

**STUDI ANALISIS *STANDARD OPERATING PROCEDURE* (SOP)
PENGAMATAN HILAL DI GRIYA ANTARIKSA GEJAYAN
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Hukum (SH)
Jurusan Ilmu Falak (IF)



Oleh :

Adillah Safiy Nuha

1702046022

**FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2021

Drs. H. Maksun, M.Ag

Perum Griya Indo Permai Blok. A-22

Tambakaji Ngaliyan Semarang

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Adillah Safiy Nuha

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirimkan naskah skripsi saudara :

Nama : Adillah Safiy Nuha

NIM : 1702046022

Jurusan : Ilmu Falak

Judul Skripsi : **Studi Analisis *Standard Operating Procedure* (SOP)**

Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta

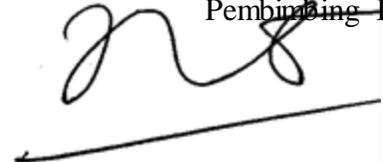
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Semarang, 08 Oktober 2021

Pembimbing I,



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

Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I

Wonosari Ngaliyan Semarang

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Adillah Safiy Nuha

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirimkan naskah skripsi saudara :

Nama : Adillah Safiy Nuha

NIM : 1702046022

Jurusan : Ilmu Falak

Judul Skripsi : **Studi Analisis *Standard Operating Procedure*(SOP)**

Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Semarang, 04 Oktober 2021
Pembimbing II



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

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Alamat : Jl. Prof. DR. HAMKA Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 7601291, 7624691 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-4994/Un.10.1/D.1/PP.00.9/11/2021

Pimpinan Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang menerangkan bahwa skripsi Saudara,

Nama : Adillah Safiy Nuha
NIM : 1702046022
Program studi : Ilmu Falak
Judul : Studi Analisis *Standard Operating Procedure* (SOP)
Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta

Pembimbing I : Drs. H. Maksun, M. Ag.
Pembimbing II : Ahmad Adib Rofi'udin, MSI.

Telah dimunaqasahkan pada tanggal 21 Oktober 2021 oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum yang terdiri dari :

Penguji I / Ketua Sidang : Novita Dewi Masyithoh, S.H. M.H.
Penguji II / Sekretaris Sidang : Drs. H. Maksun, M. Ag.
Penguji III : Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
Penguji IV : Ahmad Munif, MSI.

dan dinyatakan **LULUS** serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I (S.1) pada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kelembagaan,



Dr. H. Ali Imron, SH., M.Ag.

Semarang, 4 Nopember 2021
Ketua Program Studi,

Moh. Khasan, M. Ag.

MOTTO

وَيَرْزُقُهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ إِنَّ اللَّهَ بَالِغُ أَمْرِهِ
قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا ۝

[الطَّلَاقِ { ٣ }]¹

“Dan Dia memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangkanya. Dan barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan(keperluan)nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan-Nya. Sungguh, Allah telah mengadakan ketentuan bagi setiap sesuatu.” (QS. Al-Thalaq [65]:3)

(At-Talaq/65: 3)

¹ Al-Qur'an dan Terjemahannya, Tanzil international Qur'anic Project. <http://tanzil.net>

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua penulis:

Achmad Romdoni. Ayah terhebat penuh dengan nilai-nilai kehidupan. Dihormati banyak orang, menjadi pemimpin serta tauladan yang baik dalam keluarga. Semoga anak keduamu ini dapat mengikuti semua amalan-amalanmu.

Mundarsih, sosok Ibu yang sangat luar biasa hebat dalam membimbing, merawat dan membesarkan penulis dengan kasih sayang. Tak pernah lelah untuk selali mengingatkan, memberi nasihat dan dukungan kepada penulis untuk terus berjuang, bekerja keras, bertanggung jawab dan berperilaku baik. Semoga penulis dapat menjadi anak yang Engkau harapkan.

Kakak dan Adik penulis, Dzufikar Naufal Labib dan Muhammad Bahirlabib Mutashim. Kakak adik penulis yang menjadi tempat dalam hal berbagi, bercerita, berdiskusi dan saling mendukung satu sama lain. Menjadi penyemangat penulis yang menyadarkan bahwa terdapat keluarga menjadi tempat untuk pulang.

DEKLARASI

DEKLARASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adillah Safiy Nuha

Nim : 1702046022

Jurusan : Ilmu Falak

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah ditulis ataupun diterbitkan oleh orang lain, dan tidak berisi satupun hasil pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan rujukan.

Semarang, 04 Oktober 2021

Deklarator



Adillah Safiy Nuha

NIM. 1702046022

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R. I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

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

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak Dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>S/a</i>	S	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>H{a</i>	H{	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Z/a</i>	Z	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye

ص	<i>Sjad</i>	S{	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Djad</i>	D{	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Tja</i>	T{	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Zja</i>	Z{	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'Ain</i>	' _	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We
هـ	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	_'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

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

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

B. Vocal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	<i>Fathah</i>	A	A
◌ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
◌ُ	<i>Dammah</i>	U	U

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

Tanda	Nama	Huruf Latif	Nama
◌َ ي	<i>Fathah dan ya</i>	Ai	A dan I
◌َ و	<i>Fathah dan wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
◌َ ... ا	<i>Fathah dan alif</i>	ⓐ	A dan garis di atas
◌ِ ... ي	<i>Kasrah dan ya</i>	ⓑ	I dan garis di atas
◌ُ ... و	<i>Dammah dan wau</i>	ⓒ	U dan garis di atas

D. Ta Marbutah

Transliterasi untuk *ta marbutah* ada dua, yaitu: *ta marbutah* yang hidup atau memiliki harakat *fathah*, *kasrah*, atau *dammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbutah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydid* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydid* (◌ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydid*. Jika huruf *ya* (ﻱ) ber-*tasydid* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah(i)*.

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma 'arifah* (ﻻ). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

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

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim Digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. Lafz Al-Jalalah(الله)

Kata ‚Allah‘ yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *mudaf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf

hamzah. Adapun *ta marbutah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalalah* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman, praktik pengamatan hilal kini sudah dilengkapi dengan instrumen canggih. Teknologi rukyat mengalami lompatan yang cukup signifikan dengan munculnya teknologi optik. Perkembangan teknologi yang ada memiliki peran penting sebagai media verifikasi terhadap kesaksian seseorang dalam melihat hilal tapi diragukan validitasnya. Dalam menyikapi perkembangan teknologi yang dipakai untuk *rukyyatul hilal*, ulama fiqh baik klasik maupun kontemporer memberikan respon positif terkait penggunaan alat bantu rukyat yang bertujuan untuk memudahkan proses *rukyyatul hilal*, terutama dalam hal memperjelas objek pandang hilal agar hilal dapat dilihat dengan mata visual. Untuk menyiasati hal tersebut Griya Antariksa membuat SOP (*Standard Operating Procedur*) pengamatan hilal yang disandarkan pada pengamatan benda langit secara astronomis. Penggunaan instrumen dan teknik pengamatan yang dilakukan terbukti dapat memberikan hasil yang baik dan objektif untuk kesaksian pengamatan hilal.

Rumusan masalah penelitian adalah bagaimana SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa dan bagaimana SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa dalam perpektif fiqh dan astronomi?

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif. Data primer yang digunakan yaitu hasil wawancara dengan pihak terkait, dan tulisan-tulisan yang berkaitan dengan pengamatan hilal sebagai data sekunder. Adapun metode pengumpulan datanya menggunakan teknik wawancara dan dokumentasi. Sedangkan analisis datanya menggunakan metode deskriptif analisis.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan. Pertama, SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa, mulai dari instrumen yang digunakan, lokasi pengamatan, hingga teknik pengamatan ternyata memiliki perbedaan dengan SOP pengamatan hilal pada umumnya, yakni tidak sampai pada tahap olah citra digital. Kedua, SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa ditinjau dari perspektif fiqh dan astronomi, bahwa hasil pengamatan tersebut layak untuk dijadikan alat bukti dalam kegiatan pengamatan hilal karena keberadaannya termasuk dalam kategori *istihsan* dan *istishlah* mampu membantu dalam hal meyakinkan keterlihatan hilal, serta hasil pengamatan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Jika ditinjau dari perspektif astronomi, penggunaan teknologi modern sebagaimana dilakukan oleh Griya Antariksa dapat meningkatkan obyektifitas dalam kesaksian *rukyyatul hilal*.

Key Word: SOP, pengamatan hilal, teknologi optik, *istihsan* dan *istishlah*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan segala kemudahan-Nya. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Baginda junjungan kita nabi Muhammad SAW, uswatun hasanah bagi umat, keluarganya, para sahabat, dan para pengikutnya, yang telah menuntun manusia ke jalan yang benar dan diridhai Allah SWT.

Penulis menyadari tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis Achmad Romdoni dan Mundarsih, beserta keluarga tercinta Dzufikar Naufal Labib selaku kakak dan Muhammad Bahirlabib Mutashim selaku adik penulis, atas segala doa, perhatian, kasih sayang dan dukungan yang tiada henti diberikan kepada penulis yang tidak dapat diungkapkan dengan kata-kata.
2. Bapak Drs. H. Maksun, M.Ag., selaku pembimbing skripsi I sekaligus Wali Studi penulis, dan Bapak Dr. Adib Rofiuddin, M.S.I selaku pembimbing II penulis, yang telah sabar membimbing, mengarahkan, memberikan pemahaman arti sebuah proses belajar, serta memberikan motivasi yang tiada ada hentinya, khususnya dalam proses penyusunan skripsi. .
3. Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M. Ag. Selaku dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta Wakil Dekan yang telah memberikan izin penulis melakukan penelitian dan memberikan fasilitas selama masa perkuliahan.
4. Ketua prodi Ilmu Falak Moh. Khasan, M.Ag. beserta staf-stafnya, atas kesabaran dan kebesaran hati dalam membimbing dan mengarahkan selama proses perkuliahan berlangsung.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta civitas akademik Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis selama proses perkuliahan, khususnya dosen Ilmu Falak yang telah mengenalkan penulis pada dunia Ilmu Falak, dan terus memotivasi penulis untuk terus memperdalam Ilmu Falak.
6. Bapak Mutoha Arkanuddin selaku pemilik Griya Antariksa karena telah memberikan izin untuk melakukan penelitian, bersedia memberikan penulis kesempatan untuk belajar, diskusi dan mendapat pengalaman baru di lingkup Griya Antariksa.
7. Mas Agung Laksana dan kakak tingkat lainnya yang bersedia menjadi teman diskusi.
8. Teman-teman seperjuangan IF-B 17, Himpunan Astronomi Amatir Semarang (HAAS), Forum Kajian Hukum Mahasiswa (FKHM) dan sahabat penulis Afifah Muflihatul Hasanah yang terus memberikan dukungan dan semangat tiada henti, Umi Kalsum, Masna Mahanani, Fatma nurul, Aulia

Kusumaningrum dan Arum Nur yang turut memberi hiburan dikala kepala pening dalam proses penyusunan skripsi.

9. Meuthia Bilqis, dan Fera atas kesabaran hati, keikhlasan dalam menemani perjalanan penulis selama proses penelitian berlangsung Semarang-Yogyakarta..
10. Kim Jongin, DOH Kyungsoo, Zhang Yixing dan 9 peterpan saya EXO, atas karya dan segala bentuk motivasi serta support yang diberikan sehingga mendorong penulis untuk terus berusaha dan bekerja keras, terimakasih selalu mengingatkan penulis untuk memperhatikan dan fokus terhadap study penulis agar study dapat terselesaikan dengan baik dan dapat tercapai semua cita-cita penulis. I'm silver you.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi iniyang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan penelitian di masa mendatang. Semoga Allah SWT senantiasa membalas amal baim yang telah bapak/ibu /saudara berikan, dan harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan semua pihak yang membutuhkan.

Semarang,

Penulis

Adillah Safiy Nuha

NIM 1702046022

DAFTAR ISI

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN	v
DEKLARASI.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vii
ABSTRAK.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	5
D. Telaah Pustaka.....	5
E. Metode Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	8
BAB II.....	10
RUKYATUL HILAL (PENGAMATAN HILAL) DAN OBSERVATORIUM	10
A. Pengamatan Hilal (Rukyatul Hilal).....	10
B. Observatorium.....	16
BAB III.....	30
<i>STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGAMATAN HILAL DI GRIYA ANTARIKSA</i>	30
A. Sejarah Observatorium Griya Antariksa.....	30
B. Fungsi Observatorium Griya Antariksa.....	34
C. Fasilitas Yang Dimiliki Observatorium Griya Antariksa	36
D. Peran Observatorium Griya Antariksa dalam Perkembangan Pengamatan Hilal	40
E. <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i> Observatorium Griya Antariksa	42
BAB IV	53
<i>ANALISIS STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGAMATAN HILAL DI GRIYA ANTARIKSA DALAM PERSPEKTIF FIQH DAN ASTRONOMI</i>	53
A. Analisis SOP Pengamatan Hilal di Griya Antariksa dalam Perspektif Astronomi	53

B. Analisis SOP Pengamatan Hilal di Griya Antariksa dalam Perspektif Fiqh.....	62
BAB V.....	71
PENUTUP.....	71
A. Kesimpulan.....	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	78
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perbedaan waktu di berbagai belahan bumi terjadi karena bumi mengalami gerakan harian atau rutin yang disebut dengan rotasi bumi. Rotasi bumi adalah gerakan bumi berputar pada porosnya. Selain gerakan rotasi ada pula gerakan revolusi bumi yakni bumi berputar bergerak mengelilingi matahari. Rotasi dan revolusi tersebut sangat erat dampaknya dengan kehidupan sehari-hari. Semua makhluk hidup merasakan dampak dari rotasi dan revolusi dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa contoh dari dampak rotasi dan revolusi antara lain terjadinya siang dan malam, terjadinya gerakan semu harian dan tahunan matahari, terjadinya penanggalan dan lain sebagainya. Penanggalan itu sendiri memiliki beberapa macam yaitu Hijriyah penanggalan berdasarkan peredaran bulan atau lunar bisa disebut dengan penanggalan qomariyah, Masehi yaitu berdasarkan peredaran matahari atau solar bisa disebut dengan penanggalan syamsiyah, dan Saka yakni penanggalan berdasarkan peredaran luni- solar. Kalender- kalender tersebut memiliki pedoman masing- masing dan dimulai dari peristiwa yang bersejarah menurut kaumnya.

Kalender Hijriah merupakan penanggalan yang dilakukan oleh umat Islam untuk menandai waktu-waktu penting yang berkaitan dengan ibadah atau hari-hari penting lainnya. Kalender ini dinamakan kalender Hijriah karena pada tahun pertama kalender ini dimulai pada tahun ketika terjadi peristiwa hijrahnya Nabi Muhammad SAW dari Makkah ke Madinah, yaitu pada tahun 622 Masehi. Namun penentuan kapan dimulainya tahun 1 Hijriah baru dilakukan sekitar 6 tahun setelah wafatnya Nabi Muhammad SAW atau 17 tahun setelah hijrah, tepatnya ketika masa pemerintahan Umar bin Khattab. Meski demikian, sistem yang mendasari perhitungan dalam kalender Hijriah ini telah ada sejak zaman sebelum Islam. Kemudian sistem ini direvisi ketika tahun ke-9 setelah Nabi Muhammad hijrah. Revisi ini dilakukan setelah turunnya wahyu Allah Surah At- Taubah ayat 36-37 yang melarang penambahan hari atau interkalasi pada sistem penanggalan. penanggalan Hijriah ini bisa disebut dengan penanggalan Kamariah.¹

Bahwasannya tanggal-tanggal di Kalender Hijriah tidak sama dengan tahun sebelumnya. Misalnya hari raya Idul Fitri tidak pernah jatuh pada tanggal yang sama dari tahun ke tahun. Perbedaan tersebut seolah mengatakan bahwa kalender Hijriah lebih cepat daripada kalender Masehi yang umum kita gunakan, padahal kedua kalender ini sama-sama memiliki 12 bulan. Yang menjadi penyebab terjadinya perbedaan ini adalah bahwa kalender Hijriah pergantian bulan baru selalu mengikuti atau

¹ Redaksi Ilmu Geografi, "Sistem Penanggalan: Kalender Hijriyah atau Qamariyah", diakses dari <https://ilmugeografi.com/astronomi/sistem-penanggalan-kalender-hijriyah-atau-qomariyah>, diakses pada tanggal 17 Maret 2021

berdasar pada kenampakan hilal (bulan sabit terkecil yang bisa kita amati dengan mata telanjang), kalender Hijriah penanggalan yang menggunakan siklus sinodis bulan dalam sistem penanggalannya atau lunar kalendar, berdasarkan peredaran bulan mengelilingi bumi, siklus dua fase bulan yang secara berurutan.

Dalam menentukan awal bulan kamariah tersebut terkhusus untuk bulan-bulan krusial seperti bulan Muharram, Ramadan, Syawal dan Zulhijah, terdapat beberapa metode yang menjadi dasar dalam penentuannya, yaitu metode hisab dan metode rukyat. Hisab merupakan sistem perhitungan yang didasarkan pada peredaran bulan dan bumi mengelilingi matahari. Menurut sistem hisab umur setiap bulan tidaklah konstan dan tidak beraturan, melainkan tergantung pada posisi hilal di setiap awal bulannya. Artinya boleh jadi dua bulan berturut-turut umurnya 29 hari atau 30 hari, bahkan boleh jadi bergantian seperti menurut hisab *urfi*, dan dalam wilayah praksisnya, sistem ini menggunakan data-data astronomis dan gerakan bulan dan bumi serta menggunakan kaidah ilmu ukur segitiga bola. Sedangkan rukyat atau *rukyyat al-hilāl* adalah kegiatan melihat hilal atau bulan sabit muda, setelah terjadi konjungsi atau ijtimak di langit (ufuk) sebelah barat, sesaat setelah matahari terbenam menjelang awal bulan baru khususnya menjelang Ramadhān, Syawāl dan Zulhijah– untuk menentukan kapan bulan baru itu dimulai.² Akan tetapi dalam praktek pelaksanaannya, metode hisab dan rukyat bukanlah suatu metode yang harus dipertentangkan satu sama lain, melainkan sesuatu yang harus saling melengkapi.

Metode hisab (perhitungan) dan *rukyyat* (pengamatan) dalam ruang lingkup ilmu falak (terkait posisi dan gerak benda-benda langit) adalah ilmu yang digunakan untuk membantu dalam penentuan waktu pelaksanaan suatu ibadah, ilmu hisab rukyat merupakan gabungan antara *syari'ah* dan astronomi. Disebut *syari'ah* karena dalam penentuan awal bulan tidak terlepas dari dasar hukum yang telah ditetapkan, terutama berkaitan dengan waktu pelaksanaan suatu ibadah yang bersumber dari al-Quran, hadis dan ijtihad para ulama. Sedangkan astronomi memberikan formulasi terhadap tafsir yang terdapat dalam dalil-dalil tersebut dalam membuat rumusan matematis yang digunakan dalam prakiraan waktu. Dalam penentuan awal bulan kamariah, baik hisab maupun rukyat keduanya mempunyai sasaran yang sama yaitu hilal, inti dan tujuan dilaksanakannya penentuan awal bulan kamariah baik melalui hisab atau rukyat adalah mencari hilal.

Perbedaan pandangan dalam penentuan awal bulan lebih kepada perbedaan dalam menginterpretasikan ayat maupun hadis yang menjadi dasar hukum dalam penentuan awal bulan kamariah, ditambah lagi dengan beragamnya sistem perhitungan, metode dan kriteria yang digunakan. Dalam sebuah situs Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) disebutkan, setidaknya telah terjadi delapan kali perbedaan dalam penetapan awal bulan, baik Ramadhān, Syawāl maupun Dzulhijjah dalam 11 tahun

² Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*, (Yogyakarta, Buana Pustaka, 2004), 173

terakhir yakni antara 1422 H / 2011M s.d 1432 H / 2011M. Pada zaman saat ini seharusnya bisa memberi kemudahan bagi umat Islam dalam membuat sistem penanggalan yang akurat berdasarkan peredaran bulan (lunar system) yang berbasis sains (astronomi) serta tidak bertentangan dengan syar'ī. Penentuan awal bulan kamariah secara hisab maupun rukyat yang dilakukan secara komputerisasi, sehingga memberi kemudahan bagi umat Islam dan diperoleh hasil perhitungan yang tepat, cepat dan akurat berdasarkan data-data astronomis. Maka akan dengan mudah pula diketahui secara persis ketinggian dan posisi hilal di ufuk sebelah barat. Namun perhitungan dengan tingkat akurasi yang tinggi juga belum tentu menjamin dan menjadikan adanya keseragaman dalam pentapan awal bulan kamariah. Meski hasil perhitungannya sama, akan tetapi masalah kriteria awal bulan itu sendiri masih menjadi kendala bagi umat Islam dalam mewujudkan sistem penanggalan yang satu dan seragam,³

Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta yang merupakan pos obeservatorium bulan berdiri pada tahun 2006 oleh bapak Mutoha Arkanuddin. Selain menjadi tempat pos observatorium bulan Griya antariksa juga merupakan rumah tinggal dengan fasilitas belajar ilmu antariksa (astronomi), tempat markas JAC (Jogja Astro Club), serta tempat orang datang untuk belajar, mencari tahu, tempat kunjungan wisata. Griya Antariksa memiliki beberapa fasilitas diantaranya planetarium, galeri peralatan, galeri poster, aneka teleskop, ruang pelatihan, perpustakaan, taman astronomi, kedai astronomi, dan gerai peroketan.

Dalam kajian Ilmu Falak kegiatan pengamatan hilal atau biasa disebut dengan ru'yatul hilal sangatlah diperlukan Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta terlebih dalam penentuan awal bulan hijriah, terutama pada bulan krusial seperti bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijah. Di dalam Alquran menjelaskan fungsi hilal adalah sebagai penanda waktu, terdapat dalam Q.S. al-Baqarah: 189

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

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. (Q.S. 1 [Al-Baqarah]: 189)

Rukyat merupakan suatu proses pengamatan/observasi yang tergolong sangat membutuhkan persiapan serta mata yang terlatih karena melihat hilal yang redup dalam skala waktu singkat dengan langit latar belakang yang relative masih terang sangat membutuhkan linearitas deteksi yang memadai. Kiranya jelas bahwa rukyat yang tidak lain merupakan observasi astronomi adalah proses yang

³ Suhardiman, "Kriteria Visibilitas Hilal Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Indonesia", *Jurnal Khatulistiwa*, vol.4 no. 1, (Maret: 2013), 71

hendaknya juga memanfaatkan kemajuan teknologi. Seiring perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan sangat pesat, dalam praktik pengamatan hilal itu sendiri sekarang sudah dilengkapi dengan instrument-instrumen mutakhir yang dapat membantu proses pengamatan hilal agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Maka observatorium sebagai salah satu sarana para astronom muslim dalam pengamatan hilal hendaknya memperhatikan hal-hal yang dapat menunjang keberhasilan rukyat dengan alat.⁴ Pada tahun lalu tepatnya pada saat memasuki bulan Zulhijah Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta termasuk dalam 84 daftar lokasi rukyatul hilal awal bulan Zulhijah 1441 H.

Standard Operating Procedure (SOP) pengamatan hilal yang ada di Griya Antariksa memiliki perbedaan dengan *Standard Operating Procedure (SOP)* pada umumnya. Perbedaan tersebut terletak pada teknik pengamatan dan instrument yang digunakan Griya Antariksa dalam kegiatan pengamatan hilal. Berdasarkan perbedaan SOP tersebut, penulis akan melakukan studi analisis bagaimana SOP yang telah diaplikasikan oleh tim pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta apakah memiliki perbedaan dengan SOP pengamatan hilal pada umumnya atau tidak, dan dalam pelaksanaannya apakah hasil dari pengamatan hilal yang menggunakan SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta sudah sesuai apabila dijadikan sebagai alat bukti *rukyatul hilal* dalam sidang isbat. Lalu penulis akan memberikan pandangan para ulama dari segi syariah yakni perpektif fiqh, apakah keberdaannya termasuk dalam kategori *Istihsan* dan *Istislah* dimana membantu meyakinkan adanya keterlihatam hilal atau tidak, serta penulis akan memberikan pandangan SOP pengamatan hilal yang digunakan Griya Antariksa ditinjau dari perspektif astronomi.

Keberhasilan dalam pelaksanaan kegiatan pengamatan hilal tidak hanya dipengaruhi oleh aspek tempat saja melainkan penggunaan instrument dan teknik pengamatan yang tepat juga merupakan sesuatu hal yang sangat berpengaruh dalam kegiatan pengamatan tersebut. Menurut penulis, selama ini skripsi yang ada di Program Studi S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang banyak hanya berfokus pada kelayakan tempat pengamatan hilal saja. Alasan penulis mengangkat masalah tersebut yaitu, Griya Antariksa merupakan Observatorium milik swasta bukan di bawah naungan pemerintah, sehingga SOP yang digunakan terdapat perbedaan. Observatorium milik swasta tidaklah hanya Griya Antariksa, ada Imah Noong dan lain-lain, namun penulis lebih tertarik menganalisis SOP pengamatan hilal yang digunakan Griya Antariksa karena lokasinya yang berada di tengah kota dan dikelilingi gedung-gedung tinggi. Untuk itu penulis ingin mengangkat permasalahan mengenai *Standard Operating Procedure (SOP)* pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta. Banyak harapan dari penulis semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan kegiatan

⁴ Nihayatur Rohmah, "Observasi dan Observatorium(Peluang dan Tantangan Rukyatul Hilal di Indonesia)", *al-mabsut*, Vol. 12 No.2, (September: 2018), 153

pengamatan hilal di Indonesia menjadi lebih baik dan mampu mendobrak kebiasaan diterimanya kesaksian berupa mata telanjang yang bersifat individual yang bersifat tidak kolektif dalam pengamatan hilal, meski kebenaran secara objektif dan empiris itu sulit untuk dibuktikan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat ditarik pokok permasalahan sebagai berikut

1. Bagaimana SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta?
2. Bagaimana SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta ditinjau dari perspektif fikih dan astronomi?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang penulis lakukan adalah:

1. Menganalisis dan mengetahui bagaimana *Standard Operating Procedure (SOP)* pengamatan hilal yang ada di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta.
2. Menganalisis dan mengetahui perspektif fikih dan astronomi terhadap *Standard Operating Procedure (SOP)* pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta.

Kegunaan dari penelitian yang penulis lakukan adalah:

1. Menjadi rekomendasi kepada praktisi rukyat untuk merevolusi teknik pengamatan hilal yang sesuai dengan kaidah sains dan dapat dibuktikan secara empiris
2. Menjadi acuan dalam pelaksanaan pengamatan hilal di Indonesia dengan menyusun standar yang dapat digunakan oleh para pegiat pengamat hilal untuk membantu keberhasilan pengamatan

D. Telaah Pustaka

Seperti halnya pada penelitian-penelitian lainnya, dalam penelitian ini mempertimbangkan telaah atau kajian pustaka. Terutama kajian pustaka yang relevan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan pembahasan penelitian diantaranya adalah sebagai berikut.

Skripsi Muhammad Dimas Firdaus pada tahun 2019/1441 H tentang *Studi Analisis Standard Operating Procedure (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha*. Dalam skripsi ini dijelaskan tentang analisis SOP pengamatan hilal Observatorium Bosscha terhadap kelebihan dan kekurangan pedoman tersebut dan mengetahui perspektif fiqh kontemporer terhadap prosedur, instrumen, dan teknik standar pengamatan hilal yang dilaksanakan oleh Tim Peneliti Observatorium Bosscha.

Skripsi Ahdina Constantinia pada tahun 2018/1440 H tentang *Studi Analisis Tempat Rukyatul Hilal menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)*. Skripsi ini berisi tentang penjelasan kriteria tempat rukyat hilal menurut BMKG dan penjelasan mengenai relevansi kriteria tempat rukyatul hilal BMKG terhadap lokasi ideal yang digunakan.

Skripsi Badrul Munir pada tahun 2016/1437 H tentang *Analisis Hasil Pengamatan Hilal Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat Pada Tahun 2010 M – 2015 M*. Skripsi tersebut berisi tentang bagaimana pelaksanaan dan hasil pengamatan hilal oleh BMKG khususnya pada tahun 2010 M- 2015 M.

Skripsi Resty Irawan Marpaung pada tahun 2019/1441 H tentang *Uji Kelayakan Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Sebagai Tempat Ru'yah Al-Hilal..*

Skripsi Indah Ayu Sari pada tahun 2019/1441 H tentang *Kelayakan POB di Teungku Chik Kuta Karang untuk Rukyat Hilal Dalam Pendekatan Astronomi dan Klimatologi*.

Dari daftar telaah pustaka diatas tidak terdapat penelitian yang secara eksplisit membahas tentang analisis SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta menurut pandangan fiqh dan astronomi, terlebih Griya Antariksa merupakan observatorium swasta atau privat, bukan observatorium di bawah naungan pemerintah. Maka dari itu penulis berit'ikad melakukan penelitian tentang "*Studi Analisis Standard Operating Procedure (SOP) di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta*"

E. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta adalah kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Proses dan makna (perspektif subjek) lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif, begitu juga landasan teori dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta di lapangan.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian non doktrinal, penelitian non doktrinal adalah penelitian yang bersifat empiris, dalam konsep penelitian ini hukum bukan hanya dianggap sebagai satu-satunya kebenaran yang dijadikan pedoman. Penelitian yang dilakukan adalah menganalisis setiap tahapan prosedur pengamatan hilal yang digunakan oleh tim pengamat hilal Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta. Mulai dari alat yang digunakan, penentuan lokasi geografis, dan teknik pengamatan. Dalam penelitian ini akan menjelaskan pula bagaimana

menurut pandangan fikih terhadap SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta. Penelitian ini dikatakan penelitian non doktrinal yaitu fikih sebagai bentuk yuridisnya dan SOP Pengamatan hilal adalah bentuk empirisnya.

2. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer yaitu sumber data yang penulis dapatkan secara langsung dari pihak yang bersangkutan mengenai SOP pengamatan hilal yang ada di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta, dan wawancara dengan beberapa tim pengamatan hilal, Bapak Mutoha Arkanuddin sebagai pemilik Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta dan beberapa anggota Jogja Astro Club (JAC) yang sering melakukan pengamatan di tempat tersebut. Sedang sumber data sekunder itu sendiri merupakan data pendukung yang diperoleh dari dokumen, literature, buku-buku, jurnal, majalah, koran, makalah, artikel atau dokumen lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini

a. Sumber Primer

Bahan primer ini adalah melakukan kegiatan perizinan penelitian, dan wawancara kepada tim pengamatan hilal dan beberapa tokoh yang berkaitan dengan kegiatan penelitian seperti Bapak Mutoha selaku pemilik Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta, Akademisi dan tokoh Falak yang lainnya.

b. Sumber Sekunder

Bahan sekunder yang digunakan penulis ini tidak mengikat, akan tetapi memberikan penjelasan dari hasil olahan pendapat atau pikiran para pakar atau ahli yang mempelajari bidang yang akan penulis lakukan penelitian.

c. Sumber Bahan Hukum

Sumber data bahan hukum yang digunakan penulis adalah Al-Qur'an, Hadis, pendapat imam mujtahid (Madzhab), Pendapat jumhur ulama baik klasik maupun kontemporer, dan kaidah fikih.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dan dokumentasi. Wawancara yang dilakukan yaitu dengan cara bertatap muka secara langsung dengan informan untuk mendapatkan data yang akurat dan valid langsung dari sumbernya. Sedangkan dokumentasi dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa informasi untuk menelusuri data yang terkait selama kegiatan pengamatan hilal oleh tim pengamat hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta dan juga beberapa informasi lain yang mendukung penelitian ini seperti sumber dari internet, tulisan-tulisan, berbagai buku, majalah ilmiah, jurnal yang telah ada sebelumnya.

4. Analisis Data

Data yang sudah dikumpulkan penulis baik dari sumber primer maupun sekunder penulis analisis menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif yaitu menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang sedang diteliti di lapangan. Analisis deskriptif yang penulis gunakan dalam masalah yang akan diteliti yaitu dengan menganalisis di setiap tahapan prosedur pengamatan hilal yang digunakan oleh tim pengamat hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta. SOP akan dianalisis ditinjau dari perspektif fiqh dan astronomi terhadap tahapan pengamatan hilal yang dilaksanakan di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang disusun dalam lima bab, terdiri atas sub pembahasan sebagai berikut:

1. BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang pembahasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

2. BAB II : Rukyatul Hilal (Pengamatan Hilal) dan Observatorium

Bab ini berisi pembahasan mengenai pengamatan hilal secara umum baik dari definisi, dasar hukum dalam Al-Qur'an dan hadis maupun urgensinya. Dan juga membahas mengenai sejarah, pengertian, dan fungsi secara umum observatorium di Indonesia.

3. **BAB III : *Standard Operating Procedure (SOP)* Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta**

Bab ini berisi tentang pembahasan seputar Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta, mulai dari sejarah kapan berdirinya, peran Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta pada pengamatan hilal Indonesia hingga bagaimana SOP Pengamatan hilal itu sendiri di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta.

4. **BAB IV : Analisis *Standard Operating Procedure (SOP)* Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta**

Bab ini berisi tentang analisis bagaimana SOP Pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta dalam

1. Perspektif astronomi
2. Perspektif fiqh apakah SOP pengamatan hilal tersebut secara fiqh masuk dalam kategori istilah atau istihsan, apa dasar hukumnya
3. Serta kelebihan dan kekurangan dari SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta

5. **BAB V : Penutup**

Bab ini berisi tentang kesimpulan, saran dan rekomendasi serta penutup.

BAB II

RUKYATUL HILAL (PENGAMATAN HILAL) DAN OBSERVATORIUM

A. Pengamatan Hilal (Rukyatul Hilal)

1. Pengertian Hilal

Dalam menentukan awal bulan baru dalam sistem penanggalan Hijriah tergantung pada kemunculan Hilal. Hilal secara kualitatif dianggap sebagai Bulan dalam fase sabit yang paling muda/paling tipis, sehingga muncul persepsi bahwa Hilal adalah bagian dari Bulan sabit. Sementara Bulan sabit sendiri adalah Bulan yang telah melewati tahap konjungsi namun memiliki fase lebih kecil dibanding Bulan separuh. Bulan sabit merupakan Bulan yang memiliki batas bawah fase Bulan pada saat konjungsi (yakni dengan fase 0 % hingga 0,19 % bergantung pada a_L , *arc of light* (Busur Cahaya) pada saat konjungsi) dan batas atasnya adalah fase bulan yang bertepatan dengan bulan separuh (fase 50 %). Dengan tidak terdefiniskan Hilal secara kuantitatif maka Hilal bisa dikelirukan sebagai bulan sabit, sementara bulan sabit sendiri berumur cukup lama (rata-rata 7,5 hari dihitung sejak konjungsi Bulan-Matahari hingga saat fase Bulan mencapai 50 %). Dengan umur yang cukup lama, maka menyamaratakan Hilal dengan Bulan sabit jelas bakal komplikatif mengingat satu tanggal Hijriah hanya berlaku untuk satu hari. Namun Bulan sabit dalam kondisi seperti apa yang bisa dinamakan Hilal, sejauh ini belum terdefiniskan dengan jelas¹

Secara etimologi kata Hilal berasal dari kata *halla-yuhilluhlālān. Ahalla-yuhillu-ihlālān* artinya melihat Hilal. Makna asal dari *ihlāl* adalah *raf'u al-saut* yaitu mengeraskan suara. Orang yang mengeraskan suaranya sering disebut dengan *muhillun. Ahalla bi al-hajj* artinya orang yang berhaji mengeraskan suaranya ketika membaca talbiyah. *istahalla alsabiyyu sharikhan* artinya seorang bayi menagis keras ketika dilahirkan. Dan bentuk Bulan pertama disebut dengan Hilal karena kebiasaan orang memekikkan suaranya ketika melihatnya, seraya bertakbir dan berdoa. Kata Hilal adalah bentuk masdar dari *hallan*. Jamaknya adalah *ahillah atau ahāilil*.² Dalam kitab Tafsir al-Maragi kata *ahillah* secara bahasa adalah bentuk jamak dari hilal yaitu (fase) Bulan pada dua atau tiga malam pertama dari awal bulan (hijriah). Disebut hilal karena orang-orang berzikir dengan suara yang keras ketika melihatnya.³ Selanjutnya dalam asbab al-nuzul ayat ini dijelaskan bahwa Rasulullah pernah ditanya mengenai hilal, Ahmad Mustafa Al-Maragi menjelaskan bahwa

¹ Ma'rufin Sudiby, "Bulan Sabit di Kaki Langit, Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Nasional dan Regional", paper disampaikan pada Lokakarya Internasional Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, tanggal 12-13 Desember 2012, 220.

² Badrul Munir, *Analisis Hasil Pengamatan Hilal Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat Pada Tahun 2010 M – 2015 M*. Skripsi Program Studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 2016, 20.

³ Muhammad Dimas Firdaus, *Study Analisis Standard Operating Procedure (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha*. Skripsi Program Studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 2019, 21.

hilal itu awalnya sangat tipis seperti benang, kemudian membesar hingga bulat pada pertengahannya (fase purnama), lalu mengecil lagi hingga tipis seperti semula, bentuknya tidak tetap. Lalu turunlah ayat Al- Baqarah ayat 189:

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

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. (Q.S. 1 [Al-Baqarah]: 189)

Dalam Philip's *Astronomy Encyclopedia* disebutkan bahwa Hilal adalah fase Bulan antara new moon (bulan baru) dan first quarter (kuartal pertama), atau antara fase kuartal terakhir dengan fase new moon. Hilal juga disebut fase sebuah planet inferior antara konjungsi inferior dengan elongasi terbesar, ketika sisi iluminasinya yang kurang dari setengah tampak.⁴

Kata Hilal sudah populer di kalangan kaum muslimin khususnya di Indonesia menjelang awal bulan Ramadhan dan Syawal, dan sudah menjadi bahasa baku yang dimuat dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Menurut kamus tersebut Hilal adalah Bulan sabit atau Bulan yang terbit pada tanggal satu bulan kamariah.⁵ Akan tetapi pengertian tersebut tidak dijumpai dalam kitab-kitab tafsir karya ulama Indonesia, contohnya seperti *Mahmud* dan *Oemar Bakry* mendefinisikan Hilal dengan Bulan. Sementara itu, *Bachtiar Surin* dalam tafsir *Adz Dzikraa* mengartikan Hilal dengan Bulan muda. Pendapat ini sejalan dengan pendapat *Hasbi ash-Shiddieqi* yang menyebutkan bahwa Hilal adalah Bulan baru. Dalam Q.S. al-Baqarah ayat 189 mengenai arti katan dan pengertian hilal, kitab tafsir Departemen Agama mengatakan bahwa para ahli tafsir cenderung melihat pada aspek guna atau hikmahnya bukanlah sebab hakekatnya tentang keadaan Bulan secara ilmiah. Jika dilihat dari ayat 189 surah al-Baqarah dan uraian para ahli, Hilal merupakan Bulan sabit pada hari pertama yang menjadi pertanda terjadinya Bulan baru pertama dalam kalender Hijriah.⁶

Pengertian hilal secara bahasa dalam kamus maupun dalam kitab tafsir belum menjelaskan secara rinci terkait bentuk, dan waktunya. Terutama dalam fungsinya sebagai penentu awal bulan hijriah. Untuk mengetahui hal tersebut diperlukan penjelasan dari sisi astronomi, yang dijelaskan oleh pakar terkait. Yang pertama menurut *T. Djamaluddin* dalam bukunya *Menggagas Fiqih Astronomi* mendefinisikan hilal berdasarkan penelitian astronomi yang dilakukan oleh LAPAN

⁴ Moore, Sir Patrick (ed.), *Philip's Astronomy Encyclopedia*, (London: Philip's Group, 2002), 106. Lihat juga Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita dan Center for Islamic Studies, 2007), 42.

⁵ Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, cet II (Jakarta: Balai Pustaka, 1989), 307.

⁶ Badrul Munir, "Analisis Hasil Pengamatan Hilal Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat Pada Tahun 2010 M – 2015 M" dalam Skripsi Strata I Program Studi Ilmu Falak (Eprints UIN Walisongo Semarang, 2016), 22.

terhadap data ru'yah al-hilal di Indonesia dari tahun 1962/1381 H – 1997/1417 H yakni, al-hilal adalah Bulan Sabit pertama yang teramati di ufuk Barat sesaat setelah Matahari terbenam, tampak sebagai goresan garis cahaya tipis, dan bila menggunakan teleskop dengan pemroses citra bisa tampak sebagai garis cahaya tipis di tepi bulatan Bulan yang mengarah ke Matahari.⁷

Muhyidin Khazin dalam bukunya *Kamus Ilmu Falak* menjelaskan bahwa hilal adalah Bulan Sabit yang dalam astronomi dikenal dengan Crescent merupakan bagian Bulan yang tampak terang dari Bumi sebagai akibat cahaya Matahari yang dipantulkan olehnya pada hari terjadinya ijtimak sesaat setelah Matahari terbenam.⁸ Penjelasan lain dari Muh. Ma'rufin Sudiby yang mendefinisikan hilal secara kuantitatif sebagai fungsi dari kontras Bulan terhadap kontras langit senja, sehingga merupakan bagian dari fase Bulan dan terpisah sepenuhnya dari fase Bulan Sabit. Hilal adalah Bulan pasca konjungsi yang memiliki batas bawah berupa kriteria visibilitas Indonesia (kriteria RHI) dan batas atas berupa $Lag = 40$ menit ($a_D = 10^\circ$).⁹ Dalam pendefinisian ini hilal berumur kurang dari 24 jam, dan menjadi fase Bulan tersendiri.¹⁰

2. Pengertian Pengamatan Hilal

Pengamatan hilal atau bisa disebut dengan Rukyat hilal adalah suatu kegiatan usaha melihat hilal atau bulan sabit di langit (ufuk) sebelah barat sesaat setelah matahari terbenam menjelang bulan baru khususnya pada bulan-bulan krusial yakni seperti awal bulan Ramadhan, Syawal, Muharam, dan Dzulhijah untuk menentukan kapan bulan baru itu dimulai.¹¹ Rukyat adalah melihat dengan mata atau melihat dengan akal akan tetapi rukyat dalam pembicaraan kali ini adalah dengan maksud untuk melihat dengan mata. Kegiatan tersebut memperhatikan hilal di bagian langit sebelah barat menjelang bulan baru. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mengobservasi hilal.¹² Mulanya pengertian rukyat adalah melihat hilal pada saat matahari terbenam pada akhir Sya'ban atau Ramadhan, untuk menentukan awal bulan kamariah berikutnya. Saat matahari terbenam pada akhir bulan tersebut berupa hilal dan bisa disaksikan, maka malam dan keesokan harinya merupakan tanggal satu bulan baru, jika hilal tidak terlihat maka malam itu dan keesokan harinya merupakan tanggal 30 bulan yang sedang berlangsung, hal ini disebut dengan kata istiqmal yaitu penyempurnaan.¹³

⁷ T. Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi*, (Bandung: Kaki Langit, 2005), 116.

⁸ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 30.

⁹ a_D adalah selisih altitude atau selisih vertikal antara bulan dan matahari bila dilihat manusia di bumi.

¹⁰ Muh. Ma'rufin Sudiby, "Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal", *Jurnal al-Ahkam*, vol. 24, 2014. 141.

¹¹ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Buana Puataka, 2008), 173.

¹² Muhyiddin, dkk, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2010), 202-203.

¹³ Ahdia Constantinia, "Studi Analisis Kriteria Tempat Rukyatul Hilal Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)", Skripsi Program Sarjana Strata 1 UIN Walisongo Semarang (Eprints UIN Walisongo Semarang, 2018), 22.

Madzhab rukyat secara garis besar dapat dikategorikan menjadi dua macam yaitu *rukyat bil fi'li* dan *rukyat bil ilmi*. Dua jenis rukyah tersebut terdapat sedikit perbedaan dalam cara pandang melihat hilal. *Rukyah bil fi'li* adalah cara menyaksikan hilal pada saat tanggal 29 akhir bulan Kamariah secara langsung menggunakan mata, sedangkan *rukyat bil ilmi* adalah cara menyaksikan hilal tidak secara langsung tanpa dengan mata, pandangan ini diartikan sebagai upaya melihat kenampakan adanya hilal dengan cara mengetahuinya melalui ilmu hisab, tanpa dibuktikan dengan observasi atau pengamatan secara langsung. Menurut madzhab rukyah dalam kaitannya dengan melihat hilal bersifat *ta'abuddi - ghair al - ma'qul ma'na*, yang berarti tidak bisa dirasionalkan, pengertiannya tidak dapat dikembangkan. Sehingga definisinya hanya terbatas pada melihat dengan mata telanjang. Dengan demikian, secara mutlak perhitungan hisab falaki tidak dapat digunakan.¹⁴

3. Pengamatan Hilal dalam Perspektif Fiqh

Pengamatan hilal atau rukyatul hilal dijadikan Para Ulama sebagai cara untuk menentukan awal bulan. Mazhab-mazhab besar seperti Syaf'iyah, Malikiyah, Hanafiyyah, dan Hanabilah pada umumnya menggunakan pengamatan hilal untuk menentukan awal bulan kamariah.¹⁵ Maksud dari pengamatan hilal oleh para ulama salaf berkesimpulan pada rukyat dengan mata kepala secara langsung, belum pada ranah penggunaan teknologi, karena penggunaan alat bantu pada saat itu masih sangat kurang.¹⁶ Awal bulan qamariyah harus ditetapkan, hal ini erat kaitannya dengan pelaksanaan ibadah, terkait berdasarkan metode apa dalam menetapkan awal bulan qamariyah, di kalangan para fuqaha berpendapat terdapat tiga aliran di antaranya ialah:

- 1) Untuk jumbuh Ulama Hanafi, Maliki dan Hanbali berpendirian bahwa penetapan awal bulan qamariyah terutama awal Ramadhan harus berdasarkan ru'yatul hilal (observasi bulan). Menurut Hanafi dan Maliki apabila terjadi ru'yah di suatu negeri maka ru'yah tersebut berlaku untuk semua daerah/wilayah kekuasaannya.¹⁷ Sedangkan menurut Hanbali ru'yah tersebut berlaku untuk seluruh dunia Islam dengan pengertian selama masih bertemu sebagian malamnya, misalnya seperti Indonesia dengan Ajazair yang mana selisih waktunya 5-6 jam, di Indonesia jam 6 pagi di Aljazair sekitar jam 12 siang. Golongan jumbuh ulama ini tidak mengenal mathla' dan sejalan dengan hadis nabi, yang tidak dikaitkan dengan mathla'.

¹⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra dan Pustaka Hilal, 2012), 92.

¹⁵ Ibrahim Hosen, "Penetapan Awal Bulan Kamariah menurut Islam dan Permasalahannya" dalam *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, (Jakarta: Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004), 31.

¹⁶ Lihat *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, (Jakarta: Lajnah Falakiyan Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, 2006), 1 – 3.

¹⁷ Nihayatur Rohmah, "Observasi Dan Observatorium (Peluang dan Tantangan Rukyatul Hilal di Indonesia)", *al-Mabsut Jurnal Islam dan Sosial*, vol. 12, No. 2, 2018, 156

- 2) Aliran Syaf'i berpendapat sama seperti jumhur yaitu penetapan awal bulan ditetapkan berdasarkan rukyat hilal, perbedaannya terletak pada urusan mathla'. Apabila terjadi rukyat di suatu negeri maka rukyat tersebut hanya berlaku untuk daerah atau wilayah yang berdekatan dengannya, tidak berlaku untuk daerah yang jaranya jauh. Kriteria dekat yang dimaksud disini adalah yang satu mathla' atau sama mathla'nya menurut *qaul mu'tamad*. Golongan ini berpegang pada hadis Kuraib, menurut golongan ini penetapan rukyat harus dilakukan oleh *Qadli atau Pemerintah*.
- 3) Sebagian ahli fiqh madzhab Syaf'i berpendapat bahwa penetapan awal bulan Ramadhan dilakukan berdasarkan hisab. Golongan ini bisa bekerjasama dengan golongan kedua, karena golongan kedua menggunakan mathla', disamping itu mereka masih dalam satu lingkup madzhab dimana kelompok ketiga ini terdiri dari pemuka-pemuka madzhab Syaf'i.¹⁸

Selain pendapat yang menyatakan pengamatan dengan mata langsung yang dapat diterima, ada beberapa ulama lain yang berpendapat bahwa pengamatan dengan menggunakan alat itu diperbolehkan. Seperti pendapat dari *Muhammad Bakhit al-Muth'i* dalam kitabnya *Irsyad Ahl al-Millah ila Isbat al-Ahillah* yang menyebutkan dapat diterima kesaksian rukyah al-hilal walaupun dengan alat bantu penglihatan (بالنظارة).¹⁹ Fiqh berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Permasalahan yang ada pada fiqh klasik hanyalah permasalahan alat bantu melihat (النظارة), berbeda dengan zaman modern, ada permasalahan lain yang timbul yakni pengamatan yang tidak dilakukan oleh mata, melainkan dengan bantuan kamera sebagai media penangkap cahaya/teknik fotografi. Berdasarkan hal tersebut, beberapa ulama kontemporer memberikan pendapatnya mengenai pengaplikasian teknik astrofotografi²⁰ yang dalam hal ini adalah image processing²¹ untuk ru'yah al-hilal diantaranya yaitu Ahmad Rofiq, merupakan profesor di bidang hukum Islam UIN Walisongo Semarang. Beliau pernah menjabat sebagai direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, Wakil Ketua Umum MUI Provinsi Jawa Tengah, Wakil Ketua Pimpinan Wilayah Nahdlatul Ulama Jawa Tengah (1999/1419 H – 2000/1420 H), dan rektor Universitas Wahid Hasyim Semarang (2008/1428 H -2010/1430 H).²² Menurut pendapat Ahmad Rofiq keberadaan teknologi dalam ru'yah al-hilal berfungsi untuk membantu pengamat menjadi lebih yakin atas

¹⁸ *Ibid.*, 157

¹⁹ Ibrahim Hosen, "Penetapan Awal Bulan Kamariah menurut Islam dan Permasalahannya" dalam *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, (Jakarta: Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004), 31.

²⁰ Astrofotografi merupakan pengambilan gambar menggunakan kamera dengan objek benda langit.

²¹ *Image Processing* merupakan istilah pengolahan citra yang bertujuan untuk meningkatkan kontras, menghilangkan gangguan geometrik/radiometrik, menentukan bagian citra yang akan diobservasi. Lihat Fajar Astuti Hermawati, *Pengolahan Citra Digital: Konsep dan Teori*, (Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2013), 6.

²² Ahmad Rofiq, *Fiqh Mawaris*, (Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2015), 215 – 220.

rukyat yang telah dilakukan. Selama proses yang dilakukan dalam astrofotografi dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, penggunaan teknologi tidak ada masalah, karena menurutnya yang memutuskan tetap hakim.

Lalu ada *Al Yasa' Abubakar* seorang profesor di bidang fiqh dan ushul fiqh UIN arRaniry Banda Aceh. Di luar kampus beliau pernah bertugas sebagai Wakil Ketua Majelis Permusyawaratan Ulama (MPU) Aceh dan setelah itu Kepala Dinas Syari'at Islam Provinsi Aceh yang pertama, beliau juga pernah diberi amanah menjadi Ketua Pimpinan Wilayah Muhammadiyah provinsi Aceh. Ketika aceh diberi izin untuk melaksanakan syari'at Islam, melalui UU No. 44 Tahun 1999, beliau ikut terlibat dalam penyusunan perencanaan, kebijakan, dan penulisan berbagai qanun untuk pelaksanaannya sampai sekarang. Menurut pendapat beliau persoalan astrofotografi untuk rukyatul hilal terhadap kedudukan alat tersebut ada tiga hal: Pertama, jika ditinjau dalam perspektif hisab astrofotografi tersebut tidak diperlukan selain termasuk kedalam perkara mubazir, karena tanpa bantuan alat tersebut perkara penentuan awal bulan Kamariah sudah dianggap selesai dalam artian telah dapat ditentukan kapan bulan baru akan masuk. Kedua, jika ditinjau dalam perspektif rukyat murni hal tersebut tidak perlu dilakukan, karena ketika melakukan pengamatan dengan mata telanjang hilal tidak terlihat dikarenakan tertutup awan atau mendung maka diistimalkan tanpa harus bersusah payah menggunakan teknologi. Ketiga jika ditinjau dari rukyat hilal yang didukung oleh alat bantu maka alat tersebut berguna dalam mempermudah pengamatan hilal.²³

Hilal ditetapkan berdasarkan rukyah atau hisab tak perlu lagi diperdebatkan, karena antara keduanya saling mengisi, melengkapi serta dapat dipersatukan. Apalagi dalam hal ini penetapan tersebut dilakukan oleh Qadli/pemerintah sebagaimana hal tersebut dikehendaki oleh madzhab Syaf'i maka semuanya wajib mematuhi dan tidak boleh lagi terjadi adanya silang pendapat demi tegaknya ukhuwah Islamiyah.

²³ Riza Afrian Muatqim, "Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal", *Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Yang Berkaitan*, 2018, 98.

4. Urgensi Pengamatan hilal

Hilal memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kehidupan manusia, salah satunya dalam hal sistem penanggalan. Beberapa peradaban menggunakan Bulan sebagai acuan dalam penentuan awal bulan, seperti Hindu²⁴ dan Islam.²⁵ System pergerakan bumi, bulan, dan matahari mengkhendaki berubah-ubahnya keadaan terbit hilal setiap bulan, baik waktu, posisi maupun ketinggiannya, akibatnya belahan bumi yang pertama kali mengalami terbit hilal senantiasa berganti setiap bulan.²⁶ Dalam Islam sendiri menggunakan hilal sebagai penentuan awal bulan qamariyah, seperti pada penjelasan dalam hadis yakni sabda Rasulullah SAW, yang berbunyi:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍوَضِيَّالَ اللَّهِ عَنْهُمَا: أُنْتَرَسُؤَلَ اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ وَلَا تَقْطُرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَاقْضُوا لَهُ) أَخْرَجَهُ الْبُخَارِيُّ²⁷

“Dari ‘Abdullah bin ‘Umar ra.: sesungguhnya Rasulullah saw membicarakan mengenai bulan Ramadan lalu bersabda: Janganlah kalian berpuasa sampai kalian melihat hilal dan janganlah kalian berbuka (masuk bulan Syawal) sampai melihatnya (hilal), apabila terhalang atas kalian (hilal) maka kadarkanlah.” (H.R. al-Bukhari)”

Hadis tersebut menjelaskan bahwasannya melihat atau mengamati hilal mempunyai peran penting dalam penentuan awal bulan qamariyah bagi umat muslim, terlebih pada bulan-bulan krusial seperti Muharram, Ramadan, Syawal, Zulhijah karena menyangkut kewajiban banyak umat muslim. Melakukan rukyat hilal atau pengamatan hilal merupakan sunnah yang dicontohkan sejak masa Rasulullah, untuk itu kemampuan manusia dalam mengamati hilal selayaknya patut dikembangkan untuk mempermudah proses pengamatan. Jika dilihat dari segi astronomi, maka pengamatan hilal memiliki peran dalam tatanan praktis yaitu dalam hal pengembangan teknologi untuk pengamatan hilal, dan penentuan awal bulan Kamariah.

B. Observatorium

1. Definisi Observatorium

Dalam bahasa Arab, observatorium disebut *al-marshad* (jamak: *al-marashad*). *Marshad* (atau *al-marashad*), berasal dari kata *ar-rashd*. Dalam *Lisan al-‘Arab* disebutkan bahwa *rashd* bermakna *yarqub* atau *taraqub*, yaitu menjaga atau mengawasi.²⁸ Sementara itu dalam *Maqayis al-Lughah* disebutkan bahwa kata *rashd* berasal dari satu kata (*ra-shad-dal*), yang bermakna “*at-tahayyu’ liriqbah syai’ ‘ala maslakih*” (mempersiapkan sesuatu untuk mengantisipasi di dalam perjalanan).

²⁴ Dalam kalender Hindu yang digunakan oleh warga Bali atau biasa disebut kalender Caka Bali, untuk penentuan umur bulan berpedoman pada peredaran Bulan dari konjungsi ke konjungsi berikutnya

²⁵ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam*, (Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2013), 10.

²⁶ Akhmad Muhaini, “Rekonseptualisasi Matla’ dan Urgensinya Dalam Unifikasi Awal Bulan Qamariyah”, *Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Umat Islam*, vol. 23, no. 1, (April: 2013), 110.

²⁷ Abu Abdullah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *al-Bukhari*, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz I, 327.

²⁸ Ibn Manzhur, *Lisan al-‘Arab*, j. 3 (Cairo: Dar al-Ma’arif, t.t), 1653

Sedangkan *marshad* atau *al-marshad* bermakna *mauqi' ar-rashd* atau *maudhi' ar-rashd*, yaitu tempat menjaga atau tempat mengawasi. Dari makna literer ini dapat disimpulkan bahwa *rashd* berarti observasi, sedangkan *marshad* adalah tempat observasi atau observatorium.

Observatorium memiliki asal kata dari bahasa Latin *observare* atau *observat* yang berarti melihat, mengamati, kemudian kata tersebut menjadi observatorium yang artinya tempat pengamatan. Sedangkan asal kata observatorium dalam bahasa Inggris yaitu *observatory* berasal dari bahasa Perancis *observatoire* yang berasal dari kata Latin *observare* yang telah disebutkan sebelumnya. Maka kata observatorium memiliki kedekatan dengan pengamatan.²⁹ Secara terminologis, observatorium adalah sebetuk bangunan tempat dimana dilakukan pengamatan benda-benda langit yang mana pengamatan tersebut tercatat. Menurut *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)* observatorium adalah gedung yang dilengkapi alat-alat (teleskop, teropong bintang, dan sebagainya) untuk keperluan pengamatan dan penelitian ilmiah tentang bintang dan sebagainya.³⁰

Dapat disimpulkan bahwa observatorium adalah tempat dimana observasi reguler dilakukan, pengamatan yang dimaksud ialah pengamatan astronomi. Sehingga dapat dikatakan bahwa observatorium merupakan bangunan dengan fasilitas untuk keperluan pengamatan reguler serta penelitian astronomi. Observatorium sangat identik dengan instrument-instrumen yang beragam disamping lokasi tempat berandanya yang strategis. Dalam konteks modern, observatorium dapat dinyatakan sebagai warisan sekaligus sumbangan yang teramat berharga dari peradaban Islam. Menurut Seyyed Hosein Nasr, observatorium sebagai sebuah institusi ilmiah merupakan kontribusi orisinal peradaban Islam. Di lembaga inilah pengembangan astronomi dan ilmu-ilmu yang berkaitan berlangsung dengan giat pada abad pertengahan.³¹

2. Sejarah Observatorium Sebelum Islam

Awal perkembangan observatorium pada saat itu masih sangat sederhana baik dari bentuk bangunan maupun kelengkapan yang ada di dalamnya, melainkan hanya tempat tenang di atas dinding kota atau menara.³² Yunani kuno terkenal sebagai kelompok pertama yang mempelajari ilmu astronomi secara sistematis, bahkan kata astronomi sendiri diambil dari bahasa Yunani yaitu *astron* yang berarti bintang dan *nemein* yang berarti menamakan. Observatorium pada zaman Yunani kuno adalah Observatorium Iskandariah/Alexandria pada abad 13 SM yang dipimpin oleh

²⁹ E-journal UAJY <http://e-journal.uajy.ac.id/11371/3/TA143142.pdf> diakses pada Selasa, 30 Maret 2021.

³⁰ <https://kbbi.web.id/observatorium> diakses pada Rabu, 31 Maret 2021.

³¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*, (Medan: UMSU PRESS, 2014), 1.

³² Kristen Lippincott, *Astronomi*, terj. dari *Astronomy* oleh Edlina H. Eddin, (Jakarta: Balai Pustaka, 2007), Cet. IV, 26.

Ptolomeus Selain Ptolomeus, nama-nama astronom pada masa Yunani kuno ada Aristoteles, Pythagoras, Eratosthenes, Aristarchus, dan Hipparchus.³³

Pada abad pertengahan atau bisa disebut dengan abad kegelapan Eropa, perkembangan astronomi dan ilmu pengetahuan secara umum mengalami kemunduran. Pada masa tersebut sangat bersifat agamis, sehingga banyak penemuan-penemuan dari masa Yunani yang dilarang karena dianggap bertentangan dengan paham gereja.³⁴ Selain masalah runtuhnya Kerajaan Romawi yang menjadi masalah utama penyebab Eropa mengalami masa kegelapan adalah hegemoni gereja pada masa tersebut. berbanding terbalik dengan Eropa, di Timur Tengah justru mengalami masa kejayaan (*Islamic Golden Age*). Ilmu pengetahuan pada masa ini berkembang dengan sangat pesat, banyak literatur-literatur dari bahasa asing seperti Yunani, Persia, India diterjemahkan ke dalam bahasa Arab, sehingga Islam pada masa itu menjadi peradaban yang sangat maju dari berbagai bidang, salah satunya astronomi.³⁵

Dilihat dari berbagai peninggalan yang diinisiasi pada masa Dinasti Abbasiyah menunjukkan bahwa perkembangan astronomi dan observatorium sebagai sarana pembelajaran sangat berkembang dengan pesat pada era peradaban Islam. Observatorium pertama yang dibangun pada masa Khalifah al-Ma'mun tahun 828 M dikepalai oleh dua orang astronom yakni Sind Bin Ali dan Yahya bin Abi Mansur adalah Observatorium Qasiyun di Damaskus dan observatorium Syammasyah di Baghdad. Dua observatorium tersebut dibangun dengan maksud dijadikan sebagai tempat penelitian benda-benda langit, memverifikasi observasi Ptolemik, dan menentukan arah kiblat dengan akurat.³⁶

Melalui kegiatan yang ada di observatorium yang ada di Eropa, perkembangan astronomi mengalami kebangkitan kembali berturut-turut, berbagai macam pemikiran dan instrument yang dihasilkan oleh ilmuan yang masih digunakan hingga sekarang, mulai dari zaman Nicolas Copernicus (1473/878 H - 1543/950 H), Tycho Brahe (1546/953 H - 1601/1009 H), Johannes Kepler (1571/978 H - 1630/1039 H), Galileo Galilei (1564/971 H - 1642/1051 H), sampai Issac Newton (1642/1051 H - 1727/1139 H). Pada tahun 1543/949 H, Copernicus menulis buku berjudul "*De Revolutionibus Orbium Coelestium (Revolusi Orbit Langit)*" yang mana di dalamnya menjelaskan tentang sebenarnya planet-planet yang bergerak mengorbit matahari, namun buku tersebut tak pernah diterbitkan hingga tahun 1543/949 H sebelum ia meninggal. Alasan Copernicus

³³ Lihat https://www.ancient.eu/Greek_Astronomy/, diakses 24 April 2021.

³⁴ Siti Alvi, Latar "Belakang Lahirnya Zaman Kegelapan", dalam http://siti-alvifisip12.web.unair.ac.id/artikel_detail-91431-Umum-Latar%20Belakang%20Lahirnya%20Zaman%20Kegelapan.html diakses 25 April 2021.

³⁵ Agung Sasongko, "Tradisi Penerjemahan pada Masa Abbasiyah", dalam <https://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/islam-digest/18/05/23/p96ckd313-tradisipenerjemahan-pada-masa-abbasiyah> diakses 25 April 2021.

³⁶ Abd al-Amir Mu'min, Qamus Dar al-'Ilm al-Falaki, 449. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, 9.

tidak menerbitkan bukunya adalah mengantisipasi terjadinya kontroversi di kalangan Gereja. Temuan baru Copernicus banyak yang dianggap bertentangan dengan ajaran baik Protestan maupun Khatolik. Hingga pada tahun 1616/1025 H temuan yang menyatakan bumi bukan sebagai pusat alam semesta dilarang oleh gereja Katholik. Galileo Galilei merupakan astronom yang menjadi korban dari pelarangan tersebut, Galileo Galilei dihukum menjadi tahanan rumah oleh kerajaan Romawi dari tahun 1633/1353 H hingga 1642/1361 H.³⁷

Kegiatan observasi langit tetap berlanjut meskipun banyak mendapat pertentangan mengenai orbit, seperti yang dilakukan oleh *Tycho Brahe* astronom dari Denmark yang melakukan observasi orbit planet di observatorium milik pribadinya yakni observatorium Uraniborg di Pulau Hven, Denmark pemberian Raja Frederick II.³⁸ Brahe mendapat banyak temuan baru selama melakukan penelitian di observatorium tersebut, misalnya seperti menemukan bintang baru *Nova* di rasi Kasiopeia, mengukur ulang data koordinat bintang dalam katalog Ptolomeus, dan memperbaiki data pengukuran orbit planet yang bergerak mengitari matahari. Catatan temuan baru *Brahe* diteruskan kepada *Johannes Kepler* seorang matematikawan, Kepler melalui catatan tersebut menyatakan orbit planet mengitari matahari memiliki bentuk *elips* dan membuat hukum gerakan planet yang dikenal sebagai hukum Kepler.³⁹

Galileo Galilei merupakan orang yang pertama kali menggunakan lensa untuk keperluan pengamatan astronomi⁴⁰, yaitu dengan menggunakan teleskop sebagai alat pengamatan dan menemukan bahwa Jupiter memiliki satelit yang mengitarinya, hal tersebut adalah pernyataan yang digunakan sebagai penguat pendapat Copernicus mengenai konsepnya yaitu Heliosentris.⁴¹ Pada saat kematian Galileo Galilei, Issac Newton yang lahir dengan perlakuan berbanding terbalik dengan Galileo. Newton hidup dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang diterima baik oleh masyarakat. Jika Galileo adalah orang pertama yang menggunakan lensa sebagai teleskop, Newton merupakan orang yang pertama kali menggunakan cermin sebagai media pengumpul cahaya dalam pengamatan, dan penemuan tersebut dikenal di seluruh Eropa. Perkembangan observatorium di Eropa terus berlanjut, sudah terdapat beberapa observatorium besar di beberapa daerah salah satunya Observatorium Leiden yang dibangun pada tahun 1633/1042 H observatorium universitas tertua, Observatorium Paris pada tahun 1667/1077 H sebagai observatorium astronomi nasional terbesar, Observatorium Kerajaan Inggris pada tahun 1675/1086 H pemberian Raja Charles II kini

³⁷ Muhammad Dimas Firdaus, “Studi Analisis Standard Operating Procedure(SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha”, Skripsi Program Sarjana Strata 1 UIN Walisongo Semarang (Eprints UIN Walisongo, 2019), 8.

³⁸ <https://www.britannica.com/science/astronomical-observatory> diakses 26 April 2021.

³⁹ Kristen Lippincott, *Astronomi*, terj. dari *Astronomy* oleh Edlina H. Eddin, (Jakarta: Balai Pustaka, 2007), Cet. IV, 18.

⁴⁰ *Ibid.*, 20.

⁴¹ <https://www.britannica.com/science/astronomy/The-techniques-of-astronomy#ref1211432> diakses 26 April 2021.

menjadi bagian dari museum Kerajaan Greenwich, ketiga observatorium tersebut masih beroperasi dan digunakan hingga sekarang.⁴²

3. Sejarah Observatorium Pada Masa Peradaban Islam dan Perkembangannya

Observatorium astronomi dengan pengertian tersedianya bangunan berupa gedung, instrument-instrumen astronomi, para observer, bahkan ruang perpustakaan dan ruang diskusi ilmiah sejatinya tidak ditemukan di zaman pra-Islam. Namun perlu dicatat bahwa asal-usul atau cikal-bakal observatorium modern telah ditemukan dan berakar dari observasi-observasi yang dilakukan sejak pra-Islam ini. Hal ini dapat dimengerti oleh karena unsur integral dari sebuah observatorium adalah observasi itu sendiri. Dalam konteks zaman lampau, pengamatan merupakan hal penting karena berkaitan dengan keseharian manusia. Orang-orang di zaman lampau memiliki kebiasaan melakukan perjalanan baik siang maupun malam hari untuk tujuan tertentu. Untuk itu mereka jadi terbiasa membaca dan memahami gerak dan posisi benda-benda langit dan segenap fenomenanya di cakrawala sebagai pedoman selama perjalanan.

Aktivitas yang awalnya bersifat sosial-individual tersebut pada akhirnya menjadi unsur penting bagi lahirnya lembaga observatorium astronomi. Aktivitas pengamatan merupakan bagian integral kehidupan manusia baik terkait rutinitas sosial, bisnis, maupun mitos. Di zaman Yunani telah berdiri sebuah observatorium bernama Observatorium Iskandariah, yang berdiri pada abad 13 SM. Ptolemeus sang pencetus teori geosentris tercatat sebagai direktornya.⁴³ Sejarah mencatat bahwa orang-orang Yunani adalah yang pertama kali melakukan observasi planet-planet dengan menggunakan instrument-instrumen astronomi,⁴⁴ hanya saja kegiatan observasi dan instrument yang tersedia di dalamnya tidak diketahui secara jelas dikarenakan tidak adanya catatan, dokumen dan peninggalan bangunan fisik observatorium tersebut.

Di peradaban Islam kegiatan observasi tampak berjalan secara alami dimulai sejak zaman Dinasti Abbasiyah, yaitu pada abad 8 M sampai abad 14 M. Kurun berikutnya mulai berdiri sejumlah observatorium yang memiliki pengaruh besar terhadap perkembangan pengetahuan astronomi Arab yang tersebar baik di timur maupun barat. Pada awalnya observatorium lebih dominan berkembang di timur. Observatorium Syammasiyah tercatat sebagai observatorium pertama di peradaban Islam yang didirikan oleh Khalifah Al-Ma'mun di Bagdad pada tahun 828 M. setelah itu, observatorium mulai tersebar di berbagai tempat seperti Damaskus dan Raqqa. Pada

⁴² <https://www.rmg.co.uk/royal-observatory/history> diakses 26 April 2021.

⁴³ Aidin Sayili, *al-Marashad al-Falakiyyah fi al-'Alam al-Islami*, Terjemah: Abdullah al-'Umr, (Kuwait: Mu'assasah al-Kuwait li at-Taqaddum al-'Ilmi, cet. I, 1995), 83. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, 2.

⁴⁴ Ali Hasan Musa, *'Ilm al-Falak fi at-Turats al-'Arabi*, (Damaskus: Dar al-Fikr, cet 1, 2001), 235. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, 2.

abad 4/10 M, dinasti Buwaihi dan para wazirnya menyelenggarakan program observasi astronomi di Ray, Isfihan, dan Syiruz.⁴⁵ Pada abad ini observatorium berkembang pesat dan mulai menemukan karakternya yang lebih umum dan matang, dan pada umumnya didukung oleh penguasa yang dermawan.

Untuk melakukan observasi benda langit sangat dibutuhkan instrument, untuk mengadakan instrument dan bangunan tentunya membutuhkan biaya yang besar, disinilah peran penguasa dengan segenap motifnya tampak dominan. Observatorium Maragha di Iran tidak akan berdiri tanpa dana hibah dari raja Mongol Hulaghu Khan untuk pembangunan observatorium. Sang maha furu Ibn Sina (w. 428/1037) tercatat pernah memimpin sebuah observatorium di Hamadan yang dibangun atas jasa raja Persia Ala' al-Daulah. Omar Khayyam sang astronom, penyair dan ahli matematika juga pernah bekerja di sebuah observatorium yang berusia cukup lama yang mana dibangun oleh penguasa Saljuk Malik-Syah. Sumbangan Omar Khayyam di observatorium adalah sebuah kalender yang jauh lebih akurat disbanding kalender Gregorian yaitu Kalender *Jalali*.⁴⁶

Sementara itu di Mesir, dilaporkan Komisi Nasional Mesir untuk UNESCO mnginformasikan bahwa khalifah-khalifah Dinasti Fatimiyah di Cairo ikut membangun observatorium *al-Hakim* tempat Ibn Yunus berada dan bekerja yang terletak di puncak bukit Muqattam. Pendirian observatorium ini sekaligus menjadi alasan utama disusunnya sebuah tabel astronomi milik Ibn Yunus guna memenuhi permintaan Khalifah Al-Hakim bin Amrillah, table itu bertitel *Zij al-Hakim al-Kabir* (tabel al-Hakim yang agung).⁴⁷ Selain di timur observatorium juga tersebar di belahan dunia barat meskipun tidak terlampau besar. Seyyed Hossein Nasr menuturkan, di Toledo telah dibangun sebuah observatorium pada abad 5/11 yang melahirkan tokoh astronomi bernama Al-Zarqali (Arzachel). *Zij Toledo* adalah buah karyanya yang memainkan peranan penting dalam sejarah astronomi Eropa. Selain di Toledo di Sevilla juga dibangun sebuah observatorium tempat Jabir bin Aflah melakukan pengkajian astronomi. Ibn Bajjah (*Avempace*) juga tercatat memiliki observatorium pribadi.

Titik puncak observatorium sebagai lembaga pengkajian langit dicapai pada abad 9/15 tatkala Ulugh Bek membangun sebuah observatorium di Samarkand (sekarang Uzbekistan). Walaupun observatorium ini merupakan lanjutan dari tradisi astronomi Maragha, namun ia menjadi penghubung bagi Eropa. Nasr menyatakan “*observatorium di Samarkand bersama observatorium Istanbul harus dianggap sebagai penghubung kemajuan astronomi Islam ke dunia barat*”.⁴⁸

⁴⁵ Abduh al-Qadiri, *Mu'assasah 'Ilm al-Falak al-'Arabi Dirasah fi at-Tarikh as-Susiyuluji li 'Ilm al-Falak al-'Arabi fi al-Qarnain ar-Rabi' wa al-Khamis al-Hijriyain*, (Damaskus: Wizarah ats-Tsaqafah, 2009), 138. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, 3.

⁴⁶ Husain Heriyanto, *Menggali Nalar Saintifik Peradaban Islam*, (Bandung: Mizan, cet. 1, 2011), 263.

⁴⁷ Komisi Nasional Mesir untuk UNESCO, *Sumbangan Islam Kepada Ilmu dan Kebudayaan*, Terjemah: Ahmad Tafsir (Bandung: Penerbit Pustaka, 1406/1986), 189.

⁴⁸ Husain Heriyanto, *Menggali Nalar Saintifik Peradaban Islam*, 265.

Observatorium dalam maknanya yang spesifik telah mencapai puncak perkembangan, ia tidak lebih hanya institusi yang pengaruhnya bersifat terbatas apabila dibandingkan dengan institusi ilmiah lain seperti madrasah, perpustakaan dan rumah sakit. Dalam konteks modern, sumbangan observatorium lampau memberi kontribusi besar bagi kemajuan astronomi Eropa, diantaranya pengembangan peralatan teknik observasi seperti teleskop yang dilengkapi program komputer. Observatorium modern ini sudah mulai memfokuskan pengamatan benda-benda langit tertentu seperti matahari dan bulan dengan tersedianya tenaga-tenaga ahli.

4. Fungsi Observatorium

a. Pusat Pengkajian Langit

Tergerak oleh keinginan terhadap fenomena langit menjadi alasan utama dibangunnya observatorium di segenap penjuru dunia Islam. Tujuan pendirian observatorium itu sendiri adalah pengkajian dan penelitian benda langit semata. Seiring berjalannya waktu observatorium memiliki jangkauan lebih luas yaitu menyelenggarakan pengajaran astronomi dan diskusi ilmiah. Oleh karena sifatnya yang sangat praktis dan empiris serta membutuhkan peralatan-peralatan khusus menyebabkan observatorium sebagai lembaga ilmiah tidak begitu menyebarluas di dunia Islam abad pertengahan dibanding lembaga sains lain seperti *bait al-hikmah*, perpustakaan dan rumah sakit maupun lembaga pendidikan Islam par excellence masjid dan madrasah.⁴⁹

Dengan tradisi observasi, penelitian dan diskusi kajian astronomi tersebut menjadi lebih ilmiah dan intens, sebelum itu kajian mengenai langit lebih dominan bersifat spekulasi-spekulasi tanpa eksperimen ilmiah. Melalui kearifan tradisi ilmiah ini para astronom muslim merintis budaya metode eksperimental bagi pengembangan ilmu astronomi tanpa harus terjatuh dalam empirisme sebagaimana dalam astronomi barat modern. Selain budaya ilmiah observatorium juga mendorong terciptanya instrument-instrumen astronomi baik hasil adaptasi-modifikasi terdahulu maupun yang baru. di Maragha missal, instrument yang berkembang Antara lain adalah *dzat al-halq* (lingkaran) yang terdiri dari lima lingkaran yang terbuat dari seng diantaranya yaitu lingkaran setengah hari, lingkaran khatulistiwa, lingkaran zodiac, lingkaran lintang, dan lingkaran deklinasi. Ada juga *ad-da'irah asy-syamsiyyah* (lingkaran matahari) untuk mengetahui zenith-zenit bintang (planet). Ada instrument astronomi spektakuler

⁴⁹ Prof. Dr. Hasan Asari, MA., *Menyingkap Zaman Keemasan Islam* (Bandung: Ciptapustaka, cet III, 2013), 209.

yakni astrolabe (*al-usthurlab*).⁵⁰ Penggunaan intens instrument tersebut menjadi latar belakang lahirnya table astronomis hasil pengamatan langit yang terus diolah dan didiskusikan.

b. Institusi Sains

Dalam abad pertengahan kehadiran observatorium sebagai institusi ilmiah merupakan tuntutan sosial masyarakat muslim baik berkaitan dengan ibadah maupun kegiatan sehari-hari. Factor utama yang menyebabkan munculnya institusi ini menurut Aidin Sayili ialah ekspresi sekaligus apresiasi terhadap warisan Yunani dan Hellenistik.⁵¹ Awalnya observatorium adalah model bagi sebuah organisasi sains yang setidaknya ada dua factor pemicu yakni yang pertama adalah observatorium sebagai institusi sains mampu mencerminkan sifat penelitian ilmiah melalui pengamatan alami yang terorganisir, hal tersebut menjadi basis bagi perkembangan teori ilmiah yang terus berkembang dan memiliki karakter. Yang kedua, observatorium sebagai organisasi sosial mencerminkan kekhasan institusi sains yang tergambar dalam praktik kolektif dan kerjasama antar astronom muslim.

c. Sarana Penentuan Waktu-Waktu Ibadah

Benda-benda langit khususnya bulan dan matahari menjadi objek utama penelitian sebuah observatorium, sementara itu ibadah umat Islam yang tergolong penting bahkan wajib seperti shalat dan puasa sangat berkaitan dengan pergerakan dan fenomena benda langit tersebut. gerak dan fenomena bulan dan matahari menjadi standar batas dan waktu untuk dimulai dan diperbolehkannya sebuah ibadah. Untuk itu mengamati benda langit menjadi suatu keharusan bagi umat Islam, terlebih dalam menentukan awal bulan, baik menggunakan metode rukyat maupun hisab, keduanya menghendaki adanya pengamatan akan fenomena langit, mulai dari tebit, terbenam, horizon, dan lain-lain. Untuk ibadah shalat dan puasa, kehadiran observatorium menjadi kebutuhan bagi umat Islam.

Selain sholat dan puasa, ada juga penentuan arah kiblat terlebih bagi seseorang yang berada jauh dari Ka'bah atau Mekkah, mengharuskan mengetahui titik koordinat ia berada dan titik Ka'bah. Melalui penelaahan langit dan segenap fenomena-fenomena benda langit dapat memberikan informasi dan rumusan mengenai arah tersebut, karena bagaimanapun menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah

⁵⁰ Abdul Amir al-Mu'min, *al-Marashad al-Falakiyyah al-Islamiyyah Naqlah Nau'iyah fi Tarikh al-Falak*. Dalam majalah "Afaq ats-Tsaqafah wa at-Turats", edisi (12), tahun 1416/1996, 58.

⁵¹ Aidin Sayili, *al-Maeashad al-Falakiyyah fi al-'Alam al-Islami*, hlm 52. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, 7.

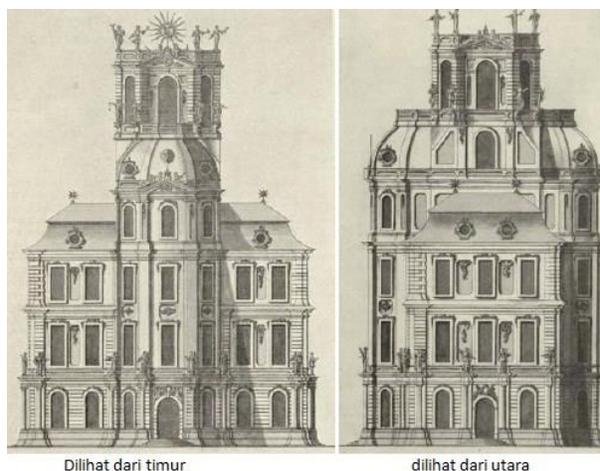
shalat. Berdasarkan pernyataan tersebut menunjukkan bahwa kehadiran dan keberadaan observatorium sangatlah berkaitan dengan ibadah umat Islam. Observasi akurat terhadap benda-benda langit akan mempermudah ibadah dan pada saat yang sama akan menghadirkan kualitas suatu ibadah karena dilakukan secara akurat dan meyakinkan.⁵²

5. Observatorium di Indonesia

Perkembangan observatorium di Eropa yang begitu pesat memberikan dampak pada pembangunan observatorium di daerah lain termasuk Indonesia. Observatorium pertama Indonesia berada di Mollenvliet, Batavia sekarang menjadi Glodok, Jakarta Barat pada tahun 1765/1178 H yang dibangun oleh John Maurits Mohr.⁵³ Tempat tersebut berdampingan dengan wihara Kim tek I atau Cin te Yuen/Jinde Yuen (kini wihara Dharma Bhakti, Glodok) berbentuk menyerupai bagian depan observatorium Uraniborg (Denmark), tempat kerja astronom Tycho Brahe dua abad sebelumnya, namun dalam skala lebih kecil dan lebih diperkuat. Perjalanan observatorium tersebut tidak berlangsung lama, lima tahun setelah kematian Maurits Mohr yakni pada tahun 1780/1194 H observatorium Mohr diguncang gempa bumi yang cukup besar. Gedung beralih fungsi menjadi rumah untuk pekerja hingga tahun 1809/1224 H lalu menjadi barak bagi tentara. Pada akhirnya gedung observatorium Mohr sepenuhnya hancur dan di tahun 1844/1260 H hanya ditemukan batu pondasinya saja, observatorium Mohr mempunyai produk pengamatan berupa catatan pengamatan transit Venus pada tahun 1761/1174 H dan 1769/1182 H.

⁵² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, (Medan: UMSU PRESS, 2014), 8-9.

⁵³ Muh. Ma'rufin Sudibyo, "Pelacakan Tapak Observatorium Tertua di Indonesia", <https://langitselatan.com/2012/06/19/pelacakan-tapak-observatorium-tertua-di-indonesia/>, diakses pada tanggal 27 April 2021.



Gambar 1.1 Observatorium Mohr⁵⁴

Setelah hancurnya observatorium Mohr perkembangan observatorium di Indonesia masih berlanjut, dilihat dari adanya pengamatan Gerhana Matahari di Padang pada tahun 1901/1318 H oleh Albert Antoine Nijland.⁵⁵ Lalu peneliti Belanda membangun observatorium meteorology *Meteorologi en Magnetische Observatorium* (MMO) di Weltvreden, Batavia oleh Pieter Adriaan Bregmsma dan Elie van Rickevorsel. Ketika Leiden, Willem van Bemmelen seorang fisikawan Leiden, Willem van Bemmelen menjabat sebagai direktur MMO, MMO berkembang menjadi KMMO (*Koninklijk Meteorologische en Magnetische Observatorium*).

Tahun 1919/1337 H Willem van Bammelen merekrut astronom Belanda yang bekerja di observatorium Afrika yaitu Joan George Erardus Gijbert Voute, namun Voute merasa kalau penelitian yang dilakukan KMMO kurang maksimal sehingga bermaksud membangun observatorium terpisah dengan KMMO. Pembentukan *Nederlandsch-Indische Sterrenkundige Vereeniging* NISV (Perkumpulan Astronomi Hindia Belanda) tahun 1920/1338 H muncul wacana pembangunan peneropongan bintang di Hindia Belanda, akhirnya Voute dan Karel Albert Rudolf Bosscha membangun observatorium Bosscha tahun 1923/1341 H.⁵⁶ Setelah kemerdekaan Indonesia Bung Karno berinisiatif membangun planetarium dan observatorium sebagai sarana pembelajaran astronomi dengan tujuan mencerdaskan rakyat Indonesia dari takhayul yang berkaitan dengan astronomi meskipun pada saat itu sudah ada Observatorium Bosscha.

⁵⁴ Lukisan bangunan Observatorium Mohr tampak dari timur dan utara (Sumber: Zuidervaart & Gent, 2004) <https://www.goodnewsfromindonesia.id/insights/kisah-observatorium-indonesia> diakses pada 27 April 20.

⁵⁵ Klaas van Berkel, Albert van Helden (Editor), *The History of Science in the Netherlands: Survey, Themes, and References*, E.J. Brill, 1999, hlm. 222. Dalam Bayu Baskoro Febianto, *Observatorium Bosscha (Bosscha Sterrenwacht) di Lembang, Bandung: Dari Penelitian hingga Pendidikan 1920 – 1959*, Skripsi Program Studi Ilmu Sejarah Universitas Indonesia, 2016, 18.

⁵⁶ Klaas van Berkel, Albert van Helden (Editor), *The History of Science in the Netherlands: Survey, Themes, and References*, E.J. Brill, 1999, 222. Dalam Bayu Baskoro Febianto, *Observatorium Bosscha (Bosscha Sterrenwacht) di Lembang, Bandung: Dari Penelitian hingga Pendidikan 1920 – 1959*, Skripsi Program Studi Ilmu Sejarah Universitas Indonesia, 2016, 18.

Planetarium dan observatorium Jakarta selesai diresmikan pada tanggal 10 November 1968/18 Syaban 1388 H berdasarkan Surat Keputusan Presiden RI No. 155 tahun 1963.⁵⁷

Saat ini perkembangan observatorium di Indonesia beragam jenis observatorium sesuai dengan fungsi dan tujuan pembangunan observatorium tersebut, contohnya seperti Observatorium milik perseorangan/swasta yaitu Imah Noong yang dibangun oleh Hendro Setyanto⁵⁸ dan Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta yang dibangun oleh Mutoha Arkanuddin ditujukan untuk pemberdayaan masyarakat dan pendidikan.⁵⁹ Lalu ada Observatorium CASA di bawah naungan instansi untuk keperluan pendidikan sains milik Pondok Pesanten Modern Islam Assalam Solo, Observatorium Winaya milik SMA BPI 1 Bandung, dan observatorium di bawah perguruan tinggi yang digunakan untuk media pembelajaran mahasiswa sesuai dengan program yang ada di perguruan tinggi tersebut, diantaranya Planetarium UIN Walisongo, Observatorium UAD Yogyakarta, Observatorium Astronomi Institut Teknologi Sumatera Lampung. Ada pula tempat pengamatan langit milik Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yang dinamakan Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer di enam titik seluruh Indonesia diantaranya yaitu Kecamatan Pameungpeuk Kabupaten Garut Jawa Barat, Kecamatan Watukosek Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, Kecamatan Tanjungsari Kabupaten Sumedang Jawa Barat, Kabupaten Biak Papua Barat, Kota Pontianak Kalimantan Barat, dan Kecamatan Palu Puh Kabupaten Agam Sumatera Barat. Saat ini pemerintah Indonesia melalui LAPAN yang bekerja sama dengan Institut Teknologi Bandung, Universitas Nusa Cendana, dan pemerintah Kabupaten Kupang Tengah membangun observatorium Nasional di Pegunungan Timau, Kecamatan Amfoang Tengah, Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur yang diklaim menjadi observatorium terbesar di Kawasan Asia Tenggara.⁶⁰

Sebuah observatorium memastikan tiga pilar yang saling terkait yakni sumber daya manusia, manajemen, dan finansial, tiga pilar yang berjalan secara bersamaan dan aktif-kolektif. Untuk pilar pertama yaitu konsep, rancangan, ide, gagasan dan terobosan mengenai apa dan bagaimana observatorium dikembangkan, beberapa ahli pakar dengan spesialisasi astronomi yang memumpuni sangat diperlukan. Selanjutnya, konsep yang matang bila tidak dikelola secara baik maka hanya ada idealisme dan obsesi dalam pikiran belaka. Manajemen diperlukan untuk mengelola ide-ide dan gagasan-gagasan itu untuk dapat diterapkan.

⁵⁷ Dewi Pramesti, "Sejarah Planetarium dan Observatorium Jakarta", <https://langitselatan.com/2009/04/06/sejarah-planetarium-dan-observatorium-jakarta/> diakses pada 27 April 2021.

⁵⁸ Hendro Setyanto adalah alumni Astronomi Institut Teknologi Bandung yang sejak 2012, beliau memiliki ide untuk membuat observatorium pribadi yaitu Imah Noong.

⁵⁹ Hasil wawancara dengan pemilik Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta 22 Maret 2021

⁶⁰ Lihat <https://www.lapan.go.id/post/6597/observatorium-di-ntt-rampung-2021-terbesar-di-asia-tenggara> diakses pada 27 April 2021.

Kedua pilar seperti sumber daya manusia dan manajemen tidak akan sempurna bila tidak didukung dengan kekuatan pendanaan terkait persiapan sarana dan prasarana. Pengamatan langit adalah aktifitas yang sangat dinamis selain simultan, untuk itu diperlukan instrumen-instrumen pencari dan penjejak benda-benda langit yang memadai sesuai perkembangan zaman. Seiring berjalannya waktu, instrumen-instrumen khususnya teleskop terus berkembang sesuai perkembangan zaman. Selain kekuatan finansial yang mutlak diperlukan, kebijakan, kearifan, dan keyakinan pemimpin terkait alokasi biaya juga mutlak diperlukan.⁶¹

6. Instrumen-Instrumen Observatorium

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) instrument merupakan alat yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu (seperti alat yang digunakan oleh pekerja, teknik, alat-alat kedokteran, optik, dan kimia).⁶² Alat yang dimaksud dalam pernyataan tersebut ialah seluruh alat yang digunakan untuk kepentingan pengamatan hilal. Kata instrument hampir sama dengan arti perangkat atau perlengkapan. Instrument astronomi ini merupakan sarana observasi ilmiah yang digunakan para astronom dalam mengungkap fenomena alam. Instrument ini mempunyai fungsi untuk menghitung, menentukan peredaran benda-benda langit seperti Bumi, Bulan, Matahari dan Planet-planet secara akurat, selain itu instrumen ini juga digunakan untuk mempresisikan perhitungan segitiga bola secara cermat.⁶³ Instrument memiliki peran yang sangat penting dalam Ilmu Falak khususnya dalam hal kegiatan pengamatan hilal, instrument berkembang sesuai perkembangan zaman sehingga keberadaan dan kemajua instrument menunjukkan kemajuan sebuah bangsa.

Berbagai instrument ilmu falak diciptakan berangkat dari pengamatan sederhana yang kemudian dicatat, dibentuk dalam model perhitungan dan pengamatan sehingga terciptanya sebuah konsep alat. Keberadaan instrument dapat meng-update perubahan alam semesta baik yang terkait dengan bumi maupun langit, perpindahan posisi kiblat karena gempa bumi, visibilitas hilal, dan lain-lain. Perkembangan instrument dari satu masa ke masa yang lain, dari satu daerah ke daerah lain menggambarkan peradaban serta kemajuan bangsa. Instrument dengan berbagai bentuk, seni, para pembuat serta penggunaannya akan berbeda Antara satu daerah dengan daerah lain, tergantung pada kebutuhan masing-masing daerah.⁶⁴

⁶¹ Muhammad Qarib, "Peran dan Kontribusi OIF UMSU Dalam Pengenalan Ilmu Falak Di Sumatra Utara" *Jurnal Pendidikan Islam*, Vol. 10 No. 2, (November: 2019), 137.

⁶² Lihat <https://kbbi.web.id/instrumen> diakses pada 2 Mei 2021.

⁶³ Kairul Bariah Ritonga, "Instrumen Astronomi Pada Dinasti Mamalik", <https://oif.umsu.ac.id/2020/05/instrumen-astronomi-pada-dinasti-mamalik/> diakses 16 Juni 2021.

⁶⁴ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok: Rajawali Pers, 2017), 18.

Menurut penulis instrument astronomi dan ilmu falak terbagi menjadi 3 macam jika dilihat berdasarkan penggunaan, bahan pembuatan, dan sistem kerjanya, diantaranya sebagai berikut:

a. Instrument klasik (tradisional)

Instrument klasik ini merupakan instrument yang terbuat dari bahan-bahan tradisional, dalam penggunaannya instrument ini menggunakan tangan manusia, baik dalam perhitungan maupun aplikasi, semuanya dilakukan dengan tangan dan pikiran manusia secara satu per satu. Alat yang termasuk dalam instrument klasik ini merupakan alat-alat non optik yakni alat yang bekerja tidak berdasarkan prinsip pemantulan layaknya cermin dan pembiasan seperti lensa cahaya. Alat-alat astronomi yang termasuk dalam instrument klasik adalah

- a) Astrolabe (Al-Usturlab)
- b) Mizwala (sundial, jam matahari)
- c) Rubu' Mujayyab(alat seperempat lingkaran)
- d) Istiwaaini
- e) Gawang Lokasi

b. Instrument modern

Instrument modern ini terbuat dari bahan-bahan modern, instrument modern dalam penggunaannya bekerja secara otomatis baik dalam perhitungan maupun aplikasinya, yang mana dapat bekerja sendiri tanpa campur tangan manusia. Instrument ini bisa disebut juga dengan instrument digital karena hubungannya dengan angka-angka dengan sistem perhitungan tertentu. Alat-alat optik merupakan bagian dari instrument modern ini. Alat optik yang dimaksud disini adalah seperangkat alat yang digunakan untuk melakukan pengamatan astronomi dimana prinsip kerjanya berdasarkan pemantulan dan pembiasan cahaya. Alat yang termasuk dalam instrument modern diantaranya adalah:

- a) Theodolite
- b) Teleskop
- c) Kamera DSLR
- d) Binocular
- e) Kalkulator
- f) Kompas

c. Instrument software

Software merupakan istilah bahasa Inggris biasa digunakan untuk menyebut perangkat lunak dalam computer. Ia merupakan istilah khusus menyebut data yang diformat dan disimpan secara digital, termasuk program computer, dokumentasinya, dan informasi yang dapat dibaca dan ditulis computer.⁶⁵ Dalam istilah lain software adalah kumpulan instruksi yang berfungsi menjalankan suatu perintah seperti memberikan informasi tentang hardware, menentukan fungsi hardware, dan menjalankan system.

Adapun software yang dibuat khusus untuk ilmu falak, program ini didesain khusus untuk perhitungan ilmu falak yang meliputi arah kiblat, rashdul kiblat, awal waktu shalat, insakiyah, awal bulan qamariyah, konversi penanggalan, gerhana bulan dan matahari, posisi harian matahari dan bulan, visibilitas hilal, fase-fase bulan dan sebagainya. Software ini melekat pada alat elektronik seperti laptop, computer, dan handphone. Software astronomi dan ilmu falak merupakan sebuah aplikasi pemrograman yang dibuat khusus untuk membantu perhitungan dan pengamatan, beberapa diantaranya merupakan simulasi dari instrument klasik dan modern, sehingga instrument klasik dan modern dapat diganti dengan software ini.⁶⁶

Beberapa macam bentuk software dalam astronomi dan ilmu falak ini diantaranya yaitu:

- a) Starry Night
- b) Stellarium
- c) The Sky Six
- d) Qibla Locator
- e) Qibla Direction
- f) Google Earth
- g) GPS Data
- h) Digital Falak

Instrument modern dan instrument software merupakan salah satu fasilitas penunjang keberhasilan kegiatan pengamatan hilal oleh Observatorium Griya Antariksa agar kegiatan tersebut dapat berjalan dengan lancar dan hasil yang diperoleh sesuai dengan apa yang diharapkan. Namun Griya Antariksa memiliki ketiga jenis instrumen tersebut di dalam galeri peralatan.

⁶⁵ *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2008.

⁶⁶ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 20.

BAB III

STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGAMATAN HILAL **DI GRIYA ANTARIKSA**

A. Sejarah Observatorium Griya Antariksa

Griya Antariksa merupakan konsep rumah tinggal dengan berbagai fasilitas yang berkaitan dengan ilmu astronomi dan ilmu falak. Griya Antariksa bersifat perseorangan bukan lembaga resmi di bawah naungan pemerintah. Griya Antariksa berdiri pada 6 Juli 2006 bertepatan dengan tanggal 1 Muharram 1427. Griya Antariksa dirintis mulai dari awal tahun 2006/1427 H dengan dasar pemikiran diperlukannya Griya Antariksa ini sebagai tempat kegiatan astronomi dan markas komunitas Jogja Astro Club yang berdiri satu tahun sebelum Griya Antariksa. Sebelum adanya Griya Antariksa, kegiatan astronomi club belum memiliki tempat yang tetap dalam melakukannya, tempatnya masih nomaden atau berpindah-pindah, seperti di pinggir jalan, di lapangan, maupun di taman. Kegiatan tersebut diantaranya seperti kegiatan pengamatan, kegiatan forum diskusi kegiatan kajian-kajian, dan lain sebagainya.¹



Gambar 3.1 Kegiatan Pengamatan Hilal Griya Antariksa²

¹ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

² Kegiatan pengamatan Griya Antariksa dengan beberapa tim pengamat lainnya

Dari situlah mulai muncul keinginan untuk memiliki tempat yang tetap, tempat yang permanen, agar terciptanya suatu kenyamanan dalam melakukan kegiatan yang berkaitan dengan astronomi, kondusif serta efektif. Seperti kegiatan pengamatan, kegiatan diskusi, kegiatan belajar dan lain-lain. Pembangunan observatorium tersebut di mulai pada tahun 2013/1434 H, perencanaan pembangunan tersebut murni dari ide pribadi dari Bapak Mutoha sendiri. Tempat tersebut dibuat dengan konsep pembangunan beserta fungsinya, diantaranya yaitu yang pertama konsep rumah tinggal yang dibuat untuk ditujukan kepada public. Jadi bangunan tersebut berbentuk seperti rumah namun bisa dikonsumsi untuk public, siapapun bisa berkunjung di tempat tersebut. yang kedua konsep basic club astronomi Jogja atau bisa disebut sebagai markas komunitas Jogja Astro Club (JAC). Tempat tersebut dibuat untuk menjadi wadah bagi anak-anak JAC dalam mengembangkan ilmu pengetahuannya mengenai astronomi dan ilmu falak baik dalam bentuk kegiatan di lapangan maupun dalam bentuk forum diskusi.

Yang ketiga konsep sarana pendidikan dan pelatihan mengenai Ilmu Falak dan astronomi. Griya Antariksa juga merupakan tempat sarana pendidikan dan pelatihan bagi siapapun. Dengan konsep tersebut orang yang datang dapat belajar, berlatih, menguasai dan memperdalam ilmu pengetahuan mengenai astronomi dan ilmu falak. Yang ke empat konsep wisata edukasi sains astronomi. Selain belajar, Griya Antariksa juga menjadi tempat wisata bagi semua kalangan terkhusus untuk anak-anak TK atau SD. Griya Antariksa membuka kunjungan dalam wisata tersebut, kunjungan biasanya dihadiri oleh anak-anak TK, SD, komunitas dari luar kota, organisasi masyarakat dan lain-lain. Lalu konsep tempat usaha, Griya Antariksa memproduksi dan menjual berbagai jenis peralatan yang berkaitan dengan Astronomi dan ilmu falak. Selain menjadi rumah tinggal, sebagai basis club atau markas sebuah komunitas astronomi di Jogja, sarana pendidikan dan wisata edukasi sains astronomi dan sebagai tempat usaha, dan konsep terakhir Griya Antariksa ini dibangun dengan konsep penyaluran hobi bagi pemiliknya yakni Bapak Mutoha Arkanuddin.³

Tahap pertama pembangunan dimulai sejak awal tahun 2013/1434 H, akhir tahun tersebut sudah terealisasikan pembangunan rumah tinggal dan front office. Pembangunan berlanjut terus, hingga pada tahun 2016/1437 H pembangunan dapat menyelesaikan lantai tiga dan empat, lalu dilengkapi pada tahun 2020/1441 H. Pembangunan belum sempurna secara menyeluruh, karena pada lantai 4 belum diselesaikan dengan seutuhnya. Pembangunan tersebut murni ide dari pemikiran Bapak Mutoha pribadi dan biaya sendiri. Sehingga dalam pembangunan tersebut bisa terbilang prosesnya

³ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

cukup lama karena terdapat sedikit kendala pada dana. Namun beliau tetap berusaha keras mewujudkan impiannya tersebut, agar Griya Antariksa dapat terealisasi. ⁴



Gambar 3.2 Design Griya Antariksa⁵

Griya Antraiksa memiliki empat lantai dalam bangunannya. Lantai pertama merupakan tempat tinggal dan front office. Di lantai kedua terdapat ruang pelatihan, perpustakaan, ruang roket air, ruang bengkel tehnik, dan ruang transit. Untuk lantai tiga di dalamnya terdapat satu anjungan observatorium dan ruang planetarium. Di lantai empat terdapat dua anjungan observatorium, di sebelah selatan terdapat sliding roof room, dan di sebelah utara round roof room. Namun saat ini Griya Antariksa statusnya masih dalam proses penyempurnaan. Griya Antariksa adalah wadah.. Seperti halnya sebuah kampus yang menyediakan ukm sebagai wadah untuk menampung, menerima dan mengembangkan sesuatu. Segala sesuatu yang berkaitan dengan astronomi maka akan dikelola oleh anak-anak Jogja Astro Club(JAC). Hal-hal yang berkaitan dengan ilmu falak dan hisab rukyat dikelola oleh lembaga RHI.

⁴ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

⁵ Gambar tersebut merupakan design Griya Antariksa, gambaran bangunan ketika sudah dibangun dengan sempurna.



Gambar 3.3 Griya Antariksa⁶



Gambar 3.4 Front Office⁷

⁶ Griya Antariksa telah selesai dibangun pada tahun 2020, namun saat ini masih harus disempurnakan lagi di bagian lantai empat.

⁷ Front office ini merupakan tempat kerja Bapak Mutoha Arkanuddin, tempat tersebut juga digunakan untuk menerima tamu, tempat wawancara dan konsultasi mengenai hal yang berkaitan dengan ilmu falak dan astronomi

B. Fungsi Observatorium Griya Antariksa

Pada umumnya fungsi observatorium adalah pusat pengkajian langit, institusi sains dan sarana penentuan waktu-waktu ibadah.⁸ Eksistensi observatorium Griya Antariksa sebagai perangkat penunjang akademik ini menciptakan peluang bagi setiap orang untuk mengembangkan diri menjadi manusia yang cerdas, berintegritas, mampu mengembangkan pengetahuan baru dan inovasi yang bernilai tinggi. Griya Antariksa menyelenggarakan kegiatan akademik yang mana kegiatan tersebut terdiri dari kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan tersebut tidak hanya diperuntukkan bagi kalangan mahasiswa saja melainkan untuk semua kalangan. Selain itu ada beberapa organisasi juga yang turut serta dalam kegiatan tersebut, seperti organisasi masyarakat, komunitas astronomi dari berbagai daerah, sekelompok mahasiswa baik dari unit kegiatan mahasiswa (UKM), sekelompok mahasiswa KKN dan lain-lain serta masyarakat setempat. Fungsi Griya Antariksa sebagai sarana pendidikan secara umum menjadi salah satu pusat pengembangan ilmu astronomi dan ilmu-ilmu lain yang berkaitan, kegiatan perkuliahan seperti pengajaran mengenai astronomi dan ilmu falak serta diskusi ilmiah.

Secara umum kegiatan yang terdapat dalam Griya Antariksa adalah penelitian, pengabdian, pelayanan publik (kunjungan sekolah dan masyarakat), seminar nasional, serta diskusi ilmiah. Griya Antariksa sebagai pusat penelitian dan pengembangan ilmu astronomi dan ilmu falak ini terbuka untuk seluruh mahasiswa di Indonesia, tidak hanya untuk civitas akademika universitas di Jogja saja. mahasiswa universitas di luar Jogja bisa melakukan penelitian di tempat tersebut selama tema penelitian yang akan dilakukan masih sejalan dengan eksistensi Griya Antariksa. Sejauh ini penelitian yang telah dilakukan ialah: observasi pengamatan hilal, observasi awal bulan, pengamatan benda-benda langit secara umum, dan penelitian alat-alat ilmu falak..

Berkaitan dengan pengabdian kepada masyarakat, Griya Antariksa memiliki beberapa kegiatan diantaranya penelitian, pengabdian, dan pelayanan publik berupa kunjungan yang ditujukan untuk public seperti kunjungan sekolah, kunjungan istimewa, dan kunjungan masyarakat.. Dikarenakan Griya Antariksa ini merupakan observatorium milik perseorangan yang memiliki konsep dalam bentuk rumah, tidak ada batas hari libur untuk kunjungan, semua orang bisa berkunjung setiap hari, untuk kunjungan dengan membawa masa yang cukup banyak alangkah baiknya dipastikan terlebih dahulu sebelum berkunjung untuk menghubungi pihak observatorium agar kunjungan dapat terlaksana sesuai rencana. Di dalam Griya Antariksa pengunjung dapat mengamati benda-benda langit menggunakan instrument yang tersedia, pengunjung juga dapat menikmati fasilitas yang telah disediakan oleh Griya Antariksa seperti galeri peralatan, taman astronomi, planetarium dan lain-lain.

⁸ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium Sejarah dan Fungsinya di peradaban Islam*, (Medan: UMSU Press, 2014), 5-8.

Selain kunjungan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Griya Antariksa adalah berupa kegiatan pengamatan fenomena langit, penentuan awal waktu shalat, akurasi dan pengukuran arah kiblat (di masjid-masjid, mushalla, lapangan, perkantoran dan lain-lain), pelatihan Hisab Rukyat, Astrocamp yang diselenggarakan pada waktu liburan, pelatihan pembuatan roket, pameran alat-alat astronomi, dan nobar film bertema astronomi. Kegiatan tersebut biasanya dilaksanakan dalam bentuk kelompok seperti dari komunitas-komunitas, organisasi masyarakat, organisasi yang terdapat dalam kampus-kampus baik di dalam maupun di luar kota, mahasiswa KKN, sekolah dasar (SD), anak-anak TK, dan masyarakat setempat.

Berdasarkan pernyataan di atas Griya Antariksa memiliki fungsi yang sama dengan observatorium pada umumnya, Griya Antariksa sebagai sarana pendidikan dan perangkat penunjang akademik ini merupakan bentuk dari fungsi observatorium sebagai pusat pengkajian langit, karena di dalamnya terdapat kegiatan berupa pengajaran ilmu astronomi dan ilmu falak dan diskusi ilmiah. Pengajaran mengenai teori ilmu astronomi dan ilmu falak tidak hanya diajarkan teori pada umumnya saja, namun diberikan pengajaran, pelatihan yang lebih spesifik lagi mengenai kedua hal tersebut.⁹ Lalu ada Griya Antariksa sebagai pusat penelitian dan pengembangan ilmu astronomi dan ilmu falak merupakan bentuk dari fungsi observatorium sebagai institusi sains, karena fungsi tersebut mencerminkan sifat penelitian ilmiah Griya Antariksa melalui pengamatan alami yang terorganisir. Munculnya tabel astronomi yang mampu menjelaskan dan memecahkan persoalan astronomis juga merupakan bentuk ciri khas institusi sains.¹⁰

Griya Antariksa sebagai sarana pengabdian terhadap masyarakat juga bentuk dari fungsi observatorium sebagai sarana penentuan waktu-waktu ibadah, karena hal tersebut sangat berkaitan dengan masyarakat banyak terlebih dalam melaksanakan ibadahnya. Griya Antariksa sebagai media informasi bagi masyarakat mengenai waktu-waktu ibadah, selain itu masyarakat yang berkeinginan dan memiliki keinginan untuk bisa menentukan waktu ibadahnya sendiri sebagai bentuk antisipasi diri apabila sedang berada di tempat yang tidak diketahui atau sulit untuk mengetahui kapan waktu-waktu ibadah dapat belajar langsung di Griya Antariksa tersebut.¹¹ Sebenarnya antara fungsi Observatorium Griya Antariksa yang satu dengan yang lain saling berkaitan, misalnya seperti observasi akurat terhadap benda-benda langit sejatinya akan mempermudah ibadah dan pada saat yang sama akan menghadirkan kualitas suatu ibadah karena dilakukan secara akurat dan meyakinkan.¹²

⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, "Urgensi dan Kontribusi Observatorium di Era Modern", *Jurnal Tarjih*, vol. 13, no. 2(2016), 144-145.

¹⁰ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium Sejarah dan Fungsinya di peradaban Islam*, (Medan: UMSU PRESS, 2014), 7.

¹¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, "Urgensi dan Kontribusi Observatorium di Era Modern", *Jurnal Tarjih*, vol. 13, no. 2(2016), 146-147.

¹² Hasil wawancara dengan ketua umum komunitas Jogja Atro Club(JAC), Agung Laksana di Observatorium Griya Antariksa 05 Agustus 2021

C. Fasilitas Yang Dimiliki Observatorium Griya Antariksa

Griya Antariksa sebagai perangkat penunjang akademik terlebih dalam hal pengembangan pengetahuan mengenai astronomi dan ilmu falak akan terasa lengkap dengan adanya fasilitas yang terdapat di dalamnya. Griya Antariksa memiliki fasilitas yang mendukung dalam kegiatan pengembangan pengetahuan tentang astronomi dan ilmu falak. Fasilitas-fasilitas yang terdapat dalam Griya Antariksa adalah sebagai berikut:

1) Observatorium

Observatorium merupakan fasilitas utama yang terdapat dalam Griya Antariksa. Observatorium digunakan untuk kegiatan pengamatan dan penelitian. Observatorium yang terdapat di Griya Antariksa memiliki dua bangunan yakni sliding roof yang terdapat di sebelah utara observatorium dan round roof di sebelah selatan observatorium. Di dalam round roof terdapat teleskop permanen yaitu teleskop Meade 8" SCT 8"/2000mm. Teleskop tersebut hanya digunakan untuk pengamatan hilal awal bulan krusial saja seperti hilal awal bulan Muharram, Ramadan, Syawal dan Zulhijah karena pada pengamatan hilal pada bulan tersebut terdapat kegiatan live streaming, tidak hanya kegiatan pengamatan saja. Sedangkan untuk pengamatan benda-benda langit lainnya biasanya menggunakan teleskop yang lain.

Observatorium ini dilengkapi dengan instrument pengamatan yang terdiri dari alat-alat optik seperti teleskop, theodolite, dan alat-alat bantu lainnya seperti gawang lokasi modern (binokuler dan monokuler) hilal tracker, kamera, unit imaging dan streaming. Selain bulan yang menjadi objek utama dalam kegiatan pengamatan di observatorium, benda-benda langit lain juga dapat diamati menggunakan instrument yang ada diantaranya seperti bintang, matahari, planet dan fenomena langit seperti gerhana bulan, gerhana matahari, bulan sabit, tripel konjungsi Jupiter-Venus-Saturnus, hujan meteor lyrid, oposisi saturnus, supermoon dan lain-lain.



Gambar 3.5 Round Roof¹³



Gambar 3.6 Teleskop Meade



Gambar 3.7 Sliding Roof¹⁴

2) Ruang Pelatihan

Griya Antariksa memberikan fasilitas ruang pelatihan bagi pengunjung, pengunjung dapat memanfaatkan fasilitas tersebut sesuai kebutuhan. Ruang pelatihan ini terdapat di lantai dua, di ruang tersebut disediakan bagi mereka yang ingin mendalami hal yang berkaitan dengan astronomi dan ilmu falak. Ruang pelatihan ini memberikan pelatihan terkait ilmu falak seperti arah kiblat, hisab rukyat, dan pelatihan terkait astronomi seperti pembuatan teleskop, kegiatan pengamatan, pelatihan pembuatan roket air, alat-alat astronomi dan lain-lain. Ruang

¹³ Bangunan tersebut memiliki atap berbentuk kubah di sebelah selatan observatorium, yang di dalamnya terdapat teleskop permanen.

¹⁴ Bangunan dengan atap geser berada di sebelah utara observatorium.

tersebut juga digunakan untuk pelatihan OSN (Olimpiade Sains Nasional).¹⁵ Di dalam ruang pelatihan ini terbagi menjadi 2 bagian, untuk pelatihan yang berhubungan dengan astronomi maka akan ditangani oleh komunitas Jogja Astro Club (JAC), dan untuk pelatihan yang berkaitan dengan hisab rukyat maka akan ditangani oleh lembaga rukyat hilal Indonesia (RHI) bagian pelatihan. Selain untuk pelatihan ruang tersebut juga melayani konsultasi ilmu pengetahuan tentang astronomi dan ilmu falak

3) Planetarium

Planetarium sebagai ruang teater memiliki fungsi untuk memperagakan simulasi susunan bintang dan benda-benda langit lainnya berada di lantai dua. Di planetarium pengunjung dapat belajar mengenai pergerakan benda-benda langit di malam hari dari berbagai tempat di bumi, pengetahuan tentang alam semesta dan terbuka untuk umum. Tujuan dari planetarium ini adalah untuk mendidik dan menghibur secara informatif. Planetarium yang terdapat dalam Griya Antariksa ini berfungsi sebagai wahana edukasi, sarana hiburan dan tempat penelitian.

Planetarium sebagai wahana edukasi dapat menambah wawasan yang kepada pengunjung khususnya bidang ilmu pengetahuan astronomi, karena pertunjukan planetarium yakni Teater Bintang menyajikan berbagai macam peristiwa alam jagat raya. Dalam teater, pengunjung diajak mengembara ke berbagai tempat di jagad raya yang sangat luas dan menakutkan. Selain wahana edukasi planetarium juga dapat dijadikan sebagai sarana hiburan, alternative tempat rekreasi untuk keluarga. Planetarium juga merupakan tempat bagi masyarakat untuk mengenal dan menghargai sains. Griya Antariksa menyediakan fasilitas ini untuk para pengunjung yang datang. Planetarium tersebut biasanya menayangkan berbagai tayangan film dan pertunjukan yang berkaitan dengan astronomi dan ilmu falak. Ruang planetarium ini memiliki kapasitas ruang hanya untuk 20 orang.

4) Perpustakaan

Perpustakaan di Griya Antariksa ini terdapat di lantai dua, memiliki cukup banyak koleksi buku. Jumlah buku secara keseluruhan ada 200 buah. Koleksi buku yang terdapat dalam perpustakaan Griya Antariksa merupakan perpaduan buku dengan tema ilmu falak dan buku dengan tema astronomi. Tidak hanya buku, di perpustakaan tersebut juga terdapat beberapa jurnal, skripsi dan juga thesis yang berkaitan dengan ilmu falak dan astronomi.¹⁶

¹⁵ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

¹⁶ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

5) Galeri Peralatan

Galeri peralatan dibuat untuk keperluan pendidikan dan kunjungan berada di lantai tiga. Galeri peralatan didalamnya terdapat berbagai macam alat-alat astronomi yang dimiliki oleh Griya Antariksa, instrument ini terdiri dari gabungan alat-alat klasik dan modern. Jumlah instrument seluruhnya sekitar 100 alat. Teleskop adalah instrumen utama, saat ini memiliki 22 unit teleskop dengan berbagai tipe dan ukuran. 12 unit teleskop resmi, 20 unit teleskop handmade. Teleskop ini digunakan baik untuk penelitian, pembelajaran, pameran, dan lain-lain. Selain teleskop, juga ada Teodolit, GPS, SQM, hilal tracker dan lain-lain. Hilal tracker memiliki dua jenis yaitu hilal tracker yang dipegang dengan tangan dan hilal tracker tripod.

Selain itu juga terdapat alat-alat astronomi klasik, yaitu alat-alat astronomi hasil karya para ilmuwan Muslim maupun pra-Islam dengan adaptasi dan modifikasi modern, antara lain: Rubu Mujayyab, Jam Matahari (Mizwalah), Istiwain, Astrolabe, dan lain-lain. Sedangkan instrumen-instrumen yang ada di area taman, yaitu: Sundial, Astrolabe, Rubu Mujayyab, dan Tiang Rashdul Kiblat.¹⁷ Tidak hanya sebagai tempat koleksi saja, galeri peralatan ini juga mengadakan kegiatan berupa pameran alat yakni dengan mengkomunikasikan koleksi alat-alat astronomi kepada masyarakat sekaligus untuk edukasi. Penyajian alat-alat astronomi disusun berdasarkan fungsi dari benda koleksi, jenis tertentu dan materi objek alat tersebut.

6) Kedai Peralatan

Kedai peralatan di lantai tiga ini merupakan fasilitas sekaligus tempat usaha yang dimiliki Griya Antariksa, di tempat ini Griya Antariksa memproduksi serta menjual alat-alat yang berkaitan dengan astronomi dan Ilmu falak. Selain menjual alat, Griya Antariksa juga menjual aksesoris astronomi yang menarik perhatian di semua kalangan terutama anak-anak, aksesoris tersebut dibuat sekaligus menjadi media belajar bagi anak-anak. Aksesoris tersebut juga bisa dijadikan sebagai buah tangan bagi para pengunjung.

7) Bengkel Teknik

Fasilitas bengkel teknik Griya Antariksa memiliki tugas untuk membuat keperluan-keperluan custom yang sesuai dengan kebutuhan para astronom di Griya Antariksa. Tugas yang dibebankan kepada bengkel teknik tidak hanya untuk membuat perlengkapan, namun juga bertugas untuk melakukan perawatan dan perbaikan alat-alat yang terkait dengan astronomi dan ilmu falak khususnya alat untuk kegiatan pengamatan. Bengkel teknik berada di lantai tiga Griya Antariksa.

¹⁷ *Ibid.*,

8) Taman Astronomi

Taman astronomi ini terdapat di lantai tiga Griya Antariksa, taman astronomi Griya Antariksa menyuguhkan berbagai alat peraga astronomi modern dan klasik serta pernak pernik astronomi yang menghiasi taman astronomi tersebut. Taman astronomi ditujukan bagi pengunjung khususnya anak-anak untuk bermain, tempat bersantai, sekaligus tempat untuk belajar bagi pengunjung amatir mengenai astronomi maupun ilmu falak. Namun saat ini statusnya sedang dalam tahap penyempurnaan.

9) Spot Photoboth

Spot ini disediakan sebagai pelengkap sekaligus untuk menghiasi lantai dua, agar ruangan terlihat lebih hidup. Spot photoboth ini dibuat bentuk seorang astronot dan terdapat gambar tiga dimensi, siapa saja dapat mengambil foto dan mengabadikannya di spot photoboth tersebut.¹⁸ Biasanya anak-anak yang lebih berantusias mengambil foto salam photoboth tersebut.

D. Peran Observatorium Griya Antariksa dalam Perkembangan Pengamatan Hilal

Untuk mendukung pengembangan pengetahuan tentang astronomi dan Ilmu Falak yang ada di Indonesia, observatorium Griya Antariksa menyelenggarakan beberapa kegiatan yang berkaitan dengan pengetahuan tersebut, kegiatan yang dimaksud terbagi menjadi dua bagian yakni kegiatan intern anggota dan partisipasi kegiatan global. Untuk kegiatan intern anggota itu sendiri meliputi pengamatan hilal tiap pergantian bulan, *Saturday Night Gathering* (SNG), observasi benda langit, dan kegiatan penyambutan event astronomi. Sedangkan untuk partisipasi kegiatan global meliputi *International Observe the Moon Night* (InOMN), *Sidewalk Astronomers*, *Global Astronomy Month* dan *World Space Week*.¹⁹

Observatorium memainkan peran sebagai lembaga pendidikan sains adalah bahwa astronomi tidak diajarkan pada lembaga-lembaga populer sebelumnya, seperti masjid, madrasah, rumah sakit, dan lain lain. Selanjutnya sifat observatorium yang sangat praktis dan empiris serta membutuhkan peralatan-peralatan khusus tidak memungkinkan pengajaran ilmu ini diakomodasi secara mudah di lembaga-lembaga tersebut. Asosiasi observatorium dengan disiplin yang sangat terbatas membuat lembaga ini tidak berkembang dalam jumlah yang besar bila dibandingkan dengan masjid, madrasah, atau perpustakaan.²⁰ Peran Griya Antariksa sebagai tempat pelatihan dan kerjasama dalam kegiatan

¹⁸ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

¹⁹ Hasil wawancara dengan ketua umum komunitas Jogja Astro Club(JAC), Agung Laksana di Observatorium Griya Antariksa 05 Agustus 2021

²⁰ Seyyed Hossein Nasr, *Sains dan Peradaban di Dalam Islam* (Bandung: Penerbit Pustaka, cet. II, 1418/1997), 63.

pengamatan hilal merupakan salah satu bentuk dari peran observatorium sebagai lembaga pendidikan sains. Karena berdirinya Observatorium Griya Antariksa berkaitan erat dengan kebutuhan umat Muslim dalam berbagai bidang tidak hanya persoalan ibadah saja, seperti menentukan arah perjalanan, memperkirakan musim dan cuaca, dan lainnya. Yang lebih penting ialah kontribusi astronomi dan observatorium dalam kepentingan ibadah umat Muslim, diantaranya seperti akurasi kiblat, perhitungan waktu salat, penentuan awal bulan (Ramadan, Syawal, Zulhijah), gerhana, dan lainnya

Dalam hal tersebut Griya Antariksa bekerja sama dengan beberapa lembaga, instansi, dan organisasi masyarakat. Griya Antariksa juga terjalin dalam JOPI (Jejaring Observatorium dan Planetarium Indonesia) dan sebagai kantor pusat lembaga Rukyat Hilal Indonesia (RHI). Griya Antariksa bekerja sama dengan Kementerian Agama Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sebagai salah satu lokasi pengamatan hilal. Kegiatan yang telah diselenggarakan oleh Griya Antariksa dengan pihak Kementerian Agama Provinsi DIY adalah berupa pelatihan dasar mengenai pengamatan, pelatihan mengenai hisab rukyat, kegiatan pelatihan baik penggunaan maupun pembuatan alat, dan kegiatan pendidikan seputar teori hisab dan rukyat. Karena sejatinya dalam melakukan pengamatan hilal seorang pengamat harus memiliki persiapan yang sangat matang dan memahami betul ilmu pengetahuan tentang hisab rukyat, jika tidak maka hasil yang diperoleh tidaklah memuaskan dan kegiatan tidak berjalan dengan baik.

Lalu Griya Antariksa bekerja sama dengan BMKG Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dalam perawatan alat pengamatan hilal, Griya Antariksa berperan sebagai bengkel teknik yang mana melakukan perawatan dan perbaikan alat-alat pengamatan dan juga membuat perlengkapan custom sesuai kebutuhan. Griya Antariksa juga bekerja sama dengan beberapa organisasi masyarakat. Beberapa kampus, dan pondok pesantren juga telah MoU dengan Griya Antariksa, diantaranya UIN Malikussaleh Aceh, UIN Salatiga, UIN Makassar, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Pondok Pesantren As-Salam Solo. Dalam hal tersebut Griya Antariksa berperan sebagai wadah yang memberikan fasilitas kepada kampus-kampus dan pondok pesantren tersebut dalam kegiatan pengamatan hilal.²¹

²¹ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

E. *Standard Operating Procedure (SOP) Observatorium Griya Antariksa*

Observatorium Griya Antariksa secara rutin telah melakukan pengamatan hilal untuk kepentingan penentuan awal bulan hijriah. Dalam melaksanakan kegiatan pengamatan hilal tim observer di Griya Antariksa menggunakan teknik yang terus dikembangkan, sehingga tim observer hilal di Griya Antariksa memiliki panduan Standard Operating Procedure (SOP) tersendiri. SOP Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta adalah sebagai berikut:

A. Tahap Persiapan Awal

1. Penentuan lokasi rukyat:
 - a. Ufuk barat bebas dari halangan sehingga terlihat ufuk mar'i. pantai dan bukit adalah pilihan utama tempat rukyat.
 - b. Menjangkau sudut pandang selebar 30° ke utara dan selatan dengan acuan titik barat.
 - c. Mudah dijangkau, aman, dan dekat dengan fasilitas umum seperti listrik atau telepon.
 - d. Ada baiknya dibangun tempat permanen berupa anjungan rukyat yang mampu menampung banyak pengamat dan memiliki fasilitas umum seperti mushola dll.
2. Penentuan lokasi geografis meliputi lintang, bujur, dan ketinggian tempat.
3. Persiapan perlengkapan alat rukyat yang akan digunakan seperti : binokuler, tracker, gawang lokasi, theodolite, GPS, teleskop rukyat, unit imaging dan streaming, kamera, senter, jam, meteran, kompas, benang dll.
4. Persiapan data hisab posisi Bulan-Matahari meliputi:
 - a. Saat ijtimak
 - b. Saat sunset : waktu sunset, azimuth matahari, ketinggian bulan, azimuth bulan, elongasi Bulan-Matahari, iluminasi bulan, umur bulan, selisih azimuth Bulan-Matahari dsb.
 - c. Saat moonset : waktu moonset, azimuth bulan, lama bulan di atas ufuk dsb.
 - d. Diagram posisi bulan saat sunset
5. Kalibrasi waktu (jam) gunakan internet, telpon ke 103 atau cocokkn dengan GPS/RRI/TVRI. Gunakan jam yang menyala cukup terlihat di tempat gelap jangan jam tangan yang tanpa lampu.

B. Tahap Persiapan Akhir(Hari-H)

1. Pastikan hari pengamatan adalah tanggal 29 bulan hijriyah. Biasanya terjadi pada hari ijtimak atau satu hari setelah ijtimak. Perbedaan kriteria penetapan awal bulan memungkinkan terjadinya perbedaan dalam penentuan tanggal 29 hijriyah.
2. Berada di lokasi paling tidak satu jam sebelum matahari terbenam untuk melakukan orientasi arah, penyesuaian diri dan persiapan pemasangan alat.
3. Pengamatan secara berkelompok (group) lebih diutamakan karena Antara satu pengamat dengan pengamat lain bisa saling konfirmasi, koreksi, dan klarifikasi saat ada laporan terlihatnya hilal.
4. Pastikan semua peralatan telah terpasang dengan baik sebelum matahari terbenam.
5. Pastikan anda telah berwudhu terlebih dahulu sebelum berada di lokasi, karena selama pengamatan berlangsung sholat maghrib akan dilakukan di lokasi pengamatan.

C. Tahap Pelaksanaan Rukyat Dan Pelaporan

1. Menjelang matahari terbenam lakukan penandaan arah posisi matahari terbenam dengan bantuan kompas maupun bayangan matahari. Ini akan bermanfaat sebagai patokan mencari posisi bulan setelah matahari tidak terlihat lagi.
2. Segera setelah matahari terbenam arahkan peralatan ke posisi bulan. Ada baiknya lakukan shalat maghrib dahulu di lokasi pengamatan sebelum meneruskan pengamatan, sebab hilal tidak akan terlihat serta merta begitu matahari terbenam karena cahaya langit masih terlalu cerah. Hilal baru mungkin bisa terlihat sekitar 10-15 menit pasca sunset.
3. Lakukan pengamatan hilal dengan orientasi arah sesuai dengan gerakan hilal mulai matahari terbenam hingga hilal terbenam, baik menggunakan mata telanjang ataupun menggunakan alat bantu visual seperti binokuler maupun teleskop.
4. Prnggunaan alat bantu visual dan traking posisi hilal baik secara manual maupun otomatis (*telescope computerized*) sangat membantu mengidentifikasi keberadaan hilal.
5. Jika hilal terlihat segera lakukan konfirmasi dengan pengamat lain dengan menunjukkan posisinya untuk memastikan itu adalah hilal sesungguhnya bukan halusinasi. Untuk menghindari halusinasi lakukan teknik berikut: *“pejamkan mata dalam beberapa saat kemudian lihat kembali”* kalau hilal masih terlihat maka itu adalah hilal sesungguhnya.
6. Doa melihat hilal. Disunahkan berdoa ketika berhasil melihat hilal:
*“Allahu akbar, Allahu akbar, Allahu akbar. Allahumma ahillahu ‘alaina bil’amni wal-
iman, wassalamati wal-Islam roobi warabbukallah.”* (HR. Tirmidzi)

Artinya: Allah Maha Besar, Allah Maha Besar, Allah Maha Besar. Ya Allah tampilkan hilal itu kepada kami dengan membawa keamanan dan keimanan dan keselamatan dan Islam. Tuhan kami dan Tuhanmu adalah Allah.

7. Akhiri kegiatan rukyatul hilal segera setelah bulan pada posisi terbenam karena hilal tidak akan naik lagi atau menapakkan diri.
8. Untuk pelaporan catat semua hal terkait dengan observasi yang kita lakukan dalam berita acara terlampir

Demi keberlangsungan dalam melakukan kegiatan pengamatan hilal, Griya Antariksa menggunakan teknik pengamatan agar terciptanya kelancaran dan keberhasilan dalam melaksanakan pengamatan hilal, teknik pengamatan tersebut terus mengalami perkembangan dan evolusi. Griya Antariksa ini mempunyai teknik dasar dalam melakukan kegiatan pengamatan hilal. Teknik dasar pengamatan tersebut dipastikan selalu digunakan dalam kegiatan pengamatan hilal dimana pun tempatnya siapa pun pengamatnya. Hal tersebut biasa disebut sebagai SOP Pengamatan hilal di Observatorium Griya Antariksa. Dalam SOP tersebut terdapat dalam empat bahasan diantaranya adalah instrument yang digunakan saat pengamatan, teknik pengamatan, streaming, dan berita acara.

1. Instrument

Instrument yang diperlukan dalam kegiatan pengamatan hilal adalah

a) Teleskop

Dalam kegiatan yang menyangkut kepentingan orang banyak, teleskop yang digunakan untuk pengamatan memiliki beberapa kualifikasi yang harus dipenuhi dalam pengamatan hilal agar memperoleh hasil yang memuaskan. Untuk kualifikasi yang pertama, teleskop harus memiliki kualitas yang baik, teleskop dengan kualitas koreksi aberasi dan kontras yang baik. Lalu yang kedua, kombinasi antara panjang fokus teleskop dengan ukuran sensor harus sesuai, agar medan pandang yang ditangkap tepat untuk diameter Bulan yang akan diambil citranya. Yang ketiga, untuk diameter teleskop tidak boleh terlalu kecil juga tidak boleh terlalu besar, agar daya pisah cukup besar dan untuk memproteksi terhadap hamburan cahaya yang tidak diinginkan. Dan kualifikasi yang terakhir adalah menggunakan refraktor apokromatik dengan diameter 80 hingga 120 mm.

b) Mount

Mounting atau pemikul ini juga memiliki beberapa persyaratan agar mendapatkan hasil yang memuaskan. Yang pertama *mounting* harus memiliki kemampuan “GOTO” atau *pointing* dan *tracking* agar dapat mendeteksi dan mengikuti gerak Bulan dengan presisi. Yang kedua, pemikul harus kokoh sehingga dapat menahan beban dengan baik. Yang ketiga, hampir semua *mounting* hanya dapat *tracking* pada sumbu RA (*right ascension*) atau pada sumbu sudut waktu saja, sedangkan Bulan bergerak pada dua sumbu yaitu RA dan deklinasi, sehingga diperlukan *mounting* yang memiliki kemampuan *tracking* yang dapat mengakomodir keduanya. Yang terakhir, hampir semua *mounting* tidak memperhitungkan nilai efek refraksi ketika mengarah ke horizon.²²

c) Hilal Tracker Tripod

Hilal Tracker Tripod merupakan hasil modifikasi dari Gawang Lokasi. Secara garis besar alat ini sama dengan Gawang Lokasi, akan tetapi yang membedakan kedua alat ini adalah dari segi penggunaannya, yang mana lebih mudah Hilal Tracker Tripod dari pada Gawang Lokasi. Hilal Tracker sendiri memiliki garis-garis bersekala (dalam satuan derajat) pada tepi gawangnya yang memanjang secara vertikal (0° - 15°) dan horizontal (0° - 10°), sehingga pergerakan Hilal ketika matahari terbenam hingga Hilal terbenam dapat diamati. Hilal Tracker Tripod ini diciptakan hanya untuk membantu melokalisir Hilal, sehingga keberhasilan terlihat atau tidaknya Hilal tergantung dari keadaan Hilal, cuaca dan pengamat itu sendiri.²³

d) Kamera

Kamera dalam kegiatan pengamatan ini memiliki fungsi untuk keperluan astrofotografi, dan pastinya memiliki syarat-syarat tertentu apalagi berkaitan dengan olah citra hilal dan pelengkap instrument. Syarat tersebut yang pertama kamera harus berbasis CCD (*Charge Coupled Device*) agar hasil citra bersifat linear dan tidak terkompresi (hasil citra mentah). Yang kedua, kamera hanya memiliki 2 warna atau monokrom, agar sensitivitas pada kamera lebih tinggi dan fleksibel saat menggunakan filter. Yang ketiga, kamera memiliki resolusi yang tinggi agar hasil sampling-nya baik. Yang terakhir kamera memiliki *frame rate* tinggi, hal ini sangat diperlukan saat

²² Muhammad Yusuf, “*Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming*”, dipresentasikan pada kegiatan Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Citra Data Hilal, Observatorium Bosscha tanggal 13 – 14 Oktober 2018

²³ Arhamu Rijal, “Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod Untuk Rukyat Hilal”, Skripsi Sarjana Program Strata I UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2017), 40-41.

pengolahan data dengan cara *stacking*. Semakin banyak citra yang diambil maka semakin baik hasil *stacking* yang diperoleh

e) Filter

Fungsi filter atau penyaring dalam pengamatan hilal adalah untuk menepis cahaya yang tidak diinginkan. Pada saat pengamatan disarankan agar menggunakan filter yang tidak terlalu gelap agar cahaya yang masuk ke sensor tidak berkurang banyak dan menggunakan filter merah gelap (*Bessel I*) atau IR (*infra red*) pada saat pengamatan ketika langit masih terlihat biru.

f) *Buffle*

Buffle sebagai alat tambahan yang dipasang pada teleskop, *buffle* memiliki fungsi untuk menangkis hamburan cahaya, dan mengamankan kamera dari cahaya yang berlebih dan meningkatkan kontras. Dengan adanya *buffle* teleskop ini sangat berguna dalam kegiatan pengamatan hilal yang memiliki nilai elongasi²⁴ kecil.²⁵

2. Teknik Pengamatan

Secara garis besar keberhasilan pengamatan hilal dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berhubungan langsung dengan keadaan hilal. Sedangkan faktor eksternal merupakan pengaruh dari luar yang mempengaruhi keberhasilan rukyat.²⁶ Persiapan yang matang sangat diperlukan dalam pengamatan hilal, agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Beberapa hal yang perlu disiapkan sebelum memulai kegiatan pengamatan hilal diantaranya yang pertama adalah penentuan lokasi rukyat, dalam penentuan lokasi rukyat hilal terdapat dua parameter, yakni parameter primer dan parameter sekunder. Parameter primer mencakup aspek internal meliputi letak geografis tempat, kondisi atmosfer, kondisi iklim dan cuaca tempat, dan ketinggian tempat. Untuk parameter sekunder mencakup aspek eksternal meliputi; sarana dan prasarana serta fasilitas, dan tim ahli (perukyat) dalam pelaksanaan *rukyat al-hilal*.²⁷ Dengan dua parameter tersebut dapat diberikan suatu dasar penilaian tingkat kelayakan sebagai berikut:

²⁴ Elongasi adalah sudut pada bumi yang dibentuk oleh garis hubung antara suatu planet / benda langit dengan Bumi. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 23.

²⁵ Muhammad Yusuf, “*Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming*”, dipresentasikan pada kegiatan Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Citra Data Hilal, Observatorium Bosscha tanggal 13 – 14 Oktober 2018

²⁶ Machzumi, “Kriteria Ideal Lokasi Rukyat”, *Jurnal At-Tafkir*, vol. XI, no. 2 (Desember 2018), 80.

²⁷ Muhammad Nurkhanif, “Implementasi Parameter Kelayakan Tempat Rukyat Al-Hilal di Pantai Alam Indah Tegal”, *Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, vol. 1, no. 2 (Desember 2019), 124.

No	Tingkat kelayakan	Kriteria kelayakan tempat rukyat
1	Layak	Jika suatu tempat rukyat memenuhi kriteria kedua aspek parameter secara menyeluruh (sempurna).
2	Cukup layak	Jika suatu tempat rukyat hanya memenuhi kriteria kedua aspek parameter akan tetapi tidak menyeluruh (tidak sempurna) atau hanya memenuhi aspek parameter primer saja.
3	Kurang layak	Jika suatu tempat rukyat hanya memenuhi aspek parameter sekunder saja.
4	Tidak layak	Jika suatu tempat rukyat sama sekali tidak memenuhi kedua aspek parameter baik primer maupun sekunder

Tabel 1.1 Kriteria kelayakan tempat pengamatan hilal

Griya Antariksa berada di dataran rendah²⁸ dengan lintang $-7^{\circ}45'43''$ LS bujur $110^{\circ}23'43''$ BT dan ketinggian 150 mdpl, Griya Antariksa dikelilingi oleh bangunan-bangunan tinggi menyebabkan pengamatan kesulitan untuk melihat ufuk belum lali polusi cahaya yang begitu banyak karena lokasinya dekat dengan perbatasan kota Jogja, sehingga bisa dikatakan tempat tersebut kurang ideal untuk melakukan kegiatan pengamatan hilal jika ditinjau dari kondisi geografis. Selain kondisi geografis kita harus memperhatikan kondisi cuaca sebelum melakukan pengamatan hilal, kondisi cuaca yang dimaksud penulis adalah kondisi saat pelaksanaan pengamatan hilal berlangsung. Sedang kondisi cuaca di Griya Antariksa selama melakukan pengamatan relatif cerah, karena lokasi Griya Antariksa berada di dekat batas kota tidak didominasi oleh pepohonan, diapit gunung dan laut sehingga tingkat kelembapan dan curah hujan tidak tinggi. Namun meski cuaca cerah terkadang terdapat awan yang menghalangi pengamat dalam melihat hilal. Keberadaan awan yang tipis maupun tebal sangat mempengaruhi pengamatan, setidaknya langit harus terbebas dari awan, pengotoran udara dan cahaya kota di sekitar arah terbenamnya matahari. Awan memiliki dampak terhadap pandangan pengamat pada saat rukyat hilal, sebab awan merupakan faktor penghalang terhadap keberhasilan rukyat, karena dapat mengurangi cahaya, mengaburkan citra dari benda yang diamati, dan menghamburkan cahaya. Dampak tersebut sangat bergantung pada ketebalan dan

²⁸ Pemerintah Kabupaten Sleman, "Topografi", <http://www.slemankab.go.id/profil-kabupaten-sleman/geografi/topografi>, diakses pada 20 Agustus 2021.

bahan asal awan. Hujan yang ringan juga dapat membatasi pandangan sampai 3-10 km, dan hujan lebat sampai 50-500 meter, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengamatan hilal.²⁹

Dengan kondisi geografis tersebut menyebabkan Griya Antariksa memiliki kriteria visibilitas hilal tersendiri yaitu pengamatan hilal untuk menentukan awal bulan kamariah dapat dilakukan di Griya Antariksa jika hilal memiliki ketinggian minimal 5° . Jika hilal memiliki ketinggian $<5^\circ$ maka hilal tidak akan terlihat di Griya Antariksa, dikarenakan kondisi ufuk yang terhalang Gunung Menoreh, dan gedung-gedung tinggi yang mengelilingi Griya Antariksa, belum lagi polusi cahaya yang begitu banyak. Griya Antariksa menggunakan Kriteria RHI sebagai panduan. Kriteria RHI adalah sebuah kriteria yang sifatnya dinamis sehingga kriteria ini akan selalu berkembang menyesuaikan munculnya data-data baru laporan kenampakan hilal khususnya laporan yang dianggap valid dan merupakan rekor baru. Selain itu kriteria RHI juga melegitimasi penggunaan alat bantu optik dan teknik pencitraan dalam laporan rukyatul hilal namun masih menolak laporan rukyat yang dilakukan qoblat ghurub. Kriteria RHI menunjukkan bahwa nilai beda altitude Bulan–Matahari dipengaruhi oleh nilai beda azimuthnya. Beda altitude minimum sebesar 5° pada beda azimuth $7,5^\circ$ hingga beda altitude maksimum $10,4^\circ$ pada beda azimuth 0° . Terdapat kesesuaian antara Kriteria RHI dengan definisi hilal, ditunjukkan oleh konversi ke Lag Bulan yang menghasilkan Lag minimum ideal ≈ 19 menit. Beda altitude minimum secara faktual adalah $5,8^\circ$ yang berkorelasi dengan Lag minimum faktual ≈ 23 menit.

Dari aspek parameter sekunder, perangkat alat rukyat sarana untuk mengamati hilal dari beberapa menit sebelum terbenamnya matahari hingga beberapa menit setelah matahari terbenam. Keadaan hilal yang begitu tipis dan halus sangat sulit untuk dilihat. Pada saat Matahari baru saja terbenam, cahaya langit senja masih cukup terang menyulitkan pengamat untuk dapat melihat hilal. Selain itu saat pengamatan dilakukan, umur Bulan masih muda, sehingga cahaya Bulan masih terlalu tipis, cahaya Bulan hampir tidak jauh berbeda dengan terangnya langit senja yang cerah tanpa awan.³⁰ Oleh sebab itu, untuk memudahkan pelaksanaan pengamatan hilal diperlukan alat bantu sebagai pengarah terhadap benda langit saat pengamatan hilal. Alat bantu yang digunakan Griya Antariksa dalam pelaksanaan pengamatan hilal adalah Binokuler, Theodolite, Teleskop dan Gawang Lokasi. Perangkat rukyat yang dipakai di Griya Antariksa oleh tim rukyat dikatakan layak untuk bisa menuju keberhasilan dalam *rukayat al-hilal*. Sebab, semua alat yang digunakan sudah dapat diseting

²⁹ Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1996), 53-54.

³⁰ Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam), 54.

secara otomatis terhadap objek benda langit yang dituju. Lalu aspek eksternal selanjutnya ialah kondisi psikologis perukyat yang harus memenuhi kriteria perukyat yang ideal diantaranya yaitu kemampuan perukyat untuk mengetahui posisi benda langit yakni dengan ilmu hisab (astronomi) dan kemampuan dalam praktek *rukyat al-hilal* (observasi) di lapangan. Kedua hal tersebut sangat penting dan saling berhubungan, sebab kesempatan untuk bisa melihat hilal sangatlah sulit dan sangat pendek sekali hanya sekitar 15 menit hingga satu jam.³¹ Perukyat harus memiliki kecakapan dalam mengoperasikan perangkat alat rukyat baik yang klasik maupun yang modern. Tim pengamatan yang ada di Griya Antariksa sudah memenuhi kriteria tersebut sehingga dikatakan layak. Berkaitan dengan aksesibilitas dan fasilitas yang ada di Griya Antariksa dikatakan layak karena akses transportasi sangat terjangkau, krena lokasi berada di dekat kota, kendaraan roda dua maupun empat dapat melintas ke tempat tersebut, selain itu juga terdapat tempat berteduh sehingga dapat membantu keefisiensi perukyat saat pelaksanaan pengamatan, dan kegiatan pengamatan hilal dapat berjalan lancar.

Berdasarkan pernyataan di atas, setelah diuji kelayakan tempat baik dari parameter sekunder maupun primer Griya Antariksa dikatakan cukup layak untuk dijadikan tempat *rukyat al-hilal*, sebab aspek yang terdapat di kedua parameter tersebut telah tercakup, meskipun terdapat bagian aspek yang belum sempurna, yaitu kondisi geografis. Griya Antariksa memiliki tempat lain yang dijadikan pos observatorium bulan yakni POB Syeh Bela-Belu, Mancingan, Parangkusumo Yogyakarta. Lokasi tersebut dipakai pengamatan hilal di bulan krusial seperti bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijah, yang mana lokasi tersebut lebih ideal untuk dilakukan pengamatan.

Pada saat pengamatan para pengamat harus berada di lokasi satu jam sebelum matahari terbenam untuk melakukan orientasi arah, penyesuaian dan persiapan pemasangan alat, semua peralatan harus sudah terpasang dan *tersetting* dengan baik sebelum matahari terbenam agar pada saat pengamatan pengamat bisa langsung menggunakan alat tersebut. Disarankan untuk pengamat berwudhu terlebih dahulu sebelum pengamatan karena selama pengamatan berlangsung shalat maghrib akan dilakukan di lokasi pengamatan.

Dalam teknik pengamatan terdapat lima tahapan yaitu *focusing*, akurasi *pointing*, pengaturan kamera, pengambilan citra *flat* dan pengambilan citra objek (hilal). Teknik pengamatan Griya Antariksa tidak sampai pada tahap Olah citra digital, karena dikhawatirkan akan menimbulkan manipulasi. Hal tersebut yang membedakan SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa dengan SOP pengamatan hilal pada umumnya. Setelah matahari terbenam arahkan peralatan ke posisi bulan, disarankan untuk pengamat melakukan shalat maghrib terlebih

³¹ Tono Saksono, *Mengkompormikan Rukyat dan Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 98.

dahulu sebelum meneruskan pengamatan, sebab hilal tidak akan terlihat serta merta begitu matahari terbenam karena cahaya langit masih terlalu cerah. Hilal baru terlihat sekitar 10 hingga 15 menit pasca sunset. Pada tahap *focusing* pengamat harus memfokuskan lensa teleskop agar ketika mengarah ke hilal sudah tidak perlu lagi melakukan *focusing*, lalu masuk tahap akurasi *pointing* saat pengamatan, sesuaikan orientasi arah dengan gerakan hilal mulai matahari terbenam hingga hilal terbenam menggunakan alat yang tersedia. Penggunaan alat bantu visual dan *tracking* posisi hilal baik secara manual maupun otomatis (*telescope computerized*) sangat membantu mengidentifikasi keberadaan hilal. Lalu pengaturan kamera, pilih format RAW atau tanpa kompresi lalu pilih mode video yang memiliki *gain* semakin kecil dan *frame per second* yang lebih cepat. Dilanjutkan pengambilan citra *flat* dengan menggerakkan teleskop menjauh dari arah Matahari pada sumbu deklinasi sehingga mendapatkan citra langit biru, dan gunakan pengaturan kamera yang sama ketika pengambilan citra hilal.

Pada saat hilal sudah terlihat segera lakukan konfirmasi dengan pengamat lain dengan menunjukkan posisinya. Untuk memastikan itu adalah hilal sesungguhnya bukan sebuah halusinasi bisa menggunakan tehnik berikut “*pejamkan mata beberapa saat kemudian lihat kembali*” jika hilal masih terlihat maka itu merupakan hilal sesungguhnya. Dan disunnahkan berdoa ketika berhasil melihat hilal, “*Allahuakbar, Allahuakbar, Allahuakbar, Allahumma ahillahu ‘alaina bil’amni wal-iman, wassalamati wal-Islam Roobi warabbukallah.*” (HR Tirmidzi),³²

3. Streaming

Streaming adalah metode transfer data yang memungkinkan data dapat diakses secara langsung dan berkelanjutan tanpa mengunduh keseluruhan data terlebih dahulu. Griya Antariksa menampilkan secara langsung proses pengamatan hilal di beberapa akun sosmed yang dapat diakses oleh siapa saja.

³² Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

4. Berita Acara dan Pelaporan

Setelah pelaksanaan pengamatan hilal baik dalam menentukan awal bulam Ramadhan, Syawal maupun Dzulhijjah dirasa cukup, maka tim segera mengambil kesimpulan tentang pelaksanaan pengamatan hilal yang baru saja dilakukan dalam berita acara, yaitu Hilal berhasil dilihat atau tidak. Berita acara merupakan kegiatan mencatat semua hal yang berkaitan dengan observasi yang telah dilaksanakan dalam berita acara. Berita acara tersebut memuat informasi selama *observasi* berlangsung seperti:

- a. Nama lokasi pengamatan hilal
- b. Waktu pengamatan
- c. Posisi geografis

Posisi geografis ini meliputi *longitude* (BB/BT), *latitude* (U/S), dan *altitude* (meter DPL)

- d. Data astronomis

Meliputi matahari terbenam pada pukul berapa (WIB/WITA/WIT), *azimuth* matahari saat terbenam, tinggi hilal saat matahari terbenam (dari ufuk *mar'i*), *azimuth* hilal saat matahari terbenam, dan hilal terbenam pada pukul berapa.

- e. Aspek cuaca di lokasi

Meliputi temperature udara ($^{\circ}\text{C}$), kecepatan angin (km/jam), kelembapan udara (%) dan kecerahan langit (%)

- f. Kondisi langit barat.

Meliputi sangat cerah, cerah, berawan, dan mendung total.

Untuk laporan pengamatan memberikakan laporan apakah hilal terlihat atau tidak. Jika hilal terlihat maka pengamat harus melaporkan:

1. Hilal terlihat menggunakan mata langsung, binokuler atau teleskop
2. Hilal terlihat mulai pukul berapa hingga pukul berapa
3. Posisi hilal terlihat berada di sebelah kiri-atas, atas atau kanan-atas terhadap matahari
4. Menunjukkan bentuk hilal yang terlihat

Bagi yang berhasil melihat Hilal segera menghadap Hakim Agama yang disediakan untuk disumpah. Kemudian dari hasil kesimpulan, tim pelaksana pengamatan hilal segera mungkin untuk melaporkan hasil rukyatnya kepada Kementerian Agama untuk diisbatkan. Laporan dapat dilakukan dengan datang langsung ke Kementerian Agama atau melalui telepon, SMS, Fax. Dan lain sebagainya. Laporan hasil rukyat ini sangat penting sebagai bahan sidang itsbat awal bulan Kamariah Kementerian Agama di Jakarta yang dipimpin oleh Menteri Agama atau pejabat yang ditunjuk untuk mewakilinya. Sebagai kelengkapan pelaksanaan pengamatan

hilal, perlu dipersiapkan daftar perukyat dan blanko berita acara pelaksanaan pengamatan hilal.³³

Berdasarkan analisis di atas, bahwasannya SOP Pengamatan hilal di Griya Antariksa hanya dapat digunakan di Griya Antariksa aja, apabila diaplikasikan di tempat lain SOP pengamatan hilal tersebut kurang tepat. Beberapa faktor yang sudah dijelaskan diatas menyebabkan SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa memiliki kriteria hilal, teknik pengamatan yang berbeda dengan SOP pengamatan hilal pada umumnya.

³³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 186.

BAB IV

ANALISIS *STANDARD OPERATING PROCEDURE* (SOP) PENGAMATAN HILAL DI GRIYA ANTARIKSA DALAM PERSPEKTIF FIQH DAN ASTRONOMI

A. Analisis SOP Pengamatan Hilal di Griya Antarksa dalam Perspektif Astronomi

Pada dasarnya teknik pengamatan hilal yang digunakan Griya Antarksa merupakan hasil mengadopsi dari teknik dasar pengamatan BHR (Badan Hisab Rukyat). Mulai dari kriteria ideal tempat pengamatan, hingga penggunaan instrument atau pemanfaatan teknologi modern, namun terdapat hal yang menjadi ciri khas dari teknik pengamatan tersebut yaitu objek yang diamati yakni hilal atau bulan sabit baru. Dalam melakukan pengamatan hilal setelah matahari terbenam memiliki cara tersendiri untuk mendapatkan hasil yang sesuai, sungguh untuk mendapatkan hilal yang sangat tipis tidaklah mudah, untuk itu memerlukan kiat khusus agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam melaksanakan pengamatan hilal tentunya akan menemui suatu kesulitan atau masalah. Masalah mendasar yang kerap kali dialami Griya Antarksa yang pertama adalah instruksi pemerintah yang tidak sesuai dengan kondisi secara ilmiah, contohnya seperti hilal masih di bawah ufuk pemerintah memerintahkan untuk rukyat, hilal diatas ufuk namun kondisi hilal masih jauh dari ambang *visibilitas* hilal.¹ Melihat kondisi lokasi, Griya Antarksa menggunakan kriteria usulan milik RHI dalam menentukan awal bulan qamariyah pada saat pengamatan yaitu hilal akan terlihat saat Bulan mempunyai tinggi minimum 5° (pada beda azimuth Bulan–Matahari $7,5^\circ$) hingga tinggi maksimum $10,4^\circ$ (pada beda azimuth Bulan–Matahari 0°) ketika Matahari terbenam dihitung dari ufuk haqiqi saat dilihat dari dataran rendah (elevasi² hingga 30 meter dari permukaan laut).³ Hilal yang memiliki ketinggian di bawah 5° tidak akan terlihat, karena tertutup oleh gunung Menoreh dan gedung-gedung tinggi yang ada disekeliling Griya Antarksa, itulah kenapa Griya Antarksa menggunakan kriteria tersebut saat melakukan pengamatan di Griya Antarksa. Pada dasarnya Griya Antarksa tidak memiliki kriteria tertentu dalam menentukan awal bulan qamariyah, akan tetapi peran Griya Antarksa di sini adalah memfasilitasi berbagai jenis kriteria yang ada. Masalah mendasar yang kedua adalah ufuk, karena ufuk Griya Antarksa terhalang oleh Gunung Menoreh gunung yang berada pada sebelah barat

¹ Visibilitas dalam KBBI adalah keadaan dapat dilihat dan diamati (terutama untuk keadaan cuaca, bendanya dapat dilihat dengan jelas pada jarak jauh. Sedangkan visibilitas hilal adalah kriteria yang diharapkan dapat mempertemukan metode hisab dan rukyat.

² Elevasi adalah posisi ketinggian suatu objek dari satu titik tertentu (datum). Datum yang dipakai ini biasanya mengacu kepada permukaan laut maupun permukaan geoid WGS-84 yang digunakan pada GPS (Global Positioning System).

³ Mutoha Arkanuddin, *Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia(Konsep, Kriteria dan Implementasi)*, (tt: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF–RHI), tth), 40.

Griya Atariksa, ketinggian ufuk dari Griya Antariksa adalah 2° , sehingga para pengamat tidak dapat melihat matahari terbenam di ufuk melainkan terbenamnya di gunung-gunung, ketika matahari menyentuh gunung, pada saat itu waktu maghrib kurang delapan menit.

Untuk mengatasi masalah yang ada, seorang pengamat harus mempersiapkan kualitas diri sebagai seorang pengamat yang handal. Griya Antariksa mempunyai kriteria untuk seorang pengamat diantaranya yaitu seorang pengamat harus menguasai objek yang diamati, mengetahui sifat-sifat objek yang diamati yaitu hilal, lalu pengamat harus menguasai instrument pengamatan yang membantu proses pengamatan, karena dengan mengoperasikan instrument pengamatan dengan tepat sangat membantu pengamatan dalam hal meningkatkan nilai kontras baik secara digital maupun *optis*⁴, supaya hasil akhir yang terdeteksi dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik. Secanggih apapun alat yang digunakan, akan sangat tidak efektif dan maksimal dalam keberhasilan pengamatan hilal jika pengamat tersebut tidak berpengalaman, seperti kata Mutoha Arkanuddin dalam makalahnya, yaitu: “*The man behind the gun*”⁵ yang berarti keberhasilan alat tergantung orang yang menggunakan alat tersebut. Akan tetapi meskipun dalam proses pengamatan dibantu oleh instrument modern, dalam menentukan objek yang teramati adalah hilal atau bukan, tetap keputusan berada ditangan pengamat.

Kemampuan mata manusia yang terbatas menyebabkan pengamat sulit mendeteksi hilal yang memiliki nilai kontras sangat rendah,⁶ untuk itu penggunaan teleskop dengan tepat dalam SOP Pengamatan Hilal di Griya Antariksa menjadi suatu keharusan yang tidak bisa diabaikan oleh pengamat, seorang pengamat harus menguasai pengoperasian teleskop tersebut. Teleskop mempunyai fungsi untuk mengumpulkan cahaya atau *Light Gathering Power* (LGP), lebih besar diameter lebih banyak cahaya yang dapat dikumpulkan. Kemampuan teleskop mengumpulkan cahaya *Light Gathering Power* (LGP)

$$\text{LGP} \propto \text{Luas Penampang}$$

Perbandingan LGP teleskop dengan diameter objektif 10 cm terhadap mata saat bukaan pupil maksimum

$$\frac{\text{Teleskop}}{\text{Mata}} = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2(\text{teleskop})}{\frac{1}{4} \pi d^2(\text{pupil})} = \left(\frac{100\text{mm}}{8\text{mm}}\right)^2$$

$$\frac{\text{teleskop}}{\text{mata}} = 156,25$$

⁴ Optis adalah segala aktivitas yang dilihat dari hasil interaksi cahaya dan materi.

⁵ Mutoha Arkanuddin, “Mengetahui Teknik Rukyatulhilal”, *Prosiding Modul Pelatihan Ilmu Falak* (Yogyakarta: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak(LP2IF) RHI, 2013).

⁶ Muhammad Faishol Amin, Ketajaman Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal, *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, Vol. 3, No. 2 (2017), 29.

Teleskop juga mempunyai fungsi untuk memperbesar objek yang diamati. Namun dalam hal tersebut teleskop memiliki batas perbesaran objek, perbesaran maksimum yang diizinkan dari kombinasi penggunaan lensa okuler (*eyepiece*) dengan lensa objektif adalah perbesaran yang masih membuat bayangan atau citra benda terlihat dengan jelas. Nilai perbesaran sebuah teleskop dapat dihitung dengan rumus:

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} = \frac{\text{panjang fokus lensa teleskop}}{\text{panjang fokus eyepiece}}$$

Batas bawah perbesaran teleskop:

$$M \geq \frac{D(mm)}{2} \quad (\text{pendekatan})$$

Batas atas perbesaran teleskop:

$$M \leq 27,8 \sqrt{D(mm)} \quad (\text{Aturan Whittaker})^7$$

Kemampuan perbesaran teleskop tersebut dapat mempengaruhi luas medan pandang (*field of view*) bagi pengamat. Rumus luas medan pandang adalah

$$FOV^8_{teleskop} = \frac{FOV_{eyepiece}}{M}$$

Griya Antariksa menggunakan teleskop Meade SCT, teleskop jenis *Schmidt Cassegrain*⁹ dengan diameter 8 in dalam SOP pengamatan hilal. Bulan memiliki diameter busur berkisar 30' apabila diamati dari permukaan bumi, maka medan pandang teleskop yang digunakan tidak boleh kurang juga tidak boleh terlalu luas agar bisa tetap fokus terhadap hilal yang diamati. Untuk mengetahui luas medan pandang teleskop yang dilengkapi kamera, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FOV = \frac{206265 \times \text{jumlah pixel} \times \text{ukuran pixel}}{\text{panjang fokus}}$$

Teleskop Meade SCT yang digunakan Griya Antariksa memiliki panjang focus 2000 mm, kamera yang digunakan adalah kamera Canon 550D dengan ukuran pixel $4,30\mu \times 4,30\mu$ ¹⁰ dan jumlah pixel 1920×1080 .¹¹

⁷ Lina Aviyanti, *Cahaya dan Teleskop (Compatibility Mode)*, Jurnal Pendidikan Fisika UPI (tt: tp, tth), 14.

⁸ FOV adalah luas medan pandang

⁹ Schmidt Cassegrain adalah teleskop katadioptrik yang menggabungkan cermin dan lensa sebagai pengumpul cahaya.

¹⁰ The Digital Picture, "Canon 550D Specifications", <https://www.the-digital-picture.com/Reviews/Camera-Specifications.aspx?Camera=688>, diakses pada 30 Agustus 2021.

¹¹ Camera Decision, "Canon 550D Review", <https://cameradecision.com/review/Canon-EOS-550D>, diakses pada 30 Agustus 2021.

Untuk mengetahui luas medan pandang sebagai berikut:

$$FOV = \frac{206265 \times 1920 \times 0,00430}{2000}$$

$$FOV = 14,2'$$

$$FOV = \frac{206265 \times 1080 \times 0,00430}{2000}$$

$$FOV = 7,9'$$

Maka medan pandang dari set teleskop tersebut adalah $14,2' \times 7,9'$

Selain teleskop, instrument yang harus dikuasai oleh pengamat selanjutnya adalah *mounting*. *Mounting* merupakan komponn penunjang utama sebuah teleskop. Jika dilihat dari sistem koordinat, *mounting* terbagi menjadi dua yaitu *mounting alt-azimuth* yang menggunakan horizon¹² sebagai sumbu utamanya dan *mounting equatorial* menggunakan sistem koordinat equator sebagai acuan. Tentunya setiap *mounting* memiliki daya tompangnya masing-masing. Cara kerja *mount altazimuth* dengan bergerak berdasarkan besaran sudut horison dan sudut ketinggian, gerak semu benda langit tergantung pada lokasi pengamatan sehingga teleskop yang menggunakan *mount altazimuth* seluruh sumbunya akan bergerak menyesuaikan gerak semu benda langit.¹³ Sedangkan cara kerja *mount equatorial* mengikuti gerak rotasi bumi dan gerakan benda langit. Posisi *mount equatorial* didesain sejajar dengan sumbu rotasi bumi.¹⁴

Dalam kegiatan pengamatan hilal Griya Antariksa menggunakan *mounting Vixen Sphinx* jenis *Equatorial Fork Mount*. Pada *mounting* ini, teleskop berada diantara bingkai yang menunjukkan bantalan sumbu polar, sehingga teleskop bisa berayun pada sumbu deklinasi, *mounting* bergerak mengelilingi sumbu deklinasi untuk menentukan tinggi rendah posisi benda langit dari lingkaran ekuator langit.¹⁵ Yang diperlukan dalam penentuan posisi benda langit dengan *mounting* ini adalah *ascensio rekta* (sudut jam) dan deklinasi.¹⁶ *Mounting equatorial* digunakan Griya Antariksa dalam pengamatan hilal karena *mounting* ini dapat melakukan tracking terhadap Bulan hanya pada sumbu sudut waktu saja, kemungkinan kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan pergerakan *mounting alt-azimuth* yang bergerak pada dua sumbu. Dalam menggunakan *mounting equatorial* harus benar-benar memperhatikan pemasangan/set up *mounting*, untuk mendapatkan hasil yang baik, pemasangan

¹² Horizon adalah bidang datar yang ditarik dari permukaan bumi tegak lurus dengan garis vertical. Atau lebih mudahnya horizon merupakan langit bagian bawah yang berbatasan dengan permukaan bumi atau laut, kaki langit, cakrawala.

¹³ Rizal Suryana dkk, "Sistem Robotika Pada Teleskop Celestron", Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa, (Lapan: Bandung, 2016), 244.

¹⁴ Vixen Company, *SPHINX SXD MOUNT Instruction Manual*, (Saitama:Vixen Co, 2000), 4.

¹⁵ Skripsi Ahmad Asrof Fitri, "Akurasi Teleskop Vixen Spinx untuk Rukyatul Hilal", Skripsi Strata I Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang (Semarang, 2013), 39.

¹⁶ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak* (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), 302.

tersebut harus tepat mengarah ke sumbu langit, pemasangan mounting memakan waktu yang cukup lama dan kondisi langit harus dalam keadaan jernih.



Gambar 4.1 Equatorial Fork Mount¹⁷

Wujud hilal yang sangat tipis dan magnitudo¹⁸ hilal yang terlihat di atas ufuk sangat kecil, belum lagi gangguan awan dan cahaya matahari yang dibiaskan di atas ufuk ketika matahari terbenam, Hilal pasti sangat sulit untuk diamati oleh mata. Untuk menyasati hal tersebut Mutoha Arkanuddin menawarkan sebuah solusi, yaitu dengan menciptakan *Hilal Tracker Tripod* untuk memudahkan pengamat dalam mengamati Hilal. *Hilal Tracker Tripod* memiliki tiga komponen diantaranya ialah *Hilal Tracker*, bidang *Hilal Tracker* dan tripod. Dalam mengaplikasikan *Hilal Tracker Tripod*, terdapat dua macam aplikasi yang bisa digunakan¹⁹ yaitu *Hilal Tracker Handy* dan *Hilal Tracker Tripod*,

Hilal Tracker Handy adalah metode aplikasi *Hilal Tracker* dengan menggunakan tangan. cara penggunaannya lebih mudah, yaitu dengan memegang *Hilal Tracker* dengan satu tangan, kemudian arahkan titik 0° *Hilal Tracker* ke arah matahari terbenam dan tandai benda yang berada di horizon, setelah itu amati pergerakan Hilal dengan sesekali turunkan tangan untuk menghilangkan rasa capek, kemudian arahkan lagi *Hilal Tracker* dengan acuan benda yang berada di horizon yang sudah ditandai. Sedangkan *Hilal Tracker Tripod* adalah metode aplikasi hilal tracker dengan meletakkan hilal tracker pada tripod, penggunaannya lebih mudah dari *Hilal Tracker Hanndy*. *Hilal Tracker Tripod* memiliki

¹⁷ *Mounting* tersebut sudah terpasang secara permanen dan teleskop sudah terkalibrasi, pengamat bisa secara langsung mengoperasikan tanpa harus set up *mounting* terlebih dahulu, *mounting* berada di round roof sebelah selatan observatorium Griya Antariksa.

¹⁸ Magnitudo bisa disebut sebagai skala kecerahan, skala magnitudo bermakna semakin besar angka magnitudo maka kecerahan objek benda langit tersebut akan semakin besar. Semakin kecil nilai magnitudo maka tingkat energi yang diterima kita di Bumi akan semakin besar

¹⁹ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

tahapan-tahapan yang perlu dilakukan hingga siap digunakan untuk rukyatul hilal, tahapan-tahapan ini sebaiknya dilakukan dengan seksama supaya tidak terjadi kesalahan pemasangan dan bisa lebih akurat, adapun tahap-tahap itu adalah pemasangan *Hilal Tracker Tripod*, membidik ufuk, membidik matahari, dan mengamati pergerakan hilal,²⁰ Griya Antariksa menggunakan aplikasi Hilal Tracker Tripod yang lebih mudah dan efektif.

Pengamatan hilal di Indonesia pada umumnya memiliki kelemahan yang cukup fatal, yakni kesaksian melihatnya yang menjadi dasar penetapan awal bulan hijriah masih sering diwarnai subyektifitas, akuisisi secara subjektif tanpa dapat membuktikannya secara objektif yang menyebabkan peluang ketidaksepakatan sering terjadi.²¹ Untuk itu penggunaan kamera dalam pengamatan hilal sangatlah membantu, ibarat kata apabila teleskop merupakan alat bantu pengumpul cahaya, maka kamera adalah terminal penting dari jalannya radiasi dari objek langit melalui sistem optik.²² Dengan adanya bantuan kamera akuisisi data hasil pengamatan hilal dapat terbukti, terlebih terdapat perpaduan antara teleskop, kamera digital, dan metode image processing melalui proses komputerisasi yang menjadi solusi dalam keberhasilan menangkap hilal, dalam hal tersebut Griya Antariksa menggunakan kamera (*Charge-Coupled Device*) CCD untuk pengamatan hilal karena beberapa keunggulannya yaitu kualitasnya dalam ketajaman dan sensitivitas cahaya sangatlah baik. Kamera CCD merupakan bagian penting dari instrument modern astronomi disuatu observatorium. Kamera CCD ini menjembatani seluruh kriteria detector astronomi dengan lingkup objek pengamatan mulai dari matahari sebagai sumber *high-light level* hingga ekstragalaksi dan quasar sebagai sumber *low-light level*. Keunggulan kamera CCD dibandingkan detektor lain adalah kamera ini memiliki efisiensi kuantum yang tinggi sebesar 80%, linearitas yang panjang sebesar 10^5 , dan respon spectral yang luas sebesar $3000\text{\AA} - 1\ \mu$ dengan kulminasi di daerah merah.²³

Instrument selanjutnya adalah filter. Keberadaan filter dapat menambah kontras hilal, filter yang digunakan Griya Antariksa dalam pengamatan hilal adalah filter inframerah. Filter tersebut berfungsi untuk menghalau cahaya biru dari atmosfer yang masuk ke dalam detektor ketika matahari belum terbenam dan kondisi langit latar masih berwarna biru. Filter inframerah digunakan untuk cahaya hilal yang merupakan pantulan dari matahari lebih mudah diamati pada panjang gelombang 740 nm dengan latar langit berwarna biru.²⁴ Panjang gelombang elektromagnetik dapat diklasifikasikan

²⁰ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 06 Agustus 2021

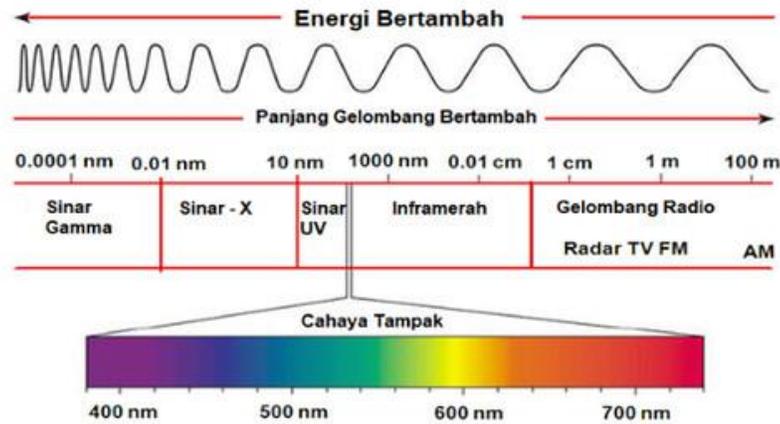
²¹ Farid Ruskanda, *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1994), 25.

²² Hakim L. Malasan, *Kamera CCD: Mata Elektronik Astronomi Pengamatan*, Prosidings Seminar Ilmu Falak, Planetarium dan Observatorium Jakarta, 1994.

²³ Hakim L. Malasan, "Kamera CCD: Mata Elektronik Astronomi Pengamatan", dalam *Prosiding Seminar Ilmu Falak*, (Jakarta: Januari, 1994)

²⁴ P. Mahasena *et. al*, "CCD observation of daylight crescent moon at Bosscha observatory", dalam *Journal of Physics: Conference Series* (Bandung: IOP Science, 2019), 2.

sebagai panjang gelombang visual dan dapat diamati oleh mata manusia berkisar 380 hingga 780 nm.²⁵ Kegiatan pengamatan harus tetap pada rentang panjang gelombang yang dapat dilihat oleh mata manusia agar tidak menghilangkan esensi kemampuan mata manusia dalam melihat hilal.



Gambar 4.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Di lapangan jarang terdapat penilaian terhadap saksi apakah sudah sesuai dengan persyaratan atau tidak. saksi dalam syahâdah²⁶ pengamatan hilal harus memenuhi beberapa persyaratan. Menilai kejujuran saksi ketampakan hilal dan sifat ‘adâlahnya memang bukan mudah. Maka perkembangan sains diharapkan dapat menjadi sarana untuk meningkatkan obyektifitas pengamatan hilal, sehingga hasil dari pengamatan hilal bisa dipertanggungjawabkan secara syariah dan ilmiah. Teknologi rukyat mengalami lompatan yang cukup signifikan dengan munculnya teknologi optik seperti teleskop rukyat. Teknologi optik merupakan salah satu tawaran untuk meningkatkan obyektifitas pengamatan. Ditinjau dari segi astronomi SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa terbilang kurang layak, karena kondisi geografis yang menyulitkan pengamat melakukan pengamatan sehingga menyebabkn SOP pengamatan hilal memiliki perbedaan dengan SOP pada umumnya, dan SOP Pengamatan hilal di Griya Antariksa tidak dapat diaplikasikan di tempat lain, selain itu penyebabnya ialah dari teknik pengamatan yang tidak sampai pada tahap Olah Citra Digital (*Image Processing*). Idealnya teknik pengamatan yang terdapat dalam SOP pada umumnya itu sampai pada tahap Image Processing, karena hal tersebut dianggap menunjukkan pembaharuan metode yang dibutuhkan dikarenakan keterbatasan metode saat ini, sehingga penggunaan teknologi harus di dukung dengan legalitas hukum Islam dalam penggunaannya.²⁷ Peran teknologi dalam pengamatan hilal dirumuskan dengan tujuan terlihatnya hilal dan memastikan keberadaan hilal berdasarkan pengamatan empiris sehingga dapat memberikan peluang

²⁵ Binus University, “Warna(?)”, <https://binus.ac.id/malang/2020/01/warna/>, diakses 2 September 2021.

²⁶ Syahâdah adalah (orang yang) yang memberikan keterangan yang benar tentang apa yang dilihat, dialami, disaksikan dan apa yang didengar tentang suatu peristiwa tertentu yang disengketakan di depan sidang pengadilan

²⁷ Riza Afrian Mustaqim, “Transformation Of Rukyat Al-Hilal Method(Postmodernism Analysis of Hilal Image Processing)”, *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 1, no. 1 (2019), 38.

pengembangan pengetahuan seluas-luasnya sebagai bentuk *subjektivitas* dan *pluralitas*²⁸ pengetahuan, selain itu juga dapat membantu meningkatkan obyektivitas dalam kesaksian rukyatul hilal.

Sebelum Griya Antariksa, beberapa lembaga lain sudah terlebih dahulu membuat teknik dasar pengamatan hilal. Misalnya seperti Kementerian Agama Republik Indonesia, lembaga Kemenag mengeluarkan “Pedoman Teknik Rukyat” pada tahun 1994, pedoman tersebut berisi tentang poin terkait pengamatan hilal, mulai dari pengertian dan dasar hukum ru’yah al-hilal, peranan rukyat, manajemen rukyat, persiapan rukyat (di dalamnya menjelaskan juga terkait penggunaan sarana dan penentuan lokasi), pelaksanaan rukyat dan laporan hasil rukyat.²⁹ Di dalam pedoman tersebut menjelaskan penggunaan alat bantu hanya terbatas pada teropong yang berfungsi meningkatkan kecemerlangan objek pengamatan, membuat objek terlihat lebih detail, dan membuat objek tampak lebih besar. Tidak untuk menambah kontras objek yang diamati dan juga tidak dapat menembus awan.³⁰ Namun Kementerian Agama RI pun telah memahami bahwa dalam pengamatan astronomis teleskop saja tidak cukup, teleskop mesti dilengkapi dengan mounting equatorial yang digerakkan dengan motor dan mempunyai perlengkapan kamera dan filter cahaya.³¹ Walaupun Kementerian Agama RI telah menjelaskan bahwa kegiatan ru’yah al-hilal akan lebih baik dengan alat bantu dan kamera,³² Kementerian Agama RI tidak mensyaratkan bukti objektif dalam pengesahan persaksian ru’yah al-hilal, yang diperlukan hanyalah keadaan saksi dan keterangan saksi semata.³³

Selanjutnya ada Nahdlatul Ulama organisasi masyarakat ke-Islaman mengeluarkan “Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama” pada tahun 2006, pedoman tersebut menyebutkan mengenai dasar hukum penetapan awal bulan kamariah, standar pelaksanaan operasional rukyat, dan hal lain yang berkaitan dengan penentuan awal bulan kamariah.³⁴ Menurut pedoman yang dikeluarkan LFPBNU terdapat perbedaan pendapat yang berkembang di kalangan para ulama, sehingga penggunaan alat bantu dalam kegiatan pengamatan hilal masih dipertanyakan keabsahannya, untuk itu pengamatan hilal dengan alat bantu seperti teropong masih perlu dikaji lebih lanjut. Namun yang termasuk dalam standar operasional dalam pedoman tersebut yaitu penetapan tempat, membuat rincian hisab, memasang alat bantu untuk melokalisir hilal, mendirikan posko pengamatan, mempersiapkan logistik pengamat, dan menghubungi Pengadilan Agama setempat.³⁵

²⁸ Pluralitas adalah keberagaman. Subjektivitas adalah pendapat pribadi.

²⁹ *Pedoman Teknik Rukyat*, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI, (Jakarta, 1994).

³⁰ *Pedoman Teknik Rukyat*, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI, (Jakarta, 1994), 17 – 18.

³¹ *Ibid.*, 20.

³² *Ibid.*, 41.

³³ *Ibid.*, 44.

³⁴ *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, (Jakarta, 2006).

³⁵ *Ibid.*, 3-4.

Berdasarkan problematika diatas, teknik pengamatan hilal di Griya Antariksa yang telah disusun memiliki kelebihan dibandingkan dengan pedoman diatas, teknik pengamatan yang digunakan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia dan LFPBNU tidak mensyaratkan mengenai hasil pengamatan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, cukup dengan kesaksian pengamat yang bersifat subjektif karena tidak melampirkan bukti ilmiahnya. Berbeda dengan Griya Antarka dan Observatorium Bosscha yang memanfaatkan teknologi modern untuk membantu pengamatan hilal supaya mendapatkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Menurut Mutoha Arkanuddin, apabila kedua hal tersebut disandingkan, antara hasil pengamatan yang bersifat subjektif dengan hasil pengamatan objektif memungkinkan timbulnya ketidaksepakatan.³⁶ Dengan menggunakan teknik pengamatan hilal di Griya Antariksa, hasil dari pengamatan hilal dapat disiarkan secara langsung melalui *streaming* di halaman youtube Griya Antariksa, akun media sosial seperti instagram dan facebook, stasiun televisi seperti TVONE dan media lainnya.³⁷

Selain kelebihan, SOP yang terdapat di Griya Antariksa memiliki kekurangan, yaitu mengenai lokasi pengamatan yang dapat dikatakan kurang layak karena ufuk tertutup oleh bangunan tinggi. Para peserta dan beberapa pengamat dari luar yang bergabung dalam pengamatan tersebut berpendapat bahwasannya lokasi kurang strategis dibandingkan melakukan pengamatan ditempat lain karena status Griya Antariksa masih dalam tahap penyempurnaan, di Griya Antariksa kondisi ufuk mengganggu berjalannya kegiatan pengamatan hilal, hilal dapat diamati di lokasi tersebut hanya dengan ketinggian minimal 5° , kesulitan dalam melihat matahari terbenam karena terhalang gunung. Selain itu, SOP tersebut belum ditulis secara sistematis dan saksama. Teknik penyusunan SOP tersebut diperlukannya pengembangan supaya dapat lebih mudah memahami dan menjadikan SOP tersebut sebagai acuan untuk pengamatan hilal. Penyempurnaan bangunan observatorium Griya Antariksa dan pengadaan instrumen memerlukan biaya yang tidak sedikit sehingga mengganggu keberlangsungan pengamatan. Pernyataan sebelumnya menjadi bukti bahwa SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa memiliki kekurangan. Besar harapan dari penulis, mulai dari dengan adanya syarat instrumen baku, pembakuan teknik pengamatan, hingga hasil pengamatan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat mengembangkan keilmuan astronomi khususnya dalam hal praktik pengamatan hilal menjadi lebih baik lagi.

³⁶ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021

³⁷ Hasil wawancara online via telfon dengan ketua Jogja Astro Club, Agung Laksana 13 September 2021.

B. Analisis SOP Pengamatan Hilal di Griya Antariksa dalam Perspektif Fiqh

Pada zaman Nabi penentuan awal Ramadhan didasarkan pada hasil rukyat atau pengakuan seseorang yang telah melihat hilal, dan menggenapkannya bilangan bulan menjadi 30 hari (istiqmal) apabila tidak dapat melihat hilal. Implementasi metode rukyat hakiki menggunakan keterlihatan hilal dengan mata telanjang, hilal dikatakan terliat ketika hilal tersebut dapat dilihat dengan mata telanjang tanpa bantuan alat. Konsep tersebut sama seperti konsep tradisi fiqh konvensional. Dalam fiqh konvensional keterlihatan hilal dimaknai dengan keterlihatan secara empiris atas dasar observasi. Makna ketelihatn hilal tersebut dikaitkan dengan “bersuara keras” saat terlihat secara nyata dalam bentuk bulan sabit.³⁸ Dalam menerima kesaksian rukyat, metode tersebut menggunakan parameter minimal terlihat oleh dua orang perukyat ahli, atau minimal satu orang perukyat ahli dan tiga perukyat pelajar. Sedangkan ahli fiqh berpendapat terdapat berkisar tiga kemungkinan yaitu dengan terlihatnya hilal oleh khalayak ramai, oleh dua muslim yang adil, dan oleh satu muslim yang adil.³⁹

Menurut mazhab Syaf’i dan Hambali, puasa diperbolehkan untuk dimulai berdasarkan persaksian oleh seorang lelaki, tetapi tidak boleh berhari raya Idul Fitri berdasarkan persaksian kurang dari dua orang laki-laki. Mazhab Syaf’i berpendapat bahwasanya kesaksian dari saksi adalah seorang lelaki yang adil, muslim, baligh, berakal, merdeka walaupun identitasnya pribadinya tidak jelas, sedangkan mazhab Hambali mensyaratkan diketahuinya identitas pribadi saksi.⁴⁰ Menurut mazhab Hanafi apabila langit cerah hilal harus terlihat oleh khalayak ramai,⁴¹ akan tetapi jika cuaca tidak cerah karena mendung atau badai debu, maka terlihatnya hilal cukup dengan persaksian seorang muslim yang adil. Orang yang adil menurut mazhab Hanafi adalah orang yang kebaikannya lebih banyak dari pada kejelekannya, walau tidak jelas identitasnya menurut pendapat yang shahih, baik merdeka atau budak, sebab masalah rukyat adalah masalah agama yang nilainya sama dengan meriwayatkan hadis.⁴² Sedangkan menurut mazhab Maliki yaitu tidak boleh berpuasa atau berhari raya dengan persaksian kurang dari dua orang yang adil. Orang yang adil menurut mazhab maliki adalah lelaki yang merdeka baligh serta berakal, tidak pernah berbuat dosa besar, tidak pernah berbuat dosa kecil yang terus-menerus serta tidak melakukan hal-hal yang menodai harga diri.⁴³

³⁸ Nur Aris, “Tulu’ al-Hilal(Rekonstruksi Konsep Dasar Hilal)”, *Al-Ahkam*, vol. 24, no. 1 (April 2019), 90.

³⁹ Wahbah Zuhaili, *al-Fiqh a- Islamy wa Adillatuhu*, terj. Abdul Hayyie al-Kattani, dkk (Jakarta : Gema Insani, 2011), 50.

⁴⁰ *Ibid.*, 55.

⁴¹ Jumlah dan teknisnya diserahkan kepada imam.

⁴² *Ibid.*, 51

⁴³ *Ibid.*, 52

حدثنا محمد بن بكر بن الريان , ثنا الوليد - يعني ابن أبي ثور - وثنا الحسن بن علي , ثنا الحسين - يعني الجعفي - عن زائدة المعنى , عن سماك , عن عكرمة , عن ابن عباس قال : جاء أعرابي الى النبي صلى الله عليه وسلم فقال : إني رأيت الهلال قال الحسن في حديثه يعني هلال رمضان , فقال له صلى الله عليه وسلم أتشهدان لا اله الا الله؟ قال نعم . قال أتشهد أن محمدا رسول الله؟ قال نعم . قال : يا بلال أذن في الناس فليصوم غدا⁴⁴

“Muhammad ibn Bakar ibn al-Rayyan telah menceritakan kepada kami, al-Walid yakni ibn Abi Taurin telah menceritakan kepada kami, dan Hasan ibn Ali menceritakan kepada kami, alHusain yakni al-Ja’fiy telah menceritakan kepada kami, dari Zaidah al-Ma’na, dari simak, dari ikrimah, dari ibn Abbas berkata : Seorang Arab datang kepada Nabi SAW. seraya berkata : “Sesungguhnya saya melihat hilal”, berkata Hasan dalam Hadis ini, yakni (hilal) Ramadan maka beliau bertanya kepadanya : “Apakah kamu bersaksi bahwa tidak ada Tuhan kecuali Allah?” Ia menjawab : “Ya”, beliau bertanya : “Apakah kamu bersaksi bahwasanya Muhammad utusan Allah ?”, Ia menjawab “Ya”, lalu beliau bersabda : “Hai Bilal, umumkan kepada orang-orang agar besok mereka shaum.”

Berdasarkan hadis tersebut pengakuan seseorang yang telah melihat hilal adalah dengan meneliti identitas pelapor dan bertanya keIslamannya, tidak bergantung pada posisi dan keberadaan hilal yang dilihatnya. Berbeda dengan parameter kesaksian rukyat dalam metode Rukyah Hilal Hakiki yang mensyaratkan kesaksian dari perukyat ahli. Perukyat dikatakan ahli menurut metode Rukyah Hilal Hakiki minimal telah melakukan 12 kali rukyat, atau melakukan pengamatan hilal selama 6 sampai 9 bulan, padahal dalam ketentuan syar’i kesaksian melihat hilal tidak tergantung pada posisi, keadaan hilal maupun keahlian dari orang yang melakukan kesaksian melihat hilal. Menurut pendapat Muhammad Jawad Mughniyah, apabila hilal dapat terlihat oleh orang banyak, bukan hanya dilihat oleh satu orang, maka dapat diyakini dan dipercaya. Ia menambahkan bahwasanya menurut kebiasaan tidak mungkin mereka (yang bersumpah melihat hilal) yang sebanyak itu sepakat untuk berbohong.⁴⁵ Metode ini juga menggunakan keterlihatan hilal dengan mata telanjang tanpa menggunakan bantuan alat pengamatan. Hasil rukyat menggunakan teropong dapat diambil jika terlihat pula dengan mata telanjang. Hal tersebut berbeda dengan pelaksanaan rukyat yang umum dilakukan pada zaman sekarang. Dengan berkembangnya teknologi dan keilmuan, berkembang pula pemaknaan rukyatul hilal, definisi rukyatul hilal bukan hanya diartikan sebagai melihat hilal dengan mata telanjang saja, namun dapat diartikan melihat hilal menggunakan alat bantu pengamatan.

⁴⁴ Imam al Hafidz Abi Daud Sulaiman ibn As.,at as-Syajistaany, *Sunan Abi Daud*, Juz II, (Beirut : Daar Kutub al-Ilmiyah, tt), 170 Lihat juga dalam Imam Abi Husain ibn al-Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz II (Beirut : Dar al-Kutub al-Ilmiyah, tt), 168.

⁴⁵ Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqh al-Imam Ja’far ash-Shadiq ‘Ardh wa Istidlal*, Juz 1 dan 2, Terj. Syamsuru Rifa’i (Jakarta : Lentera, 2009), 390

Para mujtahid *madhâhib al-arba'ah* dan para ulama kontemporer saat ini⁴⁶ menganut method *rukyatul hilal* atau pengamatan hilal, pada awalnya ruyat hanya sebatas menggunakan mata telanjang. Akan tetapi seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, ruyat-pun mengalami perkembangan dengan menggunakan alat bantu pengamatan, seperti theodolite, binokuler, teleskop dan sebagainya.⁴⁷ Penggunaan teknologi tersebut menuai perdebatan mengenai kebolehannya, menurut Ibn Hajar al-Haytamî dalam kitab *Tuhfah al-Muhtâj* (Syarh/penjelasan dari kitab *Minhâj al-Tâlibîn* karya Imam Nawawi), penggunaan alat bantu ruyat/*nahwu mir'ât* (sesuatu yang bisa memantulkan obyek) tidak diperkenankan, beliau tidak menjelaskan alasan tidak diperkenankannya penggunaan alat bantu ruyat. Namun al-Syarwânî dalam kitab *Hawâsyî Tuhfah al-Minhâj* (penjelasan lebih lanjut dari kitab *Tuhfah al-Minhâj*) menyatakan lebih utama tidak menggunakan alat bantu ruyat, namun pada dasarnya menurut beliau penggunaan alat bantu ruyat (yang memantulkan obyek, yang mendekatkan dan memperbesar obyek) tetap diperkenankan.⁴⁸ Pada dasarnya yang melakukan penilaian terhadap obyek ruyat tetaplah mata. Alat bantu ruyat hanya bersifat membantu melokalisir dan memperjelas obyek ruyat.

Respon fiqh terhadap perkembangan penggunaan alat teknologi dalam pengamatan hilal penting dirumuskan, hal ini sejalan dengan kaidah ushul fiqh:

للسا ئل حكم القا صد⁴⁹

Bahwa status hukum penggunaan instrumen sama dengan status hukum tujuan, yaitu wasilah atau perantara mempunyai hukum sesuai dengan hukum tujuan. Hukum penggunaan instrumen sama dengan hukum tujuan. Lebih spesifik, hukum ruyat adalah wajib, maka peralatan dan perangkat dalam pengamatan hilal menjadi wajib. Pada dasarnya penggunaan instrument hanya berfungsi sebagai alat bantu untuk meningkatkan kontras secara optis. Menurut penulis penggunaan instrument secara keseluruhan dalam kegiatan pengamatan hilal di Griya Antariksa sah dan masih dalam koridor pengamatan hilal, sesuai dengan hadis Al-Bukhari sebagai berikut:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرِو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا: أُرْسِلَ اللَّهُ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ وَلَا تَفْطَرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَفْطَرُوا لَهُ) أَخْرَجَهُ الْبُخَارِيُّ⁵⁰

“Dari ‘Abdullah bin ‘Umar ra.: sesungguhnya Rasulullah saw membicarakan mengenai bulan Ramadan lalu bersabda: Janganlah kalian berpuasa sampai kalian melihat hilal dan janganlah kalian berbuka (masuk bulan Syawal) sampai melihatnya (hilal), apabila terhalang oleh awan atas kalian (hilal) maka kadarkanlah.” (H.R. al-Bukhari)

⁴⁶ Ahmad Junaidi, “Memadukan Ruyat Hilal dengan Memadukan Perkembangan Sains”, *Madania*, Vol. 22, No. 1 (Juni 2018), 148.

⁴⁷ Departemen Agama RI, *Pedoman Teknik Ru'yat*, (Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama, 1994), 2-3.

⁴⁸ Ahmad Junaidi, “Memadukan Ruyat Hilal dengan Memadukan Perkembangan Sains”, *Madania*, Vol. 22, No. 1 (Juni 2018), 148.

⁴⁹ Ibn Qayyim Al-Jauziyah, *I'lamul Muwaqî'in 'An Rab Al-Alamin* (Beirut: Dar al-Fikr, n.d.).

⁵⁰ Abu Abdullah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *al-Bukhari*, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz I, 327.

Dalam hadis tersebut menyebutkan apabila terhalang oleh awan atas kalian(hilal) maka kadarkanlah. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwasannya instrumen yang digunakan Griya Antariksa tidak dapat menembus penghalang seperti awan atau hujan. Namun dalam tulisan S. Farid Ruskanda yang berjudul “Teknologi Rukyat Secara Objektif” menawarkan empat alternatif teknologi rukyat secara objektif:⁵¹

1. Perangkat teleskop kamera video untuk cahaya tampak
2. Perangkat untuk sinar infra merah secara pasif
3. Perangkat infra merah untuk penyiaran hilal menggunakan laser aktif
4. Memanfaatkan perangkat radar.

Ketika alternatif pertama hingga ketiga menggunakan teknologi opto-elektronika tidak dapat mengatasi kendala cuaca ekstrem seperti gangguan awan, cahaya syafak, serta faktor pengganggu lainnya. Alternatif lain adalah penggunaan gelombang mikro yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi gangguan utama dalam pengamatan hilal. Kecerlangan cahaya hilal yang redup dengan memanfaatkan teleskop radar dengan jarak panjang gelombang radio 400.000 dari Bumi kilometer akan diterima Bulan dan memantulkan ke Bumi. Selanjutnya, data yang diterima dapat diproses dengan metode *digital imaging* atau metode pengolahan gambar sehingga dapat dilihat secara visual. Setelah hilal terlihat secara visual langkah selanjutnya adalah menyiarkan melalui tayangan televisi atau media lain yang dapat digunakan untuk menyampaikan informasi tentang status hilal terkait dengan ketinggian hilal, jarak sudut atau elongasi, dan umur hilal.⁵² Gagasan ideal Ruskanda tersebut terbilang menarik namun masih belum disepakati, karena gagasan tersebut memerlukan anggaran yang cukup mahal meskipun memungkinkan dalam praktek.

Dengan adanya instrumen yang canggih, teknik yang digunakan dalam pengamatan hilal sangat berpengaruh terhadap keberhasilan hilal. Menurut penulis teknik pengamatan yang terdapat di Griya Antariksa memiliki kesulitan yang cukup tinggi, yaitu mengenai kondisi geografis. Meskipun memiliki instrumen yang lengkap dan canggih namun kondisi geografis kurang layak untuk dilakukannya pengamatan hilal khususnya dalam menentukan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah, maka pelaksanaan pengamatan hilal tersebut tidak akan berjalan dengan lancar, hasil yang diperoleh juga tidak maksimal. Mengamati hilal yang sangat tipis dan tidak kasat mata secara langsung

⁵¹ S. Farid Ruskanda Dkk, Rukyat Dengan Teknologi; *Upaya Mencari Kesamaan Pandangan Tentang Penentuan Awal Ramadhan Dan Syawal* (Jakarta: Gema Insani Press, 1994), 23–35.

⁵² *Ibid.*

sangat sulit dilakukan apalagi dalam waktu yang singkat, untuk mempermudah pengamatan tersebut biasanya Griya Antariksa melakukan tracking bulan sebelum matahari terbenam. Namun bulan sabit yang diamati sebelum matahari terbenam tidak dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan awal bulan kamariyah. Untuk itu diperlukannya perkembangan teknik yang lebih baik agar dapat mengamati bulan setelah matahari terbenam, dengan begitu dapat mempermudah pengamatan hilal.

Ulama fiqh baik ulama fiqh klasik maupun kontemporer memberikan pandangannya terhadap penggunaan teknologi dalam pengamatan hilal. Menurut ulama klasik seperti Ahmad Ibnu Hajar al-Haitami, Abdul Hamid as-Syarwani, dan Muhammad Bakhit al-Muti'i memperbolehkan menggunakan teknologi dalam rukyatul hilal meski melihat hilal secara langsung tanpa alat bantu rukyat lebih diutamakan. Dalam konteks fiqh sejatinya rukyatul hilal harus dilakukan dengan mata visual tanpa alat bantu. Menurut al-Haitami penggunaan alat bantu dalam rukyatul hilal hanya diperbolehkan seperti kaca yang dapat memantulkan cahaya. Sejalan dengan hal tersebut, penggunaan alat bantu seperti teleskop yang berfungsi memantulkan cahaya pun masih diperbolehkan dengan tujuan untuk memperjelas cahaya hilal. Menurut as-Syarwani rukyatul hilal lebih utama dilakukan tidak menggunakan alat bantu rukyat. Namun hanya diperkenankan menggunakan alat bantu rukyat seperti air, ballur, atau suatu alat yang dapat mendekatkan yang jauh dan yang membesarkan yang kecil dalam rukyatul hilal.⁵³

Sedangkan menurut al-Muti'i penggunaan alat dalam rukyatul hilal diperkenankan digunakan, seperti teropong pembesar yang berfungsi untuk membantu penglihatan benda yang jauh atau kecil yang tidak memungkinkan untuk dilihat dengan mata visual.⁵⁴ Pendapat al-Muti'i tersebut pernah dipraktekkan dengan diterimanya kesaksian seseorang yang melihat hilal meski dengan alat sederhana tersebut.⁵⁵ Penggunaan alat dalam rukyat dapat digunakan apabila hanya untuk memperjelas kenampakan hilal. Karena pada prinsipnya rukyatul hilal dengan alat bantu seperti teleskop dapat diqiyaskan dengan fungsi kacamata yang dipakai untuk membaca.

Ulama kontemporer yang memberikan pandangan terhadap penggunaan alat bantu dalam kegiatan pengamatan hilal merupakan ulama yang mempunyai pemikiran *concern* terhadap dinamika hisab dan rukyat, contohnya seperti Thomas Djamaluddin. Beliau berpendapat bahwasannya penggunaan alat bantu rukyat sangat dianjurkan untuk menambah keyakinan bahwa objek yang diamati merupakan hilal bukan objek lain yang menyerupai hilal. Dalam hal penerapan alat bantu rukyatul hilal

⁵³ Sakirman, "Respon Fikih Terhadap Teknologi Rukyat", *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 14, no. 1 (Juni, 2020), 83.

⁵⁴ B. J. Habibie, *Rukyat dengan Teknologi*, (Jakarta : Gema Insani Press, 2004), 74.

⁵⁵ Muhammad Bukhit al-Muti'i, *Irsyādu Ahli al-Millati Ilā Isba'ati al-Ahillah*, (Mesir: Kurdistan al-Ilmiyah, 1329), 293-294.

harus dipahami bahwa rukyatul hilal adalah cara meyakinkan bahwa bulan telah berganti dengan bukti terlihatnya hilal. Sebagai bukti, hilal diperoleh dengan pengamatan langsung tanpa alat, pengamatan langsung dengan alat (seperti kacaamara, binokuler, teleskop), perekaman dengan kamera tanpa pengolahan citra, atau perekaman dengan pengolahan citra (Image Processing). Untuk pengamatan langsung diyakinkan dengan sumpah, tetapi dengan bukti perekaman mudah ditunjukkan citranya, hakim bisa segera percaya untuk melakukan itsbat.⁵⁶ Tujuan dari *rukyyat bil fi'li* itu sendiri adalah mencari bukti hilal, menggunakan alat bantu rukyat dalam kegiatan rukyatul hilal mempunyai kedudukan yang sama dengan *rukyyat bil fi'li*, bahkan buktinya lebih akurat dan meyakinkan, perbedaannya terletak pada bukti yang diperoleh. *Rukyyat bil fi'li* buktinya disimpan di otak pengamat dan dinyatakan secara lisan dengan sumpah di hadapan hakim, sedangkan rukyat dengan alat bantu hilal bisa ditunjukkan di layar atau dicetak untuk meyakinkan hakim yang melakukan penyumpahian terhadap orang yang melihat hilal. Kedudukan kesaksian dari kedua hal ini adalah sama karena bukti sangat kuat dan tidak terbantahkan.⁵⁷

Menurut pendapat Farid Ruskanda, pandangan penggunaan instrument rukyat sejatinya sama dengan pandangan mata manusia. Dengan demikian, jika mata manusia tidak dapat melihat melihat hilal karena langit tertutup awan, maka teleskop rukyat pun tidak akan mampu melihat atau merekamnya. Farid Ruskanda menegaskan, apapun upaya yang dilakukan, jika bendanya tidak ada, tidak akan terlihat apa-apa. Jadi teknologi tidak bisa mengadakan atau lebih tepatnya “mengadakan” benda yang tidak ada, bagaimanapun suasana kejiwaan orang yang menggunakannya. Teknologi yang ada tidak bisa menghadirkan benda yang gaib.⁵⁸

Mutoha Arkanuddin memiliki pandangan yang sama dengan Slamet Hambali dalam penggunaan alat bantu pengamatan hilal. Mutoha Arkanuddin berpendapat pada dasarnya instrumen yang digunakan dalam rukyatul hilal merupakan alat identifikasi bukan deteksi. Perbedaannya terletak pada hasil, jika identifikasi objek pengamatan berupa hilal dapat dicitra baik secara visual menggunakan kamera maupun dengan mata secara langsung, sedangkan deteksi objek yang dihasilkan berupa olah citra digital, awalnya saat di foto tidak terlihat, setelah diolah-olah lagi hilal tersebut muncul, hal tersebut tidak diperbolehkan.⁵⁹ Slamet Hambali juga berpendapat penggunaan instrumen dalam citra hilal, pada hakikatnya hilalnya harus terlihat terlebih dahulu (embrio hilal terlihat itu harus

⁵⁶ Riza Afrian Mustaqim, “Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi di BMKG Untuk Rukyatul Hilal”, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, DOI: <https://doi.org/10.30596/jam.v4i1.1937> vol. 4, no. 1, 2018, 102.

⁵⁷ *Ibid*, 103.

⁵⁸ S. Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat; Telaah Syaria, Sains dan Teknologi*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1996), 79-80.

⁵⁹ Hasil wawancara dengan pemilik Observatorium Griya Antariksa, Mutoha Arkanuddin di Front Office Observatorium Griya Antariksa 04 Agustus 2021.

ada), meski tidak jelas atau samar-samar. Pengolahan diperbolehkan jika sebatas memperjelas citra hilal, akan tetapi jika hilal tidak ada sama sekali, kemudian diproses menjadi ada maka hal itu tidak dapat diterima, dikhawatirkan hal tersebut merupakan rekayasa. Untuk itu akan sangat lebih baik untuk menghindari *mudharat*.

Foto pada prinsipnya adalah asli, apabila terdapat kasus hilal terlihat hanya pada hasil citra dasar astrofotografi sedangkan ketika melihat melalui *eyepiece* pada teleskop hilal tidak terlihat maka hal tersebut dapat diterima meskipun dalam bentuk foto, bahkan menurut Slamet Hambali hal ini bukanlah rekayasa, nilai foto tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Image Processing*.⁶⁰ Rukyat merupakan perbuatan yang nyata tidak sekedar ilmu pengetahuan tetapi dengan mengamati langsung, karena pada prinsipnya pengolahan hanya sebatas memperjelas hilal bukan mengadakan hilal. Ada pun rekayasa adalah mengolah yang tidak ada menjadi ada. Sangat sulit untuk memastikan apakah hilal yang diproses itu direkayasa atau tidak, sehingga perlu pembuktian akan proses tersebut. Maka dari itu, setiap pengamatan, baik foto dasar atau foto dengan pengolahan citra (memperjelas) harus tetap diambil sumpah, di sisi lain setiap pengamatan tersebut juga harus sesuai dengan kriteria Imkan al-Rukyat. Namun yang menentukan tetaplah keputusan sidang istbat, setiap proses pengamatan dengan beragam metode hanya sebagai pendukung.

Pandangan fiqh kontemporer dalam pemanfaatan teknologi sebagai alat bantu pengamatan hilal dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *istihsan* dan *Istislah (masalah al-mursalah)*. *Maslahah mursalah* atau *Istislah* adalah setiap manfaat yang didalamnya terdapat tujuan syara' secara umum, namun tidak terdapat dalil yang secara khusus menerima atau menolaknya.⁶¹ Dalam setiap pengambilan suatu hukum, penetapan suatu syarat menjadi sesuatu yang niscaya agar dalam pengambilan suatu hukum bisa sesuai dengan spirit yang diharapkan. Dalam permasalahan *Maslahah mursalah* adalah bagaimana output yang dihasilkan tidak bertentangan dengan nash di dalam Al-qur'an dan as-sunnah. Menggunakan hasil dan capaian ilmu pengetahuan dan teknologi modern merupakan salah satu langkah dalam penalaran *Islislah*, penalaran yang perlu dipertimbangkan dan digunakan, karena apa yang dijelaskan dan dihasilkan oleh ilmu pengetahuan relatif terbukti kemanfaatannya atau kemudratannya, lebih tersistematisasi.⁶²

⁶⁰ Hasil wawancara online dengan Slamet Hambali, Ketua Lajnah Falakiyah PWNNU Jawa Tengah, Wakil Ketua Lajnah Falakiyah PBNU, Anggota Musyawarah Kerja & Tim Hisab Rukyat RI, dan Anggota Komisi Fatwa MUI Jawa Tengah melalui Whatsapp,

⁶¹ Rachmat Syafe'i, *Ilmu Ushul Fiqh*, (Bandung, CV Pustaka Setia, 1998) Cet. IV, 119.

⁶² Al Yasa' Abubakar, *Metode Istislahiah: Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*, (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016), 74.

Menurut Al Yasa' Abubakar pemanfaatan teknologi dalam pengamatan hilal dapat diterapkan sampai pada tahapan yang dapat diterima akal, dengan makna harus benar-benar ilmiah pengolahannya. Karena dalam multimedia apa saja dapat dilakukan sehingga sangat memungkinkan adanya manipulasi. Untuk menghindari hal tersebut, maka penerapan prinsip umum tentang pengolahan citra ilmiah perlu dilakukan dan divalidasi dengan bukti-bukti pendukung lain.⁶³ SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa dapat dikategorikan sebagai langkah penalaran *Istislah* karena data yang diberikan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Hasil pengamatan dengan pemanfaatan teknologi modern yang diterapkan Griya Antariksa terbukti kemanfaatannya.

Pada hakekatnya *Istihisan* itu berkaitan dengan penerapan atau pelaksanaan ketentuan hukum yang sudah jelas dasar dan kaidahnya secara umum, baik dari nash, ijma', atau qiyas. Akan tetapi ketentuan hukum yang sudah jelas tidak dapat diberlakukan dan harus dirubah karena berhadapan dengan persoalan yang khusus dan spesifik.⁶⁴ Dasar dari penggunaan *Istihisan* itu sendiri adalah mengutamakan tujuan yang masuk akal untuk mewujudkan dengan tidak menafikan kedudukan dalil umum.⁶⁵ Dengan menggunakan istihisan ini kita dapat mengatasi masalah kontemporer seperti penggunaan teknologi modern dalam pengamatan hilal, mengingat permasalahan mengenai penetapan awal bulan kamariah tak kunjung menuai titik temu, maka penggunaan teknologi modern menjadi salah satu metode yang dapat membantu dan memperjelas berjalannya kegiatan pengamatan hilal. Peninjauan perkara atas dasar baik sangatlah diperlukan dalam perkembangan suatu hukum yang mengikuti kemajuan perkembangan zaman dan teknologi. Jika dilihat dari sudut pandang *Istihisan* pengamatan hilal di Griya Antariksa dengan menggunakan SOP yang terdapat di tempat tersebut adalah sesuai dengan hadis

حدثنا عبدالله بن مسلمة حدثنا مالك عن نافع عن عبدالله بن عمر رضي الله عنهما أن رسول الله صلى الله عليه وسلم ذكر رمضان فقال لا تصوموا حتى تروا الهلال ولا تفطروا حتى تروه فإن غم عليكم فاقدروا له⁶⁶

Hadis di atas memberikan pengertian bahwa ada dua cara yang di[akai umat islam sejak zaman nabi dalam memulai dan mengakhiri ibadag puasa Ramadan. Pertama metode rukyat yaitu melihat hilal pada akhir buln Syaban untuk menentukan tanggal 1 Ramadan untuk memulai puasa, dan melihat hilal pada akhir bulan Ramadan untu menentukan 1 Syawal ketika akan hari raya Idul Fitri. Yang kedua adalah menyempurnakan bilangan hari pada bulan Syaban untuk memulai dan 30 Ramadan untuk

⁶³ Riza Afrian Mustaqim, Pandangan Ulama terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal', *al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018, 99.

⁶⁴ Romli SA, *Studi Perbandingan Ushul Fiqh*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2014), 194.

⁶⁵ Iskandar Usman, *Istihisan dan Pembaharuan Hukum Islam*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1994), 19 -20.

⁶⁶ Sakirman, Respon Fikih Terhadap Perkembangan Teknologi Rukyat, *Al-Manhaj: Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 14, no. 1, 2020, 74.

mengakhiri puasa apabila hilal tidak dapat dilihat saat rukyat, teknik ini dikenal dengan Istiqmal. Rukyat yang dicontohkan nabi secara visual merupakan justifikasi terhadap perilaku masyarakat Madinah. Dengan mempertimbangkan dua pemikiran, pertama العبرة بعموم اللفظ لا بخصوص السبب bagi pendukung pemikiran tersebut, menjadikan makna rukyat tidak hanya dipahami dalam konteks penduduk Madinah tetapi melibatkan konteks penduduk Makkah ketika itu, yang berarti rukyat tidak semata-mata melihat secara visual. Kedua, العبرة بعموم اللفظ لا بخصوص السبب bagi pendukung pemikiran tersebut, rukyat bermakna tunggal yaitu melihat secara visual tanpa alat bantu karena menjadikan makna rukyat berdasarkan konteks Madinah. Masa transisi rukyat konvensional ke rukyat tradisional ditandai dengan adanya alat bantu rukyat, teknik rukyat pada periode tersebut mulai terorganisir dari aspek peralatan dan data tertulis (perhitungan), dan penggunaan teknologi dalam SOP Pengamatan hilal di Griya Antariksa masuk ke dalam pemikiran pertama. Lalu terdapat kaidah fiqh

لِلْوَسَائِلِ حُكْمُ الْمَقَاصِدِ

Hukum sarana suatu perbuatan sama dengan hukum perbuatannya .

الْأَمْرُ بِالشَّيْءِ يَشْمَلُ مَا يَتِمُّ بِهِ ذَلِكَ الشَّيْءُ

Suatu perbuatan (perkara) hukumnya mencakup semua sarana yang menyempurnakan perbuatan (perkara) tersebut.

Yang mana sarana yang dimaksud di dalam ayat tersebut adalah teknologi modern dan perbuatan yang dimaksud adalah pengamatan hilal. Pemanfaatan teknologi modern tersebut menjadi salah satu metode memperjelas pelaksanaan ibadah yakni membantu mempermudah dalam proses pengamatan hilal, sifatnya sebagai proses memperjelas atau memastikan keberadaan hilal . SOP Pengamatan hilal di Griya Antariksa memberikan kemaslahatan, pemanfaatan teknologi yang digunakan juga merupakan suatu perkara yang baik dan dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam perkara ibadah, selama dalam pemrosesan yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah maka sah untuk diterapkan.⁶⁷

⁶⁷ Riza Afrian Mustaqim, *Pandangan*, 97.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang penulis lakukan mengenai *Standard Operating Procedure (SOP)* pengamatan hilal di Griya Antariksa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis penulis, *Standard Operating Procedure (SOP)* pengamatan hilal di Griya Antariksa hanya dapat digunakan di Griya Antariksa saja. Dikarenakan Griya Antariksa memiliki kriteria visibilitas hilal dan teknik pengamatan hilal yang berbeda dengan SOP Pengamatan hilal pada umumnya, hal tersebut disebabkan oleh faktor lokasi yang berada di tengah kota dikelilingi gedung-gedung tinggi dan terdapat banyak polusi cahaya serta kondisi ufuk yang terhalang oleh gunung Menoreh. Selain
2. Dalam perspektif Astronomi, SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa terbilang kurang layak, mulai dari letak geografis, kondisi ufuk, hingga teknik pengamatan. Peran teknologi dalam pengamatan hilal dirumuskan dengan tujuan terlihatnya hilal dan memastikan keberadaan hilal berdasarkan pengamatan empiris sehingga dapat memberikan peluang pengembangan pengetahuan seluas-luasnya sebagai bentuk *subjektivitas* dan *pluralitas* pengetahuan, selain itu juga dapat membantu meningkatkan obyektivitas dalam kesaksian *rukyatul hilal*. Namun pada SOP pengamatan hilal yang terdapat di Griya Antariksa dalam teknik pengamatan tidak memanfaatkan teknologi sampai tahap Image processing sehingga dikatakan kurang layak. Sementara itu dalam persepektif fiqh, masih terdapat ikhtilaf, namun hampir seluruh ulama fiqh menyatakan kebolehannya terkait penggunaan teknologi modern dengan catatan bertujuan untuk membantu memudahkan proses *rukyatul hilal*, terutama dalam hal memperjelas objek pandang hilal agar dapat dilihat secara visual baik terlihat di kamera maupun dengan mata secara langsung. Meski belum ada dalil yang mengharuskan penggunaan teknologi ruyat, baik yang bersifat membantu penglihatan maupun mengolah citra yang ditangkap alat bantu ruyat, namun hasil dari pemanfaatan teknologi ini dalam kegiatan pengamatan hilal menjadi *syahâdah* yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sebab sampai saat ini masih sering kali terdapat *syahâdah* kontroversial yang bertentangan dengan data hisab dan kondisi kecerlangan atmosfer. *Syahâdah* pengamatan hilal yang menjadi dasar *itsbât* awal bulan harus berdasarkan bukti yang jelas, sebagaimana tersirat dalam hadis Nabi. Dalam pandangan fiqh, SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa adalah masuk ke dalam aspek *Istihsan* dan *Istislah*. Dikatakan termasuk kedalam aspek *Istihsan* karena sesuai dengan dasar dari *Istihsan* tersebut

yakni mengutamakan tujuan yang masuk akal untuk mewujudkan dengan tidak menafikan kedudukan dalil umum. Teknik pengamatan hilal yang digunakan Griya Antariksa merupakan suatu hal yang baik, dan hal tersebut membuktikan bahwasannya keberadaan teknologi dapat dimanfaatkan untuk membantu perkara ibadah. SOP pengamatan hilal di Griya Antariksa dapat dikategorikan sebagai langkah penalaran *Istislah* karena data yang diberikan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dapat diterima akal, dan benar-benar ilmiah pengolahannya tidak dimanipulasi. Menggunakan hasil dan capaian ilmu pengetahuan dan teknologi modern merupakan salah satu langkah dalam penalaran *Istislah*, penalaran yang perlu dipertimbangkan dan digunakan, karena apa yang dijelaskan dan dihasilkan oleh ilmu pengetahuan relatif terbukti kemanfaatannya atau kemudratannya.

B. Saran

Munculnya beberapa metode yang berkembang dan digunakan dalam penentuan awal bulan Kamariah menimbulkan beberapa hasil yang berbeda, untuk menyasati hal tersebut diperlukannya pedoman yang dapat dijadikan pedoman umat Islam di Indonesia. Pedoman tersebut harus mengikat dan sesuai dengan ilmu pengetahuan serta tidak menyimpang dari kaidah-kaidah yang dibenarkan agama. Keberhasilan pengamatan hilal tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi tempat namun juga teknik yang sesuai, karena dengan begitu akan memberikan hasil yang memuaskan. Sehingga ketika sidang isbat dilaksanakan di Kementerian Agama RI, bukti dan kesaksian yang diterima dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Untuk Griya Antariksa dapat menyusun ulang SOP Pengamatan Hilal agar lebih sistematis dan mudah dipahami, sehingga dapat dijadikan pedoman bagi pengamat-pengamat hilal di seluruh titik di Indonesia. Untuk menyasati kekurangan yang ada, agar segera melakukan penyempurnaan bangunan supaya kegiatan pengamatan hilal dapat berjalan dengan lancar. Selain itu diharapkan Griya Antariksa untuk terus melakukan kaderisasi dan regenerasi terhadap astronom-astronom yang berkiprah dalam pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia serta meningkatkan peran Griya Antariksa sebagai sarana kemasyarakatan astronomi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Pengamatan hilal di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Abubakar, Al Yasa'. *Metode Istislahiah: Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*. Jakarta: Prenadamedia Group. 2016
- Ahmad, Abu al-Husain bin Faris bin Zakariya, Mu'jam Maqayis al-Lughah (Beirut :Dar al-Fikr, t.t.) Juz VI.
- Al-Jauziyah, Ibn Qayyim. *I'lamul Muwaqi'in 'An Rab Al-Alamin* (Beirut: Dar al-Fikr, n.d.).
- Al-Muti'i, Muhammad Bukhit. *Irsyādu Ahli al-Millati Ilā Isba'ati al-Ahillah*. Mesir: Kurdistan al-Ilmiyah. 1392.
- Asari, Hasan. *Menyingkap Zaman Keemasan Islam*. Bandung: Ciptapustaka, cet III. 2013.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak; Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2007.
- Badan Hisab dan Rukyat Deppartemen Agama. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam
- Bashori, Muh. Hadi. *Penanggalan Islam*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo. 2013.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Observatorium sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*. Medan: UMSU PRESS. 2014.
- Djamaluddin, T. *Menggagas Fiqih Astronomi*. Bandung: Kaki Langit. 2005.
- Djamaluddin, Thomas dkk. *Hisab Rukyat Di Indonesia Serta Permasalahannya*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010.
- Habibie, B. J. *Rukyat dengan Teknologi*. Jakarta : Gema Insani Press. 2004
- Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak*. Banyuwangi: Bismillah Publisher. 2012
- Heriyanto, Husain. *Menggali Nalar Sainifik Peradaban Islam*. Bandung: Mizan, cet. 1. 2011
- Hermawati, Fajar Astuti. *Pengolahan Citra Digital: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: CV. Andi Offset. 2013.
- Hosen, Ibrahim. "Penetapan Awal Bulan Kamariah menurut Islam dan Permasalahannya" dalam Selayang *Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama. 2004.
- Imam al Hafidz Abi Daud Sulaiman ibn As'at as-Syajistaany. TT. Sunan Abi Daud. Juz II, (Beirut : Daar Kutub al-Ilmiyah, tt). Lihat juga dalam Imam Abi Husain ibn al-Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz II. Beirut : Dar al-Kutub al-Ilmiyah.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT Pustaka Rizki Putra dan Pustaka Hilal, 2012.
- Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*. Yogyakarta , Buana Pustaka. 2004.
- Khazin, Muhyidin. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2005.
- Komisi Nasional Mesir untuk UNESCO. *Sumbangan Islam Kepada Ilmu dan Kebudayaan*. Terjemah: Ahmad Tafsir. Bandung: Penerbit Pustaka. 1406/1986.

- Lippincott, Kristen. *Astronomi*, terj. dari *Astronomy* oleh Edlina H. Eddin. Jakarta: Balai Pustaka. Cet. IV. 2007.
- Manzhur, Ibn. *Lisan al- 'Arab, j. 3*. Cairo: Dar al-Ma'arif.
- Mughniyah. Muhammad Jawad. *Fiqh al-Imam Ja'far ash-Shadiq 'Arh wa Istidlal*, Juz 1 dan 2, Terj. Syamsuru Rifa'i. Jakarta : Lentera. 2009.
- Muhammad, Abu Abdullah bin Ismail al-Bukhari, *al-Bukhari*, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz I.
- Muhyiddin, dkk. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI. 2010.
- Nasr, Seyyed Hossein. *Sains dan Peradaban di Dalam Islam*. Bandung: Penerbit Pustaka, cet. II. 1418/1997.
- Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, Jakarta, 2006.
- Pedoman Tehnik Rukyat*. Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI. Jakarta. 1994.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers. 2017.
- Rofiq, Ahmad. *Fiqh Mawaris*. Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2015.
- Ruskanda, Farid. *100 Masalah Hisab & Rukyat*. Jakarta: Gema Insani Press. 1996.
- Ruskanda, Farid. *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*. Jakarta: Gema Insani Press. 1994.
- SA, Romli. *Studi Perbandingan Ushul Fiqh*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2014.
- Saksono Tono. *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita dan Center for Islamic Studies. 2007.
- Syafe'i, Rachmat. *Ilmu Ushul Fiqh*. Bandung, CV Pustaka Setia. Cet. IV. 1998.
- Usman, Iskandar. *Istihsan dan Pembaharuan Hukum Islam*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 1994.
- Vixen Company. *SPHINX SXD MOUNT Instruction Manual*. Saitama: Vixen Co. 2000.
- Zuhaili, Wahbah. *al-Fiqh a- Islamy wa Adillatuhu*, terj. Abdul Hayyie al-Kattani, dkk. Jakarta : Gema Insani. 2011.

Jurnal dan Makalah

- Al-Mu'min, Abdul Amir. *al-Marashad al-Falakiyyah al-Islamiyyah Naqlah Nau'iyah fi Tarikh al-Falak*. Dalam majalah "Afaq ats-Tsaqafah wa at-Turats". Edisi (12). 1416/1996.
- Amin, Muhammad Faishol. Ketajaman Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal. *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*. Vol. 3, No. 2. 2017.
- Aris, Nur. Tulu' al-Hilal (Rekonstruksi Konsep Dasar Hilal). *Al-Ahkam*, vol. 24, no. 1. April. 2019.
- Arkanuddin, Mutoha dan Muh. Ma'rufin Sudiby. Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) (Konsep, Kriteria, Dan Implementasi). *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, vol 1, no. 1 (n.d.).

- Arkanuddin, Mutoha. Mengenal Teknik Rukyatul hilal. *Prosiding Modul Pelatihan Ilmu Falak*. Yogyakarta: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak(LP2IF) RHI. 2013.
- Arkanuddin, Mutoha. Tth. *Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia(Konsep, Kriteria dan Implementasi)*. tt: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF–RHI).
- Aviyanti, Lina. Tth. *Cahaya dan Teleskop(Compability Mode)*. Jurnal Pendidikan Fisika UPI. tt: tp.
- Junaidi, Ahmad. Memadukan Rukyat Hilal dengan Memadukan Perkembangan Sains, *Madania*, Vol. 22, No. 1. Juni. 2018.
- Machzumy. Kriteria Ideal Lokasi Rukyat. *Jurnal At-Tafkir*, vol. XI, no. 2. Desember. 2018.
- Mahasena, P. et. Al. CCD observation of daylight crescent moon at Bosscha observatory. *Journal of Physics: Conference Series*. Bandung: IOP Science. 2019.
- Malasan, Hakim L. Kamera CCD: Mata Elektronik Astronomi Pengamatan. *Prosiding Seminar Ilmu Falak*. Jakarta: Januari. 1994.
- Muhaini, Akhmad. Rekomseptualisasi Matla’ dan Urgensinya Dalam Unifikasi Awal Bulan Qamariyah. *Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Umat Islam*, vol. 23, no. 1. April. 2013.
- Mustaqim, Riza Afrian. Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi di BMKG Untuk Rukyatul Hilal. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, DOI: <https://doi.org/10.30596/jam.v4i1.1937> vol. 4, no. 1. 2018.
- Mustaqim, Riza Afrian. Transformation Of Rukyat Al-Hilal Method(Postmodernism Analysis of Hilal Image Processing. *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 1, no. 1. 2019.
- Nurkhanif, Muhammad. “Implementasi Parameter Kelayakan Tempat Rukyat Al-Hilal di Pantai Alam Indah Tegal”, *Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, vol. 1, no. 2. Desember. 2019
- Qarib, Muhammad. “Peran dan Kontribusi OIF UMSU Dalam Pengenalan Ilmu Falak Di Sumatra Utara” *Jurnal Pendidikan Islam*, Vol. 10 No. 2. November. 2019.
- Rakhmadi, Arwin Juli. Urgensi dan Kontribusi Observatorium di Era Modern. *Jurnal Tarjih*, vol. 13, no. 2. 2016.
- Rohmah, Nihayatur. Observasi dan Observatorium(Peluang dan Tantangan Rukyatul Hilal di Indonesia). *al-mabsut*, vol. 12 no.2. September. 2018.
- Sakirman. Respon Fiqh Terhadap Teknologi Rukyat. *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 14, no. 1. Juni. 2020.
- Sudibyoy, Ma’rufin. *Bulan Sabit di Kaki Langit, Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Nasional dan Regional*. paper disampaikan pada Lokakarya Internasional Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, tanggal 12-13 Desember. 2012.
- Sudibyoy, Muh. Ma’rufin. “Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal”. *Jurnal al-Ahkam*, vol. 24. 2014.
- Suhardiman. Kriteria Visibilitas Hilal Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Indonesia. *Jurnal Khatulistiwa*, vol.4 no. 1. Maret. 2013.
- Suryana, Rizal dkk. Sistem Robotika Pada Teleskop Celestron. Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa. Lapan: Bandung, 2016.

Yusuf, Muhammad. “*Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming*”. Dipresentasikan pada kegiatan Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Citra Data Hilal, Observatorium Bosscha tanggal 13 – 14 Oktober. 2018.

Skripsi

Constantinia, Ahdia. Studi Analisis Kriteria Tempat Rukyatul Hilal Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang. 2018. Tidak Dipublikasikan.

Febianto, Bayu Baskoro. *Observatorium Bosscha (Bosscha Sterrenwacht) di Lembang, Bandung: Dari Penelitian hingga Pendidikan 1920 – 1959*, Skripsi Program Studi Ilmu Sejarah Universitas Indonesia. 2016.

Firdaus, Muhammad Dimas. *Study Analisis Standard Operating Procedure (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang. 2019. Tidak Dipublikasikan.

Fitri, Ahmad Asrof. Akurasi Teleskop Vixen Spinx untuk Rukyatul Hilal. Skripsi. UIN Walisongo Semarang. 2013. Tidak Dipublikasikan.

Munir, Badrul. 2016. *Analisis Hasil Pengamatan Hilal Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat Pada Tahun 2010 M – 2015 M*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang. 2016. Tidak Dipublikasikan

Rijal, Arhamu. Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod Untuk Rukyat Hilal. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang. 2017. Tidak Dipublikasikan.

Internet

Admin pai. 2018. Fiqh, *Ushul Fiqh dan Fiqh Syariah*. http://pai.ftk.uin-lauddin.ac.id/artikel/detail_artikel/225, di akses pada 10 Februari 2021.

Al-Qur'an dan Terjemahannya, Tanzil international Qur'anic Project. <http://tanzil.net>

Alvi, Siti. Latar Belakang Lahirnya Zaman Kegelapan. http://siti-alfifisip12.web.unair.ac.id/artikel_detail-91431-Umum-Latar%20Belakang%20lahirnya%20Zaman%20Kegelapan.html. Diakses 25 April 2021

Binus University. 2021. Warna(?). <https://binus.ac.id/malang/2020/01/warna/>. Diakses pada 2 September 2021.

Camera Decision. Canon 550D Review. <https://cameradecision.com/review/Canon-EOS-550D>. Diakses pada 30 Agustus 2021.

E-journal UAJY. <http://e-journal.uajy.ac.id/11371/3/TA143142.pdf>. Diakses pada 30 Maret 2021.

<https://kbbi.web.id/observatorium> Diakses pada Rabu, 31 Maret 2021.

<https://www.britannica.com/science/astronomical-observatory> Diakses pada 26 April 2021.

<https://www.rmg.co.uk/royal-observatory/history> Diakses pada 26 April 2021.

Khazin, Muhyidin. *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005). Lihat juga Kamus Besar Bahasa Indonesia <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/observatorium>

Lihat <https://kbbi.web.id/instrumen>, diakses pada 2 Mei 2021.

Lihat https://www.ancient.eu/Greek_Astronomy/, diakses pada 24 April 2021.

Lihat <https://www.lapan.go.id/post/6597/observatorium-di-ntt-rampung-2021-terbesar-di-asia-tenggara> diakses pada 27 April 2021.

Lukisan bangunan Observatorium Mohr tampak dari timur dan utara (Sumber: Zuidervaart & Gent, 2004) <https://www.goodnewsfromindonesia.id/insights/kisah-observatorium-indonesia> diakses pada 27 April 2021.

Pemerintah Kabupaten Sleman. Topografi. <http://www.slemankab.go.id/profil-kabupaten-sleman/geografi/topografi>. Diakses pada 20 Agustus 2021.

Pramessti, Dewi. Sejarah Planetarium dan Observatorium Jakarta. <https://langitselatan.com/2009/04/06/sejarah-planetarium-dan-observatorium-jakarta/>. Diakses pada 27 April 2021.

Redaksi Ilmu Geografi. Sistem Penanggalan: Kalender Hijriyah atau Qamariyah. <https://ilmugeografi.com/astronomi/sistem-penanggalan-kalender-hijriyah-atau-qamariyah>. Diakses pada tanggal 17 Maret 2021.

Ritonga, Kairul Bariah. Instrumen Astronomi Pada Dinasti Mamalik. <https://oif.umsu.ac.id/2020/05/instrumen-astronomi-pada-dinasti-mamalik/>. Diakses 16 Juni 2021.

Sasongko, Agung. Tradisi Penerjemahan pada Masa Abbasiyah. <https://www.republika.co.id/berita/dunia-Islam/Islam-digest/18/05/23/p96ckd313-tradisipenerjemahan-pada-masa-abbasiyah>. Diakses 25 April 2021.

Sudibyo, Muh. Ma'rufin. Pelacakan Tapak Observatorium Tertua di Indonesia. <https://langitselatan.com/2012/06/19/pelacakan-tapak-observatorium-tertua-di-indonesia/>. Diakses pada 27 April 2021.

The Digital Picture. Canon 550D Specifications. <https://www.the-digital-picture.com/Reviews/Camera-Specifications.aspx?Camera=688>. diakses pada 30 Agustus 2021.

LAMPIRAN



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fsh.walisongo.ac.id

Nomor : B-752/Un.10.01/J4/PP.00.9/02/2021
Lamp. : -
Hal : **Pengantar Penelitian**

Semarang, 26 Februari 2021

Kepada Yth.

Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta
Di

Yogyakarta

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Khasan, M.Ag
NIP : 19741212 200312 1 004
Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa:

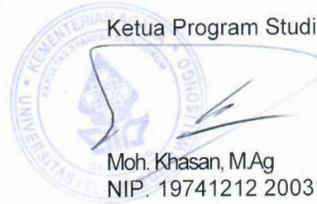
Nama : Adillah Safiy Nuha
NIM : 170204622
Jurusan : Ilmu Falak

sedang melakukan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul **"Studi Analisis *Standard Operating Procedure* (SOP) Pengamatan Hilal di Griya Antariksa Gejayan Yogyakarta dalam Perspektif Fiqh dan Atronomi"**. Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Program Studi Ilmu Falak



Moh. Khasan, M.Ag
NIP. 19741212 200312 1 004

Foto Saat Pengamatan Hilal Awal Bulan Ramadhan 1442 H bersama Tim Pengamat Griya Antariksa



Foto Saat Wawancara Bersama Bapak Mutoha Arkanuddin Pemilik Griya Antariksa



Rekamaan Saat Wawancara

<https://drive.google.com/folderview?id=1-91P8LH5SFmMSPJEWVvi66OSd5y9EBCo>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Adillah Safiy Nuha
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 03 September 1999
Nomor HP : 085958512155
Email : safiynuhaadsafha@gmail.com
Alamat Asal : Jalan Kliwonan III No 3 RT 06 RW 07
Kel. Tambakaji Kec. Ngaliyan Kota Semarang

Alamat sekarang : Jalan Kliwonan III No 3 RT 06 RW 07 Kel. Tambakaji Kec. Ngaliyan Kota Semarang

Riwayat Pendidikan :

1. Pendidikan Formal

- a. 2005 – 2011 : SD Nurul Islam Purwoyoso Semarang
- b. 2011 – 2014 : SMP Negeri 18 Semarang
- c. 2014 – 2017 : SMA Negeri 13 Semarang
- d. 2017 – Sekarang : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

2. Pendidikan Non-Formal
Tidak ada

Riwayat Organisasi :

1. 2013 – Sekarang : Karang Taruna Gema Karya Kliwonan
2. 2014 – Sekarang : Irmanufa
3. 2014 – Sekarang : Paskibra Satya Airlangga
4. 2018 – Sekarang : Himpunan Astronomi Amatir Semarang(HAAS)