pada menu aplikasi, terdapat opsi “start capture” dan “quick capture”. Klik menu “start capture” untuk memulai pengambilan video hilal. Setelah meng-klik menu tersebut akan muncul jendela baru untuk menginstruksikan prosedur pengambilan video. Menurut Sarifuddin Madenda, video adalah sekumpulan citra yang direkam atau diakuisisi selama satu satuan waktu tertentu, dan citra dalam video lebih dikenal dengan istilah frame atau frame citra.²⁵ Dalam jendela tersebut muncul opsi pengambilan video dengan mengacu pada batasan “frame” atau pada batasan “diurasi waktu”. Menurut AR Sugeng Riyadi yang dipilih

²⁵ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h. 3

adalah pengambilan yang mengacu pada batasan frame. Hal ini bukan lah suatu hal yang mutlak, namun disesuaikan dengan kebutuhan pengamat. Seperti penjelasan sebelumnya, jumlah frame ini pun juga menyesuaikan cuaca pada saat pengamatan.²⁶

Pada tahap selanjutnya, setelah citra hilal di rekam oleh CCD melalui aplikasi iCAP atau SharpCap, citra hilal tersebut di olah melalui aplikasi yang bernama IRIS.

b. IRIS²⁷

Fungsi IRIS pada tahap ini adalah untuk memecah video hilal yang sudah didapat, dari format AVI ke FIT yang kemudian di *staking*²⁸ untuk menghasilkan citra hilal yang memungkinkan lebih mudah untuk dilihat. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

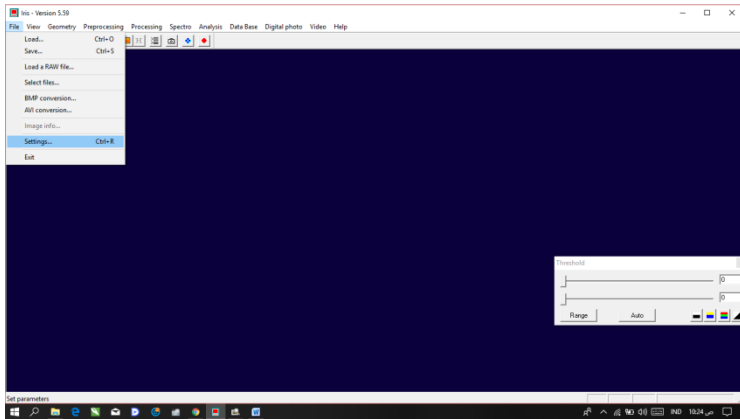
- 1) Pertama download IRIS secara *free* di Google Chrome.
- 2) Instal IRIS pada PC dan ikuti panduan instalasinya sampai selesai.
- 3) Setelah selesai buka aplikasi IRIS. Pada menu IRIS akan muncul beberapa pilihan, pilih “file” pada menu, lalu klik

²⁶ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

²⁷ IRIS merupakan aplikasi pada komputer yang dapat digunakan untuk mengolah gambar digital. Aplikasi ini dibuat oleh Christian BUIL, yang diciptakan dan diperbaharui sejak tahun 1999-2010. Aplikasi ini merupakan proyek dari sebuah situs Web Astrosurf, yang berlokasi di Prancis. Situs tersebut merupakan sebuah situs yang bergerak dalam bidang Astronomi. Lihat <http://www.astrosurf.com/informations-legales> di akses pada 1 Agustus 2019

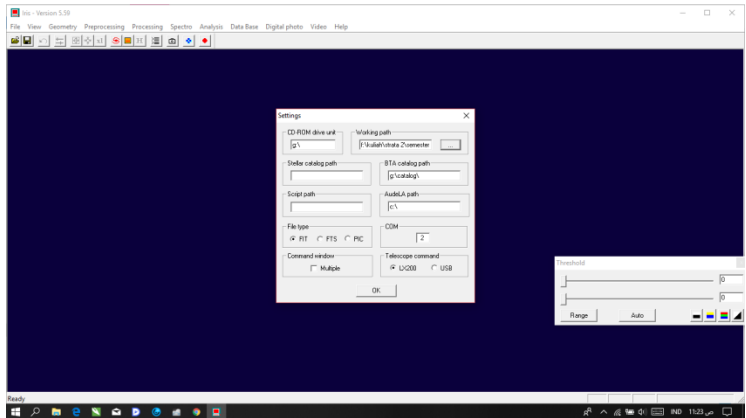
²⁸ *Stacking* merupakan proses pada IRIS untuk menumpuk beberapa frame citra hilal yang telah didapat

“settings”. Terlihat pada layar, jendela “Threshold” pada pojok bawah kanan akan muncul secara otomatis, namun jendela tersebut tidak mempengaruhi pengolahan.



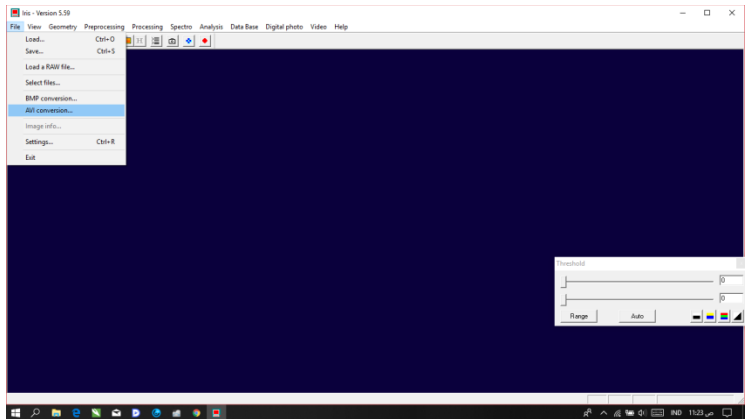
Gambar 13. Membuat “Working Path” pada IRIS

- 4) Selanjtnya muncul jendela yang merupakan langkah untuk membuat lembar kerja baru, lanjutkan untuk mengisi kolom tersebut.
- 5) Pada kolom “Working path” masukan folder yang berisi video hilal berformat AVI yang telah dibuat dan disimpan sebelumnya pada PC. Lalu pilih “file type” menjadi type “FIT”. Untuk kolom-kolom lainnya tidak perlu dirubah. Kemudian klik “ok”.



Gambar 14. Jendela “Working Path”

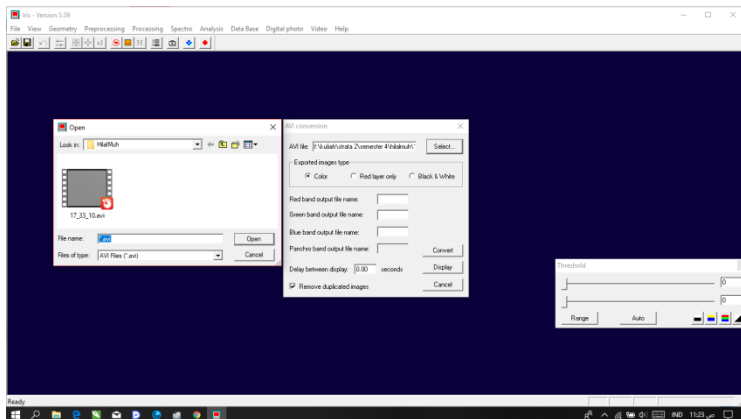
- 6) Langkah selanjutnya klik “file” pada menu, lalu klik “AVI Conversion” untuk mengkonversi video AVI menjadi beberapa *frame* foto.



Gambar 15. “Mengkonversi Video AVI”
pada IRIS

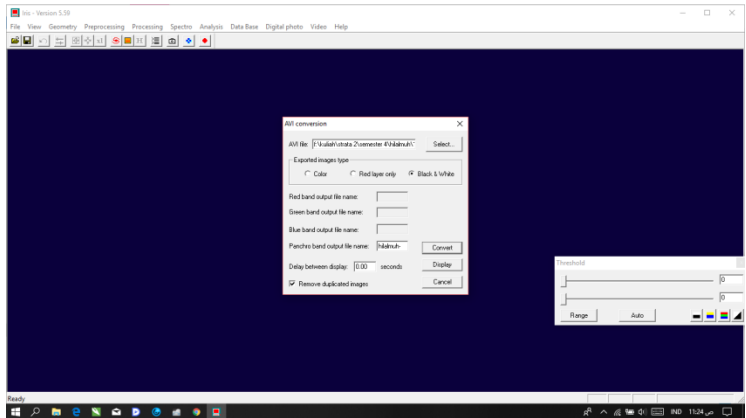
- 7) Setelah itu akan muncul jendela baru, isi kolom “AVI file” dengan video yang akan dikonversi. Perlu di perhatikan, bahwa video yang dimasukkan ke kolom “AVI

file” ini adalah video yang di letakan pada folder lembar kerja awal.



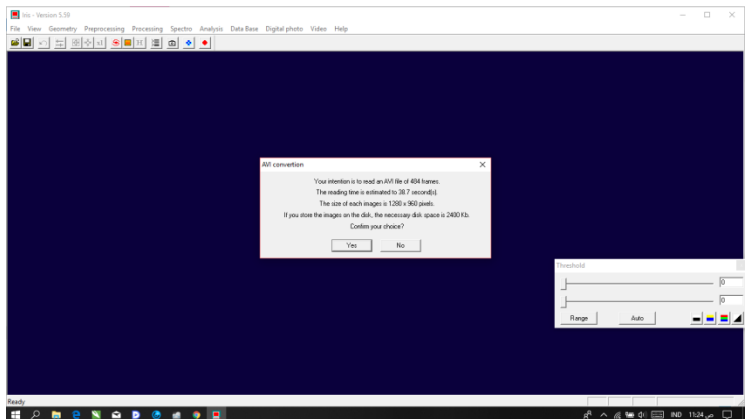
Gambar 16. Jendela “AVI Conversion”

- 8) Lalu pada bagian “Exported image type” pilih “Black and white”, dan pada kolom “Panchro band output file name” ketik nama yang akan menjadi pecahan frame foto-poto hilal. Perlu diperhatikan nama ini harus berbeda dengan yang lain dan harus konsisten, misal hilal yang akan diolah adalah hilal bulan Muharram, maka diberi nama “hilalmuh-” beri tanda (-) pada akhir nama. Selain menu ini tidak usah diubah, lalu klik “convert” pada menu.



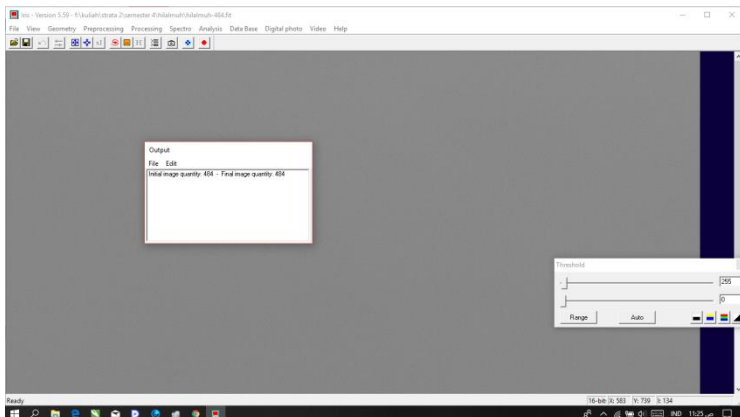
Gambar 17. Tahap “membuat nama video konversi AVI”

- 9) Setelah langkah ini akan muncul jendela baru yang memberikan informasi terkait jumlah frame yang akan dikonversi dan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengkonversi frame tersebut, lalu tekan “yes”. Tunggu beberapa menit.



Gambar 18. Jendela *Stacking*

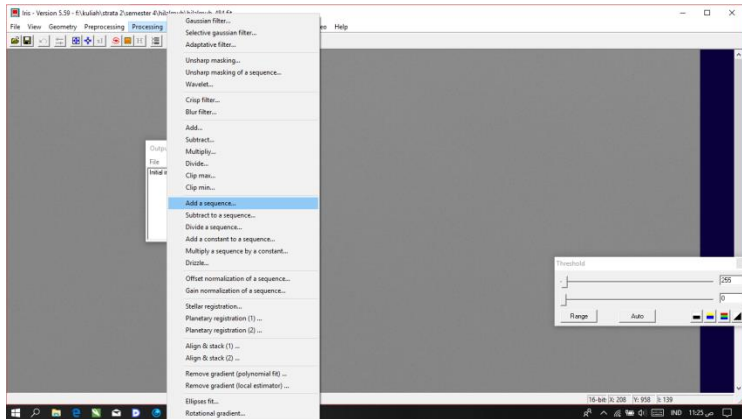
- 10) Setelah menunggu beberapa saat, akan muncul jendela “output” yang memberikan informasi terkait jumlah total gambar dan jumlah gambar yang bisa dikonversi. Dalam tahap ini tidak selalu seluruh frame gambar dari video AVI dapat dikonversi, karena dalam tahap ini, beberapa gambar menurut cara kerja IRIS, tidak bisa di proses ke tahap berikutnya. Hal ini bisa disebabkan oleh kualitas gambar ataupun tingkat noise gambar. Contoh dibawah merupakan video citra hilal yang seluruh jumlah framenya dapat dikonversi.



Gambar 19. Jendela Informasi jumlah konversi video

- 11) Tahap selanjutnya, pada menu utama IRIS, klik “Processing” lalu klik “Add sequences”. Pada tahap ini dimana frame gambar yang sudah di konversi menjadi beberapa frame tadi akan melewati proses *steking* atau penumpukan. Gunanya adalah untuk memeperjelas hilal

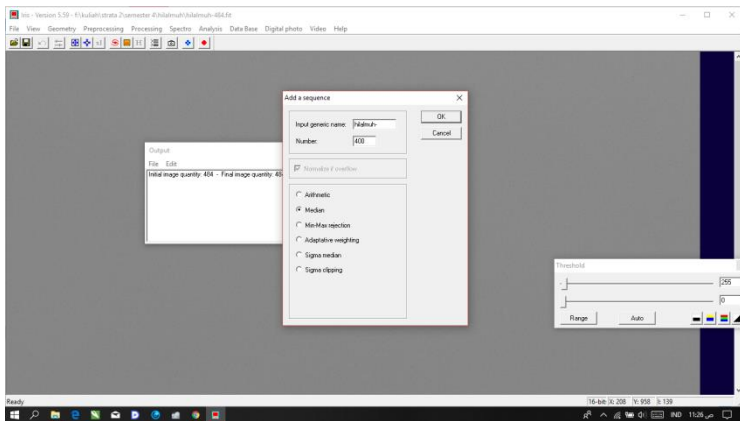
dengan menumpukan beberapa citra hilal yang sudah di ambil menjadi satu citra saja.



Gambar 20. Melakukan *stacking* pada menu “add squence”

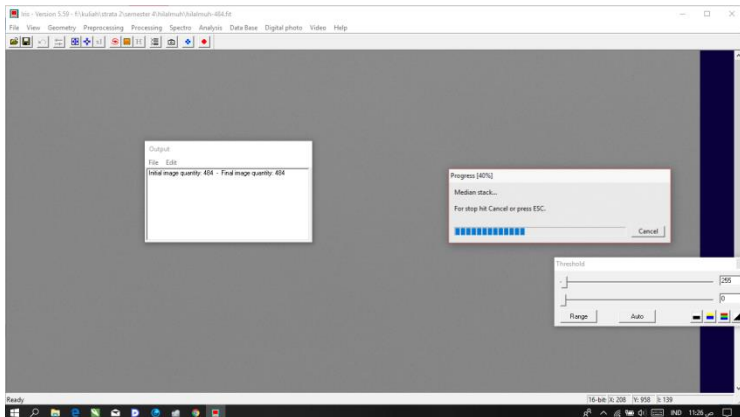
- 12) Lalu akan muncul jendela “add a sequences”. Pada kolom “input generic name” masukan nama yang telah dibuat pada kolom “Panchro band output file name”, nama yang dimasukan harus sesuai dengan file nama tadi, misal “hilmalmuh-”. Kemudian isi angka pada kolom “Number”, angka tersebut menunjukkan jumlah dari frame foto yang sudah dikonversi tadi, dengan catatan tahap ini tidak akan bisa di proses jika angka melebihi jumlah foto yang ada. Misal jumlah foto yang terkonversi ada 40, tapi mengisinya dengan 43. Secara otomatis akan error. Maka isi lah maksimal angkanya sama dengan jumlah foto yang telah berhasil dikonversi. Kemudian pada kolom paling bawah, ada beberapa opsi, seperti Arihmetic, Median,

Min-Max rejection dan lain-lain. Klik “Median”, lalu klik “ok” pada menu.



Gambar 21. Jendela “Add Sequence”

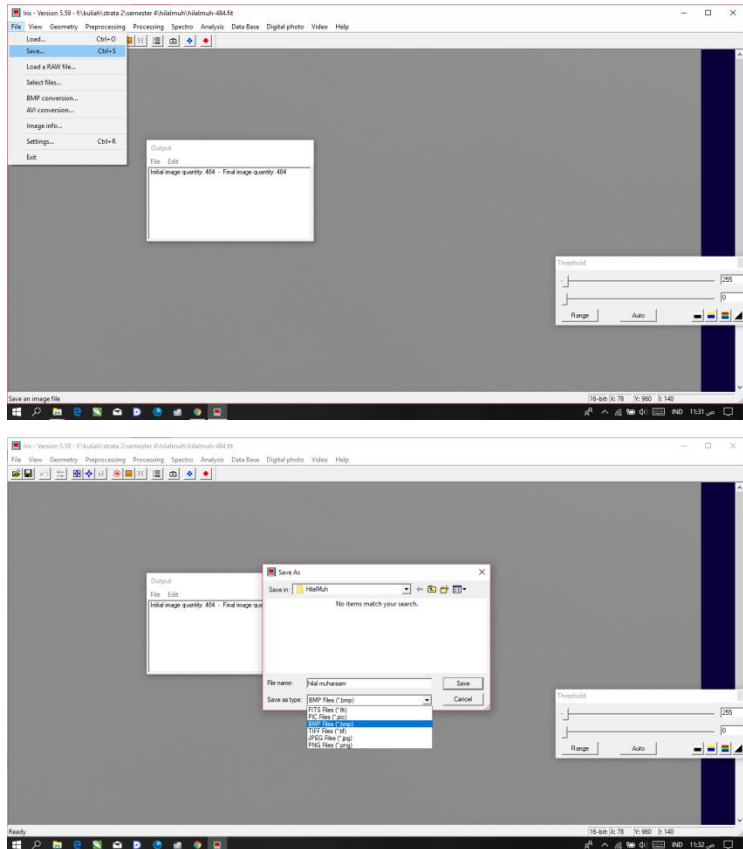
- 13) Setelah itu, tunggu beberapa saat, IRIS akan memproses *stacking* foto tersebut.



Gambar 22. Proses *Stacking*

- 14) Setelah proses *stacking* selesai, lalu simpan foto, dengan cara klik icon “save” di bawah menu “View”. Kemudian pada opsi “save as type” pilih format BMP, lalu klik

“save”. Format BMP dipilih karena format inilah yang masih murni, dan lebih bersih jika diolah, walaupun memang ukuran filenya cukup besar.²⁹



Gambar 23. Tahap Penyimpanan Foto

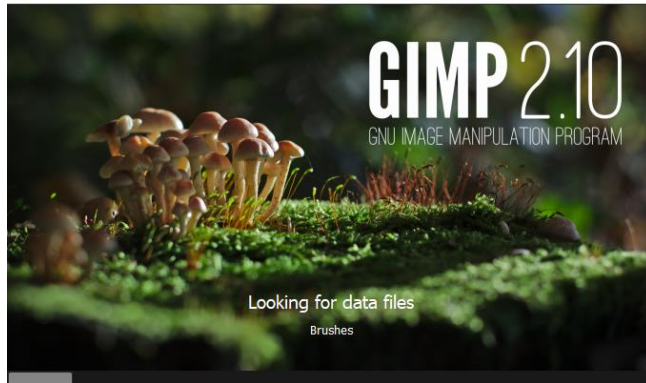
- 15) Pemrosesan citra hilal pada tahap ini dengan menggunakan IRIS selesai, dilanjutkan dengan melalui tahap GIMP.

²⁹ Wawancara dengan Adnan sebagai staf ahli CASA, pada 29 Juni 2019, di CASA, Solo

c. GIMP³⁰

Fungsinya yaitu untuk memperjelas hilal yang sudah di *steking* melalui IRIS, agar nantinya dapat lebih mudah dilihat wujudnya.

- 1) Unduh GIMP secara *free* di Google Chrome.



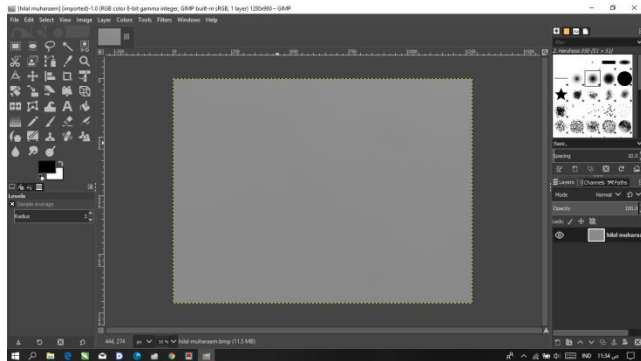
Gambar 24. *Software* GIMP³¹

- 2) Instal GIMP pada PC dan ikuti panduan instalasinya sampai selesai.
- 3) Setelah selesai buka aplikasi GIMP. Ada beberapa menu yang terdapat pada aplikasi ini. Lebih mudah kita

³⁰ “GIMP is an acronym for GNU Image Manipulation Program. It is a freely distributed program for such tasks as photo retouching, image composition and image authoring. The terms of usage and rules about copying are clearly listed in the GNU General Public License. There is a nice Frequently Asked Questions (FAQ) page.” GIMP merupakan Program yang berguna dalam dunia foto dan gambar digital. Aplikasi ini dipublikasi secara bebas untuk tugas-tugas seperti *retouching* foto, komposisi gambar dan penulisan gambar. Lihat situs resi GIMP <https://www.gimp.org/about/> diakses pada 2 Agustus 2019

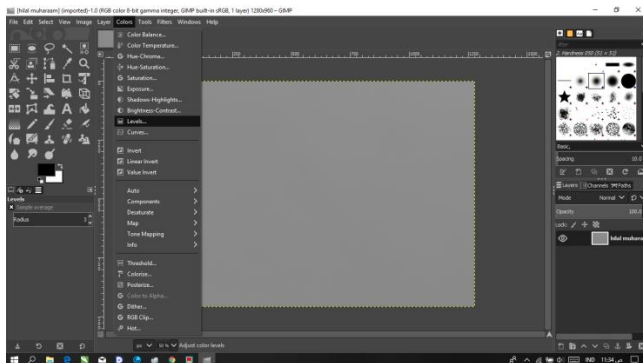
³¹ <https://www.gimp.org/> diakses pada 2 Agustus 2019

hanya tinggal meng-*drag* atau menarik foto akhir yang sudah diproses melalui IRIS ke lembar kerja GIMP.



Gambar 25. Tampilan Menu GIMP

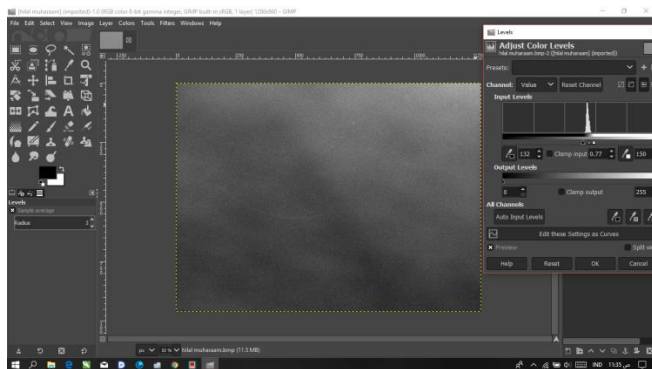
- 4) Lalu klik “Colors” pada menu utama GIMP. Setelah itu klik “levels” pada menu “colors”.



Gambar 26. Tahap “Levels” pada menu “Colors”

- 5) Kemudian muncul jendela “levels”. Pada jendela ini GIMP dapat menampilkan intensitas cahaya yang ada pada gambar hilal yang telah diinput. Dalam kata lain pada tahap ini GIMP dapat mendeteksi daerah yang terdapat hilal. Perhatikan kolom “Input Levels”, pada

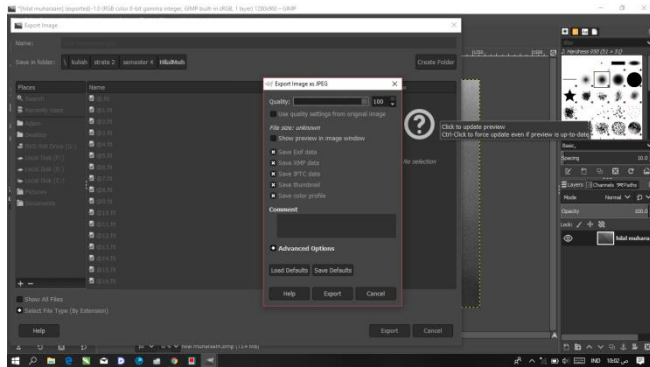
kolom tersebut dapat dilihat bahwa ada gelombang cahaya yang sangat tinggi dan mencolok. Pada bagian itulah adanya kemungkinan bahwa gelombang tersebut adalah cahaya hilal yang ditangkap oleh GIMP. Lalu untuk mempertegas citranya, cukup memperkecil lingkup pandangannya secara manual. Bisa di lihat ada pengatur batas yang ada di bawah kolom gelombang tersebut. Lalu arahkan kedua batas ke gelombang cahaya yang paling menonjol, kemudian atur batas tersebut sehingga gambar hilal jelas terlihat. Jika sudah klik “ok” pada menu.



Gambar 27. Jendela “Levels”

- 6) Untuk mengakhiri tahap dengan GIMP ini, simpan hasil pengolahan tersebut, dengan mengekspornya. Caranya klik “file” pada menu utama. Lalu klik “export as” pada menu “file”. Setelah muncul jendela “export image”, beri nama pada kolom “name” dan simpan file ke dalam folder

yang diinginkan dengan format BMP ataupun JPEG. Lalu klik “export” pada menu dan selesai.



Gambar 28. Tahap penyimpanan pada GIMP

d. **Pictart, Snapseed, Pixlr dan lain-lain**³² :

Fungsinya adalah untuk memindahkan gambar yang sudah melalui proses sebelumnya dan kemudian dapat di bagikan dengan mudah. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan media ataupun sosial media, seperti Whatsapp³³, dan

³² Pictart, Snhapsheet, Pixler merupakan beberapa contoh dari banyak aplikasi pengedit foto sederhana yang berbasis android

³³ “WhatsApp was founded by Jan Koum and Brian Acton who had previously spent 20 years combined at Yahoo. WhatsApp joined Facebook in 2014, but continues to operate as a separate app with a laser focus on building a messaging service that works fast and reliably anywhere in the world. More than 1 billion people in over 180 countries use WhatsApp to stay in touch with friends and family, anytime and anywhere.” Seperti yang dijelaskan bahwa *WhatsApp* merupakan salah satu aplikasi sosial media yang dipakai oleh masyarakat di sekitar 180 negara. Aplikasi tersebut digunakan untuk dapat berbagi informasi kepada siapa saja dengan hanya melalui *Smartphone* di mana saja berada. Termasuk para pegiat falak dan astronomi yang membagikan informasi terkait pengamatan. Lihat situs resmi WhatsApp <https://www.whatsapp.com/about/> diakses pada 2 Agustus 2019

Facebook³⁴, yang biasa digunakan oleh masyarakat pada umumnya termasuk komunitas pegiat falak.

Adnan menambahkan teknis pengambilan hilal, ketika ingin rukyat hilal, sudah menyetting teleskop pada malam sebelumnya. Hal tersebut guna mengkalibrasi teleskop yang akan digunakan untuk rukyatul hilal, karena pada malam hari kita memiliki banyak objek dilangit untuk kalibrasi.

Teleskop model Vixen, *starting point* awalnya harus sesuai dengan yang dianjurkan. *Mounting* teleskop Vixen pada umumnya mengarah ke arah utara-selatan dan tabung teleskopnya mengarah barat-timur. Cara untuk mempersiapkan teleskop agar benar-benar sudah presisi, Adnan memberi contoh ketika malam harinya ia mengkalibrasi teleskop itu dengan mengarahkan ke bintang *Antares*, jika sudah mengarah ke bintang *Antares* maka bisa dipastikan teleskop sudah mengarah ke arah yang benar dan presisi, namun jika masih belum mengarah ke *Antares*, teleskop harus diputar sedikit demi sedikit secara manual hingga tepat mengarah ke *Antares*.³⁵ Pemilihan fokus itu sendiri sangat menyesuaikan tidak harus ke arah bintang antares saja, hal ini bisa

³⁴ “The Facebook Page celebrates how our friends inspire us, support us, and help us discover the world when we connect” sama halnya dengan WhatsApp, Facebook juga merupakan salah satu sosial media yang digunakan oleh masyarakat dunia termasuk pegiat falak untuk membagi informasi. Seperti yang dikatakan tim Facebook di laman resminya bahwa halaman Facebook merayakan atau menginformasikan kepada komunitas, teman, dan orang lain terhadap hal-hal yang kita *post* di halaman Facebook. Lihat sistus resmi Facebook, <https://www.facebook.com/facebook> diakses pada 2 Agustus 2019

³⁵ Wawancara dengan Adnan sebagai staf ahli CASA, pada 29 Juni 2019, di CASA, Solo

dilakukan pada bintang-bintang lainnya yang memiliki magnitudo tinggi/cahaya kuat.

Pada malam harinya, jika teleskop sudah presisi maka teleskop di-*shutdown* dan bisa ditinggal karena sudah siap untuk rukyatul hilal keesokan harinya. Pada tahap ini, teleskop tidak boleh bergeser ataupun dipindahkan dari tempatnya agar tidak berubah lagi arahnya. Keesokan harinya ketika hendak rukyat, kita arahkan pertama ke Matahari dan fokus ke Matahari juga harus tepat, karna menurut Adnan fokus Matahari dan Bulan itu hampir sama, jadi setelah melihat Matahari dan memfokuskanya, secara otomatis fokus tersebut akan sama atau hampir sama dengan fokus teleskop terhadap Bulan. Cara memfokuskanya adalah melihat pada pinggiran Matahari, jika pinggiran piringan Matahari tersebut sudah jelas, maka itu sudah bisa dikatakan fokus.³⁶

Menjelang waktu konjungsi³⁷, teleskop tinggal di arahkan ke Bulan (dengan menggunakan *remote*), dan saat dimulainya waktu konjungsi, kamera pun memotret atau memvideokanya melalui CCD yang dioprasikan melalui aplikasi *SharpCap* yang sudah terinstal di PC seperti langkah-langkah yang telah dijelaskan diatas.

³⁶ Wawancara dengan Adnan sebagai staf ahli CASA, pada 29 Juni 2019, di CASA, Solo

³⁷ Konjungsi atau *ijtima'* merupakan pertemuan atau berimpitnya kedua benda yang berjalan secara aktif, yang terletak pada posisi garis bujur yang sama bila dilihat dari arah timur atau arah barat. Secara astronomis, yaitu saat bulan berada diantara Matahari dan Bumi (*fase wane/al-mahaq*), dimana wajah Bulan menjadi tidak nampak dari bumi. Baca Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Ilmu Falak dan Perannya dalam Beberapa Cabang Fikih, Jurnal: *Intiqad*, Vol. 8 No. 2, Desember 2016, h. 8-9

BAB IV

VALIDITAS METODE *IMAGE PROCESSING* CASA UNTUK RUKYATUL HILAL

Pada bab ini, penulis menjawab rumusan masalah kedua, yaitu untuk menganalisis bagaimana validitas metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal.

Sebagai informasi, pada rukyah untuk menentukan bulan Sya'ban, Ramadhan dan Zulkaidah penulis berada di CASA yang saat itu sedang dalam proses penelitian. Pada penentuan Sya'ban awan pada ufuk Barat CASA disisi lain karna ketinggian hilal hanya setinggi 1-2 derajat memang sangat kondisi langit CASA sangat mendung.



Gambar 29. Observasi akhir Rajab 1440/ 6 April 2019

Pada penentuan bulan Ramadhan menjelang pengamatan keadaan langit sangat cerah, namun justru tepat pada saat Matahari terbenam langit tertutup mendung tebal sehingga hilal tidak berhasil dilihat.

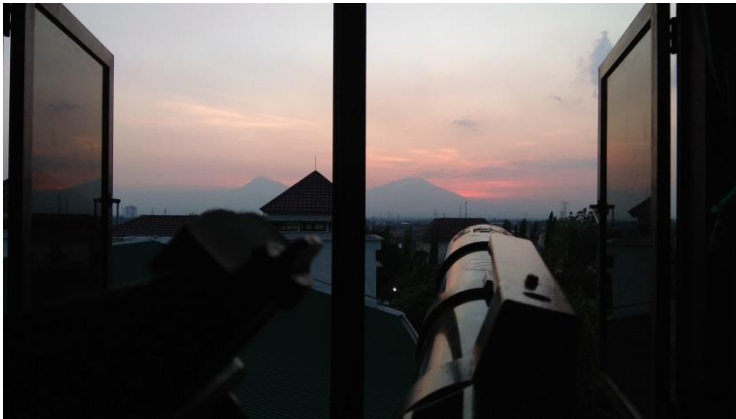


Gambar 30. Observasi akhir Sya'ban 1440/ 5 Mei 2019



Gambar 31. *Device* observasi hilal dengan metode *image processing*

Saat bulan Zulkaidah penulis melakukan pengamatan pula, pada saat itu kondisi langit sangat cerah, namun karena AR Sugeng Riyadi sedang ada kegiatan di Jogja dan staf CASA yang kebetulan saat itu ada, masih belum matang menguasai metode *image processing*, akhirnya pengamatan belum berhasil karena tidak menggunakan metode *image processing* dan tidak terlihat walaupun sudah menggunakan teleskop.



Gambar 32. Observasi akhir Syawal 1440/ 3 Juli 2019

Dalam laporan hilal CASA pada situs Odeh ini, hal yang sangat disayangkan adalah, tidak dicantumkannya ketinggian hilal pada saat-saat pengamatan. Akibatnya pengunjung laman tersebut tidak dapat mengetahui pada ketinggian berapa saja hilal yang berhasil di amati oleh CASA.

Kembali pada pembahasan inti bab ini, yaitu menguji validitas metode *image processing* CASA. Pengujian validitas metode *image processing* CASA di analisis dengan menyesuaikan berdasarkan teori *image processing* yang sudah ada. Pada analisis ini teori yang dipakai adalah teori *image processing* menurut beberapa ahli dan memverifikasi dengan metode *image processing* BMKG untuk rukyatul hilal.

A. Karakteristik metode *Image Processing* CASA untuk Rukyatul Hilal

Berdasarkan data dan penjelasan pada bab III, metode *image processing* CASA memiliki beberapa hal yang menjadi karakteristik tersendiri bagi CASA. Hal ini dapat dilihat dari

instrumen yang digunakan oleh CASA, pertama, lembaga ini menggunakan sensor CCD sebagai sensor akuisisi untuk menangkap hilal. CCD yang digunakan oleh CASA adalah SKYRIS 445 M. Seperti yang dikatakan oleh AR Sugeng Riyadi, alasan CASA memilih jenis CCD ini adalah menyesuaikan apa yang dipakai oleh Bosscha. Hal ini dikarenakan, Bosscha sendiri sudah mengembangkan teknik *image processing* dan telah membuat *software* aplikasi dalam pemrosesan citra digital tersebut. Pernah pada suatu ketika *software* tersebut di sambungkan dengan model CCD yang bukan seri SKYRIS 445 M, tidak bisa dioperasikan.¹

Kedepannya ketika nanti CASA bisa mengakses atau secara legal mendapatkan *software* aplikasi dari Bosscha tersebut, maka CASA sudah siap menjalankannya, karena telah memiliki instrumen-instrumen observasi yang sesuai atau direkomendasikan oleh Bosscha, salah satunya adalah CCD model SKYRIS 445 M.²

Kedua, *software* yang digunakan oleh CASA sendiri yang menjadi karakteristiknya adalah penggunaan *software* iCAP, SharpCap dan GIMP. *Software* iCAP merupakan *software* yang didapat dari driver CCD SKYRIS 445 M. *Software* tersebut tidak bisa disalin melalui driver bawaan CCD ini, jadi untuk menginstal *software* ini observer harus mempunyai driver CCD tersebut. Secara *free* memang terdapat link-link di Google yang menawarkan

¹ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

² Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

software tersebut, namun belum bisa dipastikan fungsinya menyerupai *software* yang asli dari diver bawaan CCD.

CASA tidak hanya menggunakan satu *software* saja dalam pengoprasian CCD, hal ini dibuktikan CASA juga menggunakan SharpCap sebagai opsi instrumen *software* yang digunakan pada *image processing*-nya untuk rukyatul hilal. SharpCap mempunyai fungsi yang sama dengan iCAP yaitu sebagai *software* yang menghubungkan antara CCD dan PC. Kegunaan yang paling utama adalah untuk mengatur CCD dalam pengambilan citra hilal, hingga penyimpanan file citra tersebut kedalam PC.

Pada proses pengolahan citra hilal, CASA menggunakan aplikasi yang sama yang digunakan oleh para pakar falak pada umumnya, yaitu IRIS. Pada IRIS sendiri, ada dua model pengolahan, *stacking* pada modus video dan citra kalibrator pada modus foto. Beberapa pakar falak seperti Hendro Setyanto Kepala rumah observasi Imah Noong dan M. Faishol Amin staf ahli *image processing* LFNU Gresik yang menggunakan metode *stacking* pada IRIS, memilih opsi “Arithmetic” pada jendela *stacking* / “add a squence”, sedangkan pada tahap ini CASA memilih opsi “Median”. Menurut Adnan, opsi untuk memilih “Median” alasanya yaitu agar pengolahan yang diproses oleh IRIS akan lebih fokus terhadap hilal, karena cahaya hilal yang lebih kuat akan dapat lebih terfokuskan jika dibandingkan cahaya atau awan putih yang identik lebih redup dari pada hilal.³

³ Wawancara dengan Adnan sebagai staf ahli CASA, pada 29 Juni 2019, di CASA, Solo

Pasca pengolahan menggunakan IRIS, CASA menggunakan *software* yang bernama GIMP. Penggunaan *software* ini pula yang menjadi karakteristik CASA, karena setelah melalui IRIS citra hilal masih belum dapat terlihat, citra hilal yang sudah disimpan pada PC yang melalui IRIS tadi diproses melalui GIMP agar citra hilal yang didapat terlihat semakin mudah dan jelas.

Penulis menemukan, dalam penggunaan IRIS sebenarnya hilal bisa dapat dilihat tanpa melalui *software* tambahan seperti GIMP. Hal ini penulis temukan dengan menggunakan metode *stacking* Hendro Setyanto yaitu dengan memilih opsi “Arithmetic” pada “add s quence”, namun hal ini tidak digunakan pada CASA, menurut penulis CASA menggunakan metode tersebut (penggunaan GIMP) bertujuan untuk membuat citra hilal terlihat lebih halus dan mudah dilihat, sekaligus menjadikan metode ini sebagai karakteristik yang dimiliki oleh CASA.

B. Validitas Metode *Image Processing* CASA untuk Rukyatul Hilal

Pada bab III, telah dipaparkan bagaimana metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal. Beberapa tahap yang dilewati, mempunyai pemrosesan yang berbeda-beda sesuai fungsinya. Untuk menguji validitas metode *image processing* CASA, ada beberapa hal yang perlu dianalisis menurut prespektif *image processing* secara umum dan menurut prespektif BMKG sebagai parameternya.

1. *Image Processing* CASA Prespektif Teori *image processing*

Untuk menguji validitas metode *image processing* CASA menurut prespektif *image processing* secara umum perlu dikaji

dengan beberapa poin, poin tersebut yaitu, komponen-komponen pengolahan citra, jenis citra, dan metode peningkatan citra.

a. Komponen *Image Processing*

Melihat dari teori komponen pengolahan citra digital yang telah di paparkan oleh Bernd Jahne pada bab II penelitian ini, CASA telah memenuhi syarat komponen-komponen penting tersebut. Dari yang paling pertama, sistem akuisisi gambar yaitu sensor yang digunakan dalam *image processing*. CASA dalam hal ini menggunakan sensor CCD dengan model SKYRIS 445 M. Penjelasan terkait CCD model ini sudah dipaparkan pada bab III penelitian ini. Berbeda dengan BMKG, dalam pengamatanya lembaga ini menggunakan kamera DSLR sebagai sensor untuk menangkap citra hilal tersebut.



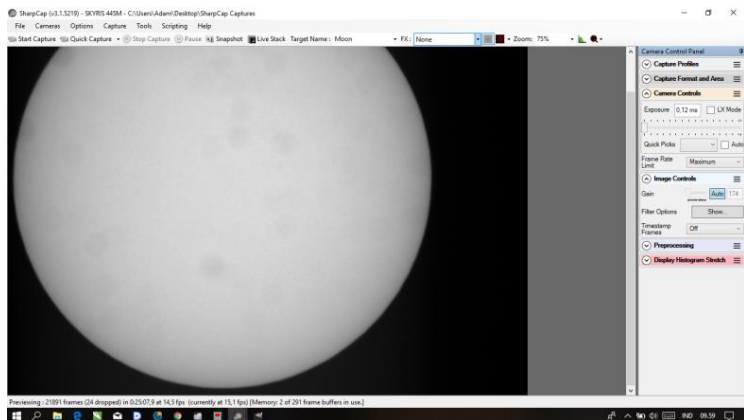
Gambar 33. CCD SKYRIS 445 M

Komponen selanjutnya adalah perangkat yang dapat merubah sistem akuisisi gambar menjadi gambar digital yang bisa disimpan. Dalam hal ini CASA menggunakan perangkat lunak yang berbentuk aplikasi bernama iCAP atau SharpCap. *Software* tersebut menjadikan beberapa

frame citra gambar hilal terkumpul jadi satu yang kemudian menjadi sebuah video berformat AVI sehingga dapat disimpan pada memori komputer.



Gambar 34. iCAP Software



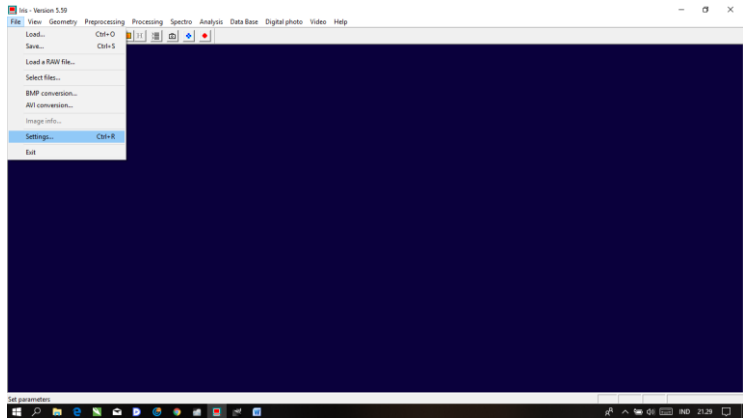
Gambar 35. SharpCap Software

Komponen berikutnya adalah komputer yang mampu mendukung dalam pengolahan citra digital, dalam hal ini CASA sendiri menggunakan komputer yang berkemampuan dalam pengolahan citra, AR. Sugeng Riyadi menggunakan komputer jenis Acer, Celeron 1,5

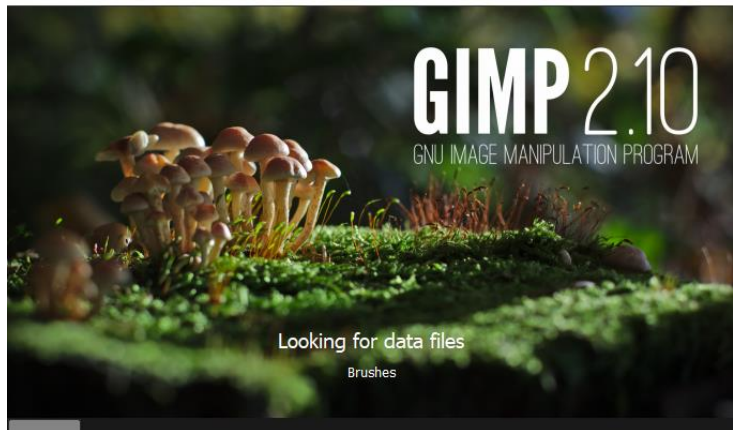
Ghz, RAM 2 GB, dengan menggunakan Windows 7.⁴ Semakin tinggi spesifikasi komputer yang digunakan maka akan semakin baik.

Komponen yang terakhir adalah perangkat lunak pengolah gambar yang menyediakan alat atau aplikasi untuk memanipulasi dan menganalisis gambar. Dalam tahap ini CASA menggunakan perangkat lunak yang bernama IRIS. 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. Selain IRIS CASA juga menggunakan *software* GIMP untuk mengatur kontras gambar yang dihasilkan oleh IRIS. Menurut Adnan GIMP merupakan *software* yang sangat simpel dan mudah digunakan.

⁴ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi melalui WhatsApp pada 9 September 2019



Gambar 36. Software IRIS



Gambar 37. Software GIMP

b. Jenis Citra

Dalam proses pengolahan citra menurut teori *image processing* yang diutarakan oleh Priyanto Hidayatullah dan Sarifuddin Madenda bahwa dari 4 jenis citra, ada yang namanya citra *grayscale* dan citra biner. Citra *grayscale* adalah citra yang hanya mempunyai 1 kanal

sehingga yang ditampilkan hanya nilai intensitas atau dikenal juga dengan istilah derajat keabuan. Sedangkan citra biner atau citra hitam putih adalah citra yang hanya memiliki 2 kemungkinan nilai untuk setiap pikselnya, yaitu 0 atau 1. Nilai 0 akan tampil sebagai hitam dan 1 akan tampil sebagai putih.⁵

Pada tahap pengamatan hilal, CASA menggunakan sensor CCD model SKYRIS 445 M, yang CCD ini menghasilkan jenis citra yang berwarna *grayscale* (keabuan) yang kemudian menjadi video dengan format AVI. Hasil Citra tersebut (video AVI) kemudian diolah dengan proses *stacking* oleh IRIS yang melalui proses *thresholding* untuk menjadi sebuah citra yang berformat BMP dan siap diolah dengan GIMP. Pada tahap pengolahan GIMP yang melalui tahap *thresholding* dengan fitur “levels” citra hilal yang awalnya berjenis *grayscale* tersebut dapat diolah menjadi citra yang berjenis biner ataupun tetap dengan jenis *grayscale*, tujuannya yang terpenting agar hilal lebih mudah untuk dianalisis dan dilihat.

c. Peningkatan Citra

Menurut Priyanto Hidayatullah, dalam tahap pendekatan peningkatan citra, yaitu dengan menggunakan teori filtering/penapisan spasial. Filtering spasial sendiri

⁵ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 30-34, baca juga Saifuddin Madenda, *Pengolahan...*, h. 10-13

merupakan sebuah proses untuk meloloskan komponen pada frekuensi tertentu dan menolak komponen frekuensi yang lainnya. Filtering/penampisan pada filter spasial dilakukan dengan tujuan untuk perbaikan kualitas citra, penghilangan derau/noise, penghalusan/perbaikan kontras, penajaman tepi.⁶

1) Perbaikan kualitas citra

Tujuan dilakukannya perbaikan kualitas citra menurut Priyanto Hidayatullah adalah agar supaya citra memiliki tampilan yang lebih baik menurut selera manusia, supaya citra lebih mudah untuk dianalisis oleh proses otomatis berbasis citra, dan menghilangkan artifak-artifak pengganggu yang tidak diinginkan atau yang lebih dikenal dengan istilah derau (*noice*).⁷

Secara teori, CASA menggunakan perbaikan kualitas citra pada metode *image processing*-nya. Metode *image processing* untuk ruyatul hilal pada CASA juga bertujuan untuk memiliki tampilan yang lebih baik menurut selera manusia dan citra lebih mudah untuk dianalisis oleh proses otomatis berbasis citra. Hal ini terlihat daripada proses pengolahan citra dengan awal frame-frame citra mentah berbetuk video dengan format AVI yang belum terkumpul,

⁶ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra...*, h. 85

⁷ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra...*, h. 99

hingga di-*stacking* menjadi satu citra sebagai citra berformat BMP. Proses *stacking* itu sendiri merupakan upaya agar citra lebih mudah dianalisis dan diproses secara baik oleh *software* berbasis citra.

Citra yang sudah berformat BMP jika dilihat oleh mata manusia masih kurang baik, karenanya dibutuhkan pengolahan lebih lanjut, terlepas dari selera manusia yang berbeda-beda. Pengolahan dengan *software* GIMP menjadikan citra tersebut lebih halus dan lebih jelas, sampai sini citra secara standar selera manusia dirasa sudah cukup nyaman dilihat oleh mata. Pengeditan lebih lanjut dilakukan oleh AR Sugeng Riyadi menggunakan *software* berbasis android yaitu salah satunya PictArt, agar citra yang kemudian dibagikan kepada publik menjadi lebih menarik, tentunya dengan pengolahan sederhana menggunakan fitur-fitur pada aplikasi tersebut.

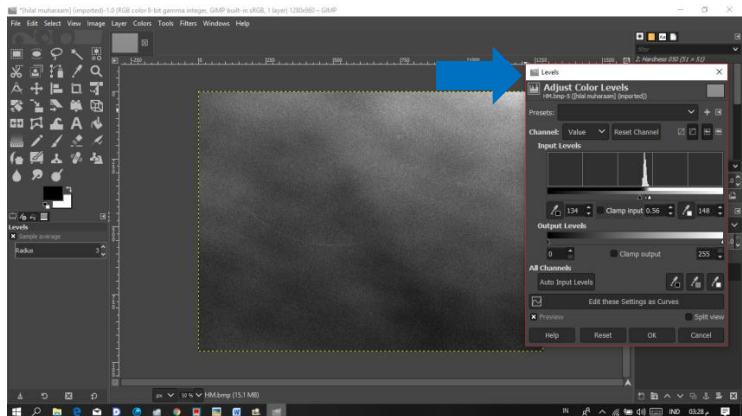
2) Perbaikan kontras

Pada pengambilan citra oleh kamera seringkali dalam keadaan yang kurang jelas. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan prinsip pengolahan citra melalui peningkatan kecerahan (kontras).⁸

Pada prosesnya metode *image processing* CASA perbaikan kontras dilakukan pada pengelolaan

⁸ A. Kadir, & A. Susanto, *Teori...*, h. 67

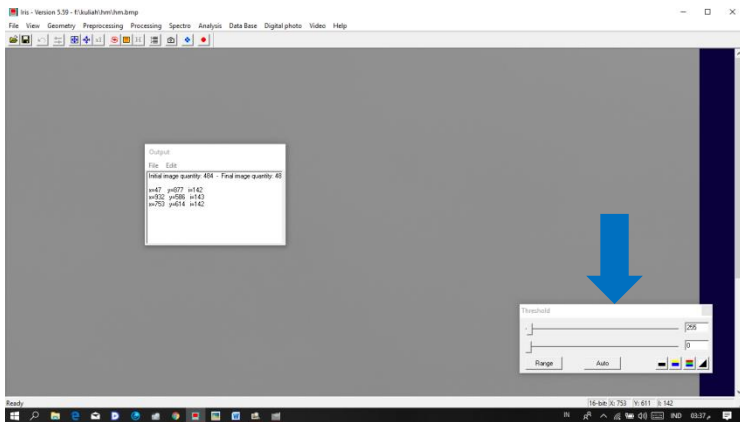
software GIMP. Setelah citra yang di olah pada proses *stacking* di IRIS dan di simpan dengan format BMP, citra tersebut di drag dan diolah di GIMP. Fitur tersebut dapat ditemui pada menu “Colors” GIMP, lalu pada jendela klik “levels” lalu *controller* pada jendela “levels” diatur secara manual di fokuskan kepada alur grafik tertinggi, karena seperti penjelasan pada bab III, grafik tertinggi merupakan indikasi cahaya hilal terlihat. Prinsip perbaikan kontras adalah untuk mengatur pencahayaan dalam sebuah citra, agar objek pada citra dapat lebih jelas dilihat. Secara prinsip “levels” bertujuan sama dengan kontras.



Gambar 38. “Levels” pada GIMP

Pada IRIS sebenarnya juga terdapat fitur untuk memperbaiki kontras citra. Fitur tersebut terdapat

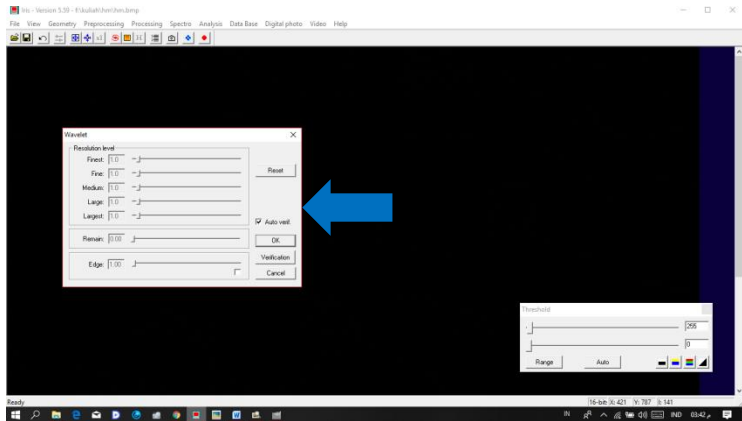
pada menu “treshold” dan “wavelet”. “Treshold” sendiri dapat ditemui pada IRIS di bawah menu “Geometry”. Cara kerja “treshold” pada IRIS terbilang sangat sederhana dan mudah. Hal ini dikarenakan ada tombol *auto* yang dengan secara otomatis mengatur dan memperbaiki kontras pada citra.



Gambar 39. “Trheshold” pada IRIS

Sedangkan teknik “wavelet” terdapat dalam menu “processing”. Cara kerja “wavelet” hampir sama dengan “treshold” namun perbedaannya pada jendela “wavelet” terdapat *controller setting* yang lebih banyak. Pada proses ini menurut Muhammad Faishol Amin yang mengutip keterangan Ahmad Junaidi, semua *controller setting* diatur secara *default* kecuali

pada menu “*remain*” yang diubah ke angka 0, lalu klik centang pada kolom “*auto verif*” lalu klik “*ok*”.⁹



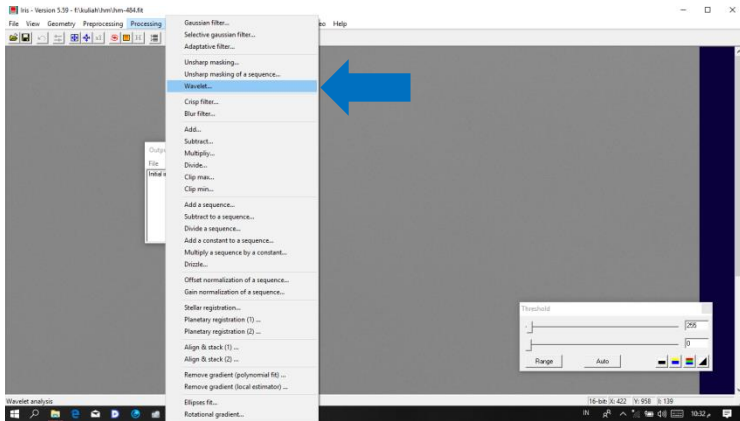
Gambar 40. Teknik “*wavelet*” untuk pengaturan kontras

Menurutnya pula hasil melalui teknik perbaikan kontras dengan “*wavelet*” ini lebih baik ketimbang daripada menggunakan teknik “*threshold*”, karena pada hasil teknik “*wavelet*” citra hilal terlihat lebih jelas diantara noise sekitar. Fitur “*wavelet*” dapat ditemui pada menu “*processing*” lalu klik “*wavelet*” pada jendela.

Menurut penulis, kedua teknik ini sama-sama sederhana dan sangat mudah, namun jika melihat hasil pengolahannya, akan sangat berbeda. Seperti yang dikatakan Faishol Amin, penulis juga berpendapat bahwa hasil perbaikan kontras dengan

⁹ Wawancara dengan M. Faishol Amin, sebagai staf ahli *image processing* LFNU Gresik, pada 12 September 2019, melalui WhatsApp

teknik “wavelet” lebih memperjelas objek hilal pada citra gambar.

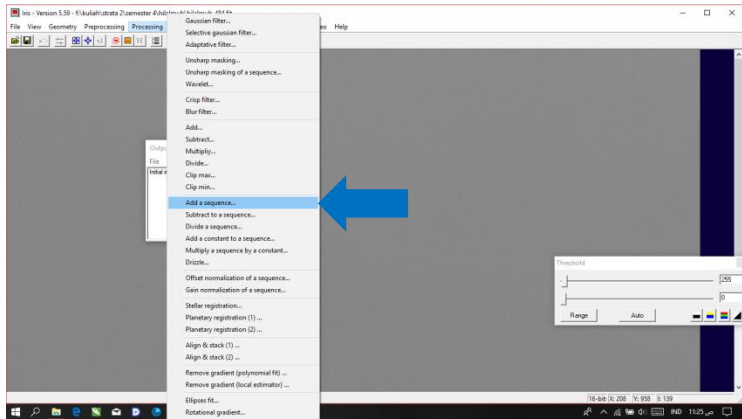


Gambar 41. Fitur “wavelet” pada IRIS

Sedangkan menurut Rukhman selain teknik tersebut, teknik *stacking* dalam pengolahan citra dapat dikatakan sebagai teknik pengolahan citra untuk meningkatkan kontras. Menurut Rukhman, pada prinsipnya teknik *stacking* atau penumpukan citra, bertujuan untuk memperjelas objek pada citra dengan cara menumpuk beberapa frame citra, yang akhirnya kontras objek pada citra yang dituju semakin terlihat. Artinya teknik *stacking* sendiri dapat digunakan sebagai cara untuk meningkatkan kontras pada gambar.¹⁰

¹⁰ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Seperti penjelasan pada bab III, fitur *stacking* pada IRIS terdapat di menu “processing” lalu klik “add sequence” dan ikuti instruksi setelahnya.



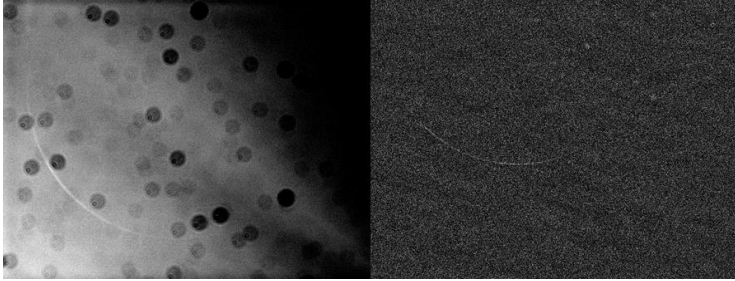
Gambar 42. Fitur “add sequence” / *stacking* pada IRIS

3) Penghilangan derau atau noise

Secara visual gangguan noise pada citra akan tampak seperti bintang-bintang dengan intensitas warna yang acak pada piksel-piksel yang saling bersebelahan.¹¹ Priyanto membagi faktor derau menjadi beberapa poin, yang poin tersebut juga menjadi faktor terdapatnya derau oleh CASA dalam pengamatan hial. Misalnya derau terjadi karena proses akuisisi yang kurang baik, hal ini dapat terjadi karena kesalahan pengamat dalam mengambil gambaran ataupun alat akuisisi yang kurang baik.

¹¹ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h. 117

Faktor selanjutnya adalah sensor yang digunakan misalnya terdapat jamur pada lensa CCD yang dipakai. Jamur tersebut berasal dari debu-debu yang menempel, sehingga mengganggu kualitas citra.



Gambar 43. Citra hilal yang bernoise

Menurut hemat penulis, penghilangan derau dan penajaman tepi (tahap pengolahan selanjutnya) merupakan dua tahap yang saling berkesinambungan. Menurut Sarifuddin Madenda bahwa penajaman citra atau upaya untuk mendeteksi tepi agar lebih jelas ini tidak lepas dari adanya noise, pada umumnya ada dua noise yang mempengaruhi citra asli, yaitu *uniform noise* dan *gaussian noise*¹², maka untuk dapat mendeteksi objek dalam kondisi citra yang bernoise, terlebih dulu harus dilakukan “pemfilteran” yaitu untuk menghilangkan atau menghaluskan noise.

¹² *Gaussian noise* adalah derau yang terdistribusi pada citra dengan dengan distribusi normal. Penyebab derau ini antara lain pencahayaan yang kurang, suhu yang sangat tinggi dan kesalahan dalam transmisi citra. Baca Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 103

Dalam pengolahan citra untuk mensiasati noise tersebut, dikenal dengan dua jenis filter yaitu FIR (*finite impulse response*) dan IIR (*infinite impulse response*)¹³. Priyanto sendiri menjabarkan salah satu teori pengurangan derau tersebut dengan menggunakan teori *gaussian filter*¹⁴.

Pada tahap pengurangan derau/noise sayangnya CASA masih belum maksimal menggunakan fitur yang ada pada *software* yang digunakannya, yaitu IRIS dan GIMP. Padahal dalam kedua *software* tersebut ada menu filter yang terdapat fitur *gaussian filter*-nya. Saat dilakukannya praktek dan wawancara, penulis belum mendapati tahap pemfilteran atau penghilangan derau dari pihak CASA.

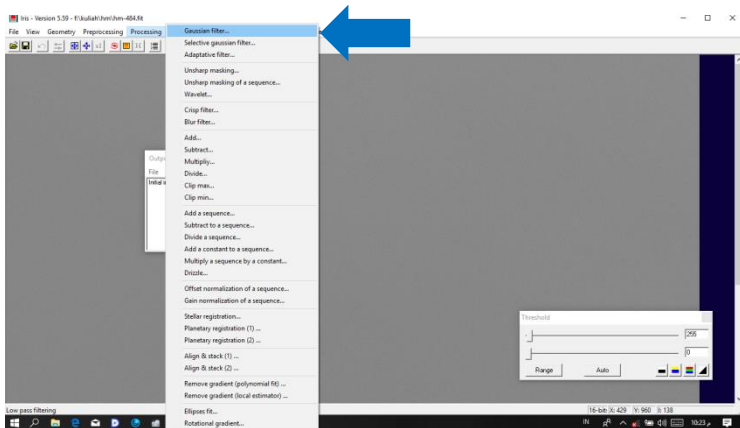
Sebagaimana teori yang dijelaskan oleh Sarifuddin dan Priyanto, bahwa pemfilteran atau penghalusan derau bisa dilakukan dengan menggunakan salah satu teknik filtering yaitu, *gaussian filter*. Dalam proses ini CASA hanya menggunakan proses *stacking* yang kemudian setelah menjadi satu citra dalam format BMP, lalu CASA mengolahnya dengan menggunakan GIMP tanpa melalui proses filtering. Akhirnya hasil citra hilal

¹³ Sarifuddin Madenda, *Pengolahan Citra...*, h.117

¹⁴ *Gaussian filter* beroperasi dengan cara mengonvolusikan citra dengan kernel *gaussian* dengan ukuran tertentu dari pojok kiri atas sampai bawah citra, baca Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 107

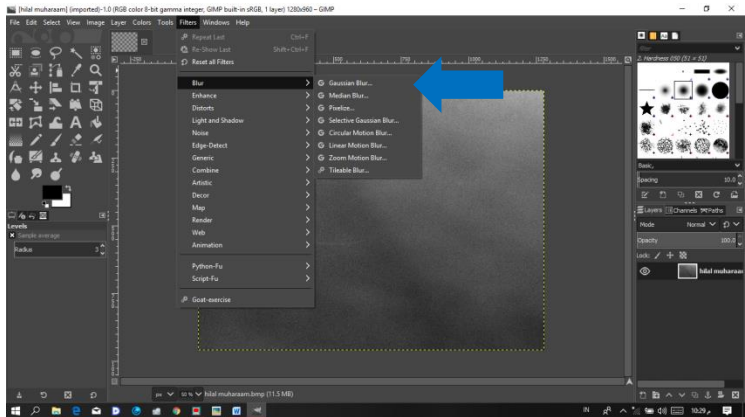
melalui metode ini dapat dikatakan kurang halus, karena masih banyak noise yang terdapat dalam citra, walaupun hasil citra melalui metode CASA terbilang sudah cukup baik dan jelas.

Sebenarnya dalam IRIS dan GIMP terdapat menu filtering. Pada IRIS fitur filtering (dalam hal ini menggunakan *gaussian filter*) terdapat pada menu “processing”, lalu pada jendela baru dapat ditemui fitur *gaussian filter* di urutan paling atas.



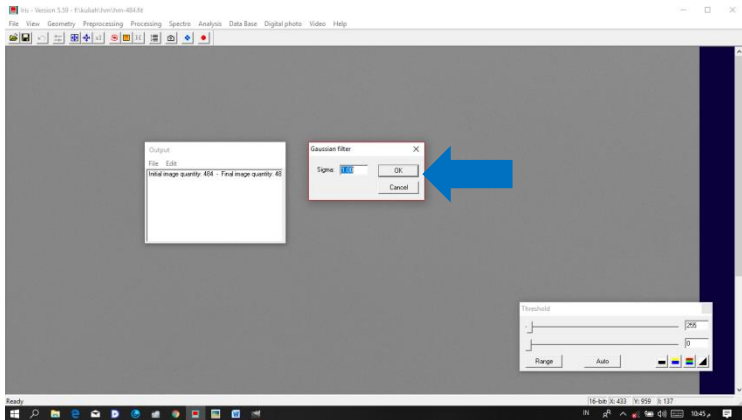
Gambar 44. Menu *gaussian filter* pada IRIS

Pada GIMP fitur *gaussian filter* terdapat pada menu “filters” yang ada di atas, sejajar dengan menu “file”, “edit” dan lainnya. Buka menu “filters” setelah muncul jendela baru klik “blur” lalu akan muncul “gaussian blur” pada urutan yang paling atas.



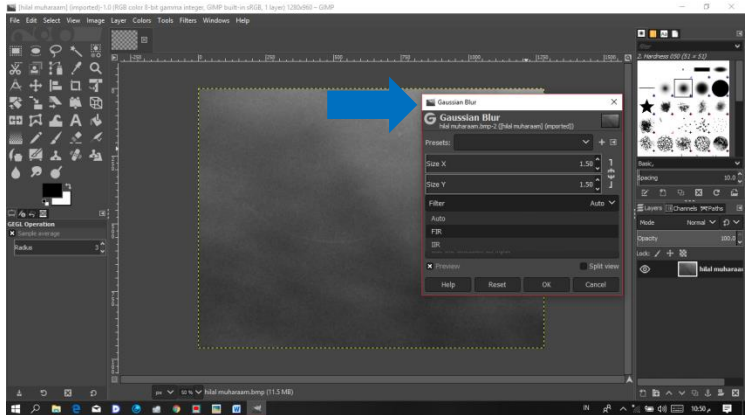
Gambar 45. Menu *gaussian filter* pada GIMP

Penulis menemukan perbedaan pemfilteran di kedua *software*. Perbedaannya yaitu, *gaussian filter* yang ada pada IRIS lebih sulit untuk di operasikan secara manual. Hal ini dikarenakan tidak adanya *controller filtering* yang membedakan wilayah x dan wilayah y pada *gaussian filter* di IRIS, karena hanya ada satu *controller* saja. Itupun pengguna harus menginput kolom dengan angka, jika untuk orang yang baru menggunakan IRIS tanpa mempelajari dasar-dasar pengolahan citra, ini akan sangat menyulitkan.



Gambar 46. Kolom *controller* pemfilteran, fitur *gaussian filter* pada IRIS

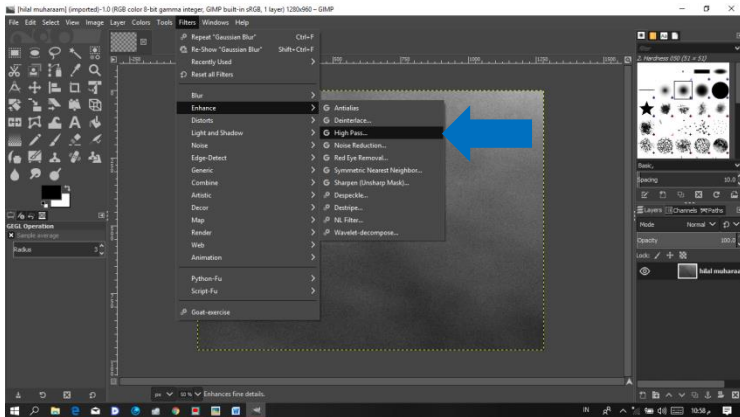
Berbeda dengan *gaussian filter* yang ada pada GIMP. Fitur filtering pada GIMP terbilang lengkap, disamping ada *controller* terhadap wilayah x dan wilayah y nya, pada *gaussian filter* GIMP juga terdapat opsi filtering FIR (*finite impulse response*) dan IIR (*infinite infuls response*) yang dengan mudah tinggal mengatur dengan cara menambahkan atau mengurangi pemfilterannya, sehingga lebih memudahkan pengguna untuk mengurangi noise pada citra.



Gambar 47. Kolom *controller* pemfilteran, fitur *gaussian filter* pada GIMP

Seperti yang penulis katakan bahwa tahap pengurangan derau sangat berhubungan erat dengan tahap selanjutnya yaitu pendeteksian/penajaman tepi. Menurut Priyanto pendeteksian tepi/penajaman tepi dapat menggunakan jenis *highpass filter* karena tepi termasuk ke dalam bagian citra berfrekuensi tinggi.¹⁵ Terkait hal tersebut CASA juga belum menggunakan salah satu fitur yang ada dalam *software* GIMP ini. Pada GIMP, fitur ini terdapat pada menu “filters” lalu klik “enhance” kemudian pada urutan ketiga dapat ditemui fitur *highpass filter*.

¹⁵ Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan...*, h. 134



Gambar 48. Fitur *highpass filter* pada GIMP

Penggunaan jenis-jenis filtering ini menurut penulis sangat menyesuaikan keadaan citra yang didapat, karena noise pada citra berbeda-beda bergantung pada metode pengambilanya dan perosesan citra tersebut, begitupun teknik pemfilteran yang dipakai. Melalui tahap filtering tersebut tujuan terpentingnya adalah citra hial yang didapat akan semakin jelas dan lebih halus.

Pengolahan citra hial pada CASA yang belum maksimal prespektif teori *image processing* ini menurut penulis, karena desakan sebagai kebutuhan umat Islam untuk lebih cepat menerima informasi terkait kenampakan hial. Seperti yang kita ketahui bahwa laporan hial tersebutlah yang menjadi patokan dimulainya awal bulan Kamariyah. Atas dasar urgensi kebutuhan tersebut maka ketika citra hial yang ditangkap melalui metode *image processing* dan sudah dapat dilihat

dengan jelas oleh mata, dirasa sudah cukup pengolahannya. Agar supaya dapat segera disebarkan atau dilaporkan kepada pihak KEMENAG untuk menjadi bahan pertimbangan penetapan awal bulan baru kalender Hijriyah pada sidang itsbat.

Berdasarkan analisis di atas menurut prespektif *image processing* secara umum, metode *image processing* CASA sudah sesuai dengan teori yang ada. Secara teori, teknis yang digunakan maupun tahap-tahap yang dilalui sejalan dengan apa yang telah tertuang dalam teori *image processing* yang ada. Menurut penulis, validitas metode *image processing* CASA masih perlu di uji lagi dengan melalui verifikasi terhadap metode BMKG. Langkah ini dilakukan karena metode *image processing* yang dipakai oleh CASA berbeda dalam beberapa tahap-tahap nya.

2. *Image Processing* CASA untuk Rukyatul Hilal Prespektif Metode *Image Processing* BMKG

Pada poin ini, penulis memverifikasi metode yang dipakai oleh CASA dengan metode yang digunakan oleh BMKG, sebagai bagian langkah untuk menguji validitas metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal. Verifikasi tersebut dilakukan dengan cara membandingkan instrumen, langkah, serta teknik dalam pengolahan citra. Seperti yang sudah kami sampaikan pada latar belakang penelitian ini, BMKG dipilih sebagai acuan verifikasi atau perbandingan, karena BMKG merupakan lembaga resmi pemerintah yang mempunyai tugas

untuk pelaporan hilal pada setiap bulanya. BMKG merupakan lembaga yang sudah mapan dalam teknis pengamatan hilal. Mereka juga menggunakan metode *image processing* sebagai teknik untuk rukyatul hilal.

Ada beberapa hal yang perlu diverifikasi dan kemudian dianalisis pada bagian ini, *pertama*, komponen-komponen *image processing*, yaitu instrumen rukyat apa saja, termasuk bagaimana metode *image processing* yang dipakai oleh BMKG yang kemudian penulis jadikan acuan oleh metode *image processing* CASA. Selanjutnya bagaimana teknik analisis hilal oleh BMKG, serta bagaimana hasil verifikasi metode CASA menurut prespektif BMKG.

a. Komponen *Image Processing* BMKG

Komponen metode *image processing* pada BMKG dalam rukyatul hilal meliputi instrumen apa saja yang dipakai BMKG, dan bagaimana teknik peningkatan citra yang digunakan.

Dalam rukyatul hilal, BMKG menggunakan *mounting* Vixen Equatorial versi XW atau XD. Model equatorial *mounting* adalah *mounting* yang juga digunakan oleh CASA, dengan merek teleskop yang sama yaitu Vixen, namun seri yang berbeda karena CASA menggunakan seri Sphinx.

BMKG menggunakan teleskop Vixen dengan beberapa model 80, 81 ataupun 103 mm tergantung pada kondisi hilal pada saat pengamatan. Sedangkan CASA

menggunakan teleskop WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor. Menurut Rukman, Hilal dan Matahari itu relatif sama, maka yang perlu diperhatikan adalah luas medan pandang frame teleskop berbanding sama dengan hilal (matahari).¹⁶ Maksudnya adalah bahwa teleskop yang digunakan hendaknya bisa menangkap seluruh citra matahari secara penuh, yang artinya jika frame teleskop bisa menangkap Matahari secara penuh, maka bulan pun akan dapat ditangkap secara penuh, maka kesalahan atau ketidakkfokus teleskop terhadap hilal dapat dihindarkan.

Sebagaimana yang dikatakan oleh AR Sugeng Riyadi, bahwa teleskop model WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor, mampu menangkap citra matahari secara penuh¹⁷, yang artinya teleskop tersebut juga mampu menangkap hilal secara penuh, sehingga mengurangi kemungkinan ketidakkfokus teleskop terhadap hilal.

Untuk sensornya sendiri BMKG menggunakan kamera maupun CCD. Sebagaimana menurut Bernd Jahne bahwa dalam komponen *image processing* alat yang memiliki fungsi sebagai sistem akuisisi gambar merupakan salah satu instrumen inti.¹⁸ Kamera DSLR dan

¹⁶ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

¹⁷ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 29 Juni 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

¹⁸ Bernd Jahne, *Digital...*, h. 21

CCD merupakan beberapa contoh dari alat dengan sistem akuisisi gambar. Kamera yang digunakan oleh BMKG adalah model Cannon 60 D. Sedangkan untuk CCDnya menggunakan CCD model *imaging source* dan ZWO dari CMOS, namun menurut keterangan Rukhman yang menggunakan sensor CCD dan CMOS ini hanya di beberapa lokasi saja, kebanyakan menggunakan DSLR.¹⁹ Bahkan menurutnya pula, BMKG saat ini lebih mendahulukan penggunaan kamera DSLR.

Alasan BMKG saat ini lebih rutin menggunakan kamera DSLR, adalah sebagai upaya untuk meminimalisir ukuran citra yang didapat dibandingkan menggunakan CCD yang menangkap citra hialal dengan format video AVI yang cenderung berukuran besar. Rukhman mengatakan bahwa BMKG biasanya dalam satu kali pengamatan membutuhkan waktu kurang lebih 2 jam. Ia mencontohkan tiap 1 frame citra yang ia dapatkan berukuran kurang lebih 200 Kb. Dalam 1 detik pengamatan menggunakan CCD dapat menghasilkan sekitar 25-30 frame, sehingga tiap 1 detiknya berukuran 6 Mb, jika pengamatan yang menghasilkan modus video berformat AVI tersebut dilakukan selama 2 jam, maka 7.200 detik x 6 MB, hasilnya adalah 43.200 MB atau

¹⁹ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

memakan memori sekitar 43,2 GB.²⁰ Menurutnya jumlah ini sangat tidak efektif, karena memakan memori penyimpanan yang sangat besar.

Sedangkan perangkat yang digunakan sebagai sistem akuisisi gambar sehingga menjadi gambar digital yang bisa disimpan, BMKG sendiri menggunakan perangkat lunak yang bernama *EOS Utility*.²¹ Seperti halnya *iCAP* dan *SharpCap* pada perangkat lunak yang digunakan *CASA*, aplikasi tersebut tidak bisa dioperasikan jika belum tersambung pada kedua *device* (kamera *DSLR/CCD* dan komputer), maka kedua *device* harus terhubung dahulu. Pada beranda aplikasi *EOS Utility*, ada menu yang bernama “camera setting/remote shooting”. Menu ini yang digunakan untuk mengatur ISO, memulai pengambilan foto, menyimpan hasil pemotretan pada komputer dan lain-lain. *EOS Utility* sendiri dapat diunduh dan diinstal secara gratis di google chrome.

Instrumen berikutnya adalah komputer yang mendukung untuk pengolahan citra digital. BMKG dalam prosesnya menggunakan komputer dengan model HP, dengan processor intel core i3, RAM 4 GB, 64-bit dan

²⁰ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

²¹ Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

menggunakan windows 7 ultimate.²² Sedikit lebih tinggi spesifikasinya dibandingkan komputer yang dipakai oleh AR Sugeng Riyadi di CASA, yaitu model Acer, intel celeron 1,5 Ghz, RAM 2 GB, dengan menggunakan Windows 7²³, namun kedua laptop tersebut sama-sama dapat mendukung pengoprasian *software image processing* yang dibutuhkan.

Sedangkan *software* yang dipakai oleh BMKG sebagai media pengolah gambar yang menyediakan alat atau aplikasi untuk memanipulasi dan menganalisis gambar pasca maupun pada saat pengamatan adalah IRIS.²⁴ Begitupun dengan CASA yang menggunakan IRIS sebagai *software* pengolah gambar citra hilal sehingga citra hilal dapat dianalisis dan diperjelas.

b. Teknik Peningkatan Citra Hilal pada BMKG

Pada bagian ini penulis memaparkan metode *image processing* BMKG secara sederhana namun cukup jelas, sebagai informasi kepada pembaca terkait metode *image processing* BMKG. Metode *image processing* BMKG dapat di lihat secara detail pada penelitian Siti Lailatul Mukarromah, yang berjudul *Kriteria Visibilitas Hilal Image Processing BMKG*. Menurutnya bahwa ada dua

²² Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

²³ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi melalui WhatsApp pada 9 September 2019

²⁴ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

cara dalam metode *image processing* BMKG untuk rukyatul hilal yaitu cara “sederhana” dan cara “menengah”.²⁵ Berbeda dengan CASA yang menggunakan modus video dalam prosesnya, BMKG menggunakan modus foto dalam proses pengolahan citra hilalnya.

- 1) Cara pertama yaitu cara “sederhana”. Cara ini digunakan oleh BMKG pada saat pengamatan sedang berlangsung. Artinya cara ini merupakan cara pengolahan citra hilal yang melalui proses yang cukup cepat dan sederhana, sehingga dapat secara langsung menganalisis citra hilal pada saat pengamatan sedang berlangsung. Pada tahap pengolahan ini hanya menggunakan fitur pengaturan kontras dan kecerlangan untuk menganalisis citra hilal.
- 2) Cara yang kedua adalah teknik “menengah”. Cara ini menurut Siti Laila di lakukan BMKG pasca pengamatan hilal.²⁶ Tahap analisis hilal pada cara ini lebih detail dan lebih panjang. Seperti penggunaan teknik *citra kalibrator* yang yang tertuang dalam “Digital Photo” pada menu IRIS.²⁷ *Citra kalibrator*

²⁵ Siti Lailatul Mukarromah, *Kriteria Visibilitas Hilal Image Processing BMKG*, Tesis, (Semarang: Pascasarjana UIN Walisongo), 2019

²⁶ Siti Lailatul Mukarromah, *Kriteria...*,

²⁷ Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

sendiri adalah teknik untuk menganalisis hilal yang melalui beberapa tahapan, yaitu pengurangan noise dan perbaikan kontras pada citra.

Pada kedua cara diatas, BMKG menggunakan citra mentah dengan modus foto yang direkomendasikan berformat CR2. Berbeda dengan CASA yang menggunakan data mentah dengan modus video yang berformat AVI.

Sebelum pemrosesan, dan pemotretan hilal, BMKG membutuhkan 3 citra sebagai langkah untuk menguji atau mengkalibrasi kamera. Tujuannya adalah untuk menguji kamera terhindar dari jamur dan memiliki fokus yang baik.²⁸

Citra-citra pendukung yang dibutuhkan tersebut adalah, citra bias/*offset*, yaitu citra yang diambil sebelum pengambilan citra hilal. Kedua, citra gelap/*dark* yaitu citra yang diambil yang bertujuan untuk mengurangi panas pada kamera yang digunakan untuk pengamatan hilal. Citra yang ketiga adalah citra medan datar/*flat*, yaitu citra yang dapat diambil pada sebelum dan sesudah pengamatan hilal, citra ini berfungsi sebagai penghilang jamur yang terdapat pada detektor.²⁹

²⁸ Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

²⁹ Siti Lailatul Mukarromah, *Kriteria...*,

Menurut Whytia citra bias, *dark*, dan *flat*, adalah teknis untuk mengecek kondisi kamera. Fungsinya untuk mengkalibrasi kamera. Jadi, pengambilan citra ini dilakukan pada satu waktu dan secara menyeluruh, dalam artian harus dilakukan pada hari yang sama untuk satu pengamatan. Hal ini dilakukan karena berdasarkan beberapa faktor yang mempengaruhi, bahwa kondisi awan, panas kamera, dan sebagainya akan berbeda pada waktu yang berbeda pula. Artinya, ketika ingin melakukan kalibrasi kamera pada pengamatan di hari yang berbeda, maka tidak bisa menggunakan citra-citra yang digunakan pada hari yang telah lalu.³⁰

Setelah melalui persiapan pengamatan, seperti pemasangan instrumen rukyat dan pengambilan citra yang dibutuhkan, BMKG mengamati hilal dan memotret citra hilal kemudian menyimpannya dalam komputer dengan format CR2. Format CR2 sendiri yang direkomendasikan oleh BMKG sebagai format dalam pengolahan menggunakan metode *image processing*-nya. Citra CR2 inilah yang nanti akan di olah dalam aplikasi IRIS menggunakan dua caranya, tergantung pada kebutuhan BMKG, yaitu pengolahan langsung pada saat pengamatan atau pasca pengamatan.

³⁰ Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Pada cara yang pertama yaitu “sederhana”, BMKG menggunakan fitur “RGB Sparation” pada menu IRIS setelah memasukan citra hilal berformat CR2 kedalam IRIS, untuk menganalisis citra hilal yang dilakukan saat pengamatan. Fitur ini digunakan untuk memisahkan citra berlatar *Red*, *Blue*, dan *Green* sehingga citra hilal dapat diolah pada tahap selanjutnya yaitu penggunaan “Threshold”. Tahap “Treshold” sendiri merupakan tahap yang memiliki konsep perbaikan kontras. Pada tahap “Treshold”, citra yang sudah melalui “RGB Sparation” diproses sehingga kontrasnya lebih baik yang akhirnya hilal dapat diamati dengan jelas.³¹ Metode *image processing* BMKG ini dapat dilihat secara lebih detail pada penelitian Siti Lailatul Mukarromah.

Pada cara yang kedua yaitu “menengah”, BMKG lebih banyak dalam menggunakan fitur pada menu IRIS. Setelah memasukan citra hilal berformat CR2, seperti halnya metode CASA, pertama-tama pada menu “file” IRIS, operator harus membuat lembar kerja (*working path*) terlebih dahulu yaitu dengan mengklik “setting” dan mengisi kolom-kolom yang terdapat pada jendela “setting”. Hal ini juga dilakukan pada cara olah citra yang pertama BMKG yaitu “sederhana”.

Jika CASA menggunakan konversi video AVI *to frame* dan *stacking* sebagai metode pengolahan citra hilal,

³¹ Siti Lailatul Mukarromah, *Kriteria...*,

BMKG tidak menggunakannya, namun menggunakan teknik *citra kalibrator* yang fitur-fiturnya terdapat pada menu “digital photo” di IRIS. Hal ini dikarenakan perbedaan data “mentah” pada kedua metode, karena CASA menggunakan modus video sedangkan BMKG menggunakan modus foto.

Setelah membuat lembar kerja, BMKG mengatur format kamera pada *tool bar* “camera setting”. Pada tahap ini kamera diatur ke opsi terendah pada kolom CCD dan binning. Kemudian memilih tipe kamera yang sesuai dengan kamera pengamatan dengan memilih opsi kamera yang terdapat pada kolom “type camera”. Tahap selanjutnya yaitu melalui teknik *citra kalibrator* yang fitur-fiturnya terdapat pada menu “digital photo”. Pada menu “digital photo” pilih “decode RAW file” untuk merubah format CR2 citra-citra yang sudah didapat (citra bias, *dark*, *flat*, dan hilal) menjadi citra yang bertipe FIT dengan cara men-*drag* citra yang dituju (misal citra bias) ke dalam jendela “decode RAW photo”, kemudian menamai citra bias pada kolom “name” dengan nama opsional misal “bias-” lalu klik tombol “CFA” yang terdapat pada jendela. Secara otomatis citra bias tersebut akan tersimpan pada folder lembar kerja yang terdapat di PC. Langkah tersebut juga dilakukan untuk citra-citra yang lainnya dengan nama yang sesuai dengan citra.

Tahap selanjutnya yaitu memproses citra-citra yang sudah bertipe FIT dengan melalui langkah “make an offset” untuk citra bias, “make a drak” untuk citra *dark*, dan “make a flat field” untuk citra *flat*. Langkah-langkah tersebut terdapat pada menu “digital photo”. Pada setiap pemrosesan langkah-langkah tersebut, setelah melalui (misal “make an offset”) terlebih dahulu harus menyimpan hasil pemrosesannya ke dalam menu “command” dengan cara mengetik “save masterbias” yang terdapat ada *tool bar* menu IRIS baru melanjutkan ke “make a dark” dan “make an flat field”. Tahap-tahap ini menurut Whytia adalah langkah untuk mengurangi noise pada citra hilal.³² Sedangkan tahap pengurangan noise pada metode *image processing* CASA masih belum maksimal dilakukan.

Setelah melalui tahap ini, selanjutnya yaitu melalui tahap “preprocessing” yang terdapat dalam menu “digital photo”. untuk melalui tahap “preprocessing” terlebih dahulu secara manual dengan menggunakan kontrol *cursor* pada PC, operator mengarahkan atau memfokuskan *cursor* kepada citra yang sementara dianggap sebagai hilal. Setelah itu, klik “preprocessing” pada menu “digital photo”. Pada jendela “preprocessing” terdapat kolom-kolom yang harus diisi, di antaranya

³² Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

adalah kolom “input generic name” dengan mengisi nama citra hilal yang sudah bertipe FIT misal namanya “hilal-”. Pada kolom “offset” isi dengan “masterbias” yaitu citra bias yang sudah disimpan dalam “command”. Begitupula kolom-kolom “dark” dan “flat-field”. Pada kolom “output generic name” dapat diisi dengan nama opsional yang diinginkan pada akhir pengolahan tersebut, misal “final-”. Kolom terakhir yaitu kolom “number”, isi kolom tersebut sesuai dengan jumlah citra hilal yang didapat dan telah tersimpan pada folder lembar kerja di PC kemudian klik “OK”.³³

Setelah tahap di atas, klik tombol “auto” yang terdapat pada “trheshold” di *display* IRIS. Secara otomatis hasil citra hilal yang sudah diproses akan muncul dan dapat dilihat secara jelas. Tombol “threshold” sendiri adalah fitur untuk perbaikan kontras pada IRIS, maka pada tahap ini operator juga dapat mengatur kontras secara manual dengan menggeser *controller* pada jendela “threshold”. Dengan demikian pengolahan citra hilal pada BMKG telah selesai dilakukan.

Sedikit berbeda dengan CASA, perbaikan kontras yang dilakukan pada *image processing* CASA adalah dengan menggunakan *software* tambahan yaitu GIMP. Menu “threshold” sendiri pada CASA digunakan namun tergantung pada keadaan citra hilal yang didapat. Artinya

³³ Siti Lailatul Mukarromah, *Kriteria...*,

ada beberapa kasus dimana menu “threshold” tidak dipakai, namun memakai fitur perbaikan kontras pada menu yang terdapat di GIMP.

c. Teknik Analisis Hilal BMKG

BMKG dalam proses *image processing*-nya, mempunyai teknik analisis tersendiri untuk menentukan bahwa dalam citra tersebut terdapat hilal atau tidak. Untuk mencapai analisis tersebut menurut Rukhman ada tahap yang terlebih dahulu harus dilalui oleh pengamat.

Menurutnya jika hilal positif ada, dalam jarak waktu selama 1-2 menit hilal akan konsisten berada ditengah-tengah *tracking* teleskop, maka petugas atau pengamat dalam 1-2 menit tersebut, harus mengambil foto secara terus menerus sebanyak minimal 5-10 frame. Pada ke-10 frame foto tersebut hilal harus terlihat dikesemuanya, karena jika hanya 1 frame yang terlihat pihak BMKG akan menganggap itu sebagai noise dan bukan hilal.³⁴

Dalam wawancara bersama Rukhman, penulis mendapatkan data terkait standar BMKG dalam menganalisis suatu citra digital. Analisis tersebut ialah sebagai berikut:

1) Mengecek Fokus Teleskop

Hal yang paling mendasar adalah fokus pada teleskop dan detektor (CCD atau Kamera). Jika

³⁴ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

teleskop dan detektor tidak fokus maka hilal akan kabur dan otomatis tidak bisa diamati. Semakin hilal rendah maka akan semakin sulit untuk diamati ketika fokusnya terganggu. Untuk mengantisipasi ini, bisa dicek dengan memfokuskan citra Matahari, jika fokus tepinya tajam, maka dapat dikatakan bahwa teleskop sudah fokus. Untuk menjaga fokus tersebut, teleskop harus dicek terus sampai matahari mau terbenam. Hal ini dikarenakan kondisi langit yang berubah juga dapat mengubah fokus teleskop.

2) Mengetahui Ukuran Hilal

Luas medan pandang frame harus berbanding sama dengan hilal. Artinya bahwa prediksi ukuran hilal harus sesuai terhadap frame teleskop yang ada (*Fit of view*). Maksudnya dari poin ini adalah, teleskop harus dapat menampilkan citra hilal secara penuh. Apabila pengamat kesulitan dalam memprediksinya (ukuran hilal), maka cara mudah adalah memfokuskan pada citra matahari. Citra hilal dan matahari relatif sama, maka ukuran lingkaran matahari harus paling tidak sesuai (secara penuh) dalam frame itu, maka jika saat ada citra lingkaran sabit yang tidak pas dengan lingkaran matahari maka citra tersebut dapat ditolak.

3) Arah Hadap Hilal

Arah hadap hilal harus sesuai dengan prediksi perhitungan, maka jika prediksi perhitungan menghadap utara yang artinya berada di sebelah selatan Matahari atau menghadap selatan yang berarti berada di sebelah utara matahari, maka hadap hilal tersebut harus sesuai, jika tidak maka citra tersebut bisa dianggap noise dan bukan hilal.

4) Batasan *Frame* Citra Hilal

Untuk menganalisis hilal dalam citra yang didapat, minimal ada 5 *frame* pada detik yang berbeda, yang di dalam *frame* tersebut ketika diolah terdapat citra hilalnya. Semakin banyak *frame* yang didapat maka semakin bagus dan lebih memperkuat analisis.

5) Menganalisis dengan *Citra Kalibrator*

Teknik *citra kalibrator* adalah metode *image processing* yang digunakan dan dijadikan salah satu cara untuk menganalisis citra hilal. Teknik tersebut dilakukan dengan data valid yang didapat di lapangan dan diolah melalui komputer secara sistematis dan terpercaya.³⁵

Teknik analisis citra BMKG ini adalah upaya untuk mendapatkan hilal yang valid. Pada CASA sendiri,

³⁵ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

analisis hilal belum tertulis ataupun disampaikan oleh AR Sugeng Riyadi secara lengkap dan detail seperti apa yang disampaikan Rukhman tersebut, namun tehnik analisis ini kurang lebih sudah terdapat pada praktik lapangan saat pengamatan dilakukan.

Hal itu dapat dilihat pada beberapa poin. Pada poin pertama BMKG menyinggung terkait pengecekan fokus teleskop. CASA untuk pengamatan melakukan hal yang sama yaitu menjadikan Matahari sebagai objek fokus untuk memfokuskan hilal nantinya, hal ini sudah penulis sampaikan pada bab III penelitian ini.

Pada poin kedua terkait luas medan *frame* yang berbanding sama dengan hilal, CASA dalam hal ini sudah menggunakan teleskop yang menyesuaikan ukuran hilal, sehingga hilal dapat ditampilkan secara penuh dalam display komputer, dalam hal ini *software* iCAP atau SharpCap dalam PC.

Pada poin ketiga terkait arah hadap hilal, dalam hal ini AR Sugeng Riyadi memaparkan secara sederhana bahwa hilal dan sabit tua dapat dianalisis dengan arah hadap yang sangat terlihat perbedaannya, yaitu antara “terlentang” adalah hilal dan “tengkurep” adalah sabit.³⁶

Sedangkan pada poin keempat yaitu terkait batasan *frame* citra hilal, BMKG dalam hal ini bertujuan untuk

³⁶ Wawancara dengan AR Sugeng Riyadi, pada 27 Februari 2019, di CASA, Solo

berhati-hati dalam menentukan citra tersebut terdapat hilal atau tidak. CASA dalam prosesnya juga memiliki proses yang hampir sama, namun dengan cara yang berbeda. Jika BMKG membatasi minimal 5 *frame* dengan menggunakan modus foto yang diambil dengan kamera, CASA menggunakan modus video yang kemudian dikonversi menjadi beberapa *frame*, yang bahkan *frame* tersebut lebih banyak dari pada minimal standar *frame* BMKG, hingga 50 *frame* atau lebih yang kemudian *distacking* menggunakan fitur “add squence” pada IRIS.

Pada poin kelima, CASA memang tidak melalui tahap analisis ini karena pada pengolahan citra di IRIS CASA menggunakan modus video, sedangkan *citra kalibrator* hanya berlaku untuk pemrosesan pada modus foto.

3. Hasil Verifikasi *Image Processing* CASA Prespektif *Image Processing* dan Prespektif BMKG

Berdasarkan analisis di atas, mulai dari komponen, meliputi instrumen, jenis citra, serta teknik *image processing* secara umum, metode *image processing* CASA sudah sesuai dan terbukti secara teori menggunakan teori-teori yang tertuang dalam teori *image processing*.

Terkait beberapa hal yang masih belum dilakukan CASA jika mengacu pada teori *image processing* yaitu hanya pada langkah pengurangan noise. Pada langkah ini CASA belum memaksimalkan IRIS maupun GIMP untuk melakukan tahap

pengurangan noise. Hal ini sebagaimana yang penulis sampaikan, bahwa kebutuhan mendesak umat untuk secara cepat dalam menerima informasi kenampakan hilal. pengolahan CASA dengan melalui tahap-tahap saat ini sudah mencukupi kebutuhan dalam menampilkan hilal dengan jelas, maka tahap pengurangan noise masih bisa ditorerir dalam penafiannya, namun kedepan penulis merekomendasikan kepada CASA agar juga menggunakan tahap pengurangan noise tersebut, karena tidak terlalu banyak menghabiskan waktu dalam prosesnya. Secara keseluruhan metode *image processing* CASA dapat dikatakan valid prespektif *image processing*, karena sesuai dengan teori *image processing* secara umum.

Berdasarkan analisis di atas pula, metode *image processing* CASA menurut prespektif BMKG, dapat dikatakan valid walaupun mempunyai cara yang berbeda. Hal ini dibuktikan dengan kesesuaian dalam komponen-komponen *image processing*-nya, mulai dari instrumen rukyatul hilal yang menggunakan *mounting* berjenis *equatorial* dan sama-sama bermodel Vixen, penggunaan *software* pengolahan citranya yang sama-sama memakai IRIS, konsep pengolahan citranya, seperti konsep perbaikan kontras, dan teknik analisis citra hilalnya, seperti cara mengecek fokus teleskop, batasan *frame* dan mengetahui ukuran hilal dan lain sebagainya. Validitas metode CASA ini kemudian dikuatkan dengan pernyataan Rukhman, bahwa BMKG juga dulu sempat

menggunakan cara yang sama dengan CASA, namun saat ini lebih menggunakan modus foto dikarenakan ke-efektifan terhadap memori penyimpanan BMKG sendiri³⁷.

Pada lembar lampiran penelitian ini, penulis mencantumkan gambar-gambar hasil pengamatan hilal kedua lembaga yang berhasil diamati dengan menggunakan metode *image processing* guna menambah data terkait validitas metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal.

Terkait penggunaan *image processing* ini, penulis meminta tanggapan dari narasumber-narasumber yang ditemui, terhadap bagaimana urgensi penggunaan metode *image processing* untuk rukyatul hilal saat ini.

Menurut Suaidi Ahadi, terkait pengamatan hilal kita (BMKG) harus ada bukti otentik, dan *image processing* adalah sebagai *tool* (alat), *tool* (alat) untuk meyakinkan bahwa kita berhasil melihat hilal. Artinya urgensi *image processing* untuk rukyatul hilal adalah hal yang penting sekali untuk menampilkan hilal yang terfokus, artinya dia bisa mengangkat citra yang betul-betul ada (*point of interest*³⁸), hal tersebut dapat ditentukan dengan pemfilteran spektrum pada frekuensi tertentu, seperti yang kita ketahui bahwa cahaya hilal memiliki

³⁷ Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

³⁸ *Point of interest* adalah obyek fotografi yang merupakan pusat perhatian pada obyek itu sendiri. Baca Lesie Yuliadewi, Komposisi dalam Fotografi, Jurnal: *Nirmana*, Vol. 2, No. 1, Januari 2000, h. 50

frekuensi spektrum tertentu, sehingga dengan mengangkat *image* hilal tersebut menjadi lebih jelas.³⁹

Indonesia merupakan daerah yang dilewati garis katulistiwa. Menurutnya daerah yang dilewati garis katulistiwa, terkena dampak adanya gaya *coriolis*. Gaya *coriolis* tersebut, menyebabkan terjadinya banyak pertumbuhan awan. Secara sederhana Suaidi Ahadi memaparkan terkait awan *coriolis*. Awan *coriolis* sendiri dapat dilihat dari 2 sisi, yaitu dari sisi geografis dan morfologis. Berkaitan dengan posisi geografis Indonesia yang terletak di daerah katulistiwa, dengan adanya gaya *coriolis* tersebut, maka kumpulan awan banyak tumbuh dilangit Indonesia. Dari sisi morfologis, Indonesia memiliki pantai yang sangat panjang dan luas, dan itu sangat ideal untuk pengamatan hilal karena garis horizon bisa didapat tanpa *obstacle* (halangan). Hal ini menjelaskan bahwa sebenarnya dilihat dari sisi morfologi terkait pertumbuhan awan tidak begitu dominan, kecuali pada daerah pegunungan dan lereng, apalagi selama ini pengamatan BMKG banyak dilakukan di wilayah pantai yang menghadap ke laut, maka faktor dominan yang mempengaruhi adalah pertumbuhan awan akibat *coriolis* dari sisi geografis. Untuk itu, karena pertumbuhan awanya sangat kuat, banyak dan hampir seluruh musim di wilayah indonesia (musim hujan atau

³⁹ Wawancara dengan Suaidi Ahadi, pada 12 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

musim kemarau) tetap ada awan, maka dengan ada *tool image processing* itu sangat membantu sekali dalam rukyatul hilal.⁴⁰

Terkait urgensi ini AR Sugeng Riyadi mencontohkan kasus hilal bulan Zulkaidah pada tahun 1440 H. Pada bulan tersebut yang melaporkan bahwa hilal terlihat hanya di Ponorogo oleh Ahmad Junaidi dengan teknik *image processing*-nya. Dengan lembaga sebesar NU (Nahdhatul Ulama) saja, saat itu mengandalkan ikhbar dari hasil hilal *image processing* pak Arif Junaidi. Artinya bahwa *image processing* sangat diperlukan, suatu saat saya yakin pada rukyat ramadhan atau syawal, ketika nanti ada laporan-laporan yang memang secara syar'i cukup disumpah, namun di sebagian masyarakat menimbulkan kontroversi, ketika ada satu saja *image processing* yang itu bisa dibuktikan dengan citra dan di-*share*, maka itu bisa meyakinkan umat. Lalu yang kedua adalah, siapa tahu dengan *image processing* suatu saat dapat mendeteksi hilal dengan tinggi dua derajat, sehingga kriteria pemerintah bisa terbukti, terbuktinya bukan dengan mata individual orang, namun dengan metode *image processing* (dan bisa diuktikan dengan foto yang valid). Dan kalau sudah begitu, siapa saja akan bisa melakukan rukyah.⁴¹

Berbeda dengan tanggapan dari Ruhkman, bahwa biasanya teknologi selain ia menawarkan solusi dan bantuan, ia juga

⁴⁰ Wawancara dengan Suaidi Ahadi , di BMKG pada 12 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

⁴¹ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 29 Juni 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

membawa masalah baru. Urgensi penggunaan *image processing* untuk rukyatul hilal pada saat ini menurut Rukhman, Solusi yang ditawarkan adalah pembantu dalam instrumen yang membantu mata untuk memudahkan fokus terhadap benda yang sulit diamati. hal ini dikarenakan kelemahan pada mata itu adalah daya perekaman terhadap objek yang dilihat. Perekaman yang dimaksud adalah perekaman terhadap akuisisi hilal, karena mata tidak bisa merekam beberapa frame hilal yang diambil lalu memindahkannya ke komputer, namun teknologi bisa melakukannya. Dan dari teknologi tersebut kita bisa memotret dengan menambah kontrasnya, sehingga hilal bisa lebih mudah terlihat. Namun masalah baru yang muncul adalah, secara astronomis mata paling rendah bisa mengamati hilal dgn ketinggian 5 derajat, itupun dengan kondisi awan yang sangat cerah, terlepas dari beberapa orang-orang yang dapat melihat hilal bahkan hingga ketinggian 2 derajat. Ketika kita menggunakan teknologi ada potensi bahwa suatu saat ketinggian hilal yg dapat diamati oleh teknologi ini akan semakin rendah, bahkan memungkinkan dibawah 5 derajat, yang padahal mata kita saja secara astronomis hanya dapat mengamati hilal dengan ketinggian 5 derajat saja. Sedangkan pada kondisi seperti ini, hilal hanya teramati oleh CCD dan teleskop, namun tidak dengan mata telanjang. Artinya bahwa seharusnya ada pemisahan kriteria antara CCD dan mata telanjang terhadap batasan kriteria ketinggian hilal. Efek dari

peristiwa ini akan menjadi bahan diskusi baru bagi dunia falak, yang ketika terjadi hal seperti ini manakah yang akan diikuti, apakah kriteria ketinggian hilal versi mata telanjang yang akan diikuti, yang padahal *image processing* dapat melihat hilal tersebut sedangkan mata tidak dapat melihat, sementara itu *image processing* belum mempunyai kriteria baku terhadap ketinggian hilal yang akan dijadikan patokan.⁴²

Kesimpulan yang dapat diambil dari tanggapannya tersebut, secara umum Rukhman membenarkan bahwa saat ini penggunaan metode *image processing* sangat membantu untuk pelaksanaan rukyatul hilal.

Terlepas dari komentar para ahli, terkait urgensi penggunaan metode *image processing* untuk rukyatul hilal, penulis mengutip pernyataan AR Sugeng Riyadi, “Mahasiswa-mahasiswa ilmu falak di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, mulai dari S1, S2 apalagi S3 seharusnya lebih kreatif lagi dalam mengembangkan ilmu falak. Penelitian yang mereka kaji sebaiknya, tidak selalu hanya meminta ataupun menyalin data-data yang sudah ada di beberapa komunitas-komunitas pegiat falak, seharusnya mahasiswa melalui penelitiannya harus lebih kreatif menemukan hal baru dalam dunia falak atau astronomi”.⁴³

⁴² Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

⁴³ Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, pada 29 Juni 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

Komentar yang disampaikan oleh AR Sugeng Riyadi sebagai kepala Observatorium Dome Astronomi CASA, seharusnya menjadi “cambuk” motivasi untuk para akademisi falak, agar lebih kreatif dalam melakukan penelitian. Teknologi menjadi salah satu obyek penelitian yang sangat menarik pada saat ini. Perkembangan teknologi di setiap lini kehidupan masyarakat, dapat membantu pekerjaan sehingga menjadikannya lebih mudah dan efisien.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada penelitian ini penulis menyimpulkan, bahwa teknik pengolahan citra yang baik akan berbeda-beda metodenya berdasarkan pengalaman observer, instrumen yang digunakan dan kondisi langit pada daerah tersebut. Dalam hal ini misalnya CASA pernah menggunakan metode yang hampir mirip dengan BMKG yaitu menggunakan modus foto dengan DSLR, yang menurut BMKG sendiri sudah sangat baik dalam penerapannya, namun justru CASA tidak memakainya karna dirasa kurang efektif untuk diterapkan pada CASA. Terkait kesimpulan pada penelitian ini penulis merangkumnya dalam dua poin, yaitu:

1. Penelitian ini menemukan bahwa metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal memiliki karakteristik tersendiri. Hal ini dapat dilihat dari instrumen yang digunakan oleh CASA. Pertama, lembaga ini menggunakan sensor CCD sebagai sesor akuisisi untuk menangkap hilal. Sensor CCD sendiri menyimpan citra hilal dalam file bermodus vidio dengan format AVI. Kedua, *software* yang digunakan oleh CASA yaitu penggunaan *software* iCAP, dan SharpCap sebagai *software* untuk mengatur penangkapan citra hilal melalui CCD dan menyimpan file citra tersebut pada PC, kemudian *software* IRIS dan GIMP sebagai *software* pengolahan citranya. Pada jendela *stacking* / “add a squence”

di menu IRIS, CASA memilih menggunakan opsi “Median” guna men-*stacking* frame yang ada, berbeda dengan yang digunakan oleh beberapa ahli yaitu menggunakan opsi “Arithmetic”.

2. Penelitian ini juga menemukan bahwa metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal, sudah sesuai dengan teori *image processing* secara umum. Hal ini dibuktikan dengan kesesuaian metode *image processing* CASA dengan teori *image processing* mulai dari komponen-komponennya, meliputi instrumen, jenis citra, serta teknik *image processing* secara umum seperti perbaikan citra, perbaikan kontras, dan sebagainya. Secara konsep dan prosesnya *image processing* CASA juga sudah mencukupi standar metode *image processing* yang ada pada BMKG. Hal ini dapat dibuktikan dengan kemiripan dalam komponen-komponen *image processing*-nya, mulai dari instrumen rukyatul hilal, *software* pengolahan citranya yang sama-sama memakai IRIS, konsep pengolahan citranya, seperti konsep perbaikan kontras dan sebagainya. Dari sisi teknik analisis citra hilal BMKG, CASA juga sudah memenuhi standar, yaitu seperti cara mengecek fokus teleskop, batasan *frame* dan mengetahui ukuran hilal.

B. Saran-Saran

Terlepas dari itu, secara substantif penelitian ini adalah untuk memaparkan dan memberikan pengetahuan kepada pembaca terkait karakteristik metode *image processing* CASA, yang secara teknik mempunyai perbedaan dibandingkan teknik yang

digunakan oleh BMKG. Hal tersebut tentu kembali kepada praktisi falak dalam mengelaborasi metode-metode tersebut, yang kemudian diharapkan dapat menemukan metode *image processing* yang paling baik dalam penerapannya untuk rukyatul hilal di lokasi pengamatanya masing-masing. Terkait saran-saran dalam penelitian ini agar lebih bermanfaat lagi adalah:

1. Perkembangan dalam ilmu falak semakin maju dengan hadirnya teknologi sebagai instrumen pembantu. Pemanfaatan teknologi sebagai alat untuk mempermudah proses perhitungan maupun pengamatan tidak hanya dapat ditemui pada pelaksanaan rukyatul hilal. Hal ini juga dapat dilihat seperti banyaknya ditemui *software-software* berbasis android maupun berbasis komputer yang mempermudah dalam perhitungan waktu salat, arah kiblat dan lain-lain. Penelitian dalam rangka menggali informasi dan mengembangkan teknologi sejenis ini, akan menjadi satu bentuk semangat terhadap pengembangan keilmuan falak.
2. Penelitian studi analisis karakteristik metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal ini menemukan tahapan-tahapan metode *image processing* yang berbeda dengan metode *image processing* BMKG dan memiliki karakteristik tersendiri. Penelitian ini membuktikan bahwa metode *image processing* CASA untuk rukyatul hilal dapat dipertanggungjawabkan kevaliditasnya sesuai standar yang ada pada BMKG. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat

menghasilkan metode *image processing* yang lebih praktis dan lebih mudah dioperasikan, seperti cita-cita BMKG yang berupaya membuat suatu teknologi agar pengamatan hilal dapat dilakukan dengan penggunaan *image recognition* atau pengenalan pola, sehingga dalam praktiknya tidak membutuhkan waktu lama dengan tenaga yang lebih sedikit untuk menganalisis hilal pada suatu citra.

3. Penelitian ini memuat tahapan-tahapan metode *image processing* CASA dari yang paling awal hingga akhir pemrosesan dengan disertai analisisnya dan uji verifikasi dengan *image processing* BMKG. CASA dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan evaluasi metode *image processing*-nya untuk rukyatul hilal.
4. Penelitian seperti ini, sudah seharusnya terus dilakukan dan disempurnakan oleh para pegiat ilmu falak. Mulai dari meneliti beberapa metode-metode *image processing* yang ada di Indonesia khususnya, kemudian metode yang dipakai oleh pegiat falak ataupun lembaga astronomi di negara lain, hingga mengkolaborasikannya dan memilah tahapan-tahapan yang paling baik, sehingga *output*-nya adalah untuk menemukan formulasi yang paling efektif untuk diterapkan pada rukyatul hilal.

DAFTAR PUSTAKA

- **BUKU**

- Abi Husein, Imam Muslim Ibn al-Hujjaj, *Sahih Muslim*, Juz II, (Beirut Lebanon: Ikhya' at-Turats al-Arabiyy), tt
- Amiruddin dan Zaenal Asikin, *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, (Jakarta: Rajagrafindo Persada), 2006
- Anam, Ahmad Syifaul, *Perangkat Rukyat non Optik (Kajian terhadap Model, Penggunaan dan Akurasinya)*, (Semarang: CV. Karya Abadi Jaya), 2015
- Andono, Pulung Nurtianto, dkk. Dalam bukunya *Pengolahan Citra Digital*, (Yogyakarta: CV. Andi Offset), 2017
- Azhari, Susiknan, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah), cet ke-ii , 2007
- Azwar, Saifuddin, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar), Cet-5, 2004
- Bashori, Muhammad Hadi, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka al-Kautsar), 2015
- al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad bin Isma'il, *Sahih al-Bukhari*, (Riyadh: Dar al-Salam), 1997
- Damanhuri, Adi, *Desain Sistem Pengamatan Sabit Bulan Di Siang Hari*, Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Jakarta. Disampaikan pula pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 2015
- Gonzales, Rafael C. dan Woods, Richard E., *Digital Image Processing*, (USA: Pearson Prentice Hall), Edition-3, 2008
- Hamdani, F. Fatwa Rosyadi S., *Ilmu Falak (Menyelami Makna Hilal dalam al-Quran)*, (Bandung: P2U-LPPM UNISBA), 2017
- Hidayatullah, Priyanto, *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*, (Bandung: Informatika), 2017

- Isma'il bin Katsir, Imam Jalil al-Hafidz 'Amadu al-Din Aba al-Fida' al-Dimsyiqi, Tafsir al-Quran al-Adzim, (Jizah: Maktabah al-Auladu al-Syaikh li-Turats), 2000, Jilid ke-2
- Izzuddin, Ahmad, Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha), (Jakarta: Penerbit Erlangga), 2007
- Jahne, Bernd, Digital Image Processing, (Jerman: Springer), 2005
- al-Suyuthi, Jalaluddin dan Jalaluddin al-Mahally, Tafsiru Al-Qurani Al-Adzim Li Al-Imami Al-Jalaini, (Serbai: Imaratullah), t.t
- Jamil, A., Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi), (Jakarta: AMZAH), cet. Ke-IV, 2016
- Kadir A, & Susanto A, Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, (Yogyakarta: Penerbit Andi), 2003
- Kadir, A., Formulasi Baru Ilmu Falak, (Jakarta: AMZAH), 2012
- Kementerian Agama Republik Indonesia, Al-Quran dan Tafsirnya, jilid 1, Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012
- Khazin, Muhyiddin, Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004
- Madenda, Sarifuddin, Pengolahan Citra dan Video Digital, (Penerbit Erlangga), tt
- Marpaung, Watni, Pengantar Ilmu Falak, (Jakarta: Prenada Media), 2015, h. 89-90 lihat juga Chairul Zen al-Falaky, Penentuan Awal Bulan Kamariah Prespektif Nahdlatul Ulama, Makalah Seminar Nasional, (Medan: Umsu), 2012
- Mukarromah, Siti Lailatul, Kriteria Visibilitas Hilal Image Processing BMKG, Tesis, (Semarang: Pascasarjana UIN Walisongo), 2019
- Mustaqim, Riza Afrian, Image Processing Pada Astrofotografi Di Bmkg Untuk Rukyatul Hilal, Tesis Program Studi Magister

Ilmu Falak, Fakultas Syari'ah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang, 2018

Nasir, M. Rifa Jamaludin, Imkan al-Ru'yah Ma'sum Ali (Konsep Visibilitas Hilal dalam Kitab Badi'ah Al-Misal dan Aplikasinya dalam Penetapan Awal Bulan Hijriyah), Tesis, Program Pascasarjana, Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013

Qulub, Siti Tatmainul, Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori dan Aplikasi, (Depok: PT Raja Grafindo Persada), 2017

Raharto, Moedji, Ilmu Falak Panduan Praktis Menentukan Hilal, (Bandung: Humaniora), 2006

Ridha, Syaikh Muhammad Rasyid, dkk, Hisab Bulan Kmaraiyah, Tinjauan Syar'i Tentang Penetapan Awal Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah), cet-keIII, 2009

Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, (Bandung: Alfabeta CV.), cet. Ke-23, 2016

Wijaya, Marvin Ch. dan Agus Prijono, Pengolahan Citra Digital Menggunakan MATLAB, (Bandung: Informatika Bandung), 2007

• **JURNAL**

Azhari, Susiknan, Penyatuan Kalender Islam: Mendialogkan Wujud al-Hilal dan Visibilitas Hilal, Jurnal, Ahkam: Vol. XIII, No. 2, Juli 2013

Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, Ilmu Falak dan Perannya dalam Beberapa Cabang Fikih, Jurnal: Intiqad, Vol. 8 No. 2, Desember 2016

Lesie Yuliadewi, Komposisi dalam Fotografi, Jurnal: Nirmana, Vol. 2, No. 1, Januari 2000

M. Bigas, dkk., Review of CMOS Image Sensor, Microelectronics Journal, Volume 37, Issue 5, May 2006

Musfiqon & Nurdyansyah, Pendekatan Pembelajaran Saintifik, (Sidoarjo: Nizamia Learning Center), 2015

Mustaqim, Riza Afrian, Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal, Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan, Juni 2018

Sari, Ike Mardiyah, dkk, Implementasi Circuar Hough Transform Untuk Deteksi Kemunculan Bulan Sabit, (Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, 2012

Simangunson, David, dkk., Optimasi Sensor Kamera Pada Proses Identifikasi Warna Dengan Pengolahan Citra Menggunakan Design Of Experiment, e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.2 Agustus 2016

Tobing, David Hizkia, dkk., Bahan Ajar Pendekatan Dalam Penelitian Kualitatif, Program Studi Psikologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, 2017

- **WAWANCARA**

Wawancara dengan AR. Sugeng Riyadi, sebagai Kepala Observatorium CASA, pada 4 Juli 2019, di Dome Astronomi CASA, Solo

Wawancara dengan Adnan sebagai staf ahli CASA, pada 29 juni 2019, di CASA, Solo

Wawancara dengan Rukman sebagai staf ahli BMKG pada 11 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Wawancara dengan Suadi Ahadi, sebagai Kepala Pusat Seismologi Tehnik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG pada 12 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Wawancara dengan Whytia sebagai staf ahli BMKG pada 19 Juli 2019, di BMKG Pusat, Jakarta

Wawancara dengan M. Faishol Amin, sebagai staf ahli *image processing* LFNU Gresik, pada 12 September 2019

- **SUMBER LAIN**

<http://www.astrosurf.com/informations-legales>

<http://www.icoproject.org/record.html>

<https://astrodon.com/products/astrodon-photometrics-uvbri-filters/>

<https://blogcasa.wordpress.com/>

<https://bosscha.itb.ac.id/>

<https://www.facebook.com/facebook>

<https://www.gimp.org/about/>

<https://www.whatsapp.com/about/>

www.moonsighting.com

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Surat Wawancara

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Suadi Ahadi
Alamat : Jakarta
Tempat/Tanggal Lahir :
Jabatan : Kepala Pusat Seismologi Teknik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG
No. Telepon/ Hp : 081362111176
Email : Suadi.ahadi@gmail.com

Menyatakan bahwa

Nama : Unggul Suryo Ardi
NIM : 1702048018
Tempat/Tanggal Lahir : Jambi, 27 Mei 1995
Fakultas / Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Tesis :

Studi Analisis Karakteristik Metode Image Processing Dome Astronomi CASA

Untuk Rukyatul Hilal

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada 12 Juli 2019

di BMKG Pusat Jakarta.

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta 12 Juli 2019.
Yang Menyatakan



2. Dokumentasi Penelitian



**Penulis bersama Ust. AR Sugeng Riyadi,
Kepala Observatorium CASA**



Penulis bersama Ust. Adnan staf ahli CASA



**Serangkaian Dokumentasi Saat Praktek
Di CASA**



**Penulis bersama Bpk. Suaidi Ahadi, Kepala Pusat Seismologi
Tehnik Geofisika Potensial dan Tanda Waktu BMKG**

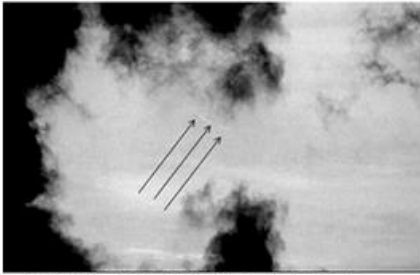


Penulis bersama Bpk. Rukhman, Staf ahli BMKG

3. Citra Hilal *image processing* CASA dan BMKG



Hasil Citra Hilal CASA yang berhasil di abadikan dalam Arsip
(Syawal 1433, Zulkaidah 1433 dan Zulkaidah 1434)



Gambar 11-3. Citra Hilal Awal Rajab 1436 H, diamati di Anyer Banten

Lokasi : 105° 54' 9.7" BT, 6° 3' 35.3" LS
 Konjungsi : 19 April 2015 pukul 01:57 WIB
 Waktu teramati : 19 April 2015 pukul 18:02 WIB s.d 18:08 WIB
 Tinggi Hilal : 7° 20' 33"
 Pengamat : Antonius Hardiyatno, Iswanudin, Noor Efendi



Hilal Awal Dzulhijjah 1436 H
 Diamati di Citeko, Puncak Jawa Barat pada 14 September 2015
 Tinggi Hilal : 8° 57', Elongasi: 11,87°, Umur Bulan: 28,22 jam
 (Tanpa Pengolahan Citra (langsung dari CCD))



Gambar 8-18 Citra Hilal Awal Ramadhan 1438 H diamati di Kupang

Lokasi : 123° 27' 06" BT, 10° 06' 36" LS
 Waktu teramati : 28 Mei 2017 pukul 17:57 WITA
 Tinggi Bulan : 7° 30:00
 Umur Bulan : 13,45m Sld
 Elongasi : 8° 32' 26"
 Pengamat : Tim Stasiun Geofisika Kupang



Gambar 11-24. Citra Hilal Awal Sya'ban 1437 H diamati di Sulamu Kupang

Lokasi : 123° 36' 22.3" BT, 10° 02' 42.8" LS
 Konjungsi (Ijtima') : 7 Mei 2016 pukul 03:30 WITA
 Waktu teramati : 7 Mei 2016 pukul 18:08 WITA
 Tinggi Hilal : 7,78°
 Pengamat : Arief Tyastama, Philips Bramantia M, Netrin Marianti Ndeo, Nanda Dewli Pamungkas Siwi



Gambar 8-34 Citra Hilal Awal Safer 1439 H diamati di Sulamu - Kupang

Lokasi : 123° 36' 42" BT, 10° 02' 22" LS
 Waktu teramati : 20 Oktober 2017 pukul 17:59 WITA
 Tinggi Bulan : 6° 30' 35"
 Elongasi : 7° 55' 3"
 Pengamat : Tim Stasiun Geofisika Kupang



Gambar 8-35 Citra Hilal Awal Rabul Awal 1439 H diamati di Ambon

Lokasi : 129° 7' 52,07" BT, 3° 44' 37,34" LS
 Waktu teramati : 19 November 2017 pukul 18:37 WIT
 Tinggi Bulan : 8° 46' 26"
 Elongasi : 10° 11' 56"
 Pengamat : Tim Stasiun Geofisika Ambon

Beberapa Hasil Citra Hilal *Image Processing* BMKG

4. Daftar Pertanyaan Wawancara

Narasumber: AR Sugeng Riyadi

- a. Terkait teleskop, bagaimanakah teleskop yang dipakai oleh CASA untuk rukyatul hilal?
 - Panjang teleskop harusnya teleskop yang pas maksudnya adalah dapat memuat seluruh gambar hilal/mathari
 - Saya rekomendasikan lensa teleskop jangan berasal dari plastik namun dari kaca
 - CASA menggunakan WO (*William Optic*) Star 71 II APO Refractor
 - Harganya sekitar 8 jutaan
- b. *Mounting* jenis apa yang dipakai oleh CASA untuk rukyatul hilal?
 - *Mounting* yang digunakan oleh CASA adalah *mounting* model Vixen seri Sphinx yang merupakan *mounting* tipe *equatorial mount* buatan Jepang.
 - Harganya sekitar 30 juta
- c. Kenapa CASA memilih CCD sebagai sensor yang digunakan untuk rukyatul hilal?
 - CCD adalah alat yang didesain untuk memotret alat yang jauh, CMOS yang saya tahu lebih gampang panas.
 - CCD yang dipakai CASA adalah SKYRIS 445 M
 - Perbandingannya misal memilih Wulling (CMOS) atau Toyota (CCD)
 - Belinya di vendor di Indonesia melalui pak hendro, bajajnya relatif lebih murah
 - Harganya 5-7 jutaan
 - Harga Bessel 4-5 jutaan
 - Untuk Tripod sekitar 5 jutaan
- d. Sejauh ini pengalaman memakai CCD SKYRISH, *mounting*,?
 - Sudah ideal, dan dibuktikan dengan penerimaan laporan di situs ICOP, hanya yang sangat mempengaruhi adalah faktor cuaca
- e. Hilal syawal 1433 apakah terlihat?

- File nya diolah dengan *image processing* dan kelihatan
- f. Hilal yang terlihat setelah 1433 apakah ada lagi?
 - Ada. Beberapa ada yang menggunakan *image processing*, namun bukan ramadhan dan syawal, melainkan bulan lain, bisa dilihat di ICOP
- g. Apakah 1433 terlihat di *image processing* casa?
 - Benar karena ada potonya di ICOP
- h. Manakah yang lebih diutamakan digunakan oleh CASA, apakah SharpCap atau iCAP?
 - Dua-duanya adalah aplikasi yang mirip, substansinya adalah untuk merekam video dan disimpan dalam komputer dengan vormal AVI
 - Dan dua-duanya digunakan disini, tergantung pengamatnya masing-masing
- i. Apa keunggulan dari iCAP
 - Alat dan software berasal dari satu produk dan secara mudah sudah ada dalam driver bawaan ccd
- j. Apa keunggulan dari IRIS
 - IRIs terus dikembangkan dan sangat sederhana untuk di oprasikan, free dan size nya kecil
- k. Apa keunggulan GIMP
 - Merupakan salah satu jenis poto editor, seperti Photo Shop dan lainnya, hanya GIMP mempunyai size yang kecil
- l. Bagaimana urgensi *image processing* menurut bapak?
 - Contoh ihkbar nu pada bulan ini, AR Sugeng Riyadi mencontohkan kasus hilal bulan zulkaidah yang melaporkan hilal hanya di ponorogo oleh Ahmad Junaidi dengan teknik *image processing*nya, sekelas NU saja mengandalkan *image processing* pak Arif Junaidi. Artinya *image processing* sangat diperlukan, suatu saat saya yakin pada rukyah ramadhan atau syawal, ketika nanti ada laporan-laporan yang memang secara syar'i cukup disumpah, namun di sebagian masyarakat menimbulkan kontroversi, ketika ada satu saja *image processing* yang itu bisa dibuktikan dengan citra dan di-*share*, maka itu bisa

meyakinkan umat. Kedua, siapa tahu dengan *image processing* suatu saat bisa mendeteksi hilal dengan tinggi dua derajat, sehingga kriteria pemerintah bisa terbukti, terbuktinya bukan dengan mata individual orang, namun dengan metode *image processing* (dan bisa dibuktikan dengan foto yang valid). Dan kalau sudah begitu, siapa saja akan bisa melakukan rukyah.

- m. Kehawatiran terhadap rekayasa hilal, adakah standar frame?
- Tergantung pengaruh cuaca, dan fokus kamera. Jika cuaca agak mendung maka dibutuhkan banyak frame jika cerah sedikit frame saja sudah cukup, misal 50 frame atau kurang. Begitupula dengan kamera yang kurang fokus, maka akan sangat dibutuhkan banyak frame. Menurut saya kok lebih jujur dengan astofotografi dan *image processing* dari pada yang manual, maksudnya begini jika *image processing* tidak terlihat maka observer tidak akan berani untuk mengatakan bahwa ada, karena tidak bisa dibuktikan.
- n. Adakah data-data mentah yang bisa diakses?
- Karena pengarsipan yang masih belum tertata, data-data tersebut terpisah-pisah dan sulit ditemukan, seperti laptop yang ganti-ganti, kemudian karena pak AR masih seorang sendiri dan belum mempunyai staf admin khusus untuk mengelola pengarsipan. Namun bisa di akses citra-citra nya di ICOP.

Narasumber: Suaidi Ahadi

- a. Bagaimana Pendapat bapak terkait urgensi *image processing* saat ini?
- Terkait pengamatan hilal kita harus ada bukti otentik, *image processing* adalah sebagai tool, tool untuk meyakinkan bahwa kita berhasil melihat hilal. Artinya urgensi *image processing* untuk rukyatul hilal adalah hal yang penting sekali untuk menampilkan hilal yang terfokus, artinya dia bisa mengangkat citra yang betul-betul ada (point of interest), dapat ditentukan dengan filter pada spektrum pada frekuensi tertentu, seperti yang kita ketahui bahwa cahaya hilal memiliki frekuensi spektrum tertentu, sehingga dengan mengangkat image hilal tersebut menjadi lebih jelas. Karna di Indonesia adalah daerah katulistiwa, daerah katulistiwa itu, akibat dari gaya *coriolis* itu terjadinya banyak pertumbuhan awan di katulistiwa, ini berkaitan dengan posisi geografis Indonesia yang terletak di daerah katulistiwa, dengan adanya gaya *coriolis* tersebut, maka kumpulan awan banyak tumbuh di daerah katulistiwa. Awan *coriolis* dilihat dari sisi geografis dan morfologis.
 - Dari sisi morfologis, Indonesia memiliki pantai yang sangat panjang dan luas, dan itu sangat ideal untuk pengamatan hilal karena garis horizon bisa di dapat tanpa *obstacle* (halangan). Hal ini menjelaskan bahwa sebenarnya dilihat dari sisi morfologi terkait pertumbuhan awan tidak begitu dominan, kecuali pada daerah pegunungan dan lereng. Selama ini pengamatan BMKG banyak dilakukan di wilayah pantai yang menghadap ke laut, maka yang dominan adalah pertumbuhan awan akibat *coriolis* dari sisi geografis.
 - Untuk itu karena pertumbuhan awanya sangat kuat dan banyak dan hampir seluruh musim di wilayah Indonesia (musim hujan atau musim kemarau) tetap ada awan, maka dengan ada *tool image processing* itu sangat membantu. karena kecepatan mata dan alat itu, daya rekam itu masih lebih cepat alat sebenarnya,

karena kita tahu dari mata kita tidak bisa mengambil informasi lagi yang tersimpan, karena bulan ini tertutup awan, sedangkan awan ini terus bergerak dan berjalan, awan itu ada yang tebal dan ada yang tipis, suatu saat dia akan dilewati oleh awan yang tebal dan pada saat yang berbeda dia akan dilewati oleh awan yang tipis.

- b. Bagaimana BMKG dalam melakukan pengamatan hilal?
- Di BMKG selalu menggunakan *capturing* secara berkala (terus menerus) kita fokuskan dan patokan pada posisi hilal tertentu yang kita anggap itu adalah posisi hilal, dengan teknik *capturing* seperti ini (bisa 5 detik sekali atau bahkan 1 detik sekali) yang semakin banyak semakin baik, sehingga BMKG bisa mendapatkan image yang banyak, lalu *image* yang banyak itu di *processing*. Selama ini BMKG menghitungnya menggunakan manual, dalam artian melalui tahap-tahap *image processing* seperti pada tesis siti lailatul mukarromah. Harapannya kedepan BMKG dapat menggunakan aplikasi sehingga dapat menghitung/mengolah *image* tersebut secara otomatis mungkin menggunakan metode *image recognition* (pengenalan pola), jadi dari ribuan gambar masuk ke suatu *software* yang kemudian *software* tersebut dapat mengenali pola gambar hilal dan ini merupakan cita-cita besar BMKG.
- c. Apakah ada potensi *image processing* akan terus berkembang?
- Dari awal pengamatan hanya diminta dari kemenag setiap tahun hanya syawal ramadhan dan zulhijjah, sekarang berkembang pengamatan setiap bulanya, saat ini berkembang lagi dengan metode *image processing* yang masih secara manual (dengan keahlian manusia sebagai operator), lalu kedepan harapannya akan berkembang lagi dengan *image processing* memanfaatkan AI (*aktivicial intelegent*) untuk *processing image recognition* pengenalan pola peruntukan awan. Suatu saat nanti tentunya akan lebih baik. Kondisi sekarang kemampuan dari kurang lebih 20 lokasi pengamatan itu, bmkg dapat melihat rata-rata dari hilal yang mungkin terlihat hanya sekitar 20-30 % (sebagian banyak

di wilayah timur), jadi hanya sekitar 2-4 tempat yang dapat melihat. Harapanya dengan adanya *aktivicisl intelegant* tadi atau penggunaan *image recognition* hilal bisa didapat dengan lebih baik dan lebih mudah.

Narasumber: Rukman sebagai Staf ahli BMKG

- a. Apa alasan BMKG menggunakan kamera DSLR sebagai sensor penangkap citra hilal?
 - BMKG masih menggunakan kamera DSLR pertimbangannya adalah BMKG masih membutuhkan citra yang berwarna, dibandingkan hitam putih karena citra yang berwarna lebih informatif bagi masyarakat awam, untuk mengetahui kondisi langit, membedakan antara hilal yang tipis dan awan yang halus.
- b. Apakah BMKG menggunakan teknik *stacking* pada *image processing* seperti halnya metode *image processing* CASA?
 - Tidak menggunakan *stacking*. BMKG dalam pengolahannya tidak menggunakan proses *stacking* seperti halnya CASA. Dalam prosesnya pada tahap IRIS BMKG menganalisis satu demi satu frame foto yang di ambil pada saat pengamatan, apakah terdapat hilal atau tidak. Menurutnya hilal jika positif ada selama 1 atau 2 menit ia akan konsisten berada ditengah-tengah *tracking*, maka petugas atau pengamat dalam 1-2 menit itu harus mengambil photo sebanyak 5-10 kali. Pada ke-10 frame photo tersebut hilal harus terlihat di kesemuanya karena jika hanya 1 frame yang terlihat pihak bmkg akan menganggap itu sebagai noise. Artinya ada batasan bagi BMKG untuk menganalisis hilal sehingga suatu citra dapat di katakan bahwa benar-benar terdapat hilal. Menurutnya metode CASA yang menggunakan modus video untuk menangkap citra hilal dan BMKG yang menggunakan modus foto dalam proses

penangkapan citra hilal pada prinsipnya sama, yaitu sama-sama untuk menganalisis hilal lebih dari 1 frame, agar benar-benar bisa di yakini bahwa citra tersebut adalah hilal.

c. Apakah BMKG masih menggunakan *image processing* dengan modus vidio?

- Bmkg sendiri tidak meninggalkan pengolahan dengan modus video sbnarnya, karena CCD mau pakai foto ataupun video resolusi akan tetap, namun jika DSLR berkurang. Di BMKG masih menggunakan DSLR, tapi ada juga yang masih mnggunakan CCD, CCD BMKG pakai hitam putih, beberapa yang memakai DSLR dengan pengolahan teteap menggunakan foto, karena jika memakai DSLR dengan modus video resolusinya akan berkurang, akibatnya jika memakai video kemungkinan mendapat hilalnya akan semakin kecil. Dengan video tidak menggunakan citra kalibrator, saat ini BMKG menggunakan citra kalibrator pada IRIS (sebagai teknik pengolahan citra) yang bahan mentahnya dari foto DSLR.

d. Apa alasan BMKG terhadap penggunaan foto dibandingkan vidio?

- Kelemahan menggunakan vidio yaitu membutuhkan memori penyimpanan besar karena data pengamatan besar. Dalam 2 jam pengamatan bisa mencapai 40 GB lebih, Rukhman mencontohkan tiap 1 frame citra yang ia dapatkan berukuran 200 Kb, dalam 1 detik dihasilkan 30 frame, sehingga tiap 1 detiknya berukuran 6 Mb, jika pengamatan dilakukan selama 2

jam, maka $7.200 \text{ detik} \times 6 \text{ Mb} = \text{hasilnya } 43.200 \text{ Mb}$ atau memakan memori sekitar 43,2 Gb

- Jika menggunakan DSLR untuk video resolusi akan menurun jauh.
menggunakan DSLR jika untuk modus video resolusi akan bekurang, misal modus foto 5.000×3.000 piksel kalau di video resolusinya menurun menjadi sekitar 1.000×700 piksel, yang ini merupakan pengurangan porsi informasi. Sehingga bmkg saat ini menggunakan foto bukan video lagi.
- e. Bagaimana perkembangan teknologi untuk rukyatul hilal pada saat ini?
 - Menurutnya perkembangan teknologi dalam pengamatan hilal terus berkembang, seperti halnya yang dilakukan oleh Bosscha. Menurutnya Bosscha mengembangkan suatu aplikasi pengamatan hilal, yang cara kerja aplikasi tersebut terhadap pengolahan citra hilal sangat cepat dan sangat efisien, karena pada saat pengamatan, misal setiap 100 frame bisa langsung di *stacking* pada saat itu, dengan sudah melalui tahap citra kalibrator.
- f. Bagaimana proses pengamatan hilal BMKG di lapangan?
 - Di BMKG, pada saat pengamatan ada yang bersiap mengambil foto dan satu lagi device yang siap mengolah foto tersebut.
- g. Bagaimana menanggapi keraguan ulama dan ahli fiqih terkait hasil *image processing*?
 - Pertama-tama analoginya seperti ini, jika melihat cahaya dari hilal di bandingkan cahaya dari langit sekitar hilal, adalah

seperti kita membandingkan 2 hal yang mirip, misal ada seorang yang memakai baju warna coklat, didekat dinding yang berwarna coklat, jika warna coklatnya mirip, maka kedua hal ini akan sulit untuk di bedakan. Sama halnya seperti hilal, bahwa intinya untuk membedakan hilal dengan langit disekitarnya adalah dengan mengatur dan menganalisis kecerlangan hilal itu sendiri, dengan membandingkan kontras antara hilal dan langit disekitarnya. Mengetahui konsep kontras ini, maka yang perlu dilakukan adalah bagaimana mengatur kontras antara keduanya agar kontras dari kecerlangan hilal itu sendiri lebih terlihat dibandingkan dengan kontras kecerlangan langit.

- h. Apa fungsi *stacking* menurut Rukhman dalam *image processing* untuk rukyatul hilal?
- Jika kita hanya sekali melihat untuk membandingkan hilal dengan kondisi sekitarnya, sangat sulit karena kontrasnya masih sangat kecil. Namun ketika dijumlahkan 5-10 citra, dengan asumsi bahwa nilai kontras langit disekitarnya adalah 1, sedangkan nilai kontras hilal adalah 2, maka ketika dijumlahkan 10 citra, dengan asumsi tadi bahwa kontras hilal adalah $2 \times 10 = 20$, sedangkan kontras langit hanya 1×10 , sehingga 20:10 jauh berbeda dengan 2:1, yang artinya bahwa perbedaan kecerlangan di antara keduanya secara perlahan akan semakin tampak, maka hilal akan semakin mudah untuk dilihat. Jadi fungsi *stacking* adalah untuk meningkatkan cahaya hilal diantara cahaya langit yang ada disekitar hilal. secara tidak langsung ini menjawab bawa hilal versi *image processing* benar-benar bisa

dipertanggungjawabkan kevalidanya, karena berdasarkan fakta dilapangan.

- Jika citra yang didapatkan tidak terdapat hilal di dalamnya mau di *stacking* ribuan citra jumlahnya pun tidak akan bisa muncul, namun jikalau memang ada 50 frame citra saja sudah bisa dilihat, artinya kuantitas *stacking* frame citra tergantung dari keadaan langit saat pengamatan. Semakin banyak frame citra yang diperlukan, maka semakin dibutuhkan teleskop yang stabil. *Tracking* hilal yang stabil dibuktikan dengan tetap berada ditengahnya hilal. namun jika teleskop tidak sesuai dengan arah gerak bulan maka tidak akan mendapatkan *stacking* yang baik, maka teleskop harus betul pada saat persiapan hilal.
- i. Instrumen apa saja yang digunakan BMKG untuk rukyatul hilal dengan metode *image processing*?
- Bmkg menggunakan *mounting* Vixen Equatorial versi XW atau XD, teleskop Vixen 80, 81 ataupun 103. Untuk DSLR menggunakan cannon 60 D. untuk CCD menggunakan CCD model *imaging souche*, ZWO dari CMOS namun yang menggunakan sensor CCD dan CMOS ini hanya di pakai di beberapa lokasi saja, kebanyakan menggunakan DSLR. Sedangkan *software* yang dipakai pasca pengamatan adalah IRIS, menurutnya kedepan BMKG ingin mengikuti langkah Bosscha untuk menggunakan aplikasi yang dapat memproses hilal pada saat pengamatan, yang dapat men-*stacking* dan melalui citra kalibrator secara langsung dalam proses pengamatannya. Sedangkan, sementara ini BMKG pusat masih

menggunakan DSLR dalam pengamatan dan IRIS dalam pengolahan citranya.

- Aplikasi yang digunakan untuk menghubungkan kamera DSLR adalah aplikasi Cannon bawaan namanya EOS Utility.
- j. Bagaimana urgensi penggunaan *image processing* untuk rukyatul hilal pada saat ini?
 - Biasanya teknologi memang memberikan solusi tetapi sekaligus memberi masalah baru. Solusi yang ditawarkan adalah pembantu dalam instrumen yang membantu mata untuk fokus terhadap benda yang sulit diamati. Cuma kelemahan dimata itu perekaman, perekaman akuisisi hilal, mata tidak bisa, namun teknologi bisa merekam, dan dari teknologi tersebut kita bisa memotret dengan menambah kontrasnya, sehingga hilal bisa lebih mudah terlihat. Masalah baru yang muncul adalah, secara astronomis mata paling rendah bisa mengamati hilal dengan ketinggian 5 derajat, itupun dengan kondisi awan yang sangat cerah, terlepas dari beberapa orang-orang yang dapat melihat hilal bahkan hingga ketinggian 2 derajat. Ketika kita menggunakan teknologi ada potensi bahwa suatu saat ketinggian hilal yg dapat diamati oleh teknologi ini akan semakin rendah, bahkan memungkinkan dibawah 5 derajat, yang padahal mata kita saja secara astronomis hanya dapat mengamati hilal dengan ketinggian 5 derajat saja. Sedangkan pada kondisi seperti ini, hilal hanya teramati oleh CCD dan teleskop, namun dengan tidak dengan mata telanjang. Artinya bahwa seharusnya ada pemisahan kriteria antara CCD dan mata telanjang terhadap

batasan kriteria ketinggian hilal. Efek dari peristiwa ini akan menjadi bahan diskusi baru bagi dunia falak, yang ketika terjadi hal seperti ini manakah yang akan diikuti, apakah kriteria ketinggian hilal versi mata telanjang yang akan diikuti, yang padahal *image processing* dapat melihat hilal tersebut sedangkan mata tidak dapat melihat, sementara itu *image processing* belum mempunyai kriteria baku terhadap ketinggian hilal yang akan dijadikan patokan.

- k. Apakah faktor yang mempengaruhi banyak fram pada metode *stacking*?
 - Faktor yang paling mempengaruhi 3 kondisi, stabilnya teleskop, kondisi langit, dan posisi hilalnya sendiri. Teleskop sudah stabil tapi kondisi langit tidak memungkinkan, kemudian hilalnya tipis, agak susah maka makin dibutuhkan banyak *stacking*. Kondisi teleskop bisa di atur, kondisi hilal bisa di prediksi, keadaan langit yang sulit diprediksi.
- l. Bagaimana standar analisis BMKG terhadap citra hilal dengan metode *image processing*?
 - Standar teknik analisis citra hilal dan image processing di BMKG:
 - 1) Mengecek Fokus Teleskop
Hal yang paling mendasar adalah fokus pada teleskop dan detektor (CCD atau Kamera). Jika teleskop dan detektor tidak fokus maka hilal akan kabur dan otomatis tidak bisa diamati. Semakin hilal rendah maka akan semakin sulit untuk diamati ketika fokusnya terganggu. Untuk mengantisipasi ini, bisa

dicek dengan memfokuskan citra Matahari, jika fokus tepinya tajam, maka dapat dikatakan bahwa teleskop sudah fokus. Untuk menjaga fokus tersebut, teleskop harus dicek terus sampai matahari mau terbenam. Hal ini dikarenakan kondisi langit yang berubah juga dapat mengubah fokus teleskop.

2) Mengetahui Ukuran Hilal

Luas medan pandang frame harus berbanding sama dengan hilal. Artinya bahwa prediksi ukuran hilal harus sesuai terhadap frame teleskop yang ada (*Fit of view*). Maksudnya dari poin ini adalah, teleskop harus dapat menampilkan citra hilal secara penuh. Apabila pengamat kesulitan dalam memprediksinya (ukuran hilal), maka cara mudah adalah memfokuskan pada citra matahari. Citra hilal dan matahari relatif sama, maka ukuran lingkaran matahari harus paling tidak sesuai (secara penuh) dalam frame itu, maka jika saat ada citra lingkaran sabit yang tidak pas dengan lingkaran matahari maka citra tersebut dapat ditolak.

3) Arah Hadap Hilal

Arah hadap hilal harus sesuai dengan prediksi perhitungan, maka jika prediksi perhitungan menghadap utara yang artinya berada di sebelah selatan Matahari atau menghadap selatan yang berarti berada di sebelah utara matahari, maka hadap hilal tersebut harus sesuai, jika tidak maka hilal bisa ditolak.

4) Batasan *Frame* Citra Hilal

Untuk menganalisis hilal dalam citra yang didapat, minimal ada 5 *frame* pada detik yang berbeda, yang di dalam *frame* tersebut

ketika diolah terdapat citra hilalnya. Semakin banyak *frame* yang didapat maka semakin bagus dan lebih memperkuat analisis.

5) Menganalisis dengan *Citra Kalibrator*

Teknik *citra kalibrator* adalah metode *image processing* yang digunakan dan dijadikan salah satu cara untuk menganalisis citra hilal. Teknik tersebut dilakukan dengan data valid yang didapat di lapangan dan diolah melalui komputer secara sistematis dan terpercaya.

- Cara manual BMKG untuk mengukur ukuran lingkaran Matahari adalah dengan membandingkan citra frame matahari, buat lingkaran dengan sesuai dgn ukuran matahari lalu lihat ke frame hilal, jika lingkaran tersebut hampir sama, maka lanjutkan ke frame yang lain jika hampir mirip maka bisa dikatakan bahwa itu adalah hilal.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Unggul Suryo Ardi
Tempat, Tanggal Lahir : Jambi, 27 Mei 1995
Nama Orang Tua : Muchson dan Marini
Alamat Asal : Jln. Lingkar Selatan I, Ds. Talang Gulo, Rt. 26 Rw. 06 Kel. Kenali Asam Bawah, Jambi
Alamat Sekarang : RT. 4, Jln. Bukit Gondoriyo, Perumnas Beringin Lestari, No. G 35, Ngaliyan, Semarang
Email : Unggullegend@gmail.com
No Hp : 081295846462
Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal

1. SDN 214 Pal 10 Kota Jambi (lulus tahun 2007)
2. MTS Pondok Modern AN-Nur Tangkit, Muaro Jambi (lulus tahun 2010)
3. MA Pondok Modern AN-Nur Tangkit, Muaro Jambi (lulus tahun 2013)
4. S.1 UIN Walisongo Semarang (2013 – 2017)

B. Pendidikan Non Formal

1. Pendidikan Bahasa Inggris di Nano Provider Pare Kediri (tahun 2014)
2. Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus, Ngaliyan, Semarang

C. Pengalaman Organisasi

1. PSDM CSSMoRA UIN Walisongo Semarang Periode 2014-2015
2. Pengurus BEM Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Periode 2014-2015
3. Pengurus PMII Rayyon Syari'ah Periode 2015-2016
4. Pengurus Nafilah UIN Walisongo Periode 2014-2015 dan 2015-2016
5. Ketua CSSMoRA UIN Walisongo Semarang Periode 2015-2016
6. Wakil Ketua I CSSMoRA Nasional Periode 2016-2017
7. Anggota TOB (Tim Observasi Bulan) Pascasarjana UIN Walisongo.

Semarang, 30 September 2019

Unggul Suryo Ardi
1702048018