

STUDI ANALISIS *STANDARD OPERATING PROCEDURE* (SOP)

PENGAMATAN HILAL OBSERVATORIUM BOSSCHA

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana

Program Strata 1 (S.1)



Oleh:

MUHAMMAD DIMAS FIRDAUS

NIM: 1502046038

JURUSAN ILMU FALAK

FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

2019

Dr. Rupi'i Amri, M.Ag.

Perumahan Griya Lestari B. 2 No. 2

Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

: An. Sdr. Muhammad Dimas Firdaus

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Muhammad Dimas Firdaus

NIM : 1502046038

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

Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

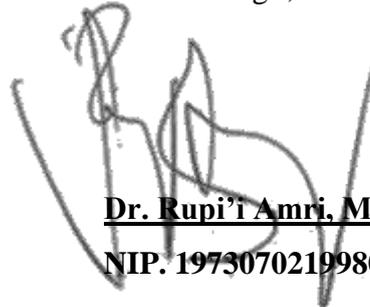
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Semarang, 18 Juli 2019

Pembimbing I,



Dr. Rupi'i Amri, M.Ag.

NIP. 197307021998031002

Ahmad Munif, M. S. I.

Tlogorejo RT 005 RW 003

Karangawen, Demak

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

: An. Sdr. Muhammad Dimas Firdaus

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Muhammad Dimas Firdaus

NIM : 1502046038

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

Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

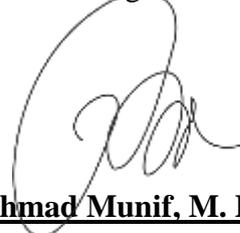
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Semarang, 24 Juli 2019

Pembimbing II,



Ahmad Munif, M. H. I.

NIP. 198603062015031006



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp./ Fax 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Muhammad Dimas Firdaus
NIM : 1502046038
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : **Studi Analisis Standard Operating Procedure (SOP)
Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha**

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

30 Juli 2019

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 tahun akademik 2018/2019

Semarang, 31 Juli 2019

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Mahsun, M.Ag.
NIP. 196711132005011001

Sekretaris Sidang

Dr. Rupi'k, M.Ag.
NIP. 197307021998031002

Penguji I,

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 197205121999031003



Penguji II,

Drs. H. Mohamad Solek, M.A.
NIP. 196603181993031004

Pembimbing I,

Dr. Rupi'k, M.Ag.
NIP. 197307021998031002

Pembimbing II,

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

MOTTO

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيْتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ

(البقرة : ١٨٩)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua penulis;

Abah, Rudy Tanuwidjaja (alm) yang telah meninggalkan penulis. Abah yang penuh dengan nilai-nilai kehidupan, yang dihormati banyak orang, dan menjadi pemimpin keluarga idaman. Semoga anak bungsumu ini dapat mengamalkan amal-amalanmu.

Ummi, Imas Suryati yang membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, tidak pernah lelah mengingatkan penulis bahwa sebagai laki-laki harus menyelesaikan apa yang telah dimulai, bertanggung jawab, dan harus selalu berbuat baik.

Semoga penulis dapat menjadi apa yang engkau harapkan.

Kakak-kakak tersayang, Ricki Tanuwijaya dan Kiki Sutrsiyani, Irma Rahmawati dan Sumia Supriatna, Yuli Amalia dan Aep Fahrudin. Tiga pasang kakak yang sering menjadi tempat penulis berdiskusi, bertanya dan berbagi. Menjadi penyemangat bagi penulis bahwa ada keluarga tempat penulis pulang.

Juga kepada L. Annake Harijadi Noor, yang selalu menyadarkan penulis bahwa kita harus memiliki target untuk dikejar, memotivasi diri agar menjadi lebih baik lagi.

May Allah bless us!

DEKLARASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Dimas Firdaus

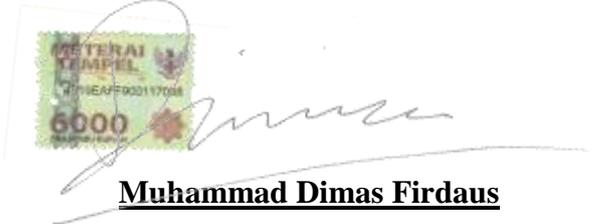
NIM : 1502046038

Jurusan : Ilmu Falak

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

Semarang, 24 Juli 2019

Deklarator



Muhammad Dimas Firdaus

NIM. 1502046038

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>Ṣa</i>	Ṣ	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ḥa</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Ḍa</i>	Ḍ	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>Ṣad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Ḍad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ṭa</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Ẓa</i>	Ẓ	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
ه	<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. Vokal

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
◌َئِ	<i>Fathah dan ya</i>	Ai	A dan I
◌َؤُ	<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>	Ā	A dan garis di atas
◌ِ ... ي	<i>Kasrah dan ya</i>	Ī	I dan garis di atas
◌ُ ... و	<i>Dammah dan wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. *Ta marbūṭah*

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

E. *Syaddah*

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ي) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

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-Jalālah* (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalālah* 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

Pengamatan hilal merupakan salah satu cara untuk menentukan awal bulan kamariah. Hal ini disandarkan pada hadis Nabi yang menyebutkan bahwa memulai dan mengakhiri bulan Ramadan adalah dengan mengamati hilal. Seiring dengan perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi pun berkembang dengan pesat. Dalam praktik pengamatan hilal zaman sekarang, sudah dilengkapi dengan instrumen-instrumen mutakhir yang dapat membantu proses pengamatan hilal agar lebih baik.

Observatorium Bosscha sebagai lembaga yang fokus dalam pendidikan dan penelitian astronomi telah membuat SOP pengamatan hilal yang disandarkan pada pengamatan benda langit secara astronomis. Penggunaan instrumen dan teknik pengolahan data yang dilakukan terbukti dapat memberikan hasil citra yang baik dan objektif untuk kesaksian pengamatan hilal. Sehingga penulis tertarik melakukan penelitian dengan menganalisis dan memberikan pandangan terhadap SOP tersebut dari segi fikih melalui skripsi berjudul “Studi Analisis *Standard Operating Procedure* (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha”. Adapun rumusan masalah yang penulis angkat adalah: 1) Bagaimana persepsi fikih kontemporer terhadap SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha? 2) Apa kelebihan dan kekurangan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha?

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang bersifat deskriptif. Dalam menganalisis, penulis menggunakan data primer berupa SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha serta hasil wawancara dengan peneliti yang menyusun SOP tersebut, dan data sekunder berupa tulisan-tulisan yang berkaitan dengan pembahasan pengamatan hilal.

Hasil penelitian ini adalah: pertama, analisis hasil pengamatan menggunakan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha ditinjau dari persepsi fikih kontemporer, bahwa hasil dari SOP tersebut dapat digunakan sebagai alat bukti dalam pelaksanaan *ru'yah al-hilāl*, karena keberadaannya termasuk dalam kategori *istihsān* dan *istiṣlāh* di mana membantu meyakinkan adanya keterlihatan hilal. Kedua, SOP tersebut memiliki kelebihan karena penggunaan instrumen yang mutakhir dan tepat guna, data yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dan penyebarluasan informasi yang sangat baik dibantu dengan teknologi internet. Namun, ada beberapa kekurangan seperti penyusunan SOP yang belum sistematis, pengadaan instrumen seperti yang dijelaskan dalam SOP memerlukan biaya yang tidak sedikit, serta tingkat kesulitan untuk mengaplikasikan teknik pengamatan dan pengolahan data yang cukup tinggi.

Kata kunci: SOP Pengamatan Hilal, *Ru'yah al-Hilāl*, Observatorium Bosscha

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah *robbil'alam*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Studi Analisis Standard Operating Procedure (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha** dengan baik.

Salawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya Islam dan masih berkembang hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Rupi'i Amri, M.Ag., selaku Pembimbing I, dan Bapak Ahmad Munif, M.S.I., selaku Pembimbing II, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. H. Maksun, M.Ag., selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, dan jajaran staff Jurusan Ilmu Falak yang telah membantu penulis selama melangsungkan perkuliahan di Jurusan Ilmu Falak
3. Bapak Dr. H. Ahmad Arif Junaidi., selaku Dekan Fakultas Syariah dan Hukum, jajaran staff dan dosen-dosen di lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum yang telah memfasilitasi penulis selama berkuliah.
4. Ibu Dr. Naili Anafah, M.Ag., selaku dosen wali penulis yang memberikan arahan dan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan jenjang pendidikan S1 dengan baik.
5. Bapak Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., selaku pengasuh penulis di Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah yang selalu memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Bapak Muhammad Yusuf, S.Si., Bapak Agus Triono PJ, dan semua peneliti di Observatorium Bosscha yang telah bersedia menjadi teman diskusi,

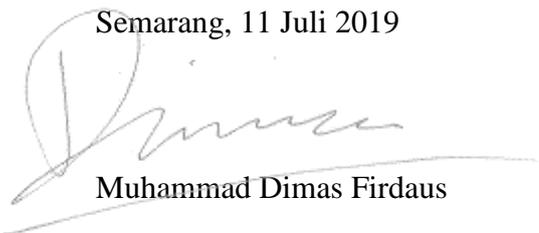
berbagi dan memberikan pengalaman baru, dan Ibu Elyani Sulistialie selaku pustakawati perpustakaan Observatorium Bosscha yang telah membantu penulis untuk melengkapi data yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini.

7. Ibu Premana W. Premadi, Ph. D., selaku Direktur Observatorium Bosscha yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melangsungkan penelitian di lingkungan Observatorium Bosscha.
8. Bapak Hendro Setyanto, M.Si, dan seluruh keluarga Imah Noong yang telah bersedia memberikan kesempatan untuk penulis belajar di sana.
9. Keluarga besar Life Skill Daarun Najaah Beringin, Ngaliyan, Semarang yang telah memberikan dukungan dan fasilitas kepada penulis selama penulis menimba ilmu di Semarang.
10. Keluarga tercinta, Ummi, Abah (alm.), Papih, Mamih, Ayah, Ibu, Aa, Tete, yang selalu mendoakan, mendukung, dan menyemangati penulis agar segera menyelesaikan skripsi ini.
11. Seseorang yang selalu setia menjadi teman dalam suka maupun duka, motivator hebat, teman diskusi andal, dan editor terbaik.
12. Serta semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berdoa semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini.

Semarang, 11 Juli 2019



Muhammad Dimas Firdaus

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI	Vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I Pendahuluan	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
E. Telaah Pustaka	9
F. Metode Penelitian	13
G. Sistematika Penulisan	15
BAB II Observatorium, Pengamatan Hilal (<i>Ru'yah al-Hilāl</i>), dan Fikih Kontemporer	
A. Observatorium	18
B. Pengamatan Hilal (<i>Ru'yah al-Hilāl</i>)	34
C. Fikih Kontemporer	49
BAB III Observatorium Bosscha dan <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha sebagai Representasi Sains	
A. Sejarah Observatorium Bosscha	51

B.	Tugas dan Fungsi Observatorium Bosscha	59
C.	Fasilitas yang Dimiliki oleh Observatorium Bosscha	61
D.	Peran Observatorium Bosscha dalam Perkembangan Pengamatan Hilal di Indonesia	65
E.	<i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha	71
BAB IV	<i>Analisis Standard Operating Procedure</i> (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha	
A.	Analisis SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha Perspektif Fikih Kontemporer	82
B.	Kelebihan dan Kekurangan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha	100
BAB V	Penutup	
A.	Kesimpulan	113
B.	Saran-saran	114
C.	Penutup	115

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bulan Sabit Muda yang diambil di Observatorium Bosscha	4
Gambar 1.2 Hilal yang diambil di Observatorium Bosscha	5
Gambar 2.1 Observatorium Mohr	29
Gambar 2.2 Fase-fase Bulan dalam Bahasa Inggris	35
Gambar 2.3 Fase-fase Bulan dalam Bahasa Arab	36
Gambar 3.1 Joan George Erardus Gijsbertus Voute	54
Gambar 3.2 Karel Albert Rudolf Bosscha	56
Gambar 3.3 Pembangunan Observatorium Bosscha	58
Gambar 3.4 Contoh Gambar Hilal	78
Gambar 3.5 Perbandingan Gambar Bulan dengan dan tanpa pembersihan	85
Gambar 3.6 Perbandingan Gambar Bulan dengan dan tanpa filter	85
Gambar 3.7 Perbandingan Gambar Bulan dengan teknik <i>stacking</i>	85
Gambar 3.8 Perbandingan Gambar Bulan dengan kontrasnya	86
Gambar 4.1 Contoh Gambar Hilal	91
Gambar 4.2 Purwarupa <i>Baffle</i> Teleskop	95
Gambar 4.3 Pemasangan <i>Baffle</i> Teleskop untuk pengamatan hilal	96
Gambar 4.4 Desain awal <i>Baffle</i> Teleskop	96
Gambar 4.5 Pengamatan Bulan Sabit Muda oleh Thierry Legault	97
Gambar 4.6 Pengamatan Bulan Sabit Muda oleh Martin Elsasser	98
Gambar 4.7 <i>Baffle</i> yang digunakan oleh ISRN UHAMKA	99
Gambar 4.8 Contoh Gambar Hilal	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Observatorium Bosscha merupakan observatorium¹ pertama milik Indonesia yang dibangun selama 5 tahun mulai 1923 hingga 1928 di bawah pemerintahan Hindia Belanda. Pembangunan observatorium dipelopori oleh seorang pengusaha perkebunan teh di daerah Bandung Selatan berkebangsaan Belanda bernama Karel Albert Rudolf Bosscha.² Meski K.A.R Bosscha sendiri tidak memiliki latar belakang sebagai seorang astronom, namun ayah beliau, Prof. Dr. Johannes Bosscha Jr, merupakan seorang fisikawan. Sebagai bentuk baktinya, nama Observatorium Bosscha diambil dari nama ayah beliau.³

Sejak tahun 1959 Observatorium Bosscha dikelola oleh Program Studi Astronomi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Teknologi Bandung (ITB) namun pada tahun 1985 statusnya berubah menjadi Unit Pelayanan Teknis (UPT) langsung di bawah rektor ITB.⁴ Pada tahun 2004 Observatorium Bosscha dinyatakan sebagai Benda Cagar Alam oleh pemerintah, sehingga keberadaan Observatorium Bosscha dilindungi oleh UU Nomor 2/1992.

¹ Tempat atau Lembaga pengamatan astronomi yang memiliki perlengkapan permanen untuk mengadakan pengamatan dan penelitian benda-benda langit, lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), hlm. 62.

² Hakim L. Malasan, "Upt Observatorium Bosscha" dalam Adriana Wisni Ariasti, Fajar Dirghantara, dan Hakim Luthfi Malasan (eds.), *Perjalanan Mengenal Astronomi*, (Bandung: Penerbit ITB Bandung, 1995), hlm. 8.

³ Dokumen Observatorium Bosscha, "Teropong Bintang Bosscha dari Ahli Teh menjadi Ahli Astronomi", tt.

⁴ Hakim L. Malasan, "UPT Observatorium Bosscha" dalam Adriana Wisni Ariasti, Fajar Dirghantara, dan Hakim Luthfi Malasan (eds.), *Perjalanan Mengenal Astronomi*, (Bandung: Penerbit ITB Bandung, 1995), hlm. 8.

Kemudian pada tahun 2008, pemerintah menetapkan Observatorium Bosscha sebagai salah satu Objek Vital Nasional yang harus dilestarikan.⁵

Sebagai lembaga penelitian di bawah ITB, Observatorium Bosscha memiliki tiga tugas pokok, yaitu Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.⁶ Sampai saat ini, Observatorium Bosscha menjadi corong utama dalam pendidikan dan pengembangan ilmu Astronomi di Indonesia. Sehingga pengamatan dan penelitian Astronomi terus dilakukan salah satunya adalah pengamatan Bulan sabit muda atau yang biasa dikenal dengan istilah *al-hilāl* (الهلال)⁷. Tercatat Observatorium Bosscha sudah berperan aktif dalam pengamatan hilal sejak tahun 2007.⁸

Pengamatan hilal atau dalam kajian Ilmu Falak disebut *ru'yah al-hilāl*⁹ dipandang perlu dilakukan Observatorium Bosscha karena berpengaruh terhadap penentuan awal bulan hijriah, terutama pada bulan-bulan krusial¹⁰ seperti Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah. Alquran telah menjelaskan fungsi hilal sebagai penanda waktu dalam Q.S. al-Baqarah: 189:

⁵ Lihat laman <https://bosscha.itb.ac.id/id/index.php/tentang-bosscha>, diakses 14 September 2018 pukul 16.00 WIB.

⁶ Lihat laman <https://bosscha.itb.ac.id/id/index.php/tentang-bosscha/> diakses pada 14 September 2018 pukul 16.00 WIB.

⁷ Hilal atau Bulan sabit atau *Crescent* adalah bagian Bulan yang tampak terang dari Bumi sebagai akibat cahaya Matahari yang dipantulkan olehnya pada hari terjadinya *ijtima'* sesaat setelah Matahari terbenam. Hilal ini dapat dipakai sebagai pertanda pergantian bulan hijriah. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), hlm. 62.

⁸ Lihat Keputusan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2007 Tentang Perubahan Atas Lampiran Keputusan Menteri Agama Nomor 22 Tahun 2007 Tentang Penunjukkan Personalian Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Tahun 2007. Dalam keputusan itu tercatat Dr. H. Moedji Raharto sebagai perwakilan Bosscha ITB.

⁹ Usaha melihat atau mengamati hilal di tempat terbuka dengan mata telanjang atau peralatan pada sesaat Matahari terbenam menjelang bulan baru hijriah. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Persada, 2005), hlm. 69.

¹⁰ Penulis sebut krusial karena berkaitan langsung dengan ibadah yang melibatkan orang banyak.

يَسْأَلُونَكَ عَنِ آلِ إِهْلَهِ ۖ قُلْ هِيَ مَوْقِيتٌ لِلنَّاسِ وَالْحَجُّ ۖ وَلِيَسْأَلَ آلَ إِهْلَهِ بِأَن تَأْتُوا

آلَ إِهْلَهِ مِنْ ظُهُورِهَا وَلِكِنَّ آلَ إِهْلَهِ مِنْ أَتَقَى ۖ وَأَتُوا آلَ إِهْلَهِ مِنْ أَبَ إِهْلَهِ وَأَتَقُوا اللَّهَ

لَعَلَّكُمْ تُفْهِمُونَ (١٨٩)

“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. 2 [al-Baqarah]: 189)¹¹

Teknik pengamatan hilal yang digunakan oleh tim Observatorium Bosscha mengalami revolusi mengikuti perkembangan zaman dan pemahaman mengenai hilal itu sendiri, pun mengenai instrumen yang digunakan. Penggunaan detektor/sensor dan filter terus dikembangkan sampai saat ini.¹²

Pengamatan hilal yang dilakukan oleh tim Observatorium Bosscha tidak hanya dilakukan di kompleks Observatorium Bosscha saja. Beberapa kali tim Observatorium Bosscha melaksanakan pengamatan hilal di beberapa tempat lain seperti Makassar, Ternate, Kupang, dan Papua.¹³ Hal ini atas kerjasama dengan Kementerian Agama dan LAPAN.

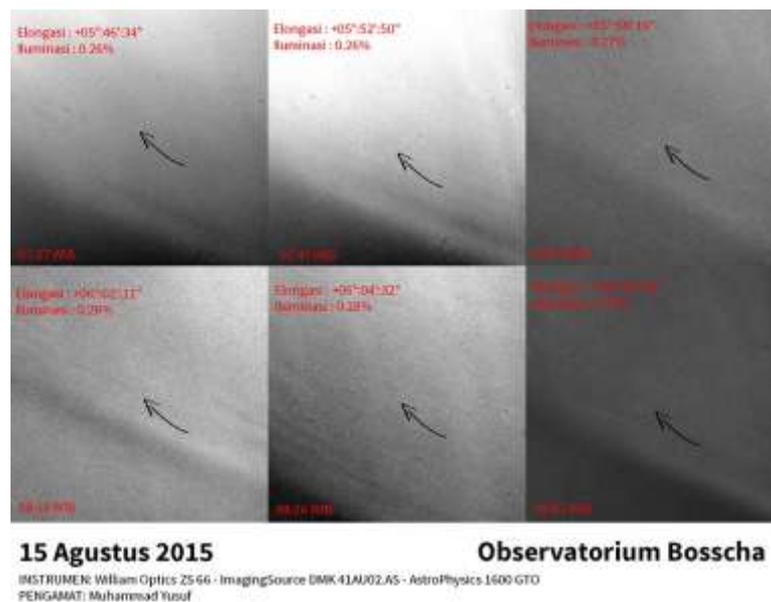
Contoh citra hilal yang berhasil diabadikan oleh Observatorium Bosscha adalah pada 15 Agustus 2015/30 Syawal 1436 H yang diambil di Observatorium

¹¹ Departemen Agama RI, *Al Qur'an Al Karim dan Terjemahnya*, (Semarang: PT. Karya Toha Putra Semarang, 1995), hlm. 46.

¹² Lihat laman <https://bosscha.itb.ac.id/id/index.php/hilal/>, diakses 14 September 2018 pukul 16.20 WIB.

¹³ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

Bosscha oleh Muhammad Yusuf.¹⁴ Keseluruhan citra yang ditangkap menggunakan instrumen yang mutakhir dan ditampilkan setelah melewati proses pengolahan data menggunakan perangkat komputer dan aplikasi pengolahan data.



Gambar 1.1. Bulan Sabit Muda yang diambil oleh peneliti

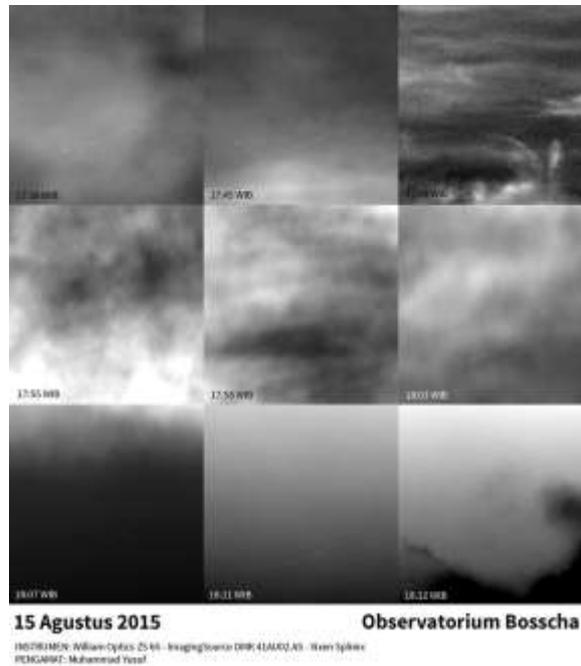
Observatorium Bosscha¹⁵

Dapat dilihat pada kedua gambar, Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 bahwa pengamatan hilal yang dilaksanakan di Observatorium Bosscha dengan bantuan instrumen yang mutakhir sudah mendapat citra Bulan sabit sejak pagi hari hingga terbenamnya Matahari di waktu senja. Hal ini menjadi bukti awal bahwa

¹⁴ Muhammad Yusuf adalah astronom di Observatorium Bosscha yang sudah aktif mengamati hilal sejak tahun 2008. Beliau merupakan alumni Jurusan Astronomi ITB.

¹⁵ <https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882569341791772/?type=3&theater> diakses 15 Januari 2019 pukul 17.00 WIB.

SOP yang diaplikasikan memberi hasil yang maksimal dalam pelaksanaan pengamatan hilal.



Gambar 1.2. Hilal yang diambil oleh Peneliti Observatorium Bosscha¹⁶

Penyusunan SOP pengamatan hilal Observatorium Bosscha disandarkan kepada teknik dasar pengamatan benda langit secara astronomis¹⁷ untuk mendapatkan data hilal yang saintifik.

Berdasarkan SOP tersebut, penulis ingin memberikan pandangan dari segi syariah, yakni fikih kontemporer serta mengkritisi tahapan pelaksanaan *ru'yah al-hilāl* dan penggunaan instrumen minimum dalam buku *Pedoman Teknik Rukyat*¹⁸ yang tidak dijelaskan secara rinci. Sejauh komunikasi penulis dengan

¹⁶ <https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882453091803397/?type=3&theater> diakses 15 Januari 2019 pukul 17.00 WIB.

¹⁷ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

¹⁸ *Pedoman Teknik Rukyat*, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI, Jakarta, 1994.

Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI¹⁹ belum ada revitalisasi teknik pengamatan hilal menggunakan instrumen yang lebih modern.

Sementara keberadaan Observatorium Bosscha di bawah ITB menjadi representasi sains di Indonesia sudah sepatutnya dijadikan sebagai *role model* pelaksanaan pengamatan hilal. Karena di beberapa daerah (seperti Semarang dan Jepara) yang telah secara rutin melaksanakan pengamatan hilal, akan tetapi belum dapat memberikan hasil seperti yang diperoleh Observatorium Bosscha. Adapun prosedur yang digunakan Observatorium Bosscha dalam pengamatan hilal selama ini terbukti dapat membantu proses pengamatan secara efektif dan efisien hingga memberikan hasil yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Timbulnya masalah dalam pengamatan hilal bukan hanya dari ada atau tidak tersedianya instrumen, namun juga kapasitas *observer*/sumber daya manusia selain prosedur yang digunakan.

Observatorium Bosscha dalam perjalanan keikutsertaannya melakukan pengamatan hilal di Indonesia²⁰ selalu menggunakan instrumen yang modern sesuai perkembangan zaman. Hal ini dimaksudkan agar hasil yang didapat (berupa citra hilal) tidak hanya sekedar dapat diperlihatkan kepada khalayak, tetapi juga bisa dipertanggungjawabkan secara saintifik.

Sebagaimana penulis telah jelaskan, bahwa Observatorium Bosscha sebagai representasi sains di Indonesia sangat dimungkinkan untuk menjadi penunjang

¹⁹ Penulis melakukan wawancara melalui aplikasi Whatsapp dengan Bapak Ismail Fahmi pada tanggal 17 September 2018.

²⁰ Hasil pengamatan bisa diakses pada bosscha.itb.ac.id, laman Facebook Observatorium Bosscha dan channel Youtube Observatorium Bosscha.

Kementerian Agama RI sebagai representasi *fuqahā'* yang memenuhi kebutuhan umat dalam menentukan kebijakan dan penetapan pelaksanaan ibadah.²¹ Sehingga elaborasi dalam bidang ini sangat diperlukan, sains dan fikih sudah selayaknya berjalan beriringan.

Menurut pandangan penulis, keberhasilan pengamatan hilal bukan hanya dipengaruhi oleh aspek tempat saja, akan tetapi penggunaan instrumen dan metode yang tepat juga akan sangat berpengaruh. Skripsi yang ada di Program Studi S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang lebih banyak berfokus pada kelayakan tempat pengamatan hilal dan belum menyentuh standar minimum pengamatan. Oleh karena itu penulis bermaksud untuk mengangkat permasalahan mengenai SOP (*Standard Operating Procedure*) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha.

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan pengamatan hilal di Indonesia menjadi lebih baik. Namun di sisi lain penulis juga menyadari bahwa hal ini bisa saja mendobrak kebiasaan diterimanya kesaksian mata telanjang yang bersifat perseorangan (*ahad*) dan tidak bersifat kolektif (*mutawattir*) dalam pengamatan hilal, meski kebenaran secara objektif dan empiris tidak dapat dibuktikan.

²¹ Hal ini penulis analogikan seperti para ahli gizi yang diikutsertakan dalam proses sertifikasi halal oleh Majelis Ulama Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah penulis paparkan, maka dapat diambil pokok-pokok masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persepsi fikih kontemporer terhadap hasil pengamatan yang menggunakan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha?
2. Apa kelebihan dan kekurangan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan oleh penulis dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui persepsi fikih kontemporer terhadap prosedur, instrumen, dan teknik standar pengamatan hilal yang dilaksanakan oleh Tim Peneliti Observatorium Bosscha.
2. Menganalisis SOP pengamatan hilal Observatorium Bosscha dengan kritis terhadap kelebihan dan kekurangan pedoman tersebut.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Menjadi acuan dalam pelaksanaan pengamatan hilal di Indonesia dengan menyusun standar yang dapat digunakan oleh para pegiat pengamat hilal untuk membantu keberhasilan pengamatan.

2. Menjadi rekomendasi kepada praktisi rukyat untuk merevolusi teknik pengamatan hilal yang sesuai dengan kaidah sains dan dapat dibuktikan secara empiris.

E. Telaah Pustaka

Beberapa buku, jurnal, dan penelitian yang berkaitan dan mendukung penelitian ini menjadi referensi penulis. Adapun keterkaitan yang dimaksud adalah tentang observatorium secara umum, Observatorium Bosscha, Teknik Rukyat Kementerian Agama RI, dan pengamatan hilal / sabit muda itu sendiri.

Salah satunya adalah skripsi dari Sofwan Farohi (2013) dengan judul “Pengaruh Atmosfer terhadap Visibilitas Hilal (Analisis Klimatologi Observatorium Bosscha dan CASA As-Salam dalam Pengaruhnya terhadap Visibilitas Hilal)”.²² Skripsi ini membahas bagaimana kondisi atmosfer dan klimatologi Observatorium Bosscha dan pengaruhnya terhadap pengamatan hilal. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi visibilitas hilal dari aspek atmosfer yang didapat dari penelitian di Bosscha, yaitu bahwa karakteristik atmosfer di Bosscha dan As-Salam relatif basah dengan klimatologi dalam curah hujan yang basah dan suhu udara yang fluktuatif. Tidak ada pembahasan mengenai prosedur pengamatan hilal, sehingga penelitian ini berbeda dengan tema yang penulis ajukan.

²² Sofwan Farohi, “Pengaruh Atmosfer terhadap Visibilitas Hilal (Analisis Klimatologi Observatorium Bosscha dan CASA As-Salam dalam Pengaruhnya terhadap Visibilitas Hilal)”, *skripsi* Jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 2013.

Dari beberapa skripsi lain yang membahas mengenai pengamatan hilal, belum ada yang mengafiliasikan kepada Observatorium Bosscha secara teknik pengamatan. Adapun skripsi yang berkaitan dengan tempat pengamatan hilal dan diafiliasikan kepada lembaga pemerintahan, yaitu skripsi Ahdina Constantinia (2018) berjudul “Studi Analisis Tempat Rukyatul Hilal menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)”.²³ Dalam skripsi ini dijelaskan bagaimana kriteria tempat rukyat yang ideal menurut BMKG. Kriteria tempat yang dianut oleh BMKG adalah 1) medan bebas pandang tempat rukyatul hilal pada azimuth 240°-300° tidak boleh ada penghalang; 2) lokasi pengamatan hilal harus berada di tempat yang tinggi dan jauh dari permukaan laut dengan catatan apabila pengamatan dilakukan di daerah dekat pantai maka minimal berjarak tinggi 50 meter, sedangkan untuk yang jauh dari pantai dibatasi maksimal 300 meter, serta jauh dari kawasan industri dan padat penduduk; 3) nilai kontras hilal harus berada di ambang batas tertentu terhadap nilai kecerlangan langit; 4) lokasi pengamatan hilal harus bebas dari polusi cahaya; 5) lokasi pengamatan terjangkau jaringan listrik dan koneksi internet yang stabil; tambahan poin keadaan cuaca yang relatif baik dan tidak berawan. Dari temuan penelitian tersebut belum ada pembahasan mengenai teknik pengamatan yang digunakan.

Penulis pun menemukan skripsi dari UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang berjudul “Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam

²³ Ahdina Constantinia, “Studi Analisis Tempat Rukyatul Hilal menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)”, *skripsi* Jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo 2018.

Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia” karya Adi Suyudi (2018).²⁴ Skripsi ini membahas bagaimana perjalanan Observatorium Bosscha dalam pergulatan hisab rukyat di Indonesia secara umum, tidak khusus membahas bagaimana prosedur pengamatan hilal di Observatorium Bosscha. Ditemukan bahwa Observatorium Bosscha memiliki peran yang signifikan terhadap perkembangan hisab dan rukyat di Indonesia dengan dua cara, yaitu melalui kelembagaan berupa kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat; dan yang kedua melalui perorangan alumni Jurusan Astronomi dan Observatorium Bosscha yang berkiprah dalam pengembangan hisab dan rukyah di Indonesia.

Skripsi Bayu Baskoro Febianto dari Fakultas Ilmu Budaya berjudul “Obsevatorium Bosscha (*Bosscha Sterrenwacht*) di Lembang, Bandung: dari Penelitian hingga Pendidikan 1920-1959”²⁵. Penelitian yang menitikberatkan kajian sejarah fungsi Observatorium Bosscha ini berbeda dengan penelitian mengenai teknik pengamatan, akan tetapi menjelaskan bagaimana dinamika fungsi Osbervatorium Bosscha. Dinamika yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah adanya pergeseran fungsi Observatorium Bosscha dari awal pembangunannya. Pada awal pembangunan Observatorium Bosscha yang dikelola oleh NISV memiliki fungsi utama sebagai tempat penilitan astronomi untuk kepentingan ilmu pengetahuan semata, dan yang menjadi pengamatan

²⁴ Adi Suyudi, “Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia”, *skripsi* Jurusan Ahwal al-Syakhsiyyah UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018.

²⁵ Bayu Baskoro Febianto, “Obsevatorium Bosscha (*Bosscha Sterrenwacht*) di Lembang, Bandung: dari Penelitian hingga Pendidikan 1920-1959”, *skripsi* Universitas Indonesia, 2016.

utama adalah mengenai bintang ganda, pengukuran paralaks bintang, serta pengamatan bintang variabel. Lalu pada saat Jepang mulai menduduki wilayah ini, Observatorium Bosscha tetap melanjutkan kegiatan penelitian dengan pengambilalihan pengelolaan oleh pihak militer Jepang. Pasca Perang Dunia II Observatorium Bosscha kembali di bawah kuasa Belanda yang mulai menjalin kerjasama dengan Universiteit van Indonesie yang di kemudian hari pengelolaan Observatorium Bosscha di bawah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung, yang kini memiliki fungsi sebagai pusat kegiatan astronomi dalam penelitian, pendidikan, dan pengabdian masyarakat.

Tidak hanya penelitian skripsi, penulis menemukan penelitian terkait pengamatan hilal dari Jurnal *al-Ahkam*, yakni “*Ru’yah al-Hilāl* dengan Teknologi: Telaah Pelaksanaan *Ru’yah al-Hilāl* di Baitul Hilal Teluk Kemang Malaysia” karya Dito Alif Pratama.²⁶ Jurnal ini menjelaskan bagaimana sejarah perkembangan pengamatan hilal di Malaysia, terkhusus di Observatorium Baitul Hilal. Juga bagaimana pengaplikasian teknologi seperti teleskop dan kamera sebagai media penunjang pengamatan. Sehingga dapat dikatakan bahwa Observatorium Baitul Hilal ini adalah tempat yang strategis dan menjadi rujukan pengembangan astronomi di wilayah Asia Tenggara.

Adapula jurnal yang diterbitkan oleh *Jurnal al-Marshad* dengan judul “Pandangan Ulama terhadap *Image Processing* pada Astrofotografi di BMKG

²⁶ Dito Alif Pratama, “*Ru’yah al-Hilāl* dengan Teknologi: Telaah Pelaksanaan *Ru’yah al-Hilāl* di Baitul Hilal Teluk Kemang Malaysia”, *Jurnal al-Ahkam*, vol. 26, no. 2, Oktober 2016, hlm. 271-286.

untuk Rukyatul Hilal” karya Riza Afrian Mustaqim.²⁷ Dijelaskan dalam penelitian ini mengenai pendapat ulama terkait *image processing* yang telah menjadi persyaratan dalam pengamatan astronomi, dalam kasus ini diterapkan pada pengamatan hilal oleh badan pemerintah yaitu BMKG. Kesimpulan yang dapat diambil adalah ada beberapa perbedaan pendapat mengenai hal ini, akan tetapi bagi ulama-ulama kontemporer penggunaan *image processing* tidak dipermasalahkan selama tidak merekayasa keberadaan hilal.

F. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha adalah sebagai berikut.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menganalisis tiap tahapan prosedur pengamatan hilal yang digunakan oleh Tim Peneliti Observatorium Bosscha. Mulai dari instrumen yang digunakan, teknik pengamatan, pengolahan data, *streaming* hingga *press release* yang dikeluarkan oleh Observatorium Bosscha. Dalam penelitian ini pula penulis akan menjelaskan bagaimana pandangan fikih kontemporer terhadap SOP tersebut.

Oleh karena itu, penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif.²⁸

²⁷ 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, Juni 2018, hlm. 78-115.

²⁸ Sumadi Suryabrata, *Metodologi Penelitian*, Ed. I, (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 1997), cct. 10, hlm. 22.

2. Sumber dan Jenis Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer adalah sumber data yang penulis dapatkan langsung dari pihak yang bersangkutan, dalam hal ini adalah SOP pengamatan hilal yang dimiliki oleh Observatorium Bosscha, dan wawancara dengan peneliti Bosscha, Muhamad Yusuf yang sering melaksanakan pengamatan hilal.²⁹ Sementara sumber data sekunder adalah dokumen dan literatur yang berkaitan dan mendukung isi dari penelitian ini.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang telah dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Wawancara / *Interview*

Wawancara yang dilakukan penulis bersifat mendalam³⁰ yaitu dengan cara bertatap muka secara langsung dengan informan dan tanpa menggunakan pedoman wawancara untuk mendapatkan data yang akurat dan valid langsung dari sumbernya yaitu peneliti yang biasa mengamati hilal di Observatorium Bosscha.

²⁹ Pemilihan Muhammad Yusuf sebagai narasumber merupakan rekomendasi dari Kepala Observatorium Bosscha, Premana W. Premadi.

³⁰ M. Burhan Bungin, *Penelitian Kualitatif: Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial Lainnya*, (Jakarta: Prenada Media Grup, 2015), Edisi II, Cct. ke-8, hlm. 111.

b. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa informasi untuk menelusuri data³¹ yang terkait dengan kegiatan pengamatan hilal oleh tim pengamatan hilal Observatorium Bosscha dan juga beberapa informasi lain yang mendukung penelitian ini.

4. Metode Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan oleh penulis dari sumber primer dan sekunder telah penulis analisis menggunakan teknik analisis deskriptif³², yaitu dengan menganalisis setiap tahapan prosedur yang digunakan oleh tim pengamatan hilal Observatorium Bosscha. Penulis akan menganalisis alasan mengapa SOP pengamatan hilal menjadi demikian. Lalu bagaimana pandangan fikih kontemporer terhadap tahapan-tahapan yang dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha.

G. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada karya ilmiah ini penulis susun dalam lima bab yang terdiri atas beberapa sub pembahasan sebagai berikut:

³¹ *Ibid*, hlm. 124

³² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2017), cet. ke-25, hlm. 211. Lihat juga M. Burhan Bungin, *Penelitian Kualitatif: Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial Lainnya*, (Jakarta: Prenada Media Grup, 2015), Edisi kedua, Cet. ke-8, hlm. 150-151.

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi pembahasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, kajian pustaka, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Observatorium dan Pengamatan Hilal (*Ru'yah al-Hilāl*)

Bab ini membahas mengenai sejarah dan fungsi observatorium secara umum serta sejarah observatorium di Indonesia. Juga membahas mengenai pengamatan hilal secara umum, mulai dari definisi, landasan teori dalam alquran dan hadis, serta urgensinya.

BAB III : Observatorium Bosscha dan *Standard Operating Procedure* (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha sebagai Representasi Sains

Bab ini membahas mengenai Observatorium Bosscha, sejak didirikan tentang tugas dan fungsinya, lalu peran Observatorium Bosscha pada pengembangan pengamatan hilal, hingga bagaimana SOP pengamatan hilal yang digunakan oleh Observatorium Bosscha.

BAB IV : Analisis *Standard Operating Procedure* (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

Bab ini membahas analisis kritis atas SOP pengamatan hilal yang digunakan oleh Observatorium Bosscha, mulai dari instrumen, teknik pengamatan, teknik pengolahan citra, sampai *streaming*

dan *press release*, serta bagaimana persepsi fikih terhadap SOP tersebut. Serta menganalisis kelebihan dan kekurangan dari SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan, saran/rekomendasi, dan penutup

BAB II

OBSERVATORIUM, PENGAMATAN HILAL (*RU'YAH AL-HILĀL*), DAN FIKIH KONTEMPORER

A. Observatorium

1. Sejarah dan Fungsi Observatorium

Observatorium (*observatory/al-marṣad*) merupakan tempat untuk mengamati benda-benda langit yang dilengkapi dengan berbagai instrumen penunjang pengamatan.¹ Definisi ini merupakan terminologi modern mengenai observatorium,² bahwa sebuah observatorium harus dilengkapi instrumen yang dapat membantu pengamatan benda langit. Bangunan yang mumpuni, berbagai macam teleskop, dan instrumen lainnya harus tersedia dan dapat difungsikan oleh pengamat/*observer* yang bertugas.

Dalam bahasa Arab, observatorium diartikan مَرَصِدٌ ج مَرَاوِدٌ (dibaca: *marṣad*) dengan bentuk jamak *marāṣid*,³ yang diambil dari kata رَصَدَ yang berarti mengintip atau mengintai.⁴ Sementara menurut Kamus *Lisān al-‘Arab* disebutkan bahwa kata *raṣd* bermakna *yarqub* atau *taraqub*, yaitu menjaga dan mengawasi.⁵ Terlepas dari itu semua, kata *marṣad* diartikan

¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium: Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*, (Medan: UMSU Press, 2014), hlm. 1. Lihat juga Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), hlm. 62. Lihat juga Kamus Besar Bahasa Indonesia <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/observatorium>, diakses pada 18 Desember 2018 pukul 00.08 WIB.

² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium ...*, hlm. 1.

³ Mahmud Yunus, *Kamus Arab Indonesia*, (Jakarta: Mahmud Yunus Wa Dzurriyyah, 2015), hlm. 142

⁴ Mahmud Yunus, *Kamus ...*, hlm. 142.

⁵ Ibn Manzūr, *Lisān al-‘Arab*, (Kairo: Dār al-Ma’ārif, 1119 H), hlm 1653.

sebagai observatorium dengan makna yang sama, yaitu tempat pengamatan benda-benda angkasa.

Pengamatan benda-benda langit sudah dilakukan oleh manusia jauh sebelum manusia mengenal istilah astronomi. Hal ini dapat dilihat dari peninggalan sejarah berupa situs kuno, seperti Stonehenge di Inggris dan piramida suku Maya di Amerika Selatan.⁶ Pengamatan benda langit sudah dilakukan oleh banyak bangsa seperti Mesopotamia, Babilonia, juga Tiongkok.⁷ Sehingga astronomi yang didasari pengamatan benda langit tidak menjadi ilmu yang hanya dimiliki oleh satu golongan masyarakat saja.

Pada awal perkembangan observatorium, bentuk dan kelengkapan observatorium masih sangat sederhana, hanya tempat tenang di atas dinding kota atau menara.⁸ Contoh observatorium kuno adalah Observatorium Iskandariah/Alexandria pada abad 13 SM yang dipimpin oleh Ptolomeus.⁹ Yunani kuno memang terkenal sebagai kelompok pertama yang mempelajari astronomi secara sistematis. Kata astronomi pun diambil dari bahasa Yunani, *astron* yang berarti bintang dan *nemein* yang berarti menamakan.¹⁰ Tidak hanya Ptolomeus, banyak nama-nama astronom lain pada masa Yunani kuno, seperti Aristoteles, Pythagoras, Eratosthenes, Aristarchus, dan Hipparchus¹¹.

Perkembangan astronomi (juga ilmu pengetahuan secara umum) mengalami “kematian” di tanah Eropa. Masa-masa yang terjadi ketika abad

⁶ Kristen Lippincott, *Astronomi*, terj. dari *Astronomy* oleh Edlina H. Eddin, (Jakarta: Balai Pustaka, 2007), Cet. IV, hlm 8.

⁷ Anton Ramdan, *Islam dan Astronomi*, (Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009), hlm. 13-17.

⁸ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm 26.

⁹ Aidin Sayili, *al-Marāshad al-Falakīyyah fi al-‘Ālam al-Islāmī*, Terjemah: Abdullah al-‘Umr, (Kuwait: Mu’assasah al-Kuwait li at-Taqqaddum al-‘Ilmi, cet. I, 1995), hlm. 83. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Esai-esai Astronomi Islam*, (Medan: UMSU Press, 2015), hlm. 111.

¹⁰ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 6. Adapula yang mengartikan astronomi diambil dari kata *Astron* yang berarti bintang dan *nomos* yang berarti nama. Lihat Anton Ramadan, *Islam dan Astronomi*, hlm. 13.

¹¹ Lihat https://www.ancient.eu/Greek_Astronomy/, diakses 10 Januari 2019 pukul 09.05 WIB.

pertengahan ini biasa disebut dengan istilah “Masa Kegelapan Eropa” atau *Dark Ages of Europe*¹². Pada masa yang sangat bersifat agamis ini, banyak penemuan-penemuan dari masa Yunani yang dilarang karena dianggap bertentangan dengan paham gereja.¹³ Hegemoni gereja pada masa ini yang menjadi masalah utama mengapa Eropa mengalami masa kegelapan yang cukup lama, selain masalah lain seperti runtuhnya Kerajaan Romawi.¹⁴

Berkebalikan dengan masa kegelapan di Eropa, terjadi masa kejayaan di daerah Timur Tengah, yang biasa disebut dengan *Islamic Golden Age*.¹⁵ Pada masa kejayaan Islam, luas area yang dikuasai mulai dari Eropa (Andalusia), Afrika Utara, sampai Asia Tengah (perbatasan dengan Tiongkok).¹⁶ Bukan hanya dari sekedar area yang dikuasai, ilmu pengetahuan pun berkembang dengan pesat pada masa ini, banyak literatur-literatur dari bahasa asing seperti Bahasa Yunani, Persia, India yang

¹² Istilah *dark ages* dipopulerkan oleh ilmuwan Italia Francesco Petrarch yang menyimbolkan bagaimana orang Eropa pada masa itu yang mengalami stagnansi dalam ilmu pengetahuan. Lihat <https://study.com/academy/lesson/the-dark-ages-definition-history-timeline.html> diakses 18 Januari 2019 pukul 16.37 WIB. Lihat juga Jonathan Black, *Sejarah Dunia yang Disembunyikan* terj. dari *The Secret History of The World* oleh Isma B. Soekato dan Adi Toha, (Tangerang Selatan: PT Pustaka Alvabet, 2015), hlm. 326 – 327.

¹³ Siti Alvi, Latar “Belakang Lahirnya Zaman Kegedapan”, dalam http://siti-alvi-fisip12.web.unair.ac.id/artikel_detail-91431-Umum-Latar%20Belakang%20lahirnya%20Zaman%20Kegedapan.html diakses 18 Januari 2019 pukul 16.30 WIB.

¹⁴ <https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Middle-Ages> diakses 18 Januari 2019 pukul 16.43 WIB. Lihat juga Henry S. Lucas, *Sejarah Peradaban Barat Abad Pertengahan* terj. dari *A Short History of Civilization* oleh Sugihardjo Sumobroto dan Budiawan, (Yogyakarta: PT. Tiara Wacana Yogya, 1993), hlm. 21 -25.

¹⁵ <http://islamichistory.org/islamic-golden-age/> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.00 WIB. Lihat juga Henry S. Lucas, *Sejarah Peradaban Barat Abad Pertengahan* terj. *A Short History of Civilization* oleh Sugihardjo Sumobroto dan Budiawan, (Yogyakarta: PT. Tiara Wacana Yogya, 1993), hlm. 68 -78.

¹⁶ <https://www.khanacademy.org/humanities/world-history/medieval-times/cross-cultural-diffusion-of-knowledge/a/the-golden-age-of-islam> diakses 18 Januari 2019 pukul 16.55 WIB. Lihat juga Hutton Webster, *Sejarah Dunia Lengkap* terj. dari *World History* oleh Sutrisno, (Yogyakarta: Penerbit Indoliterasi, 2016), hlm. 186 – 188.

diterjemahkan ke dalam Bahasa Arab.¹⁷ Sehingga Islam pada saat itu menjadi peradaban yang sangat maju pada berbagai sektor, salah satunya adalah astronomi.

Perkembangan astronomi beserta observatorium sebagai sarana pembelajarannya yang berkembang pesat pada peradaban Islam terlihat dari berbagai peninggalannya yang banyak diinisiasi pada masa Dinasti Abbasiyah di abad 8 M.¹⁸ Tercatat bahwa observatorium pertama yang dibangun adalah Observatorium Qasiyun di Damaskus dan Observatorium Syammasiyah yang berada di Baghdad. Kedua observatorium ini dibangun pada tahun 828 M semasa Khalifah al-Ma‘mun¹⁹ dan dikepalai oleh dua orang astronom yaitu Sind bin Ali dan Yahya bin Abi Manşur.²⁰

Dua observatorium ini diinisiasi oleh Khalifah al-Ma‘mun dengan maksud untuk dilakukannya penelitian benda-benda langit, memverifikasi observasi Ptolemik, dan menentukan arah kiblat dengan akurat.²¹ Kegiatan penelitian yang dilakukan di observatorium ini merepresentasikan contoh

¹⁷ Agung Sasongko “Tradisi Penerjemahan pada Masa Abbasiyah” dalam <https://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/islam-digest/18/05/23/p96ckd313-tradisi-penerjemahan-pada-masa-abbasiyah> diakses 18 Januari 2019.

¹⁸ Ali Hasan Musa, *‘Ilm al-Falak fi al-Turats al-‘Arabi*, (Damaskus: Dar al-Fikr, 2001), hlm. 236. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 3

¹⁹ Abduh all-Qadiri, *Mu‘assasah ‘Ilm al-Falak al-‘Arabi Dirasah fi al-Tarikh al-Susiyuluji li ‘Ilm al-Falak al-‘Arabi fi al-Qarnain al-Rabi’ wa al-Khamis al-Hijriyain*, (Damaskus: Wizarah ats-Tsaqafah, 2009), hlm 138. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 3.

²⁰ Philip K. Hitti, *History of The Arabs*, Terjemah: R. Cecep Lukman Yasin dan Dedi Slamet Riyadi (Jakarta: Serambi Ilmu Semesta, 2008), hlm. 469. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 9.

²¹ Abd al-Amir Mu‘min, *Qāmūs Dār al-‘Ilm al-Falakī*, hlm. 449. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 9.

pertama rekaman aktivitas ilmiah secara kolektif dalam sejarah.²² Produk-produk penelitian dari observatorium ini beragam, diantaranya tabel astronomi (*zij*) bernama *Zij al-Mumtahan*²³ yang berisi data pergerakan benda-benda langit; karya literatur berjudul *al-Madkhal ilā ‘Ilm al-Hai’ah al-Aflāk* (Pengantar kepada Ilmu Astronomi dan Orbit-Orbit) karya Ahmad bin Muhammad al-Fargani yang diterjemahkan ke dalam bahasa Latin dan bahasa Ibrani²⁴; serta perhitungan mengenai luas, ukuran, dan keliling Bumi dengan menggunakan asumsi Bumi bulat menghasilkan prediksi panjang garis lintang di tempat itu senilai $26 \frac{2}{3}$ mil yang hanya berselisih 2,877 kaki dari yang sebenarnya.²⁵

Perkembangan observatorium pada masa Islam terus berlanjut, dengan dibangunnya Observatorium Banū Mūsā di Baghdad pada tahun 833 M,²⁶ Observatorium Işfihan di Dinawari pada abad ke-9²⁷, Observatorium al-Battānī di Rakka pada tahun 878 M,²⁸ dan beberapa observatorium lain di berbagai daerah di bawah kekuasaan kerajaan Islam.

²² Ahmad Dallal, “Sains Kedokteran dan Teknologi”, dalam John L. Esposito (Ed.) *Sains-sains Islam* terj. *The Oxford History of Islam* oleh M. Khoirul Anam, (Jakarta: Inisiasi Press, 2004), hlm. 16-17.

²³ Jhon L. Esposito (Ed.), *Sains-sains ...*, hlm 16-17.

²⁴ Phillip K. Hitti, *History of The Arabs*, terj. oleh R. Cecep Lukman Yasin dan Dedi Slamet Riyadi (Jakarta: Serambi Ilmu Semesta, 2008), hlm. 470. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 11.

²⁵ Carlo Nillino, *‘Ilm al-Falak Tārīkhuku ‘Inda al-‘Arab fi al-Qurūn al-Wusthā*, (Kairo: Maktabah al-Tsaqāfah ad-Dīniyyah, tt), hlm. 281. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 11.

²⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm 11-12.

²⁷ Ali Hasan Musa, *‘Ilm al-Falak fi al-Turats al-‘Arabi*, (Damaskus: Dar al-Fikr, 2001), hlm. 242. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 12.

²⁸ Phillip K. Hitti, *History of The Arabs*, terj. oleh R. Cecep Lukman Yasin dan Dedi Slamet Riyadi (Jakarta: Serambi Ilmu Semesta, 2008), hlm. 471. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 13.

Ada dua observatorium terbaik yang sangat terkenal pada masa Islam dan memberikan pengaruh besar terhadap perkembangan astronomi hingga sekarang, yaitu Observatorium Maragha di kota Tibriz, Iran yang dibangun pada tahun 1259²⁹ dan Observatorium Samarkand di kota Samarkand (sekarang masuk daerah Uzbekistan) yang dibangun pada tahun 1420.³⁰ Sementara observatorium terakhir di masa kejayaan Islam adalah Observatorium Istanbul dibawah kekuasaan kerajaan Ottoman Turki yang aktif sejak tahun 1577 sampai 1580.³¹ Sejak saat itulah perkembangan observatorium di bawah kekuasaan Islam mengalami kemunduran dan perkembangan astronomi di Eropa kembali bangkit dan terjadi revolusi sains yang menjadi tonggak awal observatorium-observatorium modern hingga saat ini.

Perkembangan astronomi melalui kegiatan yang dilakukan di observatorium di Eropa mulai bangkit kembali berturut-turut sejak zaman Nicolaus Copernicus (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), Galileo Galilei (1564-1642), hingga Isaac Newton (1642-1727). Berbagai model pemikiran dan instrumen dihasilkan oleh nama-nama ilmuwan tersebut dan masih digunakan hingga sekarang.

Nicolaus Copernicus lahir pada 19 Februari 1473 di Torun Polandia dengan nama Mikolaj Kopernik dalam bahasa Polandia. Copernicus diasuh

²⁹ Aidin Sayili, *al-Marāshad al-Falakiyyah fi al-‘Ālam al-Islāmī*, Terjemah: Abdullah al-‘Umr, (Kuwait: Mu’assasah al-Kuwait li at-Taqaddum al-‘Ilmi, cet. I, 1995), hlm. 277. Dalam Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 17.

³⁰ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 19-20.

³¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 20-22.

oleh pamannya di Warmia sepeninggal ayahnya. Bersama pamannya Copernicus belajar ilmu teologi Kristen. Copernicus sempat belajar *liberal arts* termasuk astrologi dan astronomi di Universitas Cracow, namun Copernicus tidak menyelesaikan studinya.³² Copernicus melanjutkan studi di Universitas Bologna, Italia. Selama tinggal di Bologna, Copernicus tinggal bersama Professor Domenico Maria de Novara. Sekembalinya ke Polandia, Copernicus bekerja bersama pamannya menjadi seorang sekretaris dan fisikawan. Kamarnya di Warmia berada di sebuah gedung tinggi di sekitaran kota yang sekaligus dijadikan sebagai observatorium.³³ Pada tahun 1532, Copernicus menulis buku berjudul *De Revolutionibus Orbium Coelestium (Revolusi Orbit Langit)* yang menjelaskan bahwa sebenarnya planet-planet bergerak mengorbit Matahari,³⁴ akan tetapi buku itu tidak pernah diterbitkan hingga tahun 1543, sekitar dua bulan sebelum ia meninggal. Alasan Copernicus tidak menerbitkan bukunya adalah karena takut menjadi kontroversi di kalangan gereja.³⁵

Temuan model baru Copernicus ini dianggap bertentangan dengan ajaran Katolik maupun Protestan. Hingga pada tahun 1616 semua temuan yang mengindikasikan Bumi bukan sebagai pusat alam semesta dilarang

³² Robert S. Westman, “Nicolaus Copernicus: Polish Astronomer”, <https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.03 WIB.

³³ Robert S. Westman, “Nicolaus Copernicus: Polish Astronomer”, <https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.03 WIB.

³⁴ <https://www.biography.com/people/nicolaus-copernicus-9256984> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.05 WIB.

³⁵ Robert S. Westman, “Nicolaus Copernicus: Polish Astronomer”, <https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.03 WIB.

oleh gereja Katolik. Salah satu astronom terkenal yang menjadi korban pelarangan ini adalah Galileo Galilei yang dihukum menjadi tahanan rumah oleh kerajaan Romawi sejak tahun 1633 sampai kematiannya pada tahun 1642.³⁶

Walaupun banyak mendapat pertentangan mengenai model orbit, kegiatan observasi langit terus dilakukan oleh para astronom, seperti yang dilakukan oleh Tycho Brahe seorang astronom asal Denmark yang melakukan pengamatan orbit planet di observatorium Uraniborg di Pulau Hven, Denmark, yang merupakan observatorium pribadi miliknya,³⁷ pemberian dari Raja Frederick II.³⁸ Brahe banyak mendapat temuan baru selama meneliti di observatorium ini, seperti mengukur ulang data koordinat bintang dalam katalog Ptolomeus, menemukan bintang baru “Nova” di rasi Kasiopeia, hingga memperbaiki data pengukuran orbit planet-planet yang bergerak mengitari Matahari.³⁹ Catatan temuan Brahe diberikan kepada penerusnya yang merupakan seorang matematikawan bernama Johannes Kepler, yang dengan catatan itu Kepler memodelkan orbit planet mengitari Matahari berbentuk elips dan membuat Hukum Gerakan Planet yang dikenal sebagai Hukum Kepler.⁴⁰

³⁶ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 20.

³⁷ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 18.

³⁸ <https://www.britannica.com/science/astronomical-observatory> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.08 WIB.

³⁹ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 18.

⁴⁰ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 18.

Sementara Galileo Galilei merupakan orang pertama yang menggunakan kanta/lensa untuk keperluan pengamatan astronomi⁴¹. Galileo melakukan pengamatan menggunakan teleskop dan menemukan bahwa Jupiter memiliki satelit yang mengitarinya, hal ini yang menguatkan pendapat Copernicus mengenai konsep Heliosentris.⁴² Namun sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa Galileo pada akhirnya menjadi korban dari masa yang sulit menerima gagasan baru yang dianggap bertentangan dengan gereja. Namun temuannya tetap bermanfaat hingga ke masa selanjutnya.

Berbeda dengan Galileo, Isaac Newton yang lahir pada tahun kematian Galileo mendapatkan perlakuan sebaliknya. Newton hidup saat perkembangan ilmu pengetahuan diterima dengan baik oleh masyarakat, sehingga Newton tidak mengalami hal yang dialami oleh Galileo.⁴³ Jika Galileo adalah orang pertama yang menggunakan lensa sebagai teleskop, Newton menggunakan cermin sebagai media pengumpul cahaya dalam pengamatan.⁴⁴ Dengan penemuannya ini Newton dikenal di seluruh Eropa.

Perkembangan observatorium di Eropa terus berlanjut dengan dibangunnya beberapa observatorium besar di beberapa daerah, seperti Observatorium Leiden pada tahun 1633 yang merupakan observatorium

⁴¹ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 20.

⁴² <https://www.britannica.com/science/astronomy/The-techniques-of-astronomy?ref1211432> diakses 18 Januari 2019 pukul 17.10 WIB.

⁴³ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 20.

⁴⁴ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 21.

universitas tertua yang masih beroperasi sampai sekarang,⁴⁵ Observatorium Paris pada tahun 1667 yang menjadi observatorium astronomi nasional terbesar dan masih digunakan hingga sekarang,⁴⁶ dan Observatorium Kerajaan Inggris pada tahun 1675 yang merupakan pemberian Raja Charles II yang kini menjadi bagian dari Museum Kerajaan Greenwich *Royal Museum Greenwich*.⁴⁷

Dari perkembangan observatorium di Eropa yang sangat pesat, memberikan dampak kepada pembangunan observatorium di daerah lain, termasuk Indonesia. Indonesia memiliki observatorium pertama di Jakarta pada tahun 1765 yang dibangun oleh Johan Maurits Mohr.⁴⁸

Dari perjalanan sejarah perkembangan aktivitas pengamatan astronomi baik yang dilakukan di sebuah bangunan observatorium secara khusus maupun bangunan yang difungsikan sebagai observatorium sederhana sejak zaman Yunani kuno, peradaban Islam hingga masa kebangkitan bangsa Eropa dapat diketahui mengenai fungsi observatorium secara umum adalah sebagai: a) pusat pembelajaran dan penelitian mengenai langit dan benda-benda langit, b) institusi sains, c) dan terkhusus yang berkaitan dengan agama adalah sebagai penentu waktu ibadah (seperti

⁴⁵ <https://www.universiteitleiden.nl/en/science/astronomy> diakses 20 Januari 2019 pukul 12.30 WIB.

⁴⁶ <https://www.obspm.fr/-observatoire-de-paris-.html?lang=en> diakses 20 Januari 2019 pukul 12.35 WIB.

⁴⁷ <https://www.rmg.co.uk/royal-observatory/history> diakses 20 Januari 2019 pukul 12.45 WIB.

⁴⁸ Eko Hadi G., Erni Latifah, Muh. Ma'rufin Sudiby, *Kala Bintang Kejora Melintas Sang Surya*, (Yogyakarta: Kafe Astronomi.com Publisher, 2012), hlm. 36.

perubahan kalender Julian untuk Paskah, waktu salat, awal bulan kamariyah dan lain sebagainya).⁴⁹

2. Observatorium di Indonesia

Observatorium modern⁵⁰ pertama di Indonesia adalah Observatorium Mohr yang berada di Mollenvliet, Batavia (sekarang Glodok, Jakarta Barat)⁵¹. Observatorium ini dinamakan Observatorium Mohr diambil dari nama pemiliknya yaitu Johan Maurits Mohr (1716-1775).⁵² Perjalanan karir Observatorium Mohr tidak berumur panjang, lima tahun setelah kematian sang pemilik yakni pada tahun 1780 Observatorium Mohr diguncang gempa bumi yang cukup besar, kemudian pemilik selanjutnya, istri dari Johan Maurits Mohr, Anna Elisabeth meninggal pada tahun 1782. Gedung pun beralih fungsi menjadi rumah untuk pekerja hingga tahun 1809 lalu menjadi barak bagi para tentara. Pada akhirnya gedung observatorium telah sepenuhnya hancur dan pada tahun 1844 hanya ditemukan beberapa batu pondasinya saja.⁵³ Namun demikian, observatorium Mohr memiliki produk

⁴⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Observatorium*, hlm. 5-9.

⁵⁰ Terminologi modern digunakan karena Indonesia memiliki banyak peninggalan sejarah bernuansa astronomi, akan tetapi tidak dilengkapi dengan instrumen pengamatan. Seperti Candi Borobudur, Candi Prambanan, dan Situ Megalitikum Gunung Padang. Hal ini masuk ke dalam ranah kajian arkeoastronomi. Lihat <https://www.itb.ac.id/news/read/3376/home/peringati-world-space-week-2011-himastron-gelar-kuliah-umum-arkeoastronomi> diakses 24 Desember 2018 pukul 16.52 WIB.

⁵¹ Muh. Ma'rufin Sudiby, "Pelacakan Tapak Observatorium Tertua di Indonesia", <https://langitselatan.com/2012/06/19/pelacakan-tapak-observatorium-tertua-di-indonesia/> diakses 21 Desember 2018 pukul 11.02 WIB.

⁵² Muh. Ma'rufin Sudiby, "Pelacakan Tapak Observatorium Tertua di Indonesia", <https://langitselatan.com/2012/06/19/pelacakan-tapak-observatorium-tertua-di-indonesia/> diakses 21 Desember 2018 pukul 11.02 WIB.

⁵³ Robert H. Van Gent, "Observations of The 1761 and 1769 Transits of Venus from Batavia (Dutch East Indies)", dalam D. W. Kurtz (editor) *Transits of Venus: New Views of The Solar System and Galaxy*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), hlm. 72.

pengamatan berupa catatan pengamatan Transit Venus pada tahun 1761 dan 1769.⁵⁴



Gambar 2.1. Observatorium Mohr⁵⁵

Sepeninggal observatorium Mohr, perkembangan astronomi di Indonesia nyatanya masih tetap berlanjut, hal ini terlihat dari adanya pengamatan Gerhana Matahari di Padang pada tahun 1901 yang diinisiasi oleh Albert Antoine Nijland.⁵⁶ Lalu dengan minat yang tinggi dari para peneliti Belanda, dibangunlah observatorium metreologi *Meteorologishe en*

⁵⁴ Robert H. Van Gent, "Observations of The 1761 and 1769 Transits of Venus from Batavia (Dutch East Indies)", dalam D. W. Kurtz (editor) *Transits of Venus: New Views of The Solar System and Galaxy*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), hlm. 68.

⁵⁵ Robert H. Van Gent, "Observations of The 1761 and 1769 Transits of Venus from Batavia (Dutch East Indies)", dalam D. W. Kurtz (editor) *Transits of Venus: New Views of The Solar System and Galaxy*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), hlm.69.

⁵⁶ 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, hlm. 18.

Magnetische Observatorium (MMO) di Weltvreden, Batavia oleh Pieter Adriaan Bergsma dan Elie van Rikevorsel. Kemudian MMO ini berkembang menjadi *Koninklijk Meteorologische en Magnetische Observatorium* (KMMO) ketika fisikawan Leiden, Willem van Bemmelen menjabat sebagai direktornya.⁵⁷

Pada tahun 1919 Willem van Bemmelen merekrut astronom Belanda yang bekerja di Observatorium di Afrika yaitu Joan George Erardus Gijbert Voute yang fokus pada penelitian astronomi. Namun Voute merasa penelitian yang dilakukan di KMMO kurang maksimal sehingga bermaksud untuk membangun observatorium yang terpisah dengan KMMO. Dengan dibentuknya *Nederlandsch-Indische Sterrenkundige Vereniging* NISV (Perkumpulan Astronomi Hindia Belanda) pada tahun 1920 kemudian muncul wacana mengenai pembangunan peneropongan bintang di Hindia Belanda. Hingga akhirnya Voute bersama Karel Albert Rudolf Bosscha membangun Observatorium Bosscha pada tahun 1923.⁵⁸ Dan hingga saat ini Observatorium Bosscha masih aktif dalam penelitian, pendidikan, dan pengabdian masyarakat.⁵⁹

⁵⁷ 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, hlm. 18.

⁵⁸ 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, hlm. 18.

⁵⁹ Lihat laman <https://bosscha.itb.ac.id/id/index.php/tentang-bosscha/> diakses 14 September 2018 pukul 00.40 WIB.

Setelah kemerdekaan Indonesia, presiden pertama Indonesia, Bung Karno memiliki gagasan untuk membangun planetarium dan observatorium di Indonesia sebagai sarana pembelajaran astronomi dan mencerdaskan rakyat Indonesia dari takhayul yang terkait kajian astronomi, walaupun pada saat itu sudah ada Observatorium Bosscha.⁶⁰ Selanjutnya Bung Karno mulai membangun Planetarium dan Observatorium Jakarta berdasarkan Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 155 Tahun 1963, dan selesai diresmikan pada tanggal 10 November 1968.⁶¹

Hingga saat ini, perkembangan observatorium di Indonesia sangat beragam, terdapat berbagai jenis observatorium berdasar pada fungsi dan tujuan pembangunannya, diantaranya 1) milik perseorangan/swasta seperti Observatorium Imah Noong yang digagas oleh Hendro Setyanto pada tahun 2012⁶² yang ditujukan untuk pemberdayaan masyarakat, dan pendidikan.⁶³ 2) berada di bawah instansi sekolah untuk keperluan pendidikan sains di sekolah seperti Observatorium CASA milik Pondok Pesantren Modern Islam Assalam Solo,⁶⁴ Mount Lokon Observatory milik SMA Lokon St.

⁶⁰ Dewi Pramesti, "Sejarah Planetarium dan Observatorium Jakarta", <https://langitsclatan.com/2009/04/06/sejarah-planetarium-dan-observatorium-jakarta/> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.00 WIB.

⁶¹ <https://planetarium.jakarta.go.id/index.php/profil/sejarah-planetarium> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.10 WIB.

⁶² Hendro Setyanto merupakan alumni Magister Astronomi ITB yang mendirikan observatorium di pekarangan rumahnya yang beralamat di Kampung Areng, Desa Wangunsari Lembang. Lihat <http://www.imahnoong.com/sejarah-imah-noong/> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.15 WIB.

⁶³ <http://www.imahnoong.com/visi-misi/> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.15 WIB.

⁶⁴ Observatorium CASA diresmikan pada 5-7 Juli 2015 oleh Menteri Agama RI Lukman Hakim Saifuddin. Lihat <https://blogcasa.wordpress.com/2015/07/07/peresmian-observatorium-assalaam-oleh-menteri-agama-ri-h-lukman-hakim-saifuddin/> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.20 WIB.

Nikolaus Tomohon,⁶⁵ dan Observatorium Winaya milik SMA BPI 1 Bandung.⁶⁶ 3) Berada di bawah perguruan tinggi yang digunakan untuk media pembelajaran mahasiswa sesuai dengan program yang ada di perguruan tinggi tersebut, seperti Observatorium Ilmu Falak milik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan,⁶⁷ observatorium Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta,⁶⁸ dan Observatorium Astronomi Institut Teknologi Sumatera Lampung.⁶⁹

Tempat pengamatan lain tidak hanya observatorium-observatorium yang telah disebutkan, terdapat pula tempat pengamatan langit milik Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yang dinamakan Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer di enam titik di seluruh Indonesia. Enam titik tersebut berlokasi di Kecamatan Pameungpeuk Kabupaten Garut Jawa Barat, Kecamatan Tanjungsari Kabupaten Sumedang Jawa

⁶⁵ Observatorium ini diresmikan pada tanggal 24 Oktober 2011. Observatorium ini bertempat di . Lihat <https://nasional.kompas.com/read/2011/10/25/09445523/tomohon.memiliki.observatorium> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.30 WIB.

⁶⁶ Observatorium Winaya diresmikan pada tanggal 3 September 2016 oleh Kepala LAPAN Prof. Dr. T. Djamaluddin, M.Sc.. lihat <http://pussainsa.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2016/481/Kepala-LAPAN-Meresmikan-Observatorium-Winaya-SMA-BPI-1-Bandung/12> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.35 WIB.

⁶⁷ Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara diresmikan pada 30 Maret 2015 oleh Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. Observatorium ini difokuskan pada pengamatan dan kajian ilmu falak yang dikelola oleh Fakultas Teknik, Fakultas Agama Islam, Fakultas Ekonomi, dan Fakultas Keguruan dan Pendidikan Jurusan Matematika. <http://www.umsu.ac.id/2015/03/30/umsu-resmikan-observatorium-ilmu-falak/> diakses 21 Januari 2019 pukul 09.00 WIB.

⁶⁸ Observatorium Universitas Ahmad Dahlan dikelola oleh Pusat Studi Astronomi Universitas Ahmad Dahlan dan bertempat di lantai 10 – 11 Gedung Kuliah Kampus 4 UAD Yogyakarta. Lihat <http://pastron.uad.ac.id/observatorium-uad/> diakses 20 Januari 2019 pukul 13.45 WIB.

⁶⁹ Observatorium ini masih dalam tahap pembangunan, sudah dimulai sejak 20 Oktober 2018. Direncanakan observatorium ini mulai beroperasi pada tahun 2020. Lihat <https://langitselatan.com/2018/12/13/observatorium-astronomi-lampung/> diakses 21 Januari 2019 pukul 09.10 WIB.

Barat, Kecamatan Watukosek Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, Kecamatan Palu Puah Kabupaten Agam Sumatera Barat, Kota Pontianak Kalimantan Barat, dan Kabupaten Biak Papua Barat.⁷⁰

Sekarang pemerintah Indonesia melalui Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yang bekerjasama 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 akan menjadi observatorium terbesar di kawasan Asia Tenggara dengan luas kawasan inti 47 hektar dan kawasan *buffer* 330 hektar.⁷¹

3. Bagian-bagian Observatorium dan Persyaratan Pembangunan Observatorium

Observatorium mengalami evolusi yang sangat signifikan. Dalam buku *Data in Astronomy* karya Carlos Jaschek perkembangan observatorium dapat dibagi menjadi dua masa, pertama ketika observatorium didefinisikan sebagai tempat melakukan pengamatan tanpa ada spesifikasi khusus, dalam terminologi ini observatorium sudah dibangun sejak masa Babylonia, hingga abad 18 masehi.⁷² Yang kedua observatorium didefinisikan dengan gaya abad 19 yaitu tempat untuk melakukan pengamatan secara sistematis terhadap objek-objek astronomi

⁷⁰ <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/pages/2017/44/Lokasi-Satuan-Kerja> diakses 20 Januari 2019 pukul 14.00 WIB.

⁷¹ Observatorium direncanakan mulai beroperasi pada akhir tahun 2019 atau awal tahun 2020. Lihat <https://lapan.go.id/index.php/subblog/read/2018/4637/Observatorium-Nasional-Timau-Mulai-Dibangun/1341> diakses 20 Januari 2019 pukul 14.00 WIB.

⁷² Carlos Jaschek, *Data in Astronomy*, (New York: Cambridge University Press, 2011), hlm. 10 – 13.

dan penelitian yang didasarkan pada pengamatan dilakukan.⁷³ Dalam terminologi ini, sebuah kompleks observatorium harus terdiri atas instrumen-instrumen yang diperlukan, perpustakaan, astronom, teknisi, dan bengkel teknik (mekanik dan optik).⁷⁴

Observatorium modern (re: terminologi kedua) banyak dibangun di daerah pegunungan, seperti Observatorium Lick di Gunung Hamilton dan Observatorium Gunung Wilson di Gunung Wilson, Amerika. Pembangunan observatorium di daerah pegunungan dimaksudkan untuk menghindari lapisan bawah atmosfer, dan menjamin pengamatan yang lebih baik. Daerah pegunungan yang dipilih pun harus berjarak cukup jauh dari perkotaan untuk menghindari polusi cahaya, dan pemilihan tempat pun harus memperhitungkan jumlah malam cerah.⁷⁵ Tiga hal ini yang menjadi pertimbangan utama pembangunan sebuah observatorium yang ideal.

B. Pengamatan Hilal (*Ru'yah al-hilāl*)

1. Definisi Hilal

Topik utama dalam ilmu astronomi adalah benda-benda langit. Bulan adalah salah satunya, yang dalam Bahasa Inggris disebut *Moon* dan قَمَرٌ (*qamar*) dalam Bahasa Arab. Bulan merupakan satu-satunya benda langit terdekat yang mengelilingi Bumi,⁷⁶ yang disebut sebagai “satelit alami” Bumi. Orbit Bulan mengitari Bumi berbentuk elips, hal ini dikarenakan

⁷³ Carlos Jaschek, *Data ...*, hlm. 13.

⁷⁴ Carlos Jaschek, *Data ...*, hlm. 14.

⁷⁵ Carlos Jaschek, *Data ...*, hlm. 14.

⁷⁶ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), hlm. 174

pengaruh gravitasi antar keduanya.⁷⁷ Bulan berdiameter 3475 km, dengan jarak rata-rata dari Bumi 384400 km, dan perlahan Bulan bergerak menjauhi Bumi sekitar 1 inchi per tahun.⁷⁸

Bulan tidak memiliki sumber cahaya sendiri, cahaya Bulan yang terlihat dari Bumi adalah pantulan dari sinar Matahari.⁷⁹ Oleh karena itu kenampakan Bulan akan berganti-ganti sesuai dengan posisinya yang dikenal sebagai fase Bulan.⁸⁰ Astronomi modern membagi fase Bulan menjadi *New Moon*, *Waxing Crescent*, *First Quarter*, *Waxing Gibbous*, *Full Moon*, *Waning Gibbous*, *Third Quarter*, dan *Waning Crescent*.⁸¹



Gambar 2.2. Fase-fase Bulan dalam Bahasa Inggris⁸²

⁷⁷ Winardi Sutantyo, *Pengantar Astrofisika Bintang-bintang di Alam Semesta*, (Bandung: Penerbit ITB, 2010), hlm. 35.

⁷⁸ <https://moon.nasa.gov/about/in-depth/> diakses 15 Januari 2019 pukul 00.07 WIB.

⁷⁹ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), hlm. 66-67.

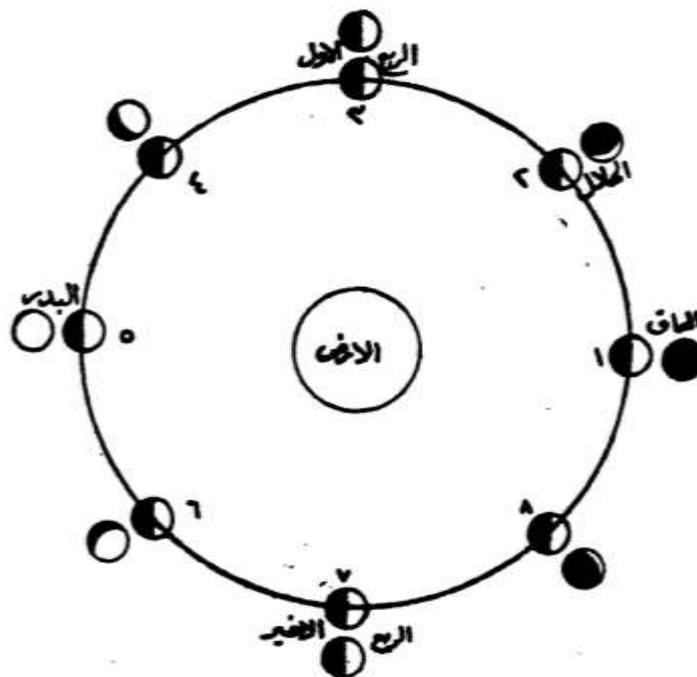
⁸⁰ Forest Ray Moulton, *An Introduction to Astronomy*, (New York: Mc Millan Company, 1916), hlm. 190-191.

⁸¹ <https://moonphases.co.uk/moon-phases> 12 Januari 2019 00.07 WIB.

⁸² <https://moon.nasa.gov/resources/54/phases-of-the-moon/> diakses 15 Januari 2019 pukul 00.10 WIB.

Sedangkan dalam terminologi bahasa Arab, nama – nama fase Bulan dibagi menjadi *al-Muḥāq*, *al-Hilāl*, *al-Rab‘u al-Awwal*, *al-Badr*, dan *al-Rab‘u al-Akhīr*.⁸³

Lama satu putaran fase bulan adalah 29 hari, 12 jam, 44 menit, dan 2,8 detik atau 29,530588 hari dengan selisih ketidakpastian sepersepuluh detik yang disebut dengan periode sinodis.⁸⁴ Perubahan kenampakan atau fase Bulan dipengaruhi oleh gerak Bulan mengelilingi Bumi secara sinodis, hal inilah yang menjadi acuan penanggalan kamariah.



Gambar 2.3. Fase-fase Bulan dalam Bahasa Arab⁸⁵

Yang menjadi bahasan utama adalah *al-hilāl*, yang secara etimologi berasal dari kata *هَلَّ - يَهَلُّ - اهلالا* yang memiliki makna asal *رفع صوت*

⁸³ F. Fatwa Rosyadi S. Hamdani, *Ilmu Falak Menyelami Makna Hilal dalam Al-Quran*, (Bandung, P2U LPPM UNISBA, 2017) hlm. 132.

⁸⁴ Forest Ray Moulton, *An Introduction to Astronomy*, (New York: Mc Millan Company, 1916), hlm. 189.

⁸⁵ T. Jauhari, *al-Jawāhir fī Tafṣīr al-Qurān al-Karīm*, (Mesir: Muṣṭafa al-Bāb al-Halbī, 1346 H), Juz. VI hlm. 26

(mengeraskan suara). Seperti dalam kalimat أَهْلٌ بِالْحَجِّ yang berarti meninggikan suara ketika haji dengan *talbiyah* dan وَاسْتِهَالٌ الصَّيِّ صَارِخٌ yang berarti bayi menangis dengan kencang ketika dilahirkan. Adapun benda langit disebut *al-hilāl* karena manusia bertiak dengan kencang ketika melihatnya.⁸⁶

Al-hilāl secara terminologi umum adalah *ghurrah al-qamar*, yakni bentuk (fase) Bulan paling awal ketika pertama kali terlihat oleh manusia pada awal bulan kamariyah. Lama penyebutan fase hilal berbeda-beda, ada yang menyebutkan dua malam, tiga malam, sampai tujuh malam. Setelah itu tidak dapat disebut hilal.⁸⁷

al-Qur'an sebagai pedoman bagi umat manusia pun menyinggung kata *al-Hilāl* dalam bentuk jamaknya yaitu *ahillah*, dalam Q.S. al-Baqarah: 189

يَسْأَلُونَكَ عَنِ ٱلْأَهْلِ ٱلْحِلَالِ ۖ قُلِ ٱلْأَهْلُ ٱلْمَوْقِيتُ لِلنَّاسِ ۖ ٱلْأَهْلُ ٱلْحَجِّ ۖ وَلِيَسْأَلَ ٱلَّذِينَ بَدَأُوا ٱلْحَيْثُ ٱلْأَهْلُ ٱلْمَوْقِيتُ لِلنَّاسِ ۖ ٱلْأَهْلُ ٱلْحَجِّ ۖ وَلِيَسْأَلَ ٱلَّذِينَ بَدَأُوا ٱلْحَيْثُ ٱلْأَهْلُ ٱلْمَوْقِيتُ لِلنَّاسِ ۖ ٱلْأَهْلُ ٱلْحَجِّ ۖ

ٱلْأَهْلُ ٱلْمَوْقِيتُ لِلنَّاسِ ۖ ٱلْأَهْلُ ٱلْحَجِّ ۖ وَلِيَسْأَلَ ٱلَّذِينَ بَدَأُوا ٱلْحَيْثُ ٱلْأَهْلُ ٱلْمَوْقِيتُ لِلنَّاسِ ۖ ٱلْأَهْلُ ٱلْحَجِّ ۖ

وَٱتَّقُوا ٱللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ (١٨٩)

“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. 2 [al-Baqarah]: 189)

⁸⁶ Abu al-Husain Ahmad bin Faris bin Zakariya, *Mu'jam Maqāyīs al-Lughah* (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz VI, hlm. 11.

⁸⁷ Ibn Manzur, *Lisan al-'Arab*, (Kairo: Dar al-Ma'arif, 1119) hlm. 4690.

Ahmad Muṣṭafā al-Marāgī menjelaskan dalam kitab *Tafsīr al-Marāgī* bahwa kata *ahillah* secara bahasa adalah bentuk jamak dari *hilāl* yaitu (fase) Bulan pada dua atau tiga malam pertama dari awal bulan (hijriah). Disebut hilal karena orang-orang berzikir dengan suara yang keras⁸⁸ ketika melihatnya.⁸⁹ Selanjutnya dalam *asbāb al-nuzūl* ayat ini dijelaskan bahwa Rasulullah pernah ditanya mengenai hilal, Beliau menjelaskan bahwa 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 ini.⁹⁰

Dalam tafsir ini pula dijelaskan bahwa Rasulullah pernah ditanya perihal hikmah dari perubahan fase bulan (*ahillah*) dan keutamaannya, Beliau menjelaskan bahwa hilal digunakan oleh manusia sebagai penanda waktu untuk urusan dunia, seperti waktu untuk bercocok tanam dan waktu untuk berniaga. Hilal pun digunakan untuk urusan ibadah yang berkaitan dengan waktu, seperti mengetahui waktu permulaan dan akhir puasa (Ramadan) serta waktu pelaksanaan ibadah haji. Hal ini tidak dapat dimanfaatkan apabila keadaan hilal hanya satu.⁹¹

Wahbah Zuhaili dalam kitabnya *al-Tafsīr al-Munīr fī al-‘Aqīdah wa al-Syar’iyyah wa al-Manhāj* pun menjelaskan dengan makna yang mirip, yakni secara bahasa *ahillah* merupakan bentuk jamak dari kata *hilāl* yang

⁸⁸ Suara keras merupakan makna hilal secara etimologi. Lihat Abu al-Husain Ahmad bin Faris bin Zakariya, *Mu’jam Maqāyīs al-Lughah* (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz VI, hlm. 11.

⁸⁹ Ahmad Muṣṭafā al-Marāgī, *Tafsīr al-Marāgī*, (Beirut: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 2006), Jilid Awal (1-2-3), hlm. 257.

⁹⁰ Ahmad Muṣṭafā al-Marāgī, *Tafsīr ...*, hlm. 258. Dalam *asbāb al-nuzūl* ini Rasulullah menjelaskan mengenai perubahan fase-fase Bulan.

⁹¹ Ahmad Muṣṭafā al-Marāgī, *Tafsīr ...*, hlm. 258.

berarti Bulan yang tampak pada dua atau tiga malam pertama di setiap bulan hijriah, kemudian bentuknya membesar sampai sempurna cahayanya, lalu mengecil kembali seperti semula, keadaan bentuknya tidak selalu sama seperti Matahari.⁹²

Ayat ini menjelaskan mengenai hukum puasa, karena awal dan akhir bulan Ramadan ditentukan dengan *ru'yah al-hilāl*, sebagaimana dalam hadis (صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَ أَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ). Dalam ayat ini tidak dijelaskan secara rinci mengenai *ahillah*, apakah itu merupakan fakta atau hanya pendapat saja. Jawaban dalam ayat ini adalah (فَلْ هِيَ مَوَاقِيتٌ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ). Menjelaskan bahwa sesungguhnya pertanyaannya itu adalah hikmah dari perubahannya.⁹³

Selanjutnya Wahbah Zuhaili menjelaskan Rasulullah pernah ditanya perihal perubahan bentuk *ahillah* yang sebagian dan penuh, akan tetapi pertanyaan ini dianggap tidak bermanfaat, karena Nabi ﷺ tidak mengutus seorang yang ahli dalam falak/astronomi. Karena jawaban yang pertama hanyalah menjawab pertanyaan dari segi hikmah dari perubahan *ahillah*.⁹⁴

Pengertian hilal secara bahasa dalam kamus maupun dalam kitab tafsir belum menjelaskan secara rinci terkait bentuk, dan waktunya. Yang lebih ditekankan adalah fungsinya sebagai penentu awal bulan hijriah.

⁹² Wahbah Zuhaili, *al-Tafsīr al-Munīr fī al-‘Aqīdah wa al-Syar’iyyah wa al-Manhāj*, (Damaskus: Dar al-Fikr, 2009) hlm. 535.

⁹³ Wahbah Zuhaili, *al-Tafsīr ...*, hlm 537.

⁹⁴ Wahbah Zuhaili, *al-Tafsīr ...*, hlm 537.

Untuk mengetahuinya diperlukan penjelasan dari sisi astronomi, yang dijelaskan oleh pakar di bidang terkait.

T. Djamaluddin dalam bukunya *Menggagas Fiqih Astronomi* mendefinisikan hilal berdasarkan penelitian astronomi yang dilakukan oleh LAPAN terhadap data *ru'yah al-hilāl* di Indonesia dari tahun 1962 sampai 1997,⁹⁵ *al-hilāl* 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.⁹⁶

Adapula penjelasan lain dari penelitian yang dilakukan oleh Muh. Ma'rufin Sudibyو 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 ($a_D = 10^\circ$).⁹⁷ Dalam pendefinisian ini hilal berumur kurang dari 24 jam, dan menjadi fase Bulan tersendiri.

Adapaun Muhyidin Khazin dalam bukunya *Kamus Ilmu Falak* menjelaskan bahwa hilal adalah Bulan Sabit yang dalam astronomi dikenal

⁹⁵ F. Fatwa Rosyadi S. Hamdani, *Ilmu Falak Menyelami Makna Hilal dalam Al-Quran*, (Bandung: P2U LPPM UNISBA, 2017), hlm. 35.

⁹⁶ T. Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi*, (Bandung: Kaki Langit, 2005), hlm. 116.

⁹⁷ Muh. Ma'rufin Sudibyو, "Observasi Hilāl di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilāl" dalam *Jurnal al-Ahkam* Vol. 24, 2014. Hlm. 141.

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.⁹⁸

2. Urgensi Pengamatan Hilal

Hilal dengan definisi Bulan Sabit Muda setelah konjungsi, memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kehidupan manusia, salah satunya dalam sistem penanggalan. Beberapa peradaban menggunakan Bulan sebagai acuan dalam penentuan awal bulan, seperti Hindu⁹⁹ dan Islam¹⁰⁰.

Islam menggunakan hilal sebagai tanda masuk bulan baru dijelaskan dalam hadis, yaitu sabda Rasulullah saw. Yang berbunyi:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ وَلَا تَنْطِرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ) أَخْرَجَهُ

الْبُخَارِيُّ¹⁰¹

“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)

⁹⁸ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), hlm. 30.

⁹⁹ Dalam kalender Hindu yang digunakan oleh warga Bali biasa disebut dengan istilah kalender Caka Bali, salah satu peraturan yang berlaku dalam penentuan umur bulan berpedoman pada peredaran Bulan dari konjungsi ke konjungsi berikutnya. Lihat Shofiyulloh, *Mengenal Kalender Lunisolar di Indonesia*, (Malang: Pondok Pesantren Miftahul Huda, 2005), hlm. 19.

¹⁰⁰ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam*, (Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2013), hlm. 10.

¹⁰¹ Abu Abdullah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *al-Bukhari*, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz I, hlm. 327.

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ - رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ - قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ - صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ - « إِذَا رَأَيْتُمُ الْهَيْلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَصُومُوا ثَلَاثِينَ يَوْمًا » أَخْرَجَهُ مُسْلِمٌ¹⁰²

“Dari Abu Hurairah ra. dia berkata, telah bersabda Rasulullah saw.: Apabila kalian melihat hilal maka berpuasalah, dan apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah (masuk Bulan Syawal), jika terhalang atas kalian (hilal), maka berpuasalah 30 hari.” (H.R. Muslim)

Dari dua hadis di atas dijelaskan bahwa melihat (mengamati) hilal memiliki peran yang penting dalam menentukan awal bulan bagi umat Islam, terlebih pada bulan Ramadan karena menyangkut kewajiban banyak orang. Melaksanakan pengamatan hilal juga merupakan sunnah yang sudah dicontohkan sejak masa Rasulullah, sehingga kemampuan manusia untuk dapat mengamati hilal selayaknya dapat dikembangkan untuk mempermudah proses pengamatan.

Sedangkan dari segi astronomi, pengamatan hilal memiliki urgensi dalam tataran praktis, yakni untuk mengembangkan teknologi untuk pengamatan Bulan Sabit Muda, dan untuk membantu penetapan awal bulan hijriah.¹⁰³

3. Pengamatan Hilal Perspektif Fikih

Para ulama terdahulu menjadikan pengamatan hilal sebagai cara untuk menentukan awal bulan, hal ini didasarkan pada hadis yang telah disebutkan sebelumnya. Mazhab-mazhab besar seperti Syafi'iyah,

¹⁰² Abu al-Husain Muslim bin al-Hajjaj, *Ṣahih Muslim*, (Beirut: Dar al-Fikr, 1991), Juz II, hlm. 762.

¹⁰³ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

Malikiyyah, Hanafiyyah, dan Hanabilah pada umumnya menggunakan pengamatan hilal untuk menentukan awal bulan kamariah.¹⁰⁴

Adapun yang dimaksud dengan pengamatan hilal oleh para ulama salaf tersebut berkesimpulan pada rukyat dengan mata kepala secara langsung, belum pada ranah penggunaan teknologi, hal ini dirasa wajar karena penggunaan alat bantu pada saat itu masih sangat kurang.¹⁰⁵

Selain pendapat yang menyatakan pengamatan dengan mata langsung yang dapat diterima, beberapa ulama lain ada yang berpendapat bahwa penggunaan alat diperbolehkan. Seperti pendapat dari Muhammad Bakhit al-Muth'i dalam kitabnya *Irsyād Ahl al-Millah ilā Isbāt al-Ahillah* yang menyebutkan dapat diterima kesaksian *ru'yah al-hilāl* walaupun dengan alat bantu penglihatan (بالنظارة)¹⁰⁶.

Seiring dengan perkembangan zaman, fikih pun berkembang. Apabila permasalahan yang dibahas pada fikih klasik hanya permasalahan alat bantu melihat (النظارة), maka untuk zaman modern, ada permasalahan lain yaitu pengamatan yang tidak dilakukan oleh mata, melainkan dengan bantuan kamera sebagai media penangkap cahaya/teknik fotografi. Dalam hal ini ada beberapa ulama kontemporer yang telah memberikan

¹⁰⁴ Lihat Ibrahim Hosien, "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), hlm. 31.

¹⁰⁵ Lihat *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, (Jakarta: Lajnah Falakiyan Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, 2006), hlm. 1 – 3. Lihat juga Ahmad Ibnu Hajar al-Haitami, *Tuhfatul Muhtaj fi Syahril Minhaj*, al-Maktabah al-Syamilah, Juz 13, hlm. 179.

¹⁰⁶ Muhammad Bakhit al-Muth'i, *Irsyād Ahl al-Millah ilā Isbāt al-Ahillah*, (Mesir: Kurdistan al-'Ilmiyyah, 1329 H), hlm. 293.

pendapatnya mengenai pengaplikasian teknik astrofotografi¹⁰⁷ yang dalam hal ini adalah *image processing*¹⁰⁸ untuk *ru'yah al-hilāl*,¹⁰⁹ yaitu:

Huzaemah Tahido Yanggo, M.A., lahir di Donggola, Sulawesi Tengah 30 Desember 1946. Ia merupakan rektor Institut Ilmu al-Qur'an Jakarta 2014-2018, Pembantu Dekan I Fakultas Syariah dan Hukum UIN Jakarta, Dosen di Universitas Muhammadiyah Jakarta dan Universitas Indonesia. Ia sudah menjadi anggota Dewan Syariah Nasional MUI sejak tahun 1997, dan sejak tahun 2000 beliau menjabat sebagai Ketua MUI Pusat Bidang Pengjian dan Pengembangan Sosial.¹¹⁰

Menurut Huzaemah, penggunaan astrofotografi untuk rukyatul hilal sebagai penentuan awal bulan kamariah merupakan suatu perkara yang baik. Astrofotografi memiliki kemampuan untuk mendeteksi hilal dengan hasil akhir berupa gambar. Hal ini yang tidak dapat dilakukan oleh mata secara langsung. Perkembangan teknologi seperti ini dapat ikut berperan dalam perkara ibadah, sehingga apabila keberadaan teknologi itu dapat mempermudah pelaksanaan suatu ibadah, maka hal tersebut dipandang baik. Selanjutnya, terkait proses pengolahan data hasil pengambilan gambar, apabila bertujuan untuk memperjelas atau memastikan keberadaan

¹⁰⁷ Astrofotografi merupakan pengambilan gambar menggunakan kamera dengan objek benda langit. Lihat Thierry Legault, *Astrofotography*, (Rocky Nook: Kanada, 2014), hlm. ix.

¹⁰⁸ *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), hlm. 6.

¹⁰⁹ Penulis mengutip penelitian yang dilakukan oleh Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan Ulama Terhadap *Image Processing* pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal" dalam *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, hlm. 78 – 115.

¹¹⁰ Dikutip dari profilnya dalam halaman <https://iiq.ac.id/index.php?a=artikel&d=5&id=221> diakses 17 Mei 2019 pukul 18.16 WIB.

hilal pada gambar tersebut maka sah-sah saja untuk diterapkan. Selama dalam pemrosesan hingga hasil yang didapatkan dapan dipertanggungjawabkan secara ilmiah.¹¹¹

Al Yasa' Abubakar, lahir di Takegon, Aceh Tengah tahun 1953. Ia merupakan profesor di bidang fikih dan *uṣul al-fiqh* UIN ar-Raniry Banda Aceh. Beliau pun pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Majelis Permusyawaratan Ulama Aceh, Kepala Dinas Syariat Islam Provinsi Aceh yang pertama, dan Ketua Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Provinsi Aceh.¹¹²

Pendapat Al Yasa' Abubakar terkait astrofotografi sedikit lebih kompleks, ia membagi permasalahan astrofotografi kepada tiga kedudukan: Pertama, ditinjau dari perspektif hisab, maka menurutnya astrofotografi tidak diperlukan. Kedua, ditinjau dari perspektif rukyat murni (mata langsung), apabila sudah tidak terlihat oleh mata maka tidak diperlukan bantuan teknologi. Ketiga, ditinjau dari perspektif rukyatul hilal dengan alat bantu, keberadaan astrofotografi dianggap berguna untuk mempermudah pengamatan.¹¹³

Ahmad Rofiq, ia lahir di Kudus, Jawa Tengah 14 Juli 1959. Beliau merupakan profesor di bidang hukum Islam UIN Walisongo Semarang. Saat ini beliau menjabat sebagai direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, dan Wakil Ketua Umum MUI Provinsi Jawa Tengah.

¹¹¹ Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan ..., hlm. 78

¹¹² Al Yasa' Abubakar, *Metode Istislahiah: Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*, (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016), hlm. 417 – 418.

¹¹³ Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan ..., hlm. 98.

Sebelumnya beliau pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Pimpinan Wilayah Nahdlatul Ulama Jawa Tengah (1999 - 2000), dan rektor Universitas Wahid Hasyim Semarang (2008 -2010).¹¹⁴

Ahmad Rofiq memandang bahwa keberadaan teknologi dalam *ru'yah al-hilāl* berfungsi untuk membantu pengamat menjadi lebih yakin atas rukyat yang dilakukan. Selama proses yang dilakukan dalam astrofotografi dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, penggunaan teknologi tidak ada masalah, karena menurutnya yang memutuskan tetap hakim.¹¹⁵

C. Fikih Kontemporer

1. Definisi Fikih Kontemporer

Secara bahasa fikih kontemporer tersusun atas dua kata, fikih yang berarti ilmu tentang hukum Islam,¹¹⁶ dan kontemporer yang berarti semasa, sewaktu, pada masa kini, pada masa kini,¹¹⁷ sehingga dapat disimpulkan bahwa pengertian fikih kontemporer secara bahasa adalah ilmu tentang perkembangan hukum Islam yang ada pada masa kini.¹¹⁸ Dalam memahami definisi fikih kontemporer tidak dapat hanya dilihat dari pengetahuan perkataannya saja, karena jika demikian fikih akan selalu kontemporer sesuai dengan masanya.

¹¹⁴ Ahmad Rofiq, *Fiqh Mawaris*, (Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2015), hlm. 215 – 220.

¹¹⁵ Riza Afrian Mustaqim, “Pandangan ...”, hlm. 100.

¹¹⁶ <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/fikih> diakses 11 Juli 2019 pukul 12.55 WIB.

¹¹⁷ <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kontemporer> diakses 11 Juli 2019 pukul 13.00 WIB.

¹¹⁸ Muhammad Azhar, *Fiqh Kontemporer dalam Pandangan Neomodernisme Islam*, (Yogyakarta: Lesiska, 1996), hlm. 10.

Adalah sejarah perkembangan hukum Islam (*tarīkh al-tasyrī'*) yang mempelajari perkembangan fikih. Menurut Norman J. Coulson yang dikutip oleh Mun'im A. Sirry, hukum Islam berbeda dengan hukum Romawi yang terbatas perkembangannya, hukum Islam berkembang dalam bentuk formulasi akademik dan skema alternatif untuk suatu kebutuhan praktis.¹¹⁹ Mun'im A. Sirry selanjutnya membagi fikih Islam dalam enam periode.

Periode pertama adalah masa kenabian. Walaupun era ini merupakan waktu turunnya syariat, namun keberhasilan Nabi dan para sahabatnya dalam menyikapi berikutnya.

Periode kedua adalah era *Khulafāu al-Rāsyidīn*, pada periode ini perkembangan fikih masih tetap sama seperti periode pertama, meskipun perkembangan Islam yang banyak dianut oleh orang selain Arab, sehingga menuntut adanya perkembangan kajian fikih. Kajian terhadap fikih lebih terasa ketika Abu Bakar berinisiatif untuk mengumpulkan al-Quran dan Usman yang menerbitkan bacaannya.

Periode ketiga adalah era sahabat kecil dan tabiin. Perkembangan fikih pada periode ini dilatarbelakangi oleh perluasan wilayah Islam, hal ini terlihat dari adanya dua aliran besar, yaitu kecenderungan ahli hadis di Hijaz dan kecenderungan ahli *al-ra'y* (pemikiran) di Irak.¹²⁰

¹¹⁹ Norman J. Coulson, *A History of Islamic Law*, Edinburgh, 1964, hlm. 82. Dalam Mun'im A. Sirry, *Sejarah Fiqih Islam: Sebuah Pengantar*, (Surabaya: Risalah Gusti, 1996), hlm. 19.

¹²⁰ Mun'im A. Sirry, *Sejarah Fiqih Islam: Sebuah Pengantar*, (Surabaya: Risalah Gusti, 1996), hlm. 20.

Periode keempat adalah era keemasan. Seiring dengan perkembangan gerakan ilmiah dan kodifikasi ilmu dalam Islam, *tsarwah al-fiqhiyyah* (kekayaan fikih) mencapai puncaknya, yang ditandai dengan munculnya empat mazhab fikih dalam Islam. Hal lain yang menjadi pencapaian dalam periode ini adalah mulai dirintis penulisan tafsir, hadis, fikih, dan usul fikih.

Periode kelima adalah era kejumudan dan stagnasi. Periode ini dikenal karena munculnya fatwa yang berbunyi “pintu ijtihad telah tertutup” dan fanatisme terhadap mazhab-mazhab tertentu.

Periode keenam adalah era kebangkitan kembali. Kebangkitan kembali fikih dimulai sekitar abad ke-13 H / abad ke-20 M hingga saat ini. Corak yang ada pada periode ini adalah menghadirkan fikih ke zaman baru yang sesuai dengan zaman, dapat menjawab bagi setiap permasalahan terkini dengan sumber asli, menghapus taklid, dan menipisnya fanatisme mazhab.¹²¹ Periode ini pula yang penulis maksud sebagai periode fikih kontemporer.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa fikih kontemporer adalah penyebutan periode perkembangan fikih yang dimulai sejak sekitar abad ke-13 H hingga sekarang.

¹²¹ Rasyad Hasan Khali, *Tarikh Tayri': Sejarah Legislasi Hukum Islam*, terj. oleh Nadirsyah Hawari, (Jakarta: Amzah, 2015), hlm. 131.

2. Latar Belakang Muncul Fikih Kontemporer

Fenomena-fenomena yang terjadi pada akhir ke-12 dan 13 H berupa dampak perkembangan yang terjadi di dunia Barat terhadap dunia Islam. Tidak sedikit pikiran-pikiran Barat yang masuk ke dalam dunia Islam dikarenakan kekalahan dunia Islam dalam bidang politik dan kekuasaan.¹²²

Hal-hal yang secara perlahan namun pasti menggerus pola pikir dunia Islam menjadi pemantik bagi para pemikir di kalangan Islam, sehingga dirasa perlu adanya perkembangan dunia fikih untuk menjawab kebutuhan jaman. Kesadaran para pemikir muslim dalam membangkitkan kembali fikih adalah upaya dalam menjawab tantangan jaman yang sangat dipengaruhi oleh renaisans dunia Barat. Kebangkitan fikih merupakan keniscayaan, karena apabila fikih tidak menjawab fenomena-fenomena kontemporer dapat terjadi kejumudan dan stagnasi fikih yang pada akhirnya berpengaruh kepada ketidakstabilan masyarakat Islam.¹²³

3. Ruang Lingkup Fikih Kontemporer

Kajian fikih kontemporer meliputi hal-hal kontemporer (terkini) yang pada dasarnya memang ditemukan dan dikembangkan secara masif oleh dunia Barat dan berdampak signifikan terhadap tatanan sosial masyarakat Islam. Adapun aspek-aspek kajian fikih kontemporer adalah:

- a. Aspek hukum keluarga
- b. Aspek ekonomi
- c. Aspek pidana

¹²² Mun'im A. Sirry, *Sejarah ...*, hlm. 150.

¹²³ Mun'im A. Sirry, *Sejarah ...*, hlm. 150 - 152.

- d. Aspek kewanitaan
- e. Aspek medis
- f. Aspek teknologi
- g. Aspek politik
- h. Aspek yang berkaitan dengan pelaksanaan ibadah.¹²⁴

¹²⁴ Muhammad Azhar, *Fiqh ...*, hlm. 22 - 24.

BAB III

OBSERVATORIUM BOSSCHA DAN *STANDARD OPERATING PROCEDURE* (SOP) PENGAMATAN HILAL OBSERVATORIUM BOSSCHA SEBAGAI REPRESENTASI SAINS

A. Sejarah Observatorium Bosscha

1. Perkembangan Astronomi di Belanda

Observatorium Bosscha yang dibangun pada masa penjajahan Belanda sangat dipengaruhi oleh perkembangan Astronomi di negeri asal para penjajah. Astronomi menjadi salah satu cabang ilmu pengetahuan yang berkembang pesat di Belanda. Sebagai contoh, perancangan teleskop pertama kali adalah oleh orang-orang Belanda pada tahun 1608.¹ Tidak hanya penemuan teleskop, di Belanda pula pertama kalinya manusia menemukan satelit planet Saturnus, Titan, serta mengamati lingkaran cincin Saturnus oleh Christian Huygens dan Constantijn Huygens pada tahun 1656.²

Negara Belanda juga adalah negara pertama di Eropa yang memiliki observatorium untuk pengamatan langit pada tahun 1633, yaitu Observatorium Universitas Leiden yang masih aktif hingga sekarang.³

¹ Penemu teleskop pertama yang dipatenkan adalah atas nama James Metius, Zacharias Jansen, dan Hans Lippershey. Lihat Phyllis Allen "Problems Connected with the Development of the Telescope (1609-1687)." *Isis*, vol. 34, no. 4, 1943, hlm. 302–311. Dalam JSTOR, www.jstor.org/stable/225634. Diakses 8 Mei 2019 pukul 16.25 WIB.

² Fokko Jan Dijksterhuis, *Lenses and Waves: Christian Huygens and Mathematical Science of Optics in the Seventeen Century*, (Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2004), hlm. 52.

³ <https://www.universiteitleiden.nl/en/science/astronomy> diakses 8 Mei 2019 pukul 16.10 WIB.

Terdapat dua universitas lain yang diwajibkan oleh Pemerintah Kerajaan Belanda dan disubsidi untuk melangsungkan pendidikan dan penelitian di bidang astronomi yaitu Universitas Utrecht dan Universitas Groningen.⁴

Minat yang besar dalam bidang astronomi membuat para astronom Belanda melakukan pengamatan tidak hanya di Eropa, tetapi meluas sampai ke negara koloni Belanda. Hal ini menguntungkan Belanda, karena dari hasil pengamatan dan penelitian di negara koloni didapatkan pemetaan wilayah dan penempatan lokasi komoditas. Kegiatan ini juga mengungkap pengamatan langit selatan yang belum banyak ditemukan. Dan Belanda adalah satu-satunya negara yang belum memiliki observatorium dan pengamatan di wilayah Langit Selatan.⁵

2. Pembangunan Observatorium Bosscha

Dalam pembangunan Observatorium Bosscha, ada dua nama yang menjadi tokoh sentral, yaitu Joan George Erardus Gijsbertus Voute, dan Karel Albert Rudolf Bosscha. Voute merupakan astronom Belanda kelahiran Madiun 7 Juni 1879. Voute menempuh pendidikan teknik di Institut Teknologi Delft, dan kemudian bekerja di Observatorium Leiden pada tahun 1908.⁶ Sedangkan Bosscha adalah seorang *preanger planters*⁷

⁴ Robert H. Sanders, *Revealing the Heart of the Galaxy: The Milky Way and Its Black Holes*, Cambridge University Press, 2014, hlm. 13. 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, hlm. 15.

⁵ Lewis Pyenson, *Empire of Reason: Exact Sciences in Indonesia*. 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, hlm. 16.

⁶ D. J. K. O'Connell, "Joan George Erardus Gijsbertus Voute" dalam *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, Vol. 5, 1964. Hlm. 296.

kelahiran Den Haag 15 Mei 1865, yang tidak menyelesaikan studinya di Institut Teknologi Delft.

a. Joan George Erardus Gijsbertus Voute

Voute memiliki ketertarikan untuk mengamati langit selatan karena dia memiliki anggapan bahwa penelitian astronomi di belahan Bumi selatan masih kurang, dikarenakan jumlah observatorium dan *observer* yang masih kurang. Akhirnya berkat bantuan dari astronom Groningen, Jacobus Kapteyn akhirnya Voute dapat melakukan pengamatan di Observatorium Cape of Good Hope, Afrika Selatan. Voute menghabiskan waktu selama 6 tahun sejak tahun 1913 di Afrika Selatan dan berhasil menyusun katalog bintang yang berjumlah 2071 bintang dari beberapa sumber di observatorium tersebut.⁸

Pada tahun 1919 akhirnya Voute kembali ke tanah kelahirannya, Indonesia. Voute diterima bekerja di *Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium* (KMMO) di Weltevreden, Batavia. Voute diminta oleh Kepala Direktur KMMO untuk melakukan pengamatan menggunakan teleskop yang dimiliki oleh institusi tersebut. Namun, selama melakukan pengamatan di KMMO, Voute merasa bahwa pengamatan yang dilakukannya kurang baik, dan akhirnya meminta saran kepada Kepala Observatorium Leiden, H. G.

⁷ *Precanger planters* adalah sebutan bagi pengusaha perkebunan di wilayah Priangan / Jawa Barat, lihat Her Suganda, *Kisah Para Precanger Planters*, (Jakarta: Kompas, 2014).

⁸ Jhon B. Hearnshaw, *The Analysis of Starlight: Two Centuries of Astronomical Spectroscopy*, Cambridge University Press, 2014, hlm 107. 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, hlm. 19.

van de Sande Bakhuyzen dan Willem de Sitter untuk membangun observatorium di Hindia Belanda yang terpisah dengan KMMO dan berrelasi dengan Observatorium Leiden.⁹



Gambar 3.1. Joan George Erardus Gijsbertus Voute¹⁰

b. Karel Albert Rudolf Bosscha

Karel Albert Rudolf Bosscha merupakan pengusaha teh yang memiliki perhatian cukup besar terhadap ilmu pengetahuan. Ru panggilan akrab K.A.R. Bosscha mengadu nasib untuk pergi ke Hindia Belanda pada tahun 1887 karena kecewa atas kegagalannya

⁹ Lewis Pyenson, *Empire of Reason: Exact Sciences in Indonesia*. 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, hlm. 19.

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Joan_Vo%C3%BBte diakses 8 Mei 2019 pukul 16.00 WIB.

menyelesaikan studi di Institut Teknologi Delft, Belanda.¹¹ Di Hindia Belanda, Ru menjadi saudagar teh yang sangat sukses, tercatat bukan hanya perkebunan teh Malabar yang dikelola oleh Ru, ada perusahaan-perusahaan lain seperti perkebunan Wanasoeka, Taloen, Radjamandala, Selecta, bahkan pabrik karet di Bandung, serta perusahaan pabrik peti Kistenfabriek.¹²

Dengan kekayaan yang begitu melimpah, Ru menjadi seorang filantropis yang sangat ringan tangan. Banyak peninggalan Ru yang masih dimanfaatkan sampai sekarang, terutama di daerah Bandung dan sekitarnya, seperti *Technische Hoogeschool* (THS) yang sekarang menjadi ITB, *Neutraleschool* di Pasteur yang sekarang menjadi Biofarma, *Gouvernements Hogere Burger School* (HBS) yang sekarang bangunannya digunakan oleh SMA 3 dan SMA 5 Bandung, Lembaga Tuli (*Dooftstommen Instituut*), Lembaga Buta (*Blinden Instituut*), dan Bala Keselamatan (*Lager des Heils*) di Bandung pun tidak lepas dari sumbangsuhnya. Di luar Bandung Ru mendirikan Rumah Perawatan Lepra (*Bosscha Lepra Lict*) di Pelantungan, Jawa Tengah. Tidak lupa bangunan yang menyandang nama keluarganya, Observatorium Bosscha merupakan maha karya peninggalan Ru yang masih dan akan terus dimanfaatkan.¹³

¹¹ Ridwan Hutagulung (ed.), *Lebih Dekat dengan Karel Albert Rudolf Bosscha*, (Jakarta: Penerbit BPPI, 2014), hlm. 23.

¹² Ridwan Hutagulung (ed.) *Lebih ...*, hlm. 27.

¹³ Ridwan Hutagulung (ed.) *Lebih ...*, hlm. 27 – 29.



Gambar 3.2. Karel Albert Rudolf Bosscha¹⁴

Perancangan pembangunan Observatorium Bosscha pertama kali dibicarakan secara resmi pada rapat pertama *Nederlandsch-Indische Sterrenkundige Vereeniging* (NISV) atau Perhimpunan Astronomi Hindia-Belanda pimpinan Karel Albert Rudolf Bosscha yang bertempat di Hotel Homann Bandung pada tanggal 12 September 1920.¹⁵ Pada saat itu Bosscha menjanjikan akan membelikan teropong tercanggih pada masanya untuk observatorium. Janji Bosscha ini dilatarbelakangi oleh pesan Johannes Bosscha ayah dari K.A.R. Bosscha yang berpesan pada putranya pada tahun 1902.¹⁶ Adapun jajaran Dewan Direksi dalam NISV adalah sebagai berikut:

Presiden Kehormatan : Letnan Jenderal H. N. A. Swart

Anggota Kehormatan : Laksamana W. J. G. Umbgrove

14

<http://collectie.wereldculturen.nl/default.aspx?idx=ALL&field=&search=60027525#/query/1148b8fb-24d0-4883-8ec4-13975500f205> diakses 8 Mei 2019 pukul 16.10 WIB.

¹⁵ Ridwan Hutagulung (ed.) *Lebih ...*, hlm. 37.

¹⁶ Ridwan Hutagulung (ed.) *Lebih ...*, hlm. 35 - 37

Ketua : K. A. R. Bosscha
 Sekretaris : R. A. Kerkhoven
 Anggota : Dr. C. Braak, M. H. Damme, J. I. van Houten,
 Prof. J. Klopper, E. G. Wesselink, E. A. Zeilinga¹⁷

Tujuan dari berdirinya NISV sebagaimana tertuang dalam statutenya adalah untuk membangun dan memelihara observatorium di Hindia Belanda, dan mempromosikan ilmu astronomi di Hindia Belanda. Untuk memenuhi kebutuhannya, NISV menjadi wadah untuk mempersiapkan dan menampung dana untuk pembangunan observatorium.¹⁸

Pembangunan observatorium di Lembang yang terpisah dari KMMO pun mulai dikerjakan. Bangunan rumah teleskop dengan bentuk atap kubah putih dibangun sejak tahun 1922. Bangunan ini dirancang oleh arsitek kenamaan Hindia Belanda Prof. C. P. Wolf Schoemaker, sedangkan struktur fondasinya dikerjakan oleh kontraktor *De Hollandsche Beton-Maatschappij* di bawah pengawasan Biro Bangunan *Staatsspoor (SS)*.¹⁹ Bangunan kubah putih ini menjadi rumah bagi teleskop *double refractor* Carl Zeiss pemberian K. A. R. Bosscha.

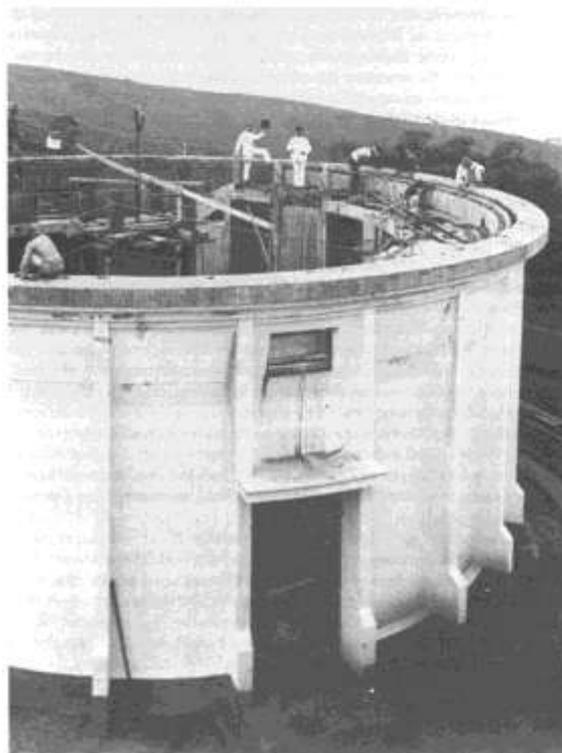
Setelah sebagian bangunan dalam kompleks Observatorium Bosscha rampung dibangun, akhirnya pada tanggal 1 Juni 1923 Observatorium

¹⁷ *Nederlandsh Indische Sterrenkundige Vereeniging Jaarverslag over 1920-1921*, Nederlandsh Indische Sterrenkundige Vereeniging, hlm. 3.

¹⁸ J. Voute, "Bosscha Sterrenwacht: Intoduction", dalam *Annalen van der Bosscha Sterrenwacht te Lembang (Java)* Vol I, 1933, hlm. 7.

¹⁹ Her Suganda, *Wisata Parijs van Java: Sejarah, Peradaban, Seni, Kuliner, dan Belanja*, Penerbit KPG, 2011, hlm. 29. 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, hlm. 27.

Bosscha dibuka oleh Gubernur Jenderal D. Fock pada kunjungan resminya. Kunjungan resmi rombongan Gubernur Jenderal D. Fock diterima oleh K. A. R. Bosscha, Prof. J. Klopp selaku sekretaris NISV, dan Dr. Ir. J. Voute yang ditunjuk sebagai direktur pertama Observatorium Bosscha.²⁰ Walaupun pada saat itu teleskop refraktor ganda Zeiss yang menjadi ikon Observatorium Bosscha belum terpasang.



Gambar 3.3. Pembangunan Observatorium Bosscha²¹

²⁰ “De Sterrenwacht van Indie”, dalam *Hemel en Dampkring*, 10 Oktober 1931, hlm. 5. 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, hlm. 27.

²¹ Tri L. Astraatmadja, “Permulaan Tradisi Independen Astronomi di Indonesia: Sejarah Observatorium Bosscha 1919 - 1939”, dalam <https://langitselatan.com/2011/10/17/permulaan-tradisi-independen-astronomi-di-indonesia-sejarah-observatorium-bosscha-1919-1939/>, diakses 8 Mei 2019 pukul 16.45 WIB.

K. A. R. Bosscha baru menyerahkan teleskop refraktor ganda Zeiss kepada NISV sebagai pengelola observatorium pada tanggal 7 Juni 1928 yang disaksikan oleh Gubernur Jenderal Jhr. Mr. A. C. D. de Graeff. Pada saat itu pulalah K. A. R. Bosscha diangkat sebagai *Commandeur Orde van Oranje Nassau* atas partisipasi dan kedermawanannya di bidang perkebunan, industri, dan ilmu pengetahuan.²² Namun beberapa bulan setelah peresmian tersebut, K. A. R. Bosscha meninggal dunia, tepatnya pada tanggal 26 November 1928 di perkebunan teh miliknya di Pangalengan, dikarenakan terinfeksi tetanus setelah jatuh dari kuda kesayangannya.²³

Sepeninggal Bosscha, observatorium masih dikelola oleh NISV. Ketika tahun 1942, saat Jepang mengambil alih kekuasaan Indonesia, Observatorium Bosscha berada di bawah kendali militer Jepang, dan Masashi Miyaji diangkat menjadi direktur observatorium.²⁴ Akhirnya setelah Perang Dunia II selesai dan Jepang mengaku kalah, Observatorium Bosscha dikembalikan kepada Voute. Sampai akhirnya pada 18 Oktober 1951 NISV secara resmi menyerahkan Observatorium Bosscha kepada Pemerintah Indonesia yang diwakili oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia, Mr. Wongsonegoro. Pemerintah Indonesia

²² “Een Verdiende Onderscheiding”, *Nieuwe Rotterdamse Courant*, 1928. 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, hlm. 28.

²³ Ridwan Hutagulung (ed.) *Lebih ...*, hlm. 39.

²⁴ Willem Wamsteker, Rudolf Albrecht, Hans J. Haubold (editor), *Developing Basic Space Science World-Wide: A Decade of UN/ESA Workshops*. 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, hlm. 43.

kemudian menyerahkan Observatorium Bosscha kepada Universitas Indonesia di bawah Fakultas Ilmu Alam dan Ilmu Pasti.²⁵

Pada tahun 1959, melalui Peraturan Pemerintah no. 6 tahun 1959 tentang pendirian Institut Teknologi Bandung menyebutkan bahwa ITB merupakan gabungan atas Fakultas Teknik dan Fakultas Ilmu Pasti dan Ilmu Alam Universitas Indonesia.²⁶ Hal ini menjadi dasar bahwa Observatorium Bosscha yang berada di bawah FIPIA UI menjadi milik Departemen Ilmu Pasti dan Ilmu Alam Institut Teknologi Bandung. Hingga saat ini Observatorium Bosscha berada di bawah naungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung.

Setelah berdiri selama 96 tahun Observatorium Bosscha telah berganti direktur sebanyak 13 kali, yaitu:

Tahun Menjabat	Nama Direktur
1923 – 1940	Dr. Joan Voute
1940 – 1942	Dr. Aernout de Sitter
1942 – 1946	Prof. Dr. Masashi Miyaji
1946 – 1949	Prof. Dr. J. Hins
1949 – 1958	Prof. Dr. Gale Bruno van Albada

²⁵ “Overdracht van Sterrenwacht”, dalam *Aid de Preangerbode*, 1951. Dalam Adi Suyudi, *Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia*, Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018, hlm. 39.

²⁶ Peraturan Pemerintah No. 6. Tahun 1959 tentang Pendirian Institut Teknologi Bandung

1958 – 1959	Prof. Dr. O. P. Hok dan Santoso Nitisastro (pejabat sementara)
1959 – 1968	Prof. Dr. The Pik Sin
1968 – 1999	Prof. Dr. Bambang Hidayat
1999 – 2004	Dr. Moedji Raharto
2004 – 2006	Dr. Dhani Herdiwijaya
2006 – 2010	Dr. Taufiq Hidayat
2010 – 2012	Dr. Hakim Luthfi Malasan
2012 – 2018	Dr. Mahasena Putra
2018 – Sekarang	Premana W. Premadi, Ph. D. ²⁷

Tabel 3.1. Daftar Direktur Observatorium Bosscha

B. Tugas dan Fungsi Observatorium Bosscha

Keberadaan Observatorium Bosscha sebagai Perangkat Penunjang Akademik di bawah Satuan Akademik tertuang dalam Peraturan Pemerintah nomor 155 tahun 2000 tentang Penetapan Institut Teknologi Bandung sebagai Badan Hukum Milik Negara pada bab X pasal 44 ayat 6. Adapun yang dimaksud dengan Satuan Akademik adalah satu-satunya lembaga dalam institut yang menyelenggarakan kegiatan akademik yang terdiri dari kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Satuan Akademik juga merupakan wahana yang menciptakan peluang bagi setiap insan untuk mengembangkan diri

²⁷ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/> diakses 28 April 2019 pukul 12.37 WIB.

menjadi manusia yang berbudaya dan cerdas, mengembangkan pengetahuan baru, dan inovasi yang bernilai tinggi.²⁸

Observatorium Bosscha sebagai sarana pendidikan bagi mahasiswa Institut Teknologi Bandung secara umum dan program studi astronomi secara khusus di bawah naungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam menjadi pusat pengembangan ilmu astronomi, kegiatan perkuliahan dan praktik astronomi bagi mahasiswa dilakukan di sini.

Observatorium Bosscha berfungsi juga sebagai pusat penelitian dan pengembangan terkait ilmu astronomi. Tidak hanya untuk civitas akademika Institut Teknologi Bandung saja, bagi mahasiswa dari universitas lain pun dapat melakukan penelitian di Observatorium Bosscha sejauh tema penelitian yang dilakukan sejalan dengan keberadaan Observatorium Bosscha. Observatorium Bosscha juga beberapa kali menyelenggarakan kolokium yang membahas dan menghimpun hasil penelitian. Hasil dari kolokium dan penelitian dari mahasiswa maupun dosen disimpan untuk melengkapi koleksi perpustakaan Observatorium Bosscha.

Untuk tugas pengabdian kepada masyarakat, Observatorium Bosscha membuka kunjungan terbatas bagi masyarakat umum. Untuk kunjungan instansi dari hari Selasa sampai hari Jumat, khusus hari Sabtu diperuntukkan bagi kunjungan keluarga. Observatorium Bosscha pun membuka kunjungan malam atau biasa disebut dengan Malam Umum Bosscha, perbedaan dengan kunjungan di siang hari, pada malam umum Bosscha selain disajikan presentasi dari para

²⁸ Peraturan Pemerintah nomor 155 tahun 2000 tentang Penetapan Institut Teknologi Bandung sebagai Badan Hukum Milik Negara.

astronom, pengunjung pun dapat mengamati benda-benda langit menggunakan beberapa teleskop yang disediakan oleh Observatorium Bosscha. Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha tidak hanya berupa kunjungan namun juga berupa pelatihan Hisab Rukyat, persiapan Olimpiade Astronomi Nasional dan Internasional, juga Astrocamp yang diselenggarakan pada waktu liburan sekolah untuk siswa agar menambah minat dan pengetahuan di bidang astronomi.²⁹

C. Fasilitas yang Dimiliki oleh Observatorium Bosscha

Observatorium Bosscha sebagai tempat penelitian benda-benda langit dilengkapi dengan fasilitas yang mendukung kegiatan penelitian dan pendidikan astronomi berupa instrumen pengamatan, teleskop dan fasilitas penunjang yang lain. Untuk teleskop, dibagi pada dua status, status aktif dan status tidak aktif. Fasilitas-fasilitas yang dimiliki Observatorium Bosscha yaitu:

1. Teleskop dengan status aktif
 - a. Teleskop Refraktor Ganda Zeiss

Teleskop yang menjadi ikon Observatorium Bosscha ini memiliki diameter lensa 0.6 m dan panjang fokus 10.8 m. teleskop yang kini telah berusia 90 tahun masih berfungsi dengan baik, dengan perawatan yang konsisten. Sejak awal 1990-an teleskop ini dilengkapi dengan teknologi detektor digital untuk menambah sensitivitas pengamatan.³⁰

²⁹ Siti Larissa Sarasvati Effendi, "Potensi Pengembangan Eko-Edu Wisata di Kawasan Observatorium Bosscha", *Tugas Akhir* Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan Institut Teknologi Bandung, 2012, hlm. 51 – 52.

³⁰ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

b. Bosscha Robotic Telescope (BRT)

Teleskop paling muda yang dimiliki oleh Observatorium Bosscha ini sudah dapat dijalankan secara otomatis dan beradaptasi dengan kondisi langit dan lingkungan, teleskop ini pun dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan sambungan internet.³¹

c. Teleskop STEVia

Teleskop STEVia (*Survey Telescope for Exoplanet and Variable star*) adalah sistem teleskop yang bertugas melakukan pengamatan survey pada gugus bintang untuk mencari eksoplanet dan bintang variabel baru. Teleskop ini juga telah dilengkapi dengan sistem kendali komputerisasi dan kendali jarak jauh.³²

d. Teleskop GAO-ITB RTS

Teleskop hasil kerjasama antara Gunma Astronomical Observatory (GAO) dan Institut Teknologi Bandung (ITB) ini dilengkapi dengan Remote Telescope System. Teleskop ini dapat digerakkan langsung dari Jepang untuk keperluan pendidikan.³³

e. Teleskop Surya

Teleskop yang difungsikan untuk mengamati Matahari ini merupakan set teleskop Coronado yang dilengkapi dengan 3 filter berbeda untuk mengamati Matahari pada 3 panjang gelombang

³¹ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

³² <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

³³ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

berbeda yaitu H-alpha, Kalsium II, dan cahaya putih yang ditujukan untuk mengamati bintik hitam Matahari.³⁴

f. Teleskop Portable

Teleskop yang memiliki mobilitas tinggi sehingga dapat dipindah dari satu tempat ke tempat lain ini difungsikan untuk kegiatan praktikum mahasiswa, kerja praktik seperti pengamatan hilal dan gerhana, juga untuk kegiatan layanan publik.³⁵

2. Teleskop dengan status tidak aktif

a. Teleskop Refraktor Bamberg

Teleskop Bamberg termasuk jenis teleskop refraktor yang ada di Observatorium Bosscha, dengan diameter lensa 0,37 m dan panjang fokus 7 m. Teleskop ini berada pada sebuah gedung beratap setengah silinder dengan atap geser yang dapat bergerak maju-mundur untuk membuka atau menutup. Teleskop ini selesai dipasang awal tahun 1929 dan digerakkan dengan sistem bandul gravitasi, yang secara otomatis mengatur kecepatan teleskop bergerak ke arah barat mengikuti bintang yang ada di medan teleskop sesuai dengan kecepatan rotasi bumi. Teleskop ini juga telah dilengkapi dengan detektor modern berupa kamera CCD.³⁶

b. Teleskop GOTO

Teleskop Goto berjenis reflektor yaitu menggunakan cermin sebagai pengumpul cahaya. Tepatnya, teropong ini berjenis reflektor

³⁴ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

³⁵ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

³⁶ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.00 WIB.

Cassegrain dengan diameter cermin utama 45 cm. Cermin utama yang berbentuk parabola memiliki panjang fokus 1,8 m dan cermin sekunder yang berbentuk hiperbola memiliki panjang fokus 5,4 m. Teleskop ini merupakan bantuan dari kementerian luar negeri Jepang melalui program ODA (*Overseas Development Agency*), *Ministry of Foreign Affairs*, pada tahun 1989. Teleskop ini merupakan teleskop pertama di Observatorium Bosscha yang sepenuhnya digerakkan dengan kontrol komputer dan telah dilengkapi dengan kamera CCD dan instrumen lain. Sistem kontrol teleskop ini pernah mengalami kerusakan dan kini telah sepenuhnya diganti dengan sistem kontrol yang *compatible* dengan PC biasa.³⁷

c. Teleskop Schimdt Bimasakti

Teleskop Bima Sakti diinstalasi pada tahun 1960 dan merupakan sumbangan dari UNESCO kepada Observatorium Bosscha. Teleskop jenis ini termasuk jarang di dunia. Teleskop Schmidt Bima Sakti mempunyai sistem optik Schmidt sehingga sering disebut Kamera Schmidt. Teropong ini mempunyai diameter lensa koreksi 51 cm, diameter cermin 71 cm, dan panjang fokus 127 cm. Perbandingan antara panjang fokus terhadap diameter lensa koreksi atau dikenal dengan f-ratio relatif paling kecil di antara teleskop-teleskop besar di Observatorium Bosscha. Angka ini besarnya 2,5, sehingga memang mirip dengan f-ratio kamera biasa. Karena itu, teropong Bima Sakti ini

³⁷ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, didapat dari staff Observatorium Bosscha.

juga dinamakan kamera langit cepat, sedangkan refraktor ganda Zeiss merupakan kamera yang lambat. Artinya, perlu waktu yang lebih lama untuk memotret obyek yang sama apabila menggunakan refraktor Zeiss.

d. Teleskop Radio Hidrogen 6 m

Teleskop ini bertujuan untuk pengamatan emisi hidrogen netral pada frekuensi 1420,4 MHz (panjang gelombang 21 cm) menjadi salah satu teleskop interferometri radio di Observatorium Bosscha. Pengambilan data kontinum bidang galaksi untuk mengetahui Brightness Temperature (T_b) terhadap pergeseran RA telah dilakukan sebagai bagian dari tugas akhir mahasiswa. Dalam cakupan wilayah dan waktu tertentu, pembuatan peta kontinum galaksi telah dilakukan.³⁸

e. Teleskop Radio 2.3 m

Teleskop radio Bosscha 2.3m adalah instrumen radio jenis SRT (Small Radio Telescope) yang didesain oleh Observatorium MIT-Haystack dan dibuat oleh Cassi Corporation. Teleskop ini bekerja pada panjang gelombang 21 cm atau dalam rentang frekuensi 1400-1440 MHz. Dalam rentang frekuensi tersebut terdapat transisi garis hidrogen netral, sehingga teleskop ini sangat sesuai untuk pengamatan hidrogen netral, misalnya dalam galaksi kita, Bima Sakti. Selain itu, teleskop ini dapat digunakan untuk mengamati obyek-

³⁸ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, didapat dari staff Observatorium Bosscha.

obyek jauh seperti ekstragalaksi dan kuasar. Matahari juga merupakan obyek yang menarik untuk ditelaah dalam panjang gelombang radio ini.³⁹

f. Teleskop Radio Jove

Teleskop radio JOVE tidak lain adalah teleskop radio hasil rancangan NASA Radio JOVE Project yang ditujukan untuk mengamati semburan radio dari Jupiter (*Jupiter noise storm*) serta semburan matahari Type III pada frekuensi 20,1 MHz. Teleskop ini menggunakan antena array berupa dual-dipole. Receiver dibuat bekerjasama dengan Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro, STEI, ITB.⁴⁰

3. Fasilitas penunjang lain

a. Perpustakaan

Ruang perpustakaan yang tahan api ini merupakan hibah dari R. A. Kerkhoven ketika pembangunan pada tahun 1923. Kini Perpustakaan Observatorium Bosscha memiliki koleksi buku sekitar 5000 eksemplar, juga koleksi jurnal dan publikasi sekita 20000 volume. Dengan koleksi tertua yaitu *Astronomica Danica* yang terbit tahun 1640.⁴¹

³⁹ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, didapat dari staff Observatorium Bosscha.

⁴⁰ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, didapat dari staff Observatorium Bosscha.

⁴¹ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.30 WIB.

b. Bengkel Teknik

Fasilitas bengkel teknik Observatorium Bosscha memiliki tugas untuk membuat keperluan-keperluan *custom* yang sesuai dengan kebutuhan para astronom di Observatorium Bosscha. Tugas yang dibebankan kepada bengkel teknik tidak hanya untuk membuat perlengkapan, namun juga bertugas untuk melakukan perawatan dan perbaikan teleskop.⁴²

c. Ruang Multimedia

Ruangan yang digunakan untuk demonstrasi publik ini dibangun pada tahun 1934. Ruangan ini memberikan layanan kunjungan sampai 600 orang per hari dengan agenda materi presentasi dari dosen dan mahasiswa Astronomi ITB.⁴³

d. Wisma

Untuk mendukung kelancaran penelitian atau kegiatan yang dihadiri oleh kalangan akademisi dari berbagai daerah, Observatorium Bosscha memiliki fasilitas menginap. Ada beberapa gedung yang biasa digunakan untuk menginap seperti Rumash Sirius, Rumah F, Rumah Kerkhoven, dan Rumah A.⁴⁴

WIB. ⁴² <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.30

WIB. ⁴³ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.30

WIB. ⁴⁴ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.30

e. Museum

Museum Observatorium Bosscha sebelumnya pernah dibuka untuk umum, namun sekarang statusnya sedang dalam tahap penyempurnaan. Museum ini berisi berbagai alat peraga astronomi modern dan klasik untuk keperluan pendidikan dan kunjungan.⁴⁵

D. Peran Observatorium Bosscha dalam Perkembangan Pengamatan Hilal di Indonesia

Observatorium Bosscha telah menyelenggarakan beberapa kegiatan untuk mendukung perkembangan ilmu falak khususnya di Indonesia. Kegiatan yang dimaksud terbagi menjadi tiga bagian. Pertama kegiatan yang diselenggarakan oleh Observatorium Bosscha atau Fakultas Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam dan bertempat di Observatorium Bosscha atau tempat lain. Kedua, kegiatan yang dilaksanakan oleh individu (staf atau kepala observatorium bosscha) sebagai undangan atau pemateri dalam pertemuan, pelatihan, pendidikan, seminar, temu kerja, dan evaluasi mewakili Observatorium Bosscha. Ketiga, berperan aktif dalam kegiatan literasi seperti membuat buku, makalah, artikel atau bahkan penelitian skripsi atau tesis yang dilakukan oleh mahasiswa Astronomi ITB, staf, maupun kepala Observatorium Bosscha.

⁴⁵ <https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/> diakses 1 Mei 2019 pukul 13.30 WIB.

Kegiatan yang telah diselenggarakan oleh Observatorium Bosscha baik bertempat di Observatorium Bosscha atau tempat lain untuk mengembangkan geliat hisab rukyat di Indonesia, antara lain adalah:

1. Pendidikan dan Pelatihan Hisab dan Rukyat Negara-Negara MABIMS Tahun 2000, bertempat di Observatorium Bosscha, Lembang, Bandung selama 26 hari sejak tanggal 10 Juli 2000 sampai dengan 5 Agustus 2000. Dalam kegiatan ini Observatorium Bosscha bekerja sama dengan Departemen Agama RI.

Dalam kegiatan ini terdapat 44 makalah yang dipaparkan oleh 29 pemateri, dan 8 orang dari 29 pemateri itu merupakan perwakilan dari Observatorium Bosscha. Materi yang dibahas oleh perwakilan Observatorium Bosscha mengenai kemampuan teknis astronomi seperti penggunaan kamera CCD untuk rukyatul hilal, orbit benda-benda langit, *the moon sighting*, umbra dan penumbra, gerhana, atmosfer, sistem koordinat astronomi, penggunaan *astronomical almanac*, astrofotografi, dan pengembangan rumus astronomi bola.⁴⁶

2. Seminar dan Workshop Nasional: Aspek Astronomi dalam Kalender Bulan dan Kalender Matahari di Indonesia, bertempat di Observatorium Bosscha, Lembang, Bandung pada 13 Oktober 2003.

Seminar ini terbagi pada 8 sesi: Sesi pertama adalah pembukaan.

Sesi kedua membahas mengenai aspek umum astronomi dan

⁴⁶ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Adi Suyudi *Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia*, Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018, hlm. 44.

kebijakan pemerintah terkait kalender di Indonesia. Sesi ketiga membahas mengenai kalender Matahari. Sesi keempat membahas mengenai rotasi Bumi, waktu standar, dan garis batas pergantian hilal. Sesi kelima membahas mengenai hisab menurut kitab klasik sampai astronomi modern. Sesi keenam membahas mengenai kebijakan ormas Islam dan sistem penanggalan Hijriyah. Sesi ketujuh membahas mengenai prospek penyatuan kalender Hijriyah. Sesi terakhir diisi dengan *workshop*.⁴⁷

3. Seminar Sehari Aspek Teoritis dan Observasi Astronomi Visibilitas Hilal, bertempat di Observatorium Bosscha, Lembang, Bandung pada tanggal 27 Mei 2006.

Ada tiga pembahasan yang dibahas pada seminar ini. Pembahasan pertama adalah “Aspek Terrestrial pada Penentuan Posisi Hilal” yang disampaikan oleh Suryadi Siregar perwakilan dari Kelompok Keahlian Astronomi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pembahasan yang kedua adalah “Siklus Metonik dan Implikasinya pada Parameter Visibilitas Hilal” yang disampaikan oleh Dr. Moedji Raharto. Pembahasan yang ketiga adalah “Tinjauan Astronomis Data Kesaksian Hilal di Indonesia dan Prospek Kriteria

⁴⁷ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Adi Suyudi *Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia*, Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018, hlm. 44.

Hisab Rukyat di Indonesia” yang disampaikan oleh Thomas Djamaluddin.⁴⁸

4. Seminar Nasional Hilal (Mencari Kriteria Visibilitas Hilal dan Penyartuan Kalender Islam dalam Perspektif Sains dan Syara), diselenggarakan oleh Kelompok Keilmuan Astronomi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Teknologi Bandung (ITB) di Observatorium Bosscha, Lembang, Bandung pada tanggal 19 Desember 2009

Seminar ini terdiri dari 5 sesi. Sesi pertama diisi beberapa materi tentang kriteria awal bulan hijriyah, yaitu “Studi Visibilitas Hilal dalam Periode 10 Tahun Hijriyah Pertama sebagai Kriteria Baru untuk Penetapan Awal Bulan-bulan Islam Hijriyah” yang disampaikan oleh Suwandojo Siddiq, “Faktor Penting dalam Penentuan Kriteria Hisab Rukyat” yang disampaikan oleh Thomas Djamaluddin, dan “Purnama: Parameter Baru Awal Bulan Qomariyah” yang disampaikan oleh Agus Purwanto. Sesi kedua diisi materi mengenai kalender hijriyah, yaitu “Takwim Hijriyah Menurut Kitab Nur al-Anwar: Sistem Penanggalan Islam Berdasarkan Hisab Hakiki bi al-Tahqiqi” yang disampaikan oleh Jayusman, “Kalender Islam: Sebuah Kebutuhan dan Harapan” yang disampaikan oleh Moedji Raharto, dan “Kalender Umm al-Qurra dengan Kriteria Baru sebagai Sistem Penanggalan Islam Universal:

⁴⁸ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Adi Suyudi *Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia*, Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018, hlm. 45.

Sebuah Studi atas Pemikiran Zakki al-Mustafa” yang disampaikan oleh Nur Aris. Sesi ketiga diisi materi tentang sistem informasi hisab rukyat, yaitu “Sistem Informasi Hisab-Rukyat” yang disampaikan oleh Taufiq Hidayat, “Peran Serta BMKG dalam Kegiatan Hisab dan Rukyat di Indonesia” yang disampaikan oleh Muhammad Husni, dan “Observasi Hilal 2007 – 2009 dan Implikasinya untuk Kriteria Visibilitas di Indonesia” yang disampaikan oleh Ma’rufin Sudibyo. Sesi keempat berisi tentang “Prosedur Sederhana Pengolahan Citra untuk Pengamatan Hilal” yang disampaikan oleh Dhani Herdiwijaya, “Garis Batas Bulan Baru yang Dinamis beserta Konsekuensinya” yang disampaikan oleh Cecep Nurwendaya, dan “*Mobile Observatory: Sarana Hisab Multi Fungsi*” yang disampaikan oleh Hendro Setyanto. Sesi terakhir diisi dengan 3 materi, yaitu “Seputar Awal Ramadhan, Awal Syawal, dan Idul Adha” yang disampaikan oleh A. Nuradnan Pramudita, “Menelusuri Pemikiran Muhammad Shawkat Odeh” yang disampaikan oleh Muh. Nashirudin, dan “Visibilitas Hilal Metonik” yang disampaikan oleh Moedji Raharto.⁴⁹

5. Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Data Hilal, diselenggarakan oleh Observatorium Bosscha bertempat di Observatorium Bosscha, Lembang, Bandung pada tanggal 13 – 14 Oktober 2018.

⁴⁹ Data dan dokumentasi Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Adi Suyudi *Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia*, Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018, hlm. 45.

Pelatihan ini ditujukan untuk civitas akademika Astronomi ITB dan diikuti oleh mahasiswa astronomi strata 1 (S1) dan strata 2 (S2). Dalam pelatihan ini diberikan 2 materi sebelum praktik dilakukan, materi pertama membahas tentang “Astronomi Posisi” yang dipresentasikan oleh Agus Triono P. J., dan materi kedua membahas tentang “Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming” yang dipresentasikan oleh Muhammad Yusuf. Setelah pemaparan materi, kegiatan selanjutnya adalah praktik menggunakan teleskop, dilanjutkan sesi olah data hilal.⁵⁰

6. Pengamatan Hilal yang dilakukan oleh peneliti Observatorium Bosscha yang bertempat di Observatorium Bosscha maupun di tempat lain di Indonesia. Kegiatan ini telah secara rutin dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha sejak tahun 2007 dan dilakukan untuk memberikan citra hilal yang dapat dipertanggungjawabkan di sidang isbat Kementerian Agama.⁵¹

E. *Standard Operating Procedure (SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha*

Pengamatan hilal yang dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha menggunakan teknik yang terus dikembangkan. Tercatat bahwa Observatorium

⁵⁰ <https://bosscha.itb.ac.id/2018/10/15/pelatihan-dasar-pengamatan-dan-olah-data-hilal/> diakses 1 Mei 2019 pukul 14.00 WIB.

⁵¹ <https://bosscha.itb.ac.id/penelitian/pengembangan-sistem-pengamatan-hilal> diakses 1 Mei 2019 pukul 14.30 WIB.

Bosscha telah secara rutin melaksanakan pengamatan hilal untuk keperluan awal bulan hijriyah sejak tahun 2007 dan mengalami evolusi teknik pengamatan.

Kini Observatorium Bosscha memiliki teknik dasar untuk pengamatan hilal yang telah disebarluaskan kepada mahasiswa astronomi ITB yang tertarik dengan pengamatan Bulan Sabit Muda ini. Teknik yang biasa digunakan oleh peneliti Bosscha ini menjadi materi utama yang disampaikan pada kegiatan “Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Data Hilal” yang disampaikan oleh Muhammad Yusuf, dengan judul materi “Teknik Dasar Pengamatan Hilal dan Streaming”.

Ketika penulis melakukan wawancara dengan Muhammad Yusuf, penulis memastikan bahwa ketika peneliti Observatorium Bosscha hendak mengamati hilal di tempat mana pun selalu menggunakan teknik yang sama, siapa pun pengamatnya.⁵² Hal ini yang menjadi pertimbangan penulis untuk menganggap bahwa materi yang disampaikan oleh Muhammad Yusuf dapat dikatakan sebagai SOP pengamatan hilal yang digunakan oleh Observatorium Bosscha.

Pengamatan yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha dengan memanfaatkan teknologi berupa astrofotografi sudah sejak lama dikembangkan. Adapun proses yang dilakukan sama dengan yang dilakukan oleh astrofotografer internasional. Jadi, adanya teknik ini bukan karena ramai diperbincangkan mengenai isu *ru'yat qabla al-gurub* seperti yang diinisiasi oleh Agus Mustofa.⁵³

Isi dari materi ini cukup lengkap menjelaskan tentang pengamatan hilal. Ada empat bahasan dalam materi ini. Pertama, latar belakang masalah dalam

⁵²Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha, 28 November 2018.

⁵³Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha, 28 November 2018.

pengamatan hilal. Kedua, instrumen yang digunakan dalam pengamatan hilal. Ketiga, teknik pengamatan dan pengolahan data. Dan keempat, streaming pengamatan hilal di internet.⁵⁴

1. Masalah yang Dihadapi dalam Pengamatan Hilal

Masalah yang sangat fundamental dalam pengamatan hilal adalah kontras.⁵⁵ Mata manusia memiliki keterbatasan dalam mengesani kontras yang rendah. Sedangkan sabit muda Bulan (hilal) yang sangat tipis sangat sulit sekali dibedakan terhadap langit latar depan.

Adapula masalah-masalah lain yang harus dihadapi oleh pengamat ketika hendak mengamati hilal adalah:

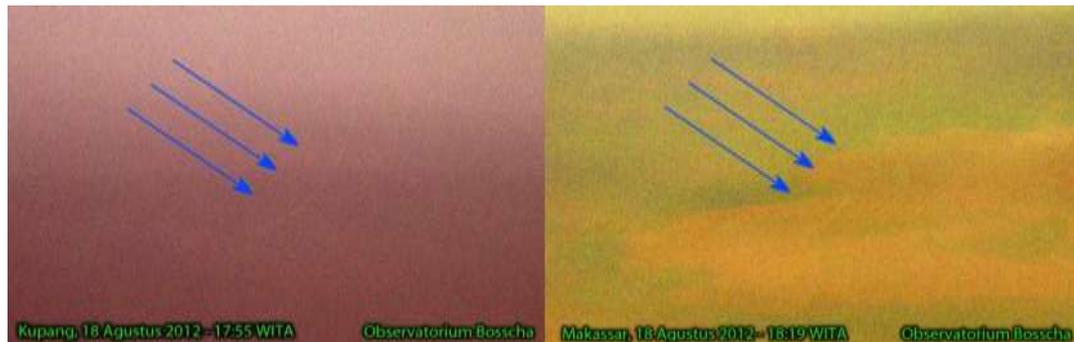
- i. Cahaya Bulan yang melewati atmosfer;
- ii. Ekstingsi atmosfer dan *seeing* yang terjadi di atmosfer;
- iii. Atmosfer Bumi yang diterangi oleh hamburan cahaya Matahari;
- iv. Elongasi yang sangat kecil antara Bulan dan Matahari;
- v. Posisi Bulan yang sangat rendah terhadap ufuk;
- vi. Kondisi cuaca yang terkadang kurang representatif;
- vii. *Set up* instrumen yang tidak baik.

⁵⁴ 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.

⁵⁵ Kontras dalam visual adalah sesuatu yang membuat sebuah objek atau representasi dari objek tersebut dalam bentuk gambar dapat dibedakan dari objek lain atau background. Kontras ditentukan oleh perbedaan dalam warna dan tingkat kecerahan dari objek yang satu dengan yang lainnya dalam jangkauan pandang yang sama. Lihat John Felix, “Penggunaan Kontras Warna dalam Fotografi”, *Jurnal Humaniora*, Vol. I, No. 2, Oktober 2010, hlm. 319.

Hal yang diperlukan dalam pengamatan hilal yang baik dan menghasilkan hasil yang memuaskan diperlukan instrumen, teknik observasi, dan pengolahan data yang tepat.⁵⁶

Contoh gambar hasil pengamatan oleh Observatorium Bosscha.



Gambar 3.4. Contoh Gambar Hilal⁵⁷

2. Instrumen

Instrumen yang diperlukan untuk pengamatan hilal adalah:

a. Teleskop

Ada beberapa klasifikasi yang harus dipenuhi untuk pengamatan hilal agar mendapatkan hasil yang memuaskan:

- i. Teleskop harus berkualitas tinggi, hal ini dapat dilihat dengan koreksi aberasi dan kontras yang baik.
- ii. Kombinasi antara panjang fokus teleskop dengan ukuran sensor harus sesuai agar medan pandang yang ditangkap tepat untuk diameter Bulan yang akan diambil citranya.

⁵⁶ 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.

⁵⁷ 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.

- iii. Diameter teleskop tidak boleh terlalu kecil agar daya pisah cukup besar, namun juga tidak boleh terlalu besar karena untuk proteksi terhadap hamburan cahaya yang tidak diinginkan.
- iv. Disarankan menggunakan refraktor apokromatik dengan diameter sekitar 80 sampai 120 mm.⁵⁸

b. *Mount*

Tidak hanya tabung teleskop yang memiliki persyaratan minimum, *mounting* atau pemikul juga memiliki persyaratan minimum untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, yaitu:

- i. Memiliki kemampuan “GOTO” / *pointing* dan *tracking* agar dapat mendeteksi dan mengikuti gerak Bulan dengan presisi.
- ii. Pemikul yang kokoh dengan kemampuan menahan beban yang baik.
- iii. Hampir semua *mounting* hanya dapat *tracking* pada sumbu RA (*right ascension*) atau pada sumbu sudut waktu saja, sedangkan Bulan bergerak pada 2 sumbu (RA dan deklinasi), sehingga diperlukan *mounting* yang memiliki kemampuan *tracking* yang mengakomodir keduanya.
- iv. Hampir semua *mounting* juga tidak memperhitungkan nilai efek refraksi ketika mengarah ke horizon.⁵⁹

⁵⁸ 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.

c. Kamera

Kamera yang digunakan untuk keperluan astrofotografi memiliki syarat-syarat tertentu yang berkaitan dengan pengolahan citra dan kelengkapan instrumen, yaitu:

- i. Berbasis CCD (*Charge Coupled Device*) agar hasil citra bersifat linear dan tidak terkompresi (hasil citra mentah/RAW).
- ii. Hanya memiliki 2 warna / monokrom, agar sensitivitas pada kamera lebih tinggi dan fleksibel dengan berbagai filter yang digunakan
- iii. Memiliki resolusi yang tinggi agar hasil *sampling*-nya baik.
- iv. Memiliki *frame rate* tinggi, hal ini diperlukan untuk pengolahan data dengan cara *stacking*. Semakin banyak citra yang diambil maka akan semakin baik hasil *stacking* yang akan didapatkan.⁶⁰

d. Filter

⁵⁹ 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.

⁶⁰ 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.

Filter atau penyaring digunakan untuk menepis cahaya yang tidak diinginkan. Harap menggunakan filter yang tidak terlalu kedap agar cahaya yang masuk ke sensor tidak berkurang terlalu banyak. Untuk pengamatan ketika langit masih terlihat biru direkomendasikan menggunakan filter merah gelap (Bessel I) atau IR (*infra red*).⁶¹

e. *Baffle*

Baffle yang dimaksud adalah alat tambahan yang dipasang pada teleskop untuk mencegah adanya hamburan cahaya dari arah samping yang masuk ke dalam medan pandang teleskop. Fungsi *baffle* tidak hanya untuk menangkis hamburan cahaya, *baffle* teleskop juga berfungsi untuk mengamankan kamera dari cahaya yang berlebih dan meningkatkan kontras, akan sangat berguna untuk mengamati hilal yang memiliki nilai elongasi kecil.⁶²

3. Teknik Pengamatan dan Pengolahan Data

Pengamatan yang baik adalah dengan persiapan yang matang. Ada beberapa hal yang harus dilakukan sebelum memulai pengamatan hilal. Pertama, menentukan lokasi dan waktu, lokasi yang baik adalah yang memiliki transparansi atmosfer, yaitu langit yang terlihat biru sampai ke ufuk. Ada beberapa penyebab atmosfer menjadi tidak representatif, seperti

⁶¹ 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.

⁶² 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.

ada awan, kabut, polusi, dan kelembapan yang terlalu tinggi. Oleh karena itu biasanya daerah yang tinggi menjadi lokasi yang lebih baik.⁶³

Kedua, melakukan *polar alignment* kepada teleskop yang akan digunakan. Hal ini sebuah keharusan agar *tracking* dan *pointing* yang dilakukan oleh *mounting* menjadi baik. Ada tiga metode yang bisa digunakan untuk melakukan *polar alignment*, menggunakan bintang sirkum polar, menggunakan bintang yang telah diketahui koordinatnya, dan *drift alignment*. Yang dimaksud dengan bintang sirkum polar adalah bintang yang posisinya tepat berada pada kutub langit atau bintang yang memiliki nilai deklinasi 90, yaitu bintang Polaris di Bumi bagian utara dan bintang Sigma Octanis (Polaris Australis) di Bumi bagian selatan. Teleskop yang memiliki kemampuan GOTO sudah menyimpan beberapa katalog benda langit, hal ini dapat dimanfaatkan untuk *polar alignment*, yaitu dengan cara arahkan teleskop ke bintang yang berada di daerah horizon, lalu koreksi sumbu vertikal *mounting* (sumbu lintang). Selanjutnya arahkan teleskop ke bintang yang berada di daerah meridian, lalu koreksi sumbu horizontal *mounting*. Lakukanklah secara berulang hingga mendapatkan hasil yang memuaskan. Fungsi *drift alignment* adalah mengkoreksi gerak *mounting* pada sumbu lintang dan azimuth, sehingga kesalahan *tracking* yang akan terjadi hanya pada arah deklinasi.⁶⁴

⁶³ 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.

⁶⁴ 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.

Setelah lokasi dan waktu dipilih, serta *mounting* teleskop yang sudah di-*polar alignment*, langkah selanjutnya adalah melakukan pengamatan. Ada lima tahapan yang harus dipenuhi dalam pengamatan hilal. Pertama *focusing*, pengamat harus terlebih dahulu memfokuskan lensa teleskop agar ketika mengarah ke hilal sudah tidak perlu lagi melakukan *focusing*, ada beberapa benda langit yang dapat digunakan sebagai acuan, seperti bintang matahari, tepian Matahari, planet terang, atau bintang terang. Hal yang harus diperhatikan ketika melakukan *focusing* adalah fokus teleskop akan berubah apabila ada perubahan temperatur, dan penambahan filter pada teleskop akan mengubah fokus.⁶⁵

Kedua, akurasi *pointing*. *Pointing* adalah kemampuan teleskop untuk mengarah ke satu benda langit. Untuk mengecek akurasi *pointing* teleskop sudah baik atau belum dapat menggunakan planet atau bintang terang sebagai acuan. Hal ini karena perubahan deklinasi pada benda-benda langit yang jauh bernilai sangat kecil sehingga baik untuk dijadikan acuan *pointing* teleskop. Lalu ketika *pointing* sudah dianggap baik, teleskop dapat diposisikan ke arah hilal berada.⁶⁶

Ketiga, pengaturan kamera. Kamera yang digunakan adalah kamera dengan sensor CCD, lalu pilih format RAW atau tanpa kompresi. Lalu pilih

⁶⁵ 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.

⁶⁶ 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.

mode video, mode video dipilih karena memiliki *gain* semakin kecil dan *frame per second* yang lebih cepat.⁶⁷

Keempat, pengambilan citra *flat*. Citra *flat* adalah citra medan datar yang berfungsi untuk mengoreksi permasalahan-permasalahan terkait dengan penjalaran cahaya dari depan teleskop, lensa, hingga ke detektor. Citra *flat* digunakan sebagai kalibrator untuk meningkatkan *Signal to Noise (S/N) ratio*. Cara untuk mendapatkan citra *flat* adalah dengan menggerakkan teleskop menjauh dari arah Matahari pada sumbu deklinasi sehingga mendapatkan citra langit biru, dan menggunakan pengaturan kamera yang sama dengan ketika pengambilan citra hilal.⁶⁸

Kelima, pengambilan citra objek (hilal). Ambil citra hilal sebanyak dan selama mungkin, hal ini dikarenakan semakin banyak citra yang didapat, semakin baik hasil pengolahan data yang diperoleh.⁶⁹

Setelah citra diambil, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Ada 5 prinsip atau tahapan pengolahan data, pertama pecah terlebih dahulu berkas video menjadi gambar tiap *frame*, lalu bersihkan setiap citra hasil pecahan menggunakan citra *flat*, tumpuk atau *stack* citra hasil pembersihan, menaikkan kontras, dan terakhir lakukan *sharpening* atau penajaman citra hilal. Setelah kelima hal tadi dilakukan, *output* yang akan didapat berupa

⁶⁷ 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.

⁶⁸ 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.

⁶⁹ 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.

gambar hilal yang baik.⁷⁰ Beberapa contoh gambar perbandingan citra mentah dan hasil penguatan kontras baik secara optik dan secara digital/pengolahan data:



Gambar 3.5. Perbandingan gambar Bulan dengan dan tanpa pembersihan⁷¹



Gambar 3.6. Perbandingan gambar Bulan dengan dan tanpa filter⁷²

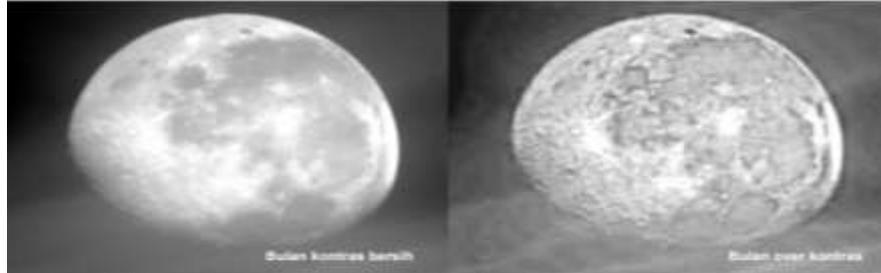


⁷⁰ Muhammad Yusuf, “Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming”, dipresentasikan pada kegiatan Pelatihan Dasar Pengamatan dan Olah Citra Data Hilal, Observatorium Bosscha tanggal 13 – 14 Oktober 2018.

⁷¹ 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.

⁷² 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.

Gambar 3.7. Perbandingan gambar Bulan dengan teknik *stacking*⁷³



Gambar 3.8. Perbandingan gambar Bulan dan kontrasnya⁷⁴

Ada beberapa *software* yang dapat digunakan untuk mengolah citra hilal, seperti Iris, Isis, GIMP, Photoshop, Deep Sky Stacker, dan lain sebagainya.⁷⁵ Untuk pengolahan data, tidak ditulis secara rinci dalam SOP, akan tetapi praktik secara langsung ketika pelatihan.

4. *Streaming*

Streaming merupakan metode transfer data yang memungkinkan data tersebut dapat langsung diakses secara langsung dan berkelanjutan tanpa mengunduh keseluruhan data. Dalam hal ini Observatorium Bosscha menampilkan secara langsung proses pengamatan hilal di halaman Youtube yang dapat diakses oleh siapa saja.⁷⁶

⁷³ 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.

⁷⁴ 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.

⁷⁵ 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.

⁷⁶ 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.

BAB IV

ANALISIS STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)

PENGAMATAN HILAL OBSERVATORIUM BOSSCHA

A. Analisis Hasil Pengamatan Menggunakan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha Perspektif Fikih Kontemporer

Teknik Pengamatan Hilal yang disusun oleh Observatorium Bosscha adalah teknik yang diadaptasi dari teknik dasar pengamatan dalam astronomi. Mulai dari penggunaan instrumen sampai pengolahan data, semuanya menggunakan teknik dasar pengamatan astronomi. Yang menjadi nilai khusus adalah objek yang diamati. Mengamati Hilal atau Bulan Sabit Muda setelah Matahari terbenam diperlukan beberapa kiat khusus agar mendapatkan hasil yang baik, karena mendapatkan hilal yang sangat tipis seperti mencari binatang buruan di dalam rawa yang lebat.

Masalah fundamental dalam pengamatan hilal adalah nilai kontras hilal yang sangat rendah yang harus dapat dideteksi oleh pengamat. Permasalahan kontras ini dipengaruhi oleh nilai elongasi¹ yang sangat kecil setelah konjungsi, posisi Bulan yang rendah terhadap ufuk, dan atmosfer Bumi yang diterangi oleh hamburan cahaya Matahari. Atmosfer Bumi pun menjadi masalah bagi pengamatan hilal, efek ekstingsi² dan *seeing*³ yang terjadi di atmosfer dapat mengganggu proses pengamatan hilal, begitu pun cuaca yang kurang baik.⁴

¹ Elongasi adalah sudut pada Bumi yang dibentuk oleh garis hubung antara suatu planet / benda langit dengan Bumi. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus ...*, hlm. 23.

² Efek Ekstingsi adalah efek pelemahan cahaya oleh atmosfer dikarenakan massa udara dalam atmosfer. Lihat F. Azzahidi, M. Irfan, dan J. A. Utama, "Pengukuran Kecerahan Langit

Untuk menyasati berbagai masalah yang dihadapi dalam pengamatan hilal, seorang pengamat harus mempersiapkan kapasitas diri sebagai pengamat hilal yang andal dengan dipersenjatai berbagai instrumen yang dapat membantu proses pengamatan. Penggunaan instrumen yang tepat dapat membantu pengamat untuk meningkatkan nilai kontras, baik secara optis maupun digital. Hal ini menjadikan hasil akhir pengamatan berupa citra hilal yang terdeteksi dan dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik. Walaupun pengamatan hilal sudah banyak dibantu dengan instrumen-instrumen modern, penentuan mengenai objek yang teramati adalah hilal atau bukan tetap di tangan manusia sebagai pengamat.

Penggunaan teleskop dalam SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha merupakan suatu kewajiban yang tidak bisa dikesampingkan. Kemampuan mata manusia yang terbatas sehingga sulit untuk mendeteksi hilal yang memiliki nilai kontras sangat rendah.⁵ Teleskop memiliki fungsi untuk mengumpulkan cahaya (*light gathering power / LGP*). Kemampuan mengumpulkan cahaya atau LGP berbanding lurus dengan luas penampang. Untuk perbandingan, teleskop dengan diameter objektif 100 mm dengan mata dengan bukaan pupil maksimum 8 mm adalah:

(Sky Brightness) Observatorium Bosscha Menggunakan Teleskop Portabel dan CCD, *Prosiding Seminar Himpunan Astronomi Indonesia*, (Bandung, 2011), hlm. 61.

³ Efek seeing adalah efek yang terjadi pada atmosfer Bumi yang disebabkan oleh turbulensi dan perbedaan indeks refraksi pada atmosfer yang menyebabkan benda langit terdistorsi. Lihat Cristobal Petrovich, *Optics of The Atmosphere and Seeing*, Department of Astrophysical Sciences, Princeton University, materi perkuliahan.

⁴ 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.

⁵ Muhammad Faishol Amin, Ketajaman Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal, dalam *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, Vol. 3, No. 2, 2017, hlm. 29.

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

$$\frac{\text{Teleskop}}{\text{Mata}} = 156,25$$

Selain kemampuan mengumpulkan cahaya, teleskop memiliki fungsi untuk membesarkan objek yang diamati. Nilai perbesaran (*magnification*) sebuah teleskop dihitung dengan rumus:

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

Kemampuan perbesaran teleskop berpengaruh terhadap luas medan pandang (*field of view / fov*) bagi pengamat. Untuk mengetahui luas medan pandang adalah dengan menggunakan rumus:

$$FOV_{\text{teleskop}} = \frac{FOV_{\text{eyepiece}}}{M}$$

Dalam SOP Observatorium Bosscha merekomendasikan teleskop jenis *refractor* dengan kemampuan apokromatik⁶ dengan diameter 80 – 120 mm. Sedangkan untuk panjang fokus tidak disebutkan, karena permasalahan panjang fokus yang akan digunakan untuk pengamatan hilal harus disesuaikan dengan luas sensor/detektor kamera yang digunakan. Hal ini agar lingkaran permukaan Bulan dapat teramati, Bulan apabila diamati dari permukaan Bumi memiliki diameter sekitar 30' busur. Oleh karena itu, medan pandang teleskop yang digunakan tidak

⁶ Teleskop dengan lensa sebagai media pengumpul cahaya memiliki kelemahan, yaitu aberasi kromatis. Aberasi kromatis merupakan efek yang terjadi pada pinggir objek yang berbeda warna dengan latar belakang pada gambar. Penggunaan lensa jenis apokromatik adalah untuk mengurangi efek aberasi kromatis dengan cara mengarahkan tiga gelombang cahaya ke titik fokus yang sama. Lihat <http://planetfacts.org/apochromatic-lens/> diakses 22 Mei 2019 pukul 19.45 WIB.

boleh kurang dari 30' busur, pun tidak boleh terlalu luas agar tetap fokus terhadap hilal yang akan diamati. Untuk mengetahui luas medan pandang teleskop yang dilengkapi kamera adalah dengan menggunakan rumus:

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

Untuk contoh, Observatorium Bosscha menggunakan Teleskop William Optics ZenithStar 66 SD Doublet APO yang memiliki panjang fokus 388 mm dan kamera ImagingSource DMK 41AU02.AS yang memiliki ukuran pixel $4,65\mu \times 4,65\mu\text{m}$ dan jumlah pixel 1280×960 .⁷ Maka untuk mengetahui luas medan pandangnya adalah sebagai berikut:

$$FOV = \frac{206265 \times 1280 \times 0,00465}{388}$$

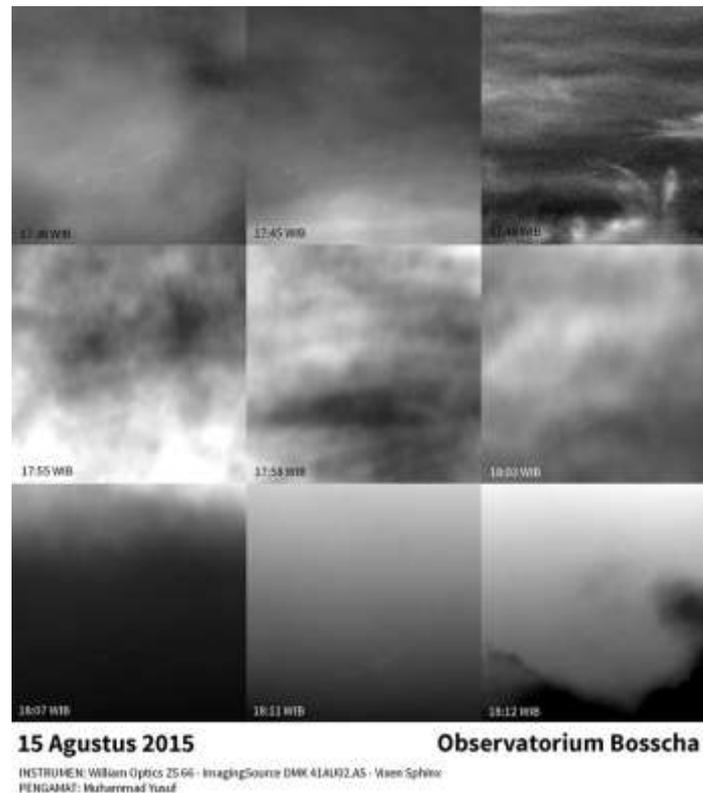
$$FOV = 52,7'$$

$$FOV = \frac{206265 \times 960 \times 0,00465}{388}$$

$$FOV = 39,5'$$

Maka, medan pandang dari set teleskop itu adalah $52,7' \times 39,5'$. Dan hasil citra yang didapatkan adalah sebagai berikut:

⁷ <https://www.theimagingsource.com/products/industrial-cameras/usb-2.0-monochrome/dmk41au02/> diakses 22 Mei 2019 pukul 20.00 WIB.



Gambar 4.1. Contoh Gambar Hilal⁸

Penggunaan tabung teleskop harus tepat fungsinya, untuk mengoptimalkan *budget* yang dimiliki. Jika objek yang akan diamati hanya Bulan, maka cukup menggunakan tabung teleskop yang relatif kecil, namun memiliki kualitas lensa yang baik. Tidak perlu menggunakan teleskop dengan panjang fokal yang besar.⁹

Instrumen selanjutnya yang harus dikuasai adalah *mounting*. *Mounting* atau pemikul merupakan bagian yang menjadi badan bagi teleskop dan berfungsi untuk mengarahkan tabung teleskop. Ada dua jenis *mounting* dari segi sistem koordinat yang digunakan sebagai acuan. Pertama, *mounting alt-azimuth* yang

⁸ <https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882453091803397/?type=3&theater> diakses 22 Mei 2019 pukul 20.20 WIB.

⁹ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

menggunakan sistem koordinat horizon¹⁰ sebagai acuan. Kedua, *mounting equatorial* yang menggunakan sistem koordinat ekuator¹¹ sebagai acuan.

Untuk pengamatan hilal, Observatorium Bosscha menggunakan *mounting* jenis *equatorial*. Seperti pada contoh pengamatan sebelumnya, untuk mengamati hilal digunakan *mounting* Vixen Sphinx yang berjenis *German Equatorial* dengan beban pikul maksimal 10 kg dan dilengkapi dengan kemampuan “GOTO”. Observatorium Bosscha menggunakan *mounting equatorial* karena *mounting* jenis ini melakukan *tracking* terhadap Bulan hanya pada sumbu sudut waktu saja, sehingga kemungkinan kesalahan akan lebih kecil, dibandingkan dengan pergerakan *mounting alt-azimuth* yang harus bergerak pada dua sumbu.¹²

Hal yang harus diperhatikan ketika menggunakan *mounting* jenis *equatorial* adalah pemasangan / *set up*. Pemasangan *mounting equatorial* harus tepat mengarah ke sumbu langit. Pemasangan seperti ini membutuhkan waktu cukup lama, dan langit malam yang jernih.¹³ Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang baik, pengamat diusahakan sudah memasang teleskop satu malam sebelum

¹⁰ Sistem koordinat horizon adalah sistem koordinat dengan dua sumbu, yaitu *altitude* (ketinggian) dan *azimuth* untuk benda langit yang berada di atas ufuk pengamat. Lihat Peter Duffett-Smith, *Practical Astronomy with Your Calculator*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1981), hlm. 29.

¹¹ Sistem koordinat ekuator adalah sistem koordinat yang didasari pada bidang ekuator Bumi. Sistem koordinat ekuator memiliki dua sumbu, yaitu *asensio rekta* dan *deklinasi*. *Asensio rekta* adalah sudut yang dihitung dari titik Aries sepanjang lingkaran ekuator Bumi, namun dalam penggunaan teleskop *asensio rekta* diubah menjadi sudut waktu. *deklinasi* adalah jarak sudut yang dihitung dari ekuator Bumi ke utara atau selatan. Lihat Peter Duffett-Smith, *Practical Astronomy with Your Calculator*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1981), hlm. 30 - 32.

¹² Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

¹³ Proses kalibrasi atau *alignment* harus dilakukan dengan bintang, oleh karena itu diperlukan langit yang jernih untuk melakukan *alignment*.

pengamatan hilal, agar dapat dipastikan bahwa teleskop yang digunakan sudah terkalibrasi dengan sempurna.¹⁴

Penggunaan kamera menjadi sebuah tekanan zaman modern untuk pengamatan hilal, sebagaimana dijelaskan oleh Hakim L. Malasan dalam “Kamera CCD: Mata Elektronik Astronomi Pengamatan”, penggunaan kamera dalam pengamatan hilal merupakan alat bantu yang sama seperti penggunaan teleskop. Apabila teleskop merupakan alat bantu pengumpul cahaya, maka kamera adalah terminal penting dari jalannya radiasi dari objek langit melalui sistem optik.¹⁵ Pengamatan hilal yang lazim dilakukan di Indonesia memiliki kelemahan yang cukup fatal, yaitu akuisisi secara subjektif tanpa dapat membuktikannya secara objektif yang menyebabkan peluang ketidaksepakatan terbuka lebar.¹⁶

Menurut penulis, penggunaan kamera secara umum sangat membantu untuk akuisisi data hasil pengamatan¹⁷, seperti yang dilakukan di Observatorium Baitul Hilal Teluk Kemang Malaysia yang menggunakan berbagai macam kamera digital seperti DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) untuk mengamati Hilal.¹⁸ Observatorium Bosscha lebih memilih untuk menggunakan kamera CCD (*Charge Coupled Devices*) dikarenakan beberapa kelebihan yang dimilikinya; efisiensi

¹⁴ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

¹⁵ Hakim L. Malasan, “Kamera CCD: Mata Elektronik Astronomi Pengamatan” dalam *Prosiding Seminar Ilmu Falak*, Planetarium dan Observatorium Jakarta, 1994.

¹⁶ Farid Ruskanda, “Teknologi Rukyah secara Objektif”, dalam *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1994), hlm. 25.

¹⁷ Akuisisi data yang dimaksud adalah memperoleh data pengamatan secara objektif dan dapat dipertanggungjawabkan.

¹⁸ Dito Alif Pratama, “Ru’yat al-Hilāl dengan Teknologi: Telaah Pelaksanaan Ru’yat al-Hilal di Baitul Hilal Teluk Kemang Malaysia”, dalam *Jurnal al-Ahkam*, vol. 26, no. 2, 2016, hlm. 279.

kuantum yang tinggi (80%), linearitas yang panjang (10^5), dan respons spektral yang luas (3000 angstrom – 1 micron) dengan kulminasi di daerah merah.¹⁹

Penggunaan instrumen yang dapat menambah kontras hilal secara optis adalah filter. Penggunaan filter dimaksudkan untuk menyaring agar hanya cahaya pada panjang gelombang tertentu saja yang dapat ditangkap oleh detektor. Cahaya hilal yang merupakan pantulan dari Cahaya Matahari lebih mudah diamati pada panjang gelombang 740 nm dengan latar langit berwarna biru.²⁰ Oleh karena itu, filter inframerah yang digunakan. Selain itu, pengamatan yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha merupakan pengamatan dengan waktu yang cukup panjang, dari sebelum Matahari terbenam sampai terbenamnya Matahari. Ketika Matahari belum terbenam langit latar masih berwarna biru, sehingga penggunaan filter inframerah juga berfungsi untuk menghalau cahaya biru dari atmosfer untuk masuk ke dalam detektor.

Walaupun menggunakan filter inframerah, namun pengamatan yang dilakukan tetap pada rentang panjang gelombang yang dapat dilihat oleh mata manusia. Panjang gelombang elektromagnetik yang dapat diklasifikasikan sebagai panjang gelombang visual dan dapat diamati oleh mata manusia adalah berkisar 380 sampai 780 nm.²¹ Sehingga penggunaan filter inframerah ini tidak menghilangkan esensi kemampuan mata manusia untuk melihat hilal.

¹⁹ Hakim L. Malasan, “Kamera CCD: Mata Elektron Astronomi Pengamatan” dalam *Prosiding Seminar Ilmu Falak*, Planetarium dan Observatorium Jakarta, 1994.

²⁰ P. Mahasena, *et. al.*, “CCD Observation of Daylight Crescent Moon at Bosscha Observatory”, dalam *Proceedings The 6th International Conference on Mathematics and Natural Sciences*, FMIPA ITB, 2013.

²¹ Joanne C. Zwinkels, “Light, Electromagnetic Spectrum”, dalam https://www.researchgate.net/publication/304195368_Light_Electromagnetic_Spectrum diakses 22 Mei 2019 pukul 21.00 WIB.

Selain penggunaan filter, instrumen tambahan lain yang berfungsi untuk meningkatkan kontras hilal adalah *baffle* teleskop. *Baffle* merupakan instrumen tambahan yang terpisah dengan tabung teleskop (*Optical Tube Assembly / OTA*). *Baffle* teleskop berfungsi untuk mereduksi cahaya menyimpang dan meningkatkan kontras hilal. *Baffle* yang digunakan oleh Observatorium Bosscha berupa tabung hitam panjang, dan dipasang di depan tabung teleskop.



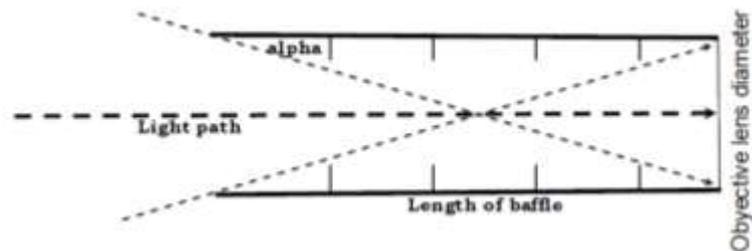
Gambar 4.2. Purwarupa *Baffle* Teleskop²²

Pada gambar 4.2 di atas diperlihatkan bagaimana desain awal *Baffle* teleskop yang digunakan oleh Observatorium Bosscha. *Baffle* yang berfungsi sebagai penghalang cahaya ini didesain menggunakan perhitungan yang ada pada gambar 4.4. Pada gambar 4.3 terlihat bentuk untuk dari pemasangan *Baffle* yang sudah beberapa kali digunakan untuk pengamatan hilal oleh Observatorium Bosscha

²² Dhani Herdiwijaya, *et. al.*, “Developing Telescope Baffle for Increasing Contrast of The Very Young Lunar Crescent Visibility”, dalam ICMNS 2010, FMIPA ITB.



Gambar 4.3. Pemasangan *Baffle* Teleskop untuk pengamatan hilal²³



Gambar 4.4. Desain awal *Baffle* Teleskop²⁴

Pembuatan *baffle* disesuaikan dengan ukuran diameter lensa teleskop. sedangkan untuk panjang *baffle* disesuaikan dengan beban yang mampu dipikul oleh *mounting*. Gunakan rumus: $\tan \alpha = \text{aperture diameter} / \text{length of baffle}$ sebagai persamaan dalam pembuatan *baffle*..

²³ 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.

²⁴ Dhani Herdiwijaya, *et. al.*, “Developing Telescope Baffle for Increasing Contrast of The Very Young Lunar Crescent Visibility”, dalam ICMNS 2010, FMIPA ITB.

Masalah yang dihadapi dari instalasi *baffle* seperti ini adalah beban yang harus dipikul oleh *mounting*. Lebih panjang *baffle* memberikan reduksi cahaya yang lebih baik, namun lebih panjang *baffle* yang diinstalasi maka akan semakin berat beban yang harus dipikul oleh *mounting*. Sampai saat ini belum ada pengembangan lebih lanjut terkait *baffle* yang digunakan oleh Observatorium Bosscha.²⁵

Selain jenis *baffle* yang berbentuk tabung panjang yang dipasangkan di bagian muka dari tabung teleskop. Adapula desain *baffle* lain yang sedikit berbeda, namun dengan fungsi yang sama, seperti yang digunakan oleh Martin Elsasser dan Thierry Legault. Yaitu dengan menggunakan kisi yang dipasang berjarak dengan bagian depan teleskop.



Gambar 4.5. Pengamatan Bulan Sabit Muda oleh Thierry Legault²⁶

Pada Gambar 4.5. terlihat Thierry Legault memasang kisi *baffle* secara terpisah dengan tabung teleskop, hal ini dapat mengurangi beban yang harus

²⁵ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

²⁶ http://www.astrophoto.fr/new_moon_2010april14.html diakses 22 Mei 2019.

dipikul oleh *mounting*. Dengan *baffle* seperti ini, maka gerakan *mounting* akan lebih ringan, namun, kisi tersebut harus disesuaikan secara manual agar dapat berada tepat lurus dengan lensa objektif teleskop.



Gambar 4.6. Pengamatan Bulan Sabit Muda oleh Martin Elsasser²⁷

Sementara dalam gambar 4.6. Martin Elsasser menempatkan kisi baffle tetap tersambung dengan tabung teleskop, yang menjadikan beban tambahan bagi *mounting*. Hal ini dapat membantu penempatan posisi *baffle* yang akan selalu lurus dengan tabung teleskop.

Desain yang digunakan oleh Martin Elsasser dan Thierry Legault di atas diadaptasi oleh *Islamic Science Research Network* Universitas Muhammadiyah

²⁷ <https://www.mondatlas.de/other/martinel/sicheln2008/mai/mosi20080505.html> diakses 22 Mei 2019.

Prof. Hamka Jakarta. Dengan dominasi desain yang digunakan oleh Martin Elsasser, yaitu *baffle* yang masih terpasangan dengan tabung teleskop.



Gambar 4.7. *Baffle* yang digunakan oleh ISRN UHAMKA²⁸

Instrumen yang digunakan hanya berfungsi sebagai alat bantu untuk meningkatkan kontras secara optis, penggunaan seluruh instrumen tersebut tetap tidak dapat menembus penghalang seperti awan atau hujan. Hal ini menurut penulis tetap dalam koridor pengamatan hilal yang dijelaskan dalam hadis al-Bukhari:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَ سَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا

تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ وَلَا تَفْطِرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ عُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ) أَخْرَجَهُ الْبُخَارِيُّ²⁹

“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)

²⁸ Adi Damanhuri, “Sistem Pengamatan Hilal ISRN UHAMKA”, dalam *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.

²⁹ Abu Abdullah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *al-Bukhari*, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t.) Juz I, hlm. 327.

Dalam hadis tersebut dijelaskan bahwa apabila terhalang oleh awan atas kalian (فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ), maka kadarkanlah. Penggunaan instrumen seperti yang digunakan oleh Observatorium Bosscha tidak menjadikan dapat menembus penghalang. Hingga sekarang belum ada ijihad yang mengakomodir penggunaan instrumen yang dapat menembus awan dalam pengamatan hilal.³⁰

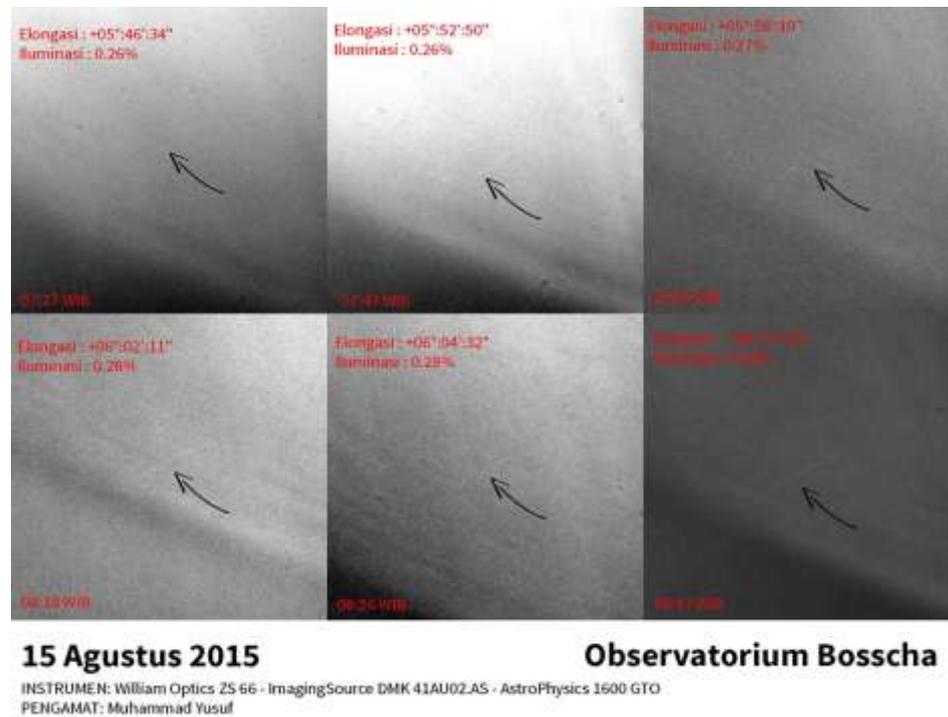
Dengan instrumen yang sudah sangat modern dan maju, teknik yang digunakan dalam pengamatan hilal sangat berdampak terhadap keberhasilan pengamatan. Penulis menilai bahwa model pengamatan yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Faktor dasar dalam teknik pengamatan hilal Observatorium Bosscha adalah *set up* instrumen. *Alignment mounting* merupakan salah satu faktor utama kegagalan pengamatan hilal, karena apabila ketika pemasangan mounting tidak tepat ke arah sumbu Bumi, maka akurasi *pointing* akan meleset.³¹ *Polar alignment* memerlukan waktu yang tidak sedikit, serta kapasitas pengamat yang mumpuni dalam pengoperasian *mounting equatorial*.

Mengamati hilal yang sangat tipis dan tidak kasat mata secara langsung sangat sulit dilakukan apabila hanya dengan waktu yang singkat. Oleh karena itu, teknik yang digunakan Observatorium Bosscha untuk mempermudah pengamatan hilal adalah dengan melakukan *tracking* Bulan sejak sebelum Matahari terbenam,

³⁰ Farid Ruskanda, "Teknologi Rukyah secara Objektif", dalam *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1994), hlm. 25.

³¹ P. Mahasena, *et. al.*, "CCD Observation of Daylight Crescent Moon at Bosscha Observatory", dalam *Proceedings The 6th International Conference on Mathematics and Natural Sciences*, FMIPA ITB, 2013.

sehingga pengamat sudah mendapatkan citra Bulan Sabit bahkan sebelum Bulan Sabit tersebut dapat dikatakan sebagai hilal.³² Seperti gambar berikut:



Gambar 4.8. Contoh Gambar Hilal³³

Bulan sabit yang diamati sebelum Matahari terbenam tidak dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan awal Bulan kamariyah.³⁴ Pendapat Mazhab Syafi'i pun mengafirmasi pendapat T. Djamaluddin, tertuang dalam kitab *Ma'rifah al-Sunān wa al-Aṣār* karya Abu Bakr Ahmad bin al-Husain al-Baihaqi

³² Lihat T. Djamaluddin, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2013/07/23/bulan-sabit-siang-hari-bukan-hilal-penentu-awal-bulan/>

³³ <https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882569341791772/?type=3&theater> diakses 22 Mei 2019.

³⁴ T. Djamaluddin, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2013/07/23/bulan-sabit-siang-hari-bukan-hilal-penentu-awal-bulan/>

bab *al-Hilāl Yurā bi al-Nahār* bahwa hilal yang terlihat di siang hari tidak dapat dijadikan acuan pergantian bulan.³⁵

Pengamat dari Observatorium Bosscha memahami bahwa Bulan Sabit yang diamati sebelum Matahari terbenam tidak bisa dijadikan acuan pergantian bulan, oleh karena itu perlu ada perkembangan teknik yang lebih baik untuk mengamati hilal setelah Matahari terbenam. Karena teknik yang selama ini dikembangkan lebih mudah untuk mengamati Bulan Sabit dekat zenit.³⁶

Sedangkan untuk pengolahan data hasil pengamatan yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha pada dasarnya sama dengan yang dilakukan oleh BMKG, yaitu untuk meningkatkan kontras citra secara digital. Untuk keabsahan pengolahan data harus dipastikan terlebih dahulu bahwa Hilal sudah dapat terdeteksi sebelum data tersebut diolah. Adapun untuk batasan maksimum pengolahan data masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Untuk yang digunakan oleh Observatorium Bosscha sampai saat ini masih dalam kategori sah untuk digunakan.

Pandangan fikih kontemporer terhadap pemanfaatan teknologi seperti ini dapat digolongkan menjadi dua, yaitu *istiḥsān* dan *istiṣlāh / maṣlaḥah al-mursalah*.³⁷

³⁵ قَالَ الشَّافِعِيُّ : أَخْبَرَنَا مَالِكٌ أَنَّهُ بَلَغَهُ أَنَّ الْهَيْلَالَ رُؤِيَ فِي زَمَانِ عُثْمَانَ بْنِ عَفَّانَ بِالْعَشِيِّ فَلَمْ يَنْقُطِرْ عُثْمَانُ حَتَّى غَابَتِ الشَّمْسُ. Lihat Abu Bakr Ahmad bin al-Husain al-Baihaqi, *Ma'rifah al-Sunan wa al-Aṣār* (Aleppo: Dar al-Wa'i, 1991), Juz VII, hlm 247.

³⁶ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

³⁷ Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan Ulama terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal", dalam *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.

Istihsān merupakan metode mujtahid dalam *istinbāṭ al-hukm* dengan memindah *qiyās khāfī* dari *qiyās jālī*, atau dari hukum *kullī* menjadi hukum *istiṣnāi* karena dirasa lebih utama dan masuk akal.³⁸ Sehingga dasar dari penggunaan *istihsān* adalah mengutamakan tujuan yang masuk akal untuk mewujudkan dengan tidak menafikan kedudukan dalil umum.³⁹ Apabila pengamatan hilal dengan bantuan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha dilihat dengan kacamata *istihsān* maka hal ini termasuk ke dalam hal yang baik. Menurut Huzaemah Y. Tanggo penggunaan teknik astrofotografi untuk rukyatul hilal merupakan suatu perkara yang baik. Karena keberadaan perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam perkara ibadah. Selama dalam pemrosesan yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.⁴⁰

Istiṣlāh atau *maslahah al-mursalah* adalah metode penentuan hukum Islam yang dimana hal yang ditentukan itu belum dihukumi sebelumnya, karena hal tersebut adalah hal baru yang belum ada sebelumnya, dan belum ada dalil yang membahas mengenai hal tersebut secara rinci.⁴¹ penalaran terhadap *al-dalīl al-naqlī* yang bertumpu pada pengaplikasian pertimbangan *maṣlahat*⁴² dalam upaya untuk menemukan atau menetapkan hukum *syara'* dan merumuskan atau

³⁸ Abd al-Wahhāb Khallāf, *‘Ilm Usūl al-Fiqh*, (Beirut: Dār al-Kutub al-Fikr, 2013), hlm. 60.

³⁹ Iskandar Usman, *Istihsan dan Pembaharuan Hukum Islam*, (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 1994), hlm. 19 -20.

⁴⁰ Hasil wawancara dengan Ahmad Rofiq di Kampus I UIN Walisongo Semarang 11 Juli 2019.

⁴¹ ‘Abd al-Wahhāb Khallāf, *‘Ilm Usūl ...*, hlm. 63.

⁴² *Maslahat* secara sederhana adalah pemenuhan kebutuhan, perlindungan kepentingan, medatangkan kemanfaatan, mencegah kerusakan dan bencana bagi perseorangan atau masyarakat, secara singkat maslahat dapat diartikan sebagai kepentingan umum. Lihat Al Yasa’ Abubakar, *Metode Istislahiah: Pemanfaatn Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*, (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016), hlm. 35.

membuat pengertian dari suatu perbuatan.⁴³ Salah satu langkah yang harus ditempuh dalam penalaran *istiṣlāḥ* adalah menggunakan hasil dan capaian ilmu pengetahuan dan teknologi, karena biasanya apa yang dihasilkan dan dijelaskan oleh ilmu pengetahuan relatif telah terukur dan tersistematisasi bahkan terbukti kemanfaatannya atau kemudaratannya.⁴⁴

Menurut Al Yasa' Abubakar, pemanfaatan teknologi dapat dilakukan sampai kepada tahapan yang masih dapat diterima akal. Dalam artian dapat benar-benar ilmiah pengolahannya, karena dalam multimedia apa saja dapat dilakukan sehingga ada kemungkinan untuk adanya manipulasi. Untuk menghindari hal tersebut, maka penerapan prinsip-prinsip umum tentang pengolahan citra ilmiah perlu dilakukan validasi dengan bukti-bukti pendukung lain.⁴⁵ SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha yang merupakan hasil pencapaian ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dikategorikan sebagai langkah penalaran *istiṣlāḥ*, karena memberikan data yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, terlebih Observatorium Bosscha sebagai lembaga yang sudah lama memiliki kompetensi yang tinggi di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi telah menerapkan prinsip-prinsip penelitian ilmiah.

Menurut Ahmad Rofiq, penggunaan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti pengolahan data citra dan astrofotografi tingkatannya hanya membantu manusia. Pada akhirnya hal itu tetap didasarkan pada حُكْمُ الْحَاكِمِ إِذَا مَرَّ بِالْحِلَالِ

⁴³ Al Yasa' Abubakar, *Metode Istislahiah: Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*, (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016), hlm. 35.

⁴⁴ Al Yasa' Abubakar, *Metode ...*, hlm. 74.

⁴⁵ Riza Afrian Mustaqim, "Pandangan Ulama terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal", dalam *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.

“Keputusan hakim adalah suatu yang harus ditaati sebagai pemutus perbedaan”, dalam hal ini peran hakim (dalam *ru'yah al-hilāl* hakim yang dimaksud adalah Kementerian Agama RI) juga diperlukan, yaitu sejauh mana hakim yakin terhadap alat bantu tersebut.⁴⁶ Pada kasus ini Observatorium Bosscha telah lama bekerjasama dengan Kementerian Agama dalam bidang hisab dan rukyat, seperti pada kegiatan Saarasehan Pengamatan Hilal Rajab 1440H dan Sosialisasi Dark Sky Preservation tanggal 7 Maret 2019 di Observatorium Bosscha yang juga dihadiri oleh perwakilan Kementerian Agama RI.⁴⁷

Secara keseluruhan, penggunaan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha dalam praktik pengamatan hilal tidak menyalahi syariat, karena instrumen dan teknik yang digunakan membuahkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan tetap berpedoman pada hadis tentang rukyat.

B. Kelebihan dan Kekurangan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

SOP Pengamatan Hilal sangat diperlukan dalam praktik pengamatan hilal. Atas dasar kepentingan ini, maka beberapa lembaga membuat pedoman atau SOP agar praktik pengamatan dapat memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Observatorium Bosscha adalah salah satu lembaga yang membuat prosedur pengamatan hilal.

⁴⁶ Riza Afrian Mustaqim, “Pandangan Ulama terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal”, dalam *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.

⁴⁷ <https://bosscha.itb.ac.id/2019/03/14/liputan-saraschan-pengamatan-hilal-rajab-1440-h-dan-sosialisasi-dark-sky-preservation/> diakses 22 Mei 2019.

Observatorium yang memiliki sejarah sebagai tempat pembelajaran dan penelitian sejak dahulu, selalu memberikan inovasi-inovasi terkait pengamatan benda langit. Teleskop adalah produk dari observatorium, penggunaan teleskop untuk mengamati benda langit yang pertama kali dilakukan oleh Galileo Galilei.⁴⁸ Hal ini yang menjadi alasan penulis tertarik dengan keberadaan Observatorium Bosscha yang membuat SOP Pengamatan Hilal, karena memang hal itu diperlukan dan menjadi inovasi di bidang astronomi praktis.

Pengamatan hilal yang sudah sejak 2007 dilaksanakan oleh Observatorium Bosscha selalu ada pengembangan, terutama dari segi instrumen dan teknik pengamatan. Proses pengembangan ini merupakan ciri bahwa apa yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha sangat menekankan pada perkembangan zaman dan teknologi. Prinsip-prinsip ilmu pengetahuan diterapkan dengan sangat baik, bahwa tidak menutup kemungkinan akan ada pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan instrumen dan teknik pengamatan yang lebih baik ke depannya.

Observatorium yang memiliki sejarah sebagai tempat perkembangan sains sudah sewajarnya menjadi tolak ukur, dan acuan dalam bidang yang terkait. Hal ini menjadi nilai lebih dari SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha, karena dengan keberadaan observatorium sendiri sudah menjadi penguat argumen bahwa SOP yang ada telah melalui beberapa kali percobaan, *trial and error*, dan hasil yang memuaskan, sehingga menciptakan produk yang baik dan representatif.

Selain Observatorium Bosscha, ada lembaga lain yang terlebih dahulu mengeluarkan pedoman atau teknik dasar pengamatan hilal. Kementerian Agama

⁴⁸ Kristen Lippincott, *Astronomi ...*, hlm. 20.

menerbitkan *Pedoman Tehnik Rukyat* pada tahun 1994, di dalam pedoman ini dijelaskan beberapa poin terkait pengamatan hilal, mulai dari pengertian dan dasar hukum *ru'yah al-hilāl*, peranan rukyat, manajemen rukyat, persiapan rukyat yang termasuk di dalamnya penggunaan sarana dan penentuan lokasi, pelaksanaan rukyat dan laporan hasil ruyat.⁴⁹

Ormas Keislaman Nahdlatul Ulama pun mengeluarkan *Pedoman Rukyat dan Hisab Nadlatul Ulama* pada tahun 2006. Dalam pedoman ini dijelaskan mengenai dasar hukum penetapan awal bulan kamariah, standar pelaksanaan operasional rukyat, dan penjelasan lain terkait penentuan awal bulan kamariah.⁵⁰

Dalam pedoman yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama RI 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.⁵¹ 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.⁵²

⁴⁹ *Pedoman Tehnik Rukyat*, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI, Jakarta, 1994.

⁵⁰ *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, Jakarta, 2006.

⁵¹ *Pedoman Tehnik Rukyat*, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI, Jakarta, 1994, hlm. 17 – 18.

⁵² *Pedoman Tehnik ...*, hlm. 20.

Walaupun Kementerian Agama RI telah menjelaskan bahwa kegiatan *ru'yah al-hilāl* akan lebih baik dengan alat bantu dan kamera,⁵³ Kementerian Agama RI tidak mensyaratkan bukti objektif dalam pengesahan persaksian *ru'yah al-hilāl*, yang diperlukan hanyalah keadaan saksi dan keterangan saksi semata.⁵⁴

Dalam pedoman yang diterbitkan oleh LFBNU, penggunaan alat bantu masih dipertanyakan keabsahannya. Hal ini dikarenakan *ru'yah al-hilāl* dengan alat bantu (seperti teropong) masih memerlukan kajian lebih lanjut, dengan adanya dua pendapat yang berkembang di kalangan para ulama.⁵⁵ Yang termasuk dalam standar operasional dalam pedoman ini adalah penetapan tempat, membuat rincian hisab, memasang alat bantu untuk melokalisir hilal, membentuk posko pengamatan, mempersiapkan logistik pengamat, dan menghubungi Pengadilan Agama setempat.⁵⁶

Dari permasalahan yang pertama ini dapat disimpulkan bahwa teknik pengamatan yang digunakan oleh Observatorium Bosscha memiliki keunggulan yang sangat tinggi dibandingkan dengan pedoman lain, karena pengamatan hilal harus mendapatkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dengan dilampirkannya hasil citra hilal. Sementara yang digunakan oleh Kementerian Agama dan LFPBNU tidak mensyaratkan hal ini, cukup dengan kesaksian pengamat yang bersifat subjektif karena tidak melampirkan bukti ilmiahnya.

⁵³ *Pedoman Teknik ...*, hlm. 40 - 41.

⁵⁴ *Pedoman Teknik ...*, hlm. 41 – 44.

⁵⁵ *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*, (Jakarta: Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, 2006) hlm. 2.

⁵⁶ *Pedoman Rukyat ...*, hlm. 3 - 4

Apabila kedua hal ini disandingkan maka pengamatan yang bersifat subjektif sangat memungkinkan terjadinya ketidaksepakatan.⁵⁷

Untuk pengadaan instrumen seperti yang digunakan oleh Observatorium Bosscha tidak menggunakan dana yang tidak sedikit. Hal ini menjadi salah satu penghambat berkembangnya pengamatan hilal di Indonesia, selain kurangnya kapasitas pengamat untuk mengoperasikan teknik ini karena tingkat kesulitannya yang cukup tinggi.

Hasil pengamatan hilal dapat disebarluaskan secara langsung dengan teknik pengamatan hilal Observatorium Bosscha, dengan metode *streaming* di halaman Youtube. Hal ini serupa dengan kegiatan pengamatan yang dilakukan oleh BMKG yang juga disiarkan secara langsung dari beberapa titik pengamatan di Indonesia.⁵⁸ Ini yang belum dapat dilakukan oleh pengamatan secara konvensional. Hanya *press release* saja yang dapat dilakukan oleh pengamatan konvensional. Observatorium Bosscha pun dengan rutin menerbitkan *press release* pengamatan hilal pada website <https://bosscha.itb.ac.id/#publications>.

SOP dengan kelebihan yang mumpuni seperti ini tidak lepas dari beberapa kekurangan. Sejauh dari apa yang penulis dapatkan, bahwa SOP ini belum ditulis dengan runtut dan seksama, walaupun poin-poinnya sudah cukup jelas, namun perlu ada pengembangan dalam teknik penyusunan SOP agar dapat lebih mudah untuk memahami dan menjadikan SOP ini sebagai acuan untuk pengamatan hilal.

⁵⁷ Farid Ruskanda, "Teknologi Rukyah secara Objektif", dalam *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*, (Jakarta: Gema Insani Press, 1994), hlm. 25.

⁵⁸ <http://www.bmkg.go.id/hilal/> diakses 22 Mei 2019.

Pengadaan instrumen seperti yang digunakan dan direkomendasikan dalam SOP ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit, penulis mencoba mencari harga dari instrumen yang digunakan dalam SOP ini, yaitu teleskop Takahashi FSQ 106 ED dengan harga \$6.040⁵⁹, apabila dikonversi ke rupiah dengan nilai tukar rupiah Rp 14.000 per dolar maka bernilai Rp. 84.560.000,-. Contoh lain misalnya untuk tabung teleskop William Optics Zenithstar yang memiliki harga terendah untuk diameter 61mm adalah \$478 setara dengan Rp. 6.692.000,- sedangkan untuk diameter 81mm seharga \$798⁶⁰ setara dengan Rp. 11.172.000,- untuk tabungnya saja. Untuk *mounting* yang digunakan adalah Losmandy G11 yang memiliki harga \$3.395 atau Rp. 47.530.000,- untuk seri G dan \$4.445⁶¹ atau Rp. 62.230.000,- untuk seri T. Adapula contoh *mounting* Paramount MYT seharga \$6.000⁶² atau Rp. 84.000.000,-. Contoh lain *mounting* yang digunakan adalah Astrophysics 1600 GTO yang dibanderol seharga ~\$16.000⁶³ atau sekitar Rp 224.000.000,-. Selain tabung dan pemikul teleskop, diperlukan juga kamera CCD, untuk kamera CCD penulis mengambil contoh ImagingSource DMK 41AU02.AS dengan harga € 583⁶⁴ atau Rp. 9.328.000,- (Rp. 16.000,- per euro) dan Celestron Skyris 445M seharga € 663⁶⁵ atau Rp. 10.608.000,-. Lalu diperlukan pula filter, penulis

⁵⁹ <https://www.takahashiamerica.com/takahashi-fsq-106edx4-quadruplet-refractor-telesco.html> diakses 19 Juni 2019.

⁶⁰ <https://williamoptics.com/products/telescope/zenithstar> diakses 19 Juni 2019.

⁶¹ <http://www.losmandy.com/mountcompare.html> diakses 19 Juni 2019.

⁶² <http://www.bisque.com/sc/pages/ParamountMYT.aspx> diakses 19 Juni 2019.

⁶³ <https://astro-physics.com/1600> diakses 19 Juni 2019.

⁶⁴ <https://www.astrosop.eu/astronomical-cameras/the-imaging-source-dmk-41au02-as-monochrome-camera/p.11772> diakses 19 Juni 2019.

⁶⁵ <https://www.astrosop.eu/astronomical-cameras/celestron-camera-skyris-445-mono/p.33365> diakses 19 Juni 2019.

mengambil contoh Johnson/Bessel *I* Filter seharga € 175⁶⁶ atau Rp 2.800.000,-. Semua itu diluar instrumen *baffle* yang dibuat sendiri oleh Observatorium Bosscha. Jika ditotal keseluruhan instrumen tidak termasuk komputer untuk pengolahan data dan *baffle* buatan sendiri, maka menghabiskan biaya sekitar Rp. 66.350.000,- untuk yang termurah dan Rp. 321.968.000,- untuk yang termahal.

Selain harga instrumen yang mahal, untuk mengamati hilal menggunakan SOP ini diperlukan kompetensi yang cukup tinggi. Muhammad Yusuf selaku penyusun SOP Pengamatan Hilal, berpendapat ketika mempresentasikan teknik pengamatan hilal di Kementerian Agama RI, bahwa para peserta yang kala itu mengikuti pertemuan merasa keberatan dengan teknik yang digunakan oleh Observatorium Bosscha, karena memerlukan waktu pengamatan yang lebih lama dibandingkan dengan pengamatan yang biasa dilakukan oleh beberapa titik pengamatan hilal.⁶⁷ Ketika penulis berkesempatan melakukan praktik pengamatan hilal bersama beberapa mahasiswa astronomi ITB, penulis mendapati bahwa bagi mahasiswa astronomi ITB, pengaplikasian SOP ini cukup sulit, diperlukan jam terbang yang banyak agar dapat mengoperasikan dengan sempurna.

Hal ini menjadi bukti bahwa bagi orang yang telah terbiasa melakukan pengamatan hilal saja menilai teknik yang digunakan oleh Observatorium Bosscha memang memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Namun, untuk mendapatkan hasil yang baik memang diperlukan perjuangan dan kemampuan yang lebih baik juga.

⁶⁶ [https://www.baader-planetarium.com/en/ubvri-i-filter-photometric-johnsonbessel-\(4mm-glass\).html](https://www.baader-planetarium.com/en/ubvri-i-filter-photometric-johnsonbessel-(4mm-glass).html) diakses 19 Juni 2019.

⁶⁷ Hasil wawancara dengan peneliti Observatorium Bosscha, Muhammad Yusuf di Observatorium Bosscha 28 November 2018.

Dari paparan sebelumnya, dapat penulis simpulkan bahwa pada dasarnya SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha memiliki banyak kelebihan, seperti SOP ini telah melalui pengembangan saintifik yang cukup, penggunaan instrumen modern, akuisisi data pengamatan hilal, metode *streaming*, dan *press release* yang diterbitkan. Selain kelebihan, penulis tidak menafikan bahwa ada kekurangan yang cukup mendasar dalam SOP ini, yaitu penyusunan yang kurang mudah untuk dipahami, pengadaan instrumen yang membutuhkan biaya cukup besar, dan tingkat kesulitan yang cukup tinggi.

Semoga dengan adanya persyaratan instrumen yang baku, teknik pengamatan yang distandardisasi, hingga hasil yang dapat dipertanggungjawabkan dapat mengembangkan khazanah keilmuan astronomi yang dalam hal ini praktik pengamatan hilal di Indonesia menjadi lebih baik dan dapat menjadi contoh untuk negara-negara lain.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah penulis lakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Persepsi fikih kontemporer terhadap hasil pengamatan menggunakan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha adalah termasuk dalam kategori *istihsān* dan *istiṣlāh*. Penggunaan SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha masuk kategori *istihsān* karena dasar dari *istihsān* adalah mengutamakan tujuan berdasarkan pada dalil umum yang menghendaki hal itu. Sedangkan teknik astrofotografi merupakan hal yang baik, serta menjadi fakta bahwa keberadaan teknologi dapat dimanfaatkan untuk membantu perkara ibadah. *Istiṣlāh* yang bertumpu pada pertimbangan masalah, memiliki langkah menggunakan hasil dan capaian ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah teruji dan dapat dipertanggungjawabkan. Observatorium Bosscha yang telah lama menguji dan melakukan pengamatan hilal menjadi lembaga yang sangat berkualitas dalam membuat SOP. SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha yang merupakan hasil pencapaian ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dikategorikan sebagai langkah penalaran *istiṣlāh*, karena memberikan data yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

2. SOP Pengamatan Hilal Bosscha memiliki beberapa kelebihan yang dapat dijadikan pertimbangan, yaitu kelebihan dalam proses penyusunan yang berdasar pada sains, instrumen yang digunakan, akuisisi data citra hilal, dan penyebarluasan informasi pengamatan hilal kepada publik. Penulis tidak memungkiri bahwa SOP tersebut pun memiliki kekurangan yang mendasar terkait teknik penyusunan yang kurang mudah dipahami, pengadaan instrumen yang membutuhkan biaya cukup besar, dan tingkat kesulitan yang cukup tinggi, sehingga tidak setiap orang dapat mengadaptasi teknik yang digunakan.

B. Saran-saran

SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha sebaiknya dijadikan *role model* oleh pengamat-pengamat hilal di seluruh titik di Indonesia. Keberhasilan pengamatan hilal tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi tempat saja, namun teknik yang tepat akan memberikan hasil yang memuaskan. Sehingga ketika sidang isbat dilaksanakan di Kementerian Agama RI, kesaksian pengamatan hilal tidak hanya berdasar pada sumpah pengamat yang bersifat subjektif, akan tetapi disertai bukti objektif yang tidak dapat dibantah.

Dengan berbagai kelebihan dan kekurangan yang ada, penulis berharap SOP Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha dapat diadaptasi oleh Jurusan Ilmu Falak Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang akan memiliki observatorium. Sehingga dikemudian hari, Jurusan Ilmu Falak dapat meniru langkah Observatorium Bosscha untuk membuat pelatihan pengamatan hilal

dengan ilmu pengetahuan dan teknologi modern. Serta melengkapi instrumen-instrumen mutakhir agar civitas akademika Ilmu Falak dapat lebih berkembang, terutama dalam kajian observasi.

Observatorium Bosscha 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. Selain itu, untuk menyiasati kekurangan yang ada, dapat dibangun sebuah stasiun pengamatan yang dijadikan purwarupa dengan sistem yang terpasang secara tetap/paten.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan, yang telah mencurahkan kasih dan cinta, dan memberikan kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini menjadi sebuah skripsi sebagai tugas akhir syarat kelulusan dalam jurusan Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang. Meskipun penulis telah berupaya secara optimal, namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan demi kemaslahatan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Abubakar, Al Yasa'. *Metode Istislahiah: Pemanfaatn Ilmu Pengetahuan dalam Ushul Fiqh*. Jakarta: Prenadamedia Group, 2016.
- Ariasti, Adriana Wisni, et. al., (ed.). *Perjalanan Mengenal Astronomi*. Bandung: Penerbit ITB Bandung, 1995.
- Azhar, Muhammad. *Fiqh Kontemporer dalam Pandangan Aliran Neomodernisme Islam*. Yogyakarta: LESISKA, 1996.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.
- al-Baihaqi, Abu Bakr Ahmad bin al-Husain. *Ma'rifah al-Sunān wa al-Aṣār*. Juz VII. Aleppo: Dār al-Wa'ī, 1991.
- Bashori, Muh. Hadi. *Penanggalan Islam*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2013.
- Black, Jonathan. *Sejarah Dunia yang Disembunyikan* terj. Isma B. Soekato dan Adi Toha. Tangerang Selatan: PT Pustaka Alvabet, 2015.
- al-Bukhari, Abu Abdullah Muhammad bin Ismail. *al-Bukhari*. Juz I. Beirut: Dār al-Fikr, t.t..
- Bungin, M. Burhan. *Penelitian Kualitatif: Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial Lainnya*. Edisi II. Jakarta: Prenada Media Grup, 2015.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Observatorium: Sejarah dan Fungsinya di Peradaban Islam*. Medan: UMSU Press. 2014.
- Departemen Agama RI, *Al Qur'an Al Karim dan Terjemahnya*. Semarang: PT. Karya Toha Putra Semarang, 1995.
- Dijksterhuis, Fokko Jan, *Lenses and Waves: Christian Huygens and Mathematical Science of Optics in the Seventeen Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2004.
- Direktorat Jendral Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama. *Selayang Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: 2004.
- Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI. *Pedoman Tehnik Rukyat*. Jakarta, 1994.
- Djamaluddin, T., *Menggagas Fiqih Astronomi*. Bandung: Kaki Langit, 2005.
- Djamaluddin T., *Astronomi Memberi Solusi Penyatuan Ummat*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2011.

- Duffett-Smith, Peter. *Practical Astronomy with Your Calculator*. Cambridge: Cambridge University Press. 1981.
- Esposito, John L. (ed.). *Sains-sains Islam* terj. M. Khoirul Anam. Jakarta: Inisiasi Press, 2004.
- Gunawan, Eko Hadi, et. al., *Kala Bintang Kejora Melintas Sang Surya*. Yogyakarta: Kafe Astronomi.com Publisher, 2012.
- al-Haitami, Ahmad Ibnu Hajar. *Tuhfatul Muhtāj fī Syahr al-Minhāj*, al-Maktabah al-Syamilah, Juz 13, hlm. 179.
- al-Hajjaj, Abu al-Husain Muslim bin. *Ṣaḥīḥ Muslim*. Juz II. Beirut: Dār al-Fikr, 1991.
- Hamdani, F. Fatwa Rosyadi S., *Ilmu Falak Menyelami Makna Hilal dalam Al-Quran*. Bandung: P2U LPPM UNISBA, 2017.
- Hermawati, Fajar Astuti. *Pengolahan Citra Digital: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2013.
- Hutagulung, Ridwan (ed.). *Lebih Dekat dengan Karel Albert Rudolf Bosscha*. Jakarta: Penerbit BPPI, 2014.
- Jaschek, Carlos. *Data in Astronomy*. New York: Cambridge University Press, 2011.
- Jauhari, T., *al-Jawāhir fī Tafsīr al-Qurān al-Karīm*. Juz. VI. Mesir: Muṣṭafa al-Bāb al-Halbī. 1346 H.
- Izzuddin, Ahmad, *Fiqh Hisab Rukyat*. Jakarta: Penerbit Erlangga. 2007.
- Khalil, Rasyad Hasan. *Tarikh Tasyri': Sejarah Legislasi Hukum Islam* terj. Nadirsyah Hawari. Jakarta: AMZAH., 2015.
- Khallaf, 'Abd al-Wahāb. *ʿIlm Uṣūl al-Fiqh*. Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyyah, 2013.
- Khazin, Muhyidin. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Kurtz, D. W., *Transits of Venus: New Views of The Solar System and Galaxy*. Cambridge: Cambridge University Press. 2004.
- Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama. *Pedoman Rukyat dan Hisab Nahdlatul Ulama*. Jakarta, 2006.
- Legault, Thierry. *Astrophotography*. Kanada: Rocky Nook, 2014.
- Lippincott, Kristen. *Astronomi*, terj. Edlina H. Eddin. Cet. IV. Jakarta: Balai Pustaka, 2007.
- Lucas, Henry S. *Sejarah Peradaban Barat Abad Pertengahan* terj. Sugihardjo Sumobroto dan Budiawan. Yogyakarta: PT. Tiara Wacana Yogya, 1993.

- Luo, Ronnier (ed.). , *Encyclopedia of Color Science an Technology*. New York: Springer-Verlag. 2016.
- Manzūr, Ibn. *Lisān al-‘Arab*. Kairo: Dār al-Ma’ārif, 1119 H.
- al-Marāgī, Ahmad Muṣṭafa. *Tafsīr al-Maragī*. Jilid Awal (1-2-3). Beirut: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 2006.
- Moulton, Forest Ray. *An Introduction to Astronomy*. New York: Mc Millan Company, 1916.
- al-Muth’i, Muhammad Bakhit. *Irsyād Ahl al-Millah ilā Isbat al-Ahillah*. Mesir: Kurdistan al-‘Ilmiyyah, 1329 H.
- Ramdan, Anton. *Islam dan Astronomi*. Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009.
- Rofiq, Ahmad. *Fiqh Mawaris*. Depok: PT Rajagrafindo Persada.
- Shofiyulloh. *Mengenai Kalender Lunisolar di Indonesia*. Malang: Pondok Pesantren Miftahul Huda, 2005.
- Sirry, Mun’im A.. *Sejarah Fiqih Islam: Sebuah Pengantar*. Surabaya: Risalah Gusti, 1996.
- Solihat, M., dan Subhan (ed.). *Rukyah dengan Teknologi: Upaya Mencari Kesamaan Pandangan tentang Penentuan Awal Ramadhan dan Syawal*. Jakarta: Gema Insani Press, 1994.
- Suganda, Her. *Kisah Para Preanger Planters*. Jakarta: Kompas, 2014.
- _____. *Wisata Parijs van Java: Sejarah, Peradaban, Seni, Kuliner, dan Belanja*. Jakarta: Penerbit KPG, 2011.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- Sutantyo, Winardi. *Pengantar Astrofisika Bintang-bintang di Alam Semesta*. Bandung: Penerbit ITB, 2010.
- Suryabrata, Sumadi. *Metodologi Penelitian*. Edisi I. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 1997.
- Usman, Iskandar. *Istihsan dan Pembaharuan Hukum Islam*. Jakarta: RajaGrafindo Persada, 1994.
- Webster, Hutton. *Sejarah Dunia Lengkap* terj. Sutrisno. Yogyakarta: Penerbit Indoliterasi, 2016.
- Yunus, Mahmud. *Kamus Arab Indonesia*. Jakarta: Mahmud Yunus Wa Dzurriyyah, 2015.
- Zakariya, Abu al-Husain Ahmad bin Faris bin. *Mu’jam Maqāyīs al-Lughah*. Beirut: Dar al-Fikr, t.t..

Zuhaili, Wahbah. *al-Tafsīr al-Munīr fi al-‘Aqīdah wa al-Syar’iyyah wa al-Manhāj*. Damaskus: Dār al-Fikr, 2009.

Skripsi

Constantinia, Ahdina. “Studi Analisis Tempat Rukyatul Hilal menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)”, *Skripsi Jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo*. Semarang. 2018. Tidak dipublikasikan.

Effendi, Siti Larissa Sarasvati. “Potensi Pengembangan Eko-Edu Wisata di Kawasan Observatorium Bosscha”, *Tugas Akhir Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan Institut Teknologi Bandung*. Bandung. 2012. Tidak dipublikasikan.

Farohi, Sofwan. “Pengaruh Atmosfer terhadap Visibilitas Hilal (Analisis Klimatologi Observatorium Bosscha dan CASA As-Salam dalam Pengaruhnya terhadap Visibilitas Hilal)”, *Skripsi Jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo*. Semarang. 2013. 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*. Depok. 2016. Tidak dipublikasikan.

Rifanti, Nurfebri. “Observatorium Bosscha (1920 - 1959)”, *Skripsi Jurusan Ilmu Sejarah Universitas Padjajaran*. Bandung. 2013. Tidak dipublikasikan.

Suyudi, Adi. “Peran Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung dalam Pengembangan Hisab dan Rukyat di Indonesia”, *Skripsi Program Studi Hukum Keluarga UIN Syarif Hidayatullah*. Jakarta. 2018. Tidak dipublikasikan.

Jurnal dan Makalah

Allen, Phyllis. “Problems Connected with the Development of the Telescope (1609-1687).” *Isis*, vol. 34, no. 4, 1943.

Amin, Muhammad Fishol. “Ketajaman Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal”, *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 3, no. 2, 2017.

Azzahidi, Fachrudin, et. al., “Pengukuran Kecerahan Langit (*Sky Brightness*) Observatorium Bosscha Menggunakan Teleskop Portabel dan CCD”, disampaikan pada Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, 24 Oktober. Bandung: Himpunan Astronomi Indonesia, 2011.

Damanhuri, Adi. “Sistem Pengamatan Hilal ISRN UHAMKA”, *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.

- Herdiwijaya, Dhani. et. al., “Developing Telescope Baffle for Increasing Contrast of The Very Young Lunar Crescent Visibility”, disampaikan pada The 3rd International Conference on Mathematics and Natural Sciences. 23 – 25 November. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2010.
- Mahasena, P., et. al, “CCD Observation of Daylight Crescent Moon at Bosscha Observatory”, disampaikan pada The 6th International Conference on Mathematics and Natural Sciences, 2 – 3 November. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB, 2013.
- Malasan, Hakim L., “Kamera CCD: Mata Eletronik Astronomi Pengamatan” disampaikan pada Seminar Ilmu Falak, 17 Januari. Jakarta: Planetarium dan Observatorium Jakarta, 1994.
- Mustaqim, Riza Afrian. “Pandangan Ulama terhadap Image Processing pada Astrofotografi di BMKG untuk Rukyatul Hilal”, *Jurnal al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, vol. 4, no. 1, 2018.
- O’Connell, D. J. K., “Joan George Erardus Gijsbertus Voute”, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 5, 1964.
- Pratama, Dito Alif. “*Ru’yat al-Hilāl* dengan Teknologi: Telaah Pelaksanaan *Ru’yat al-Hilāl* di Baitul Hilal Teluk Kemang Malaysia”, *Jurnal al-Ahkam*, vol. 26, no. 2, 2016.
- Sudiby, Muh. Ma’rufin. “Observasi Hilāl di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilāl”, *Jurnal al-Ahkam*, vol. 24, 2014.

Internet

- Alvi, Siti. “Latar Belakang Lahirnya Zaman Kegelapan”, http://siti-alvi-fisip12.web.unair.ac.id/artikel_detail-91431-Umum-Latar%20Belakang%20lahirnya%20Zaman%20Kegelapan.html, 18 Januari 2019.
- Astraatmadja, Tri L., “Permulaan Tradisi Independen Astronomi di Indonesia: Sejarah Observatorium Bosscha 1919 - 1939”, <https://langitselatan.com/2011/10/17/permulaan-tradisi-independen-astronomi-di-indonesia-sejarah-observatorium-bosscha-1919-1939/>, 8 Mei 2019.
- Djamaluddin, T., “Bulan Sabit Siang Hari Bukan Hilal Penentu Awal Bulan”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2013/07/23/bulan-sabit-siang-hari-bukan-hilal-penentu-awal-bulan/>, 22 Mei 2019.

Elsasser, Martin. "World Record Crescent Imaging on 5 May 2008", <https://www.mondatlas.de/other/martinel/sicheln2008/mai/mosi20080505.html>, 22 Mei 2019.

http://collectie.wereldculturen.nl/default.aspx?idx=ALL&field=* &search=60027525#/query/1148b8fb-24d0-4883-8ec4-13975500f205, 8 Mei 2019.

<http://islamichistory.org/islamic-golden-age/>, 18 Januari 2019.

<http://pastron.uad.ac.id/observatorium-uad/>, 20 Januari 2019.

<http://planetfacts.org/apochromatic-lens/>, 22 Mei 2019.

<http://pussainsa.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2016/481/Kepala-LAPAN-Meresmikan-Observatorium-Winaya-SMA-BPI-1-Bandung/12>, 20 Januari 2019.

<http://www.bisque.com/sc/pages/ParamountMYT.aspx> diakses 19 Juni 2019.

<http://www.bmkg.go.id/hilal/>, 22 Mei 2019.

<http://www.imahnoong.com/sejarah-imah-noong/>, 20 Januari 2019.

<http://www.imahnoong.com/visi-misi/>, 20 Januari 2019.

<http://www.losmandy.com/mountcompare.html> diakses 19 Juni 2019.

<http://www.umsu.ac.id/2015/03/30/umsu-resmikan-observatorium-ilmu-falak/>, 21 Januari 2019.

<https://astro-physics.com/1600> diakses 19 Juni 2019.

<https://blogcasa.wordpress.com/2015/07/07/peresmian-observatorium-assalaam-oleh-menteri-agama-ri-h-lukman-hakim-saifuddin/>, 20 Januari 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/2018/10/15/pelatihan-dasar-pengamatan-dan-olah-data-hilal/>, 1 Mei 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/2019/03/14/liputan-sarasehan-pengamatan-hilal-rajab-1440-h-dan-sosialisasi-dark-sky-preservation/>, 22 Mei 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/>, 28 April 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/instrumen/>, 1 Mei 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/author-detil/non-instrumen/>, 1 Mei 2019.

<https://bosscha.itb.ac.id/id/index.php/tentang-bosscha/>, 14 September 2018.

<https://bosscha.itb.ac.id/penelitian/#pengembangan-sistem-pengamatan-hilal>, 1 Mei 2019.

https://en.wikipedia.org/wiki/Joan_Vo%C3%BBte, 8 Mei 2019.

<https://iiq.ac.id/index.php?a=artikel&d=5&id=221>, 17 Mei 2019.

<https://lapan.go.id/index.php/subblog/read/2018/4637/Observatorium-Nasional-Timau-Mulai-Dibangun/1341>, 20 Januari 2019.

<https://moon.nasa.gov/resources/54/phases-of-the-moon/>, 15 Januari 2019.

<https://moonphases.co.uk/moon-phases>, 12 Januari 2019.

<https://nasional.kompas.com/read/2011/10/25/09445523/tomohon.memiliki.obseruatorium>, 20 Januari 2019.

<https://planetarium.jakarta.go.id/index.php/profil/sejarah-planetarium>, 20 Januari 2019.

<https://study.com/academy/lesson/the-dark-ages-definition-history-timeline.html>, 18 Januari 2019.

<https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882569341791772/?type=3&theater>, 15 Januari 2019.

<https://web.facebook.com/observatorium.bosscha/photos/a.115467488501965/882453091803397/?type=3&theater>, 15 Januari 2019.

<https://williamoptics.com/products/telescope/zenithstar> diakses 19 Juni 2019

https://www.ancient.eu/Greek_Astronomy/, 10 Januari 2019.

<https://www.astroshop.eu/astronomical-cameras/celestron-camera-skyris-445-mono/p,33365> diakses 19 Juni 2019.

<https://www.astroshop.eu/astronomical-cameras/the-imaging-source-dmk-41au02-as-monochrome-camera/p,11772> diakses 19 Juni 2019.

[https://www.baader-planetarium.com/en/ubvri-i-filter-photometric-johnsonbessel-\(4mm-glass\).html](https://www.baader-planetarium.com/en/ubvri-i-filter-photometric-johnsonbessel-(4mm-glass).html) diakses 19 Juni 2019.

<https://www.biography.com/people/nicolaus-copernicus-9256984>, 18 Januari 2019.

<https://www.britannica.com/science/astronomical-observatory>, 18 Januari 2019.

<https://www.britannica.com/science/astronomy/The-techniques-of-astronomy#ref1211432>, 18 Januari 2019.

<https://www.britannica.com/topic/history-of-Europe/The-Middle-Ages>, 18 Januari 2019.

<https://www.itb.ac.id/news/read/3376/home/peringati-world-space-week-2011-himastron-gelar-kuliah-umum-arkeoastronomi>, 24 Desember 2018.

<https://www.khanacademy.org/humanities/world-history/medieval-times/cross-cultural-diffusion-of-knowledge/a/the-golden-age-of-islam>, 18 Januari 2019.

<https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/pages/2017/44/Lokasi-Satuan-Kerja>, 20 Januari 2019.

<https://www.obspm.fr/-observatoire-de-paris-.html?lang=en>, 20 Januari 2019.

<https://www.rmg.co.uk/royal-observatory/history>, 20 Januari 2019.

<https://www.takahashiamerica.com/takahashi-fsq-106edx4-quadruplet-refractor-telesco.html> diakses 19 Juni 2019.

<https://www.universiteitleiden.nl/en/science/astronomy>, 8 Mei 2019.

<https://www.universiteitleiden.nl/en/science/astronomy>, 20 Januari 2019.

Kamus Besar Bahasa Indonesia.
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/observatorium>, 18 Desember 2018.

Legault, Thierry. “World Record: The Youngest New Moon Crescent April 14 2010”, http://www.astrophoto.fr/new_moon_2010april14.html, 22 Mei 2019.

Pramesti, Dewi. “Sejarah Planetarium dan Observatorium Jakarta”, <https://langitselatan.com/2009/04/06/sejarah-planetarium-dan-observatorium-jakarta/>, 20 Januari 2019.

Sasongko, Agung. “Tradisi Penerjemahan pada Masa Abbasiyah” dalam <https://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/islam-digest/18/05/23/p96ckd313-tradisi-penerjemahan-pada-masa-abbasiyah>, 18 Januari 2019.

Sudibyo, Muh. Ma'rufin. “Pelacakan Tapak Observatorium Tertua di Indonesia”, <https://langitselatan.com/2012/06/19/pelacakan-tapak-observatorium-tertua-di-indonesia/>, 21 Desember 2018.

Westman, Robert S., “Nicolaus Copernicus: Polish Astronomer”, <https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus>, 18 Januari 2019.

Yamani, Avivah. “Observatorium Astronomi Lampung: Jendela Astronomi dari Sumatera”, <https://langitselatan.com/2018/12/13/observatorium-astronomi-lampung/>, 21 Januari 2019.

Lain lain

Dokumen Observatorium Bosscha, “Teropong Bintang Bosscha dari Ahli Teh menjadi Ahli Astronomi”, tt.

Keputusan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2007 Tentang Perubahan Atas Lampiran Keputusan Menteri Agama Nomor 22 Tahun 2007 Tentang Penunjukkan Personalian Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Tahun 2007.

Peraturan Pemerintah No. 6. Tahun 1959 tentang Pendirian Institut Teknologi Bandung

Peraturan Pemerintah nomor 155 tahun 2000 tentang Penetapan Institut Teknologi Bandung sebagai Badan Hukum Milik Negara

Petrovich, Cristobal. *Optics of The Atmosphere and Seeing*, Department of Astrophysical Sciences, Princeton University, materi perkuliahan.

Yusuf Muhammad, *Wawancara*. Bandung, 28 November 2018.

Yusuf, Muhammad. *Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming*, disampaikan pada Pelatihan Dasar Pengamatan dan Teknik Olah Data Hilal. 13 Oktober. Bandung: Observatorium Bosscha, 2018.

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jalan Ganesha 10 Bandung 40132

Observatorium Bosscha

Lembang
Telp : +6222 2786027
+6222 2786001
Fax : +6222 2786001
<http://bosscha.itb.ac.id>

Lembang, 1 Oktober 2018

No. : 266/I1/C01.6.16/LL/2018
Perihal : Pemberian Izin Penelitian

Kepada Yth.
Drs. H. Maksud, M.Ag
Ketua Jurusan Ilmu Falak
Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat permohonan izin yang dilayangkan oleh Universitas Islam Negeri Walisongo bertanggal 18 September 2018 perihal untuk mendapatkan data penelitian tugas akhir, bersama surat ini kami mempersilahkan mahasiswa:

Nama : Muhammad Dimas Firdaus
NIM : 1502046038
Jurusan : Ilmu Falak

Untuk dapat melaksanakan kegiatan yang dimaksud sebagaimana yang dimintakan. Adapun terkait pelaksanaan teknis silahkan berkoordinasi dengan Sdr. Muhammad Yusuf selaku pembimbing di lapangan melalui email yusuf@as.itb.ac.id

Demikian surat ini kami sampaikan, semoga kegiatan ini dapat dilaksanakan sebaik-baiknya dan membawa manfaat yang besar bagi mahasiswa yang mengikuti.

Kepala Observatorium Bosscha

Premana W. Premadi, Ph. D.
NIP. 19640713 199001 2001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Yusuf, S.Si.
Alamat : Observatorium Bosscha ITB
Jabatan : Peneliti di Observatorium Bosscha ITB

Menyatakan bahwa:

Nama : Muhammad Dimas Firdaus
NIM : 1502046038
Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 24 Mei 1995
Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Judul Skripsi : Studi Analisis *Standard Operating Procedure*
(SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

Benar-benar telah melakukan wawancara dan mengambil data terkait judul skripsi di atas dengan kami pada Rabu, 28 November 2018, di Ruang Baca Observatorium Bosscha ITB, Bandung.

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 28 November 2018

Yang menyatakan,



Muhammad Yusuf, S.Si.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prof. Dr. Ahmad Rofiq, M.Ag.
Alamat : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Jabatan : Direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang

Menyatakan bahwa:

Nama : Muhammad Dimas Firdaus
NIM : 1502046038
Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 24 Mei 1995
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Judul Skripsi : Studi Analisis *Standard Operating Procedure*
(SOP) Pengamatan Hilal Observatorium Bosscha

Benar-benar telah melakukan wawancara dan mengambil data terkait judul skripsi di atas dengan kami pada Kamis, 11 Juli 2019, di Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.

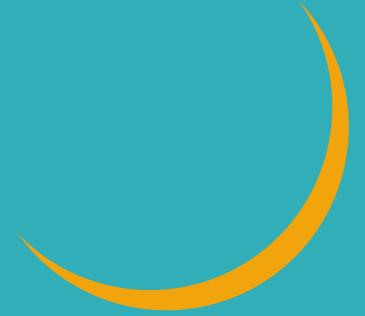
Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 11 Juli 2019

Yang menyatakan,



Prof. Dr. Ahmad Rofiq, M.Ag.



Teknik Pengamatan Hilal dan Streaming

Muhammad Yusuf

OBSERVATORIUM BOSSCHA

Agenda



01

Latar Belakang Masalah

Kontras dan atmosfer

02

Instrumen

Teleskop, mounting, filter, baffle, rumah teleskop

03

Teknik Pengamatan dan Pengolahan Data

Persiapan, pengambilan, dan pengolahan data

04

Streaming

Upload stream ke server YouTube



Latar Belakang Masalah

Kontras

KONTRAS : Perbedaan kecerlangan/warna antara obyek dengan latar belakang

- Mata manusia memiliki **keterbatasan** dalam mengesani kontras yang rendah
- Bulan sabit (hilal) yang sangat tipis - **sulit sekali** dibedakan terhadap langit latar depan

~0,2%

Moon

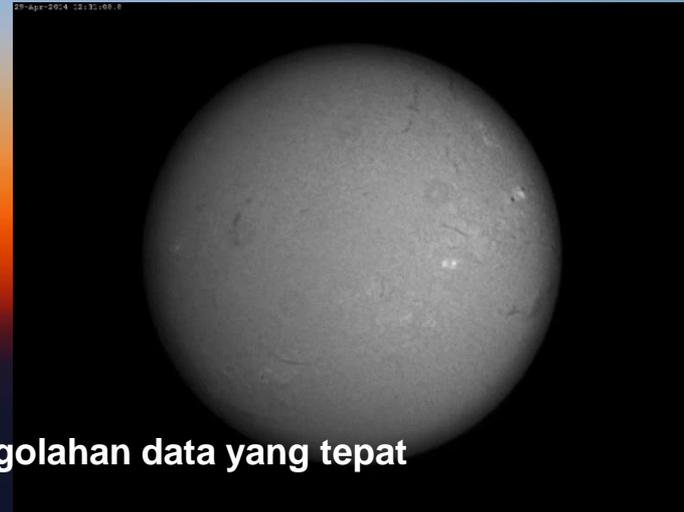
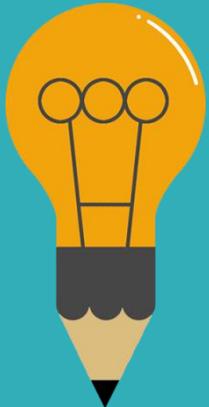
~1,0%

Moon

~2,0%

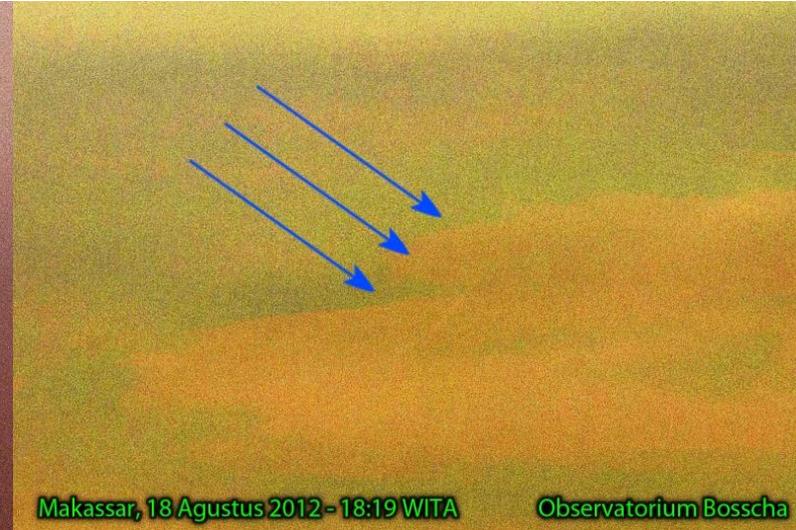
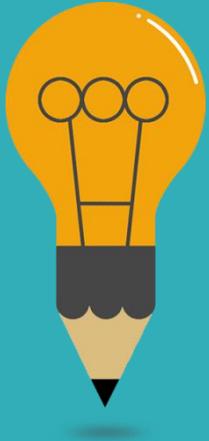
Moon

- ▶ Cahaya bulan melewati atmosfer
- ▶ Ekstingsi atmosfer dan *seeing*
- ▶ Atmosfer bumi diterangi oleh hamburan cahaya matahari
- ▶ Elongasi yang sangat kecil
- ▶ Posisi bulan sangat rendah
- ▶ Kondisi cuaca yang kurang baik
- ▶ Setup instrumen yang kurang baik



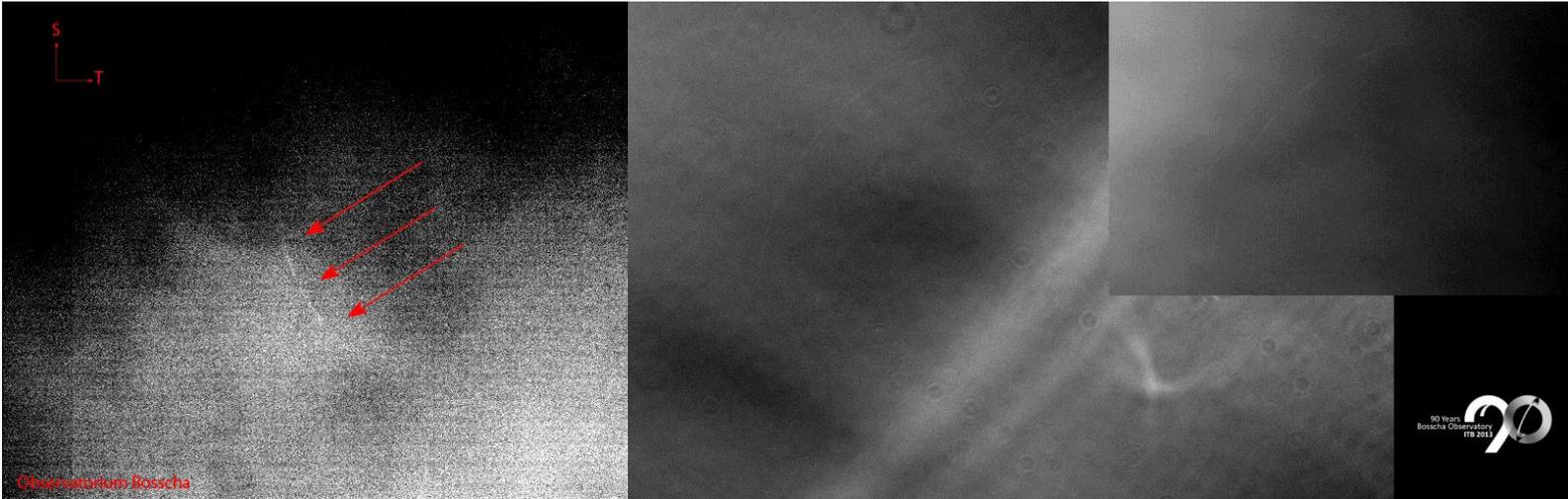
→ Perlu instrumen, teknik observasi, dan pengolahan data yang tepat

Contoh Gambar Bulan Sabit



Elongasi : $+09^{\circ}56'32''$
Iluminasi : 0.75 %
Ketinggian : $+03^{\circ}49'02''$
Usia Bulan : +18H 03M

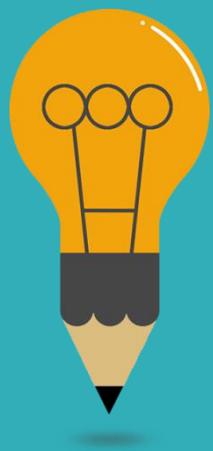
Contoh Gambar Bulan Sabit Siang Hari



Waktu : 16 Agustus 2012 09:46 WIB
Elongasi : $+09^{\circ}:18':15''$
Iluminasi : 0.66 %
Usia Bulan : +13H 23M

Waktu : 6 September 2013
Elongasi : $+08^{\circ}:08':25''$
Iluminasi : 0.51 %
Usia Bulan : +13H 38M





Elongasi : +05°:46':34"
Iluminasi : 0.26%

07:27 WIB

Elongasi : +05°:52':50"
Iluminasi : 0.26%

07:47 WIB

Elongasi : +05°:58':19"
Iluminasi : 0.27%

08:05 WIB

Elongasi : +06°:02':11"
Iluminasi : 0.28%

08:18 WIB

Elongasi : +06°:04':32"
Iluminasi : 0.28%

08:26 WIB

Elongasi : +06°:10':32"
Iluminasi : 0.29%

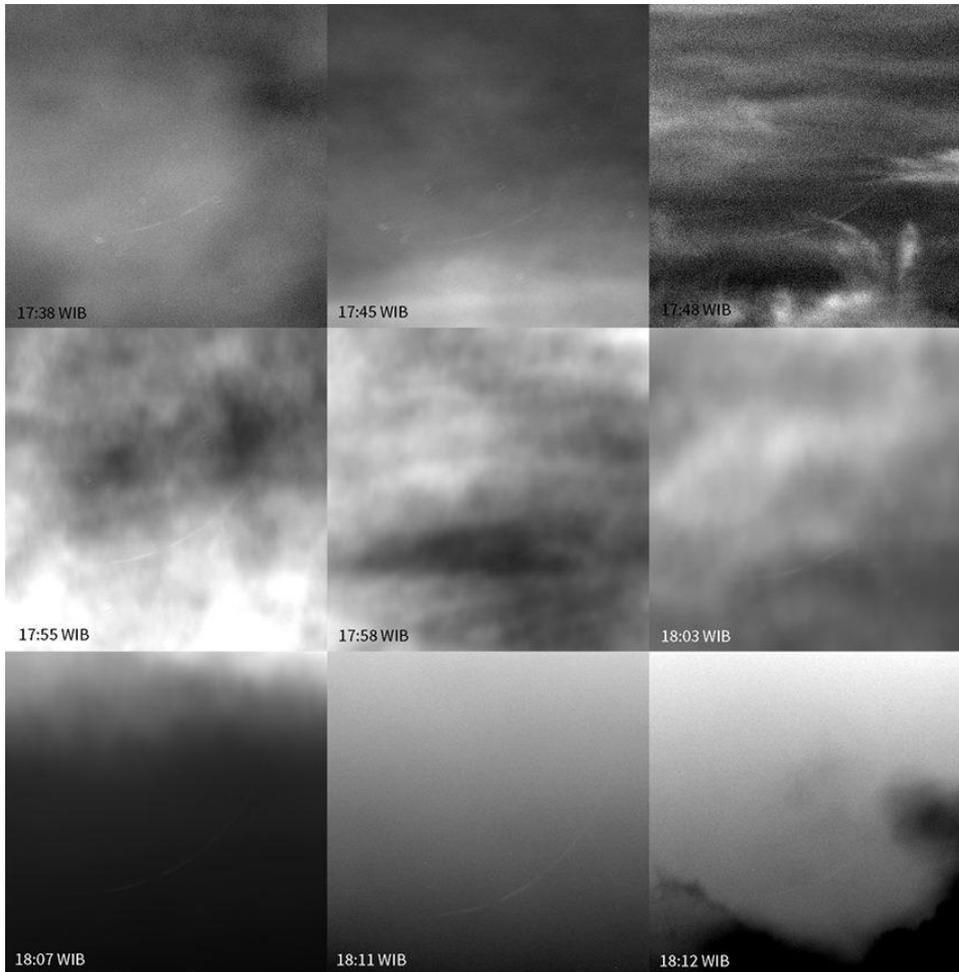
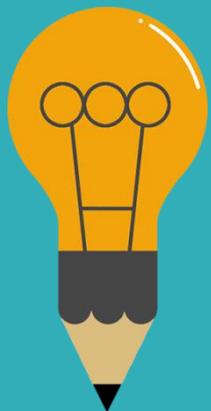
08:47 WIB

15 Agustus 2015

Observatorium Bosscha

INSTRUMEN: William Optics ZS 66 - ImagingSource DMK 41AU02.AS - AstroPhysics 1600 GTO

PENGAMAT: Muhammad Yusuf

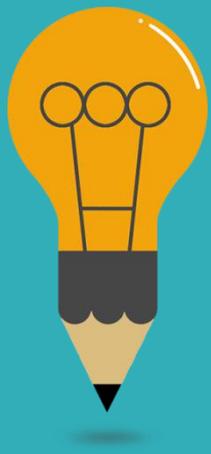


- Sunset: 17:50:36 LT
- Moon Age: +19H 21M 31S
- Moon Lag Time: +00H 31M 47S
- Moon Altitude: +06°:45':08"
- Elongation: +08°:48':15"
- Illumination: 00.59 %

15 Agustus 2015

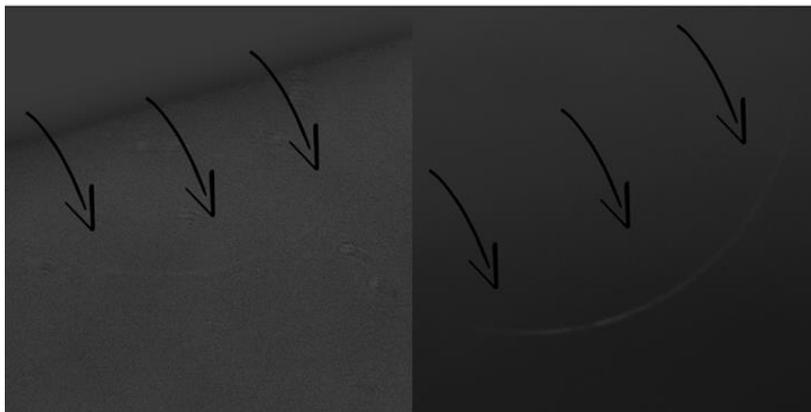
Observatorium Bosscha

INSTRUMEN: William Optics ZS 66 - ImagingSource DMK 41AU02.AS - Vixen Sphinx
PENGAMAT: Muhammad Yusuf



08:35 WIB - ILUMINASI 00.51 %
ELONGASI +08°:09':34"

10:03 WIB - ILUMINASI 00.56 %
ELONGASI +08°:34':18"



15:27 WIB - ILUMINASI 00.76 %
ELONGASI +09°:57':17"

17:32 WIB - ILUMINASI 00.88 %
ELONGASI +10°:44':57"

OBSERVATORIUM BOSSCHA
17 JUNI 2015



3 Agustus 2016 09:15 WIB
Elongasi: +03°:47':36"
Umur Bulan: +05H 30M

22 Agustus 2017 (Hilal Dzulhijjah)

Elongasi: $+07^{\circ}:15'$

Umur Bulan: $+15H$





Instrumen

Teleskop

- Kualitas tinggi → koreksi aberasi dan kontras
- Kombinasi panjang fokus + ukuran sensor yang tepat → **medan pandang** dan **sampling**
- Diameter: tidak terlalu kecil (**daya pisah** pada panjang gelombang besar) dan tidak terlalu besar (proteksi terhadap **hamburan cahaya**)
- Refraktor apokromatik dengan diameter = 80 sampai 120mm

Medan pandang = $206265 \times \text{jumlah piksel} \times \text{ukuran piksel} / \text{panjang fokus}$

Sampling = $206265 \times \text{ukuran piksel} / \text{panjang fokus}$



Takahashi FSQ 106EDXIII

WO FLT 110

Mount

- Kemampuan 'GOTO' adalah keharusan → **akurasi pointing dan tracking**
- *Mounting* yang **kokoh** dengan kemampuan menahan beban yang baik
- Hampir semua *mounting* hanya dapat *tracking* pada arah RA (sudut jam saja), sedangkan **bulan bergerak dalam 2 sumbu** (RA dan deklinasi)
- Hampir semua *mounting* tidak memperhitungkan besarnya **efek refraksi** ketika diarahkan ke daerah sekitar horizon

Losmandy G11

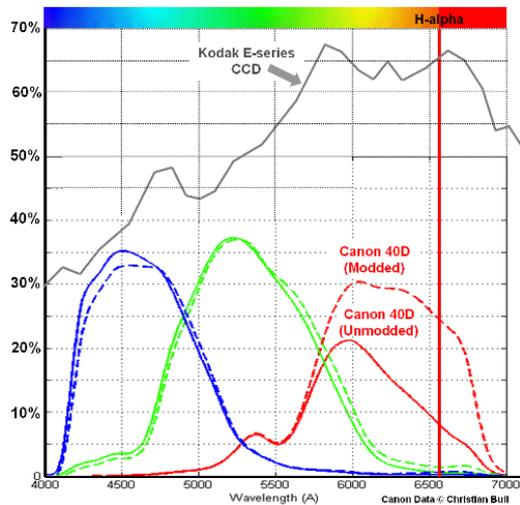


Paramount MYT

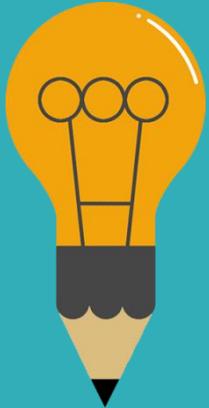
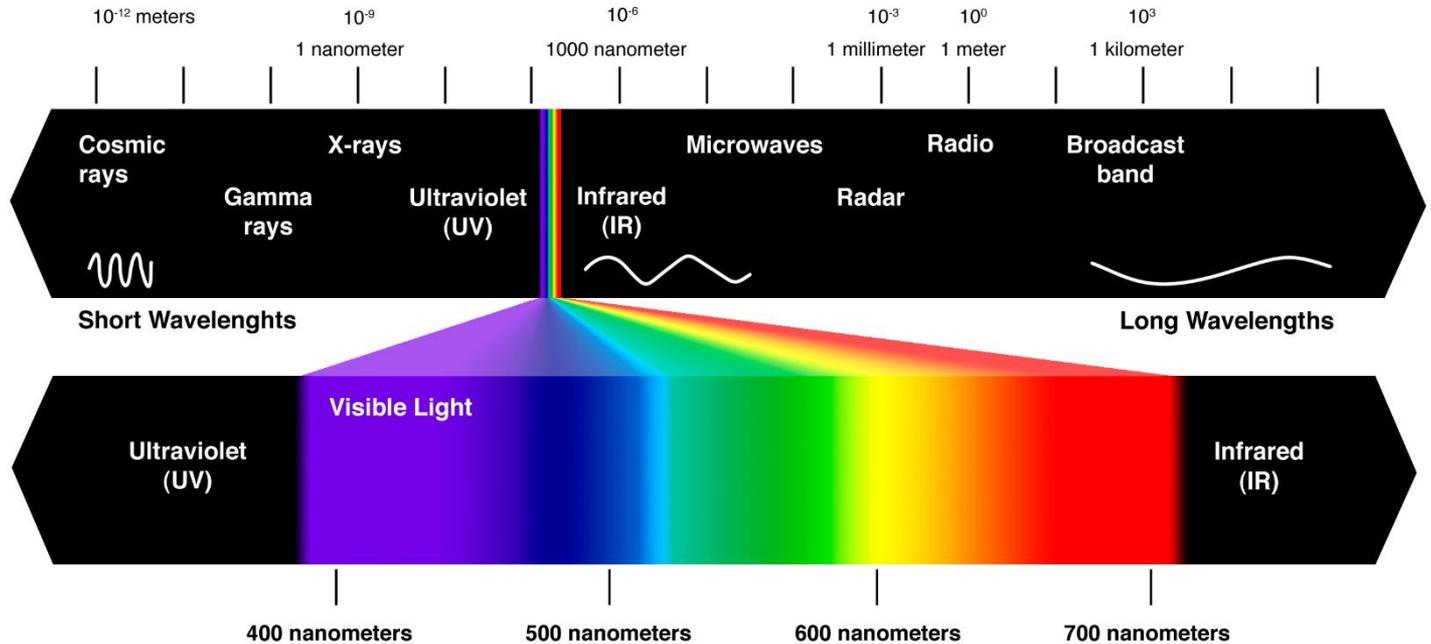


Kamera

- Berbasis CCD → linear, data tidak terkompresi
- Monokrom → sensitivitas, fleksibilitas *filter**
- Resolusi tinggi → *sampling*
- *Frame rate* tinggi → *stacking*

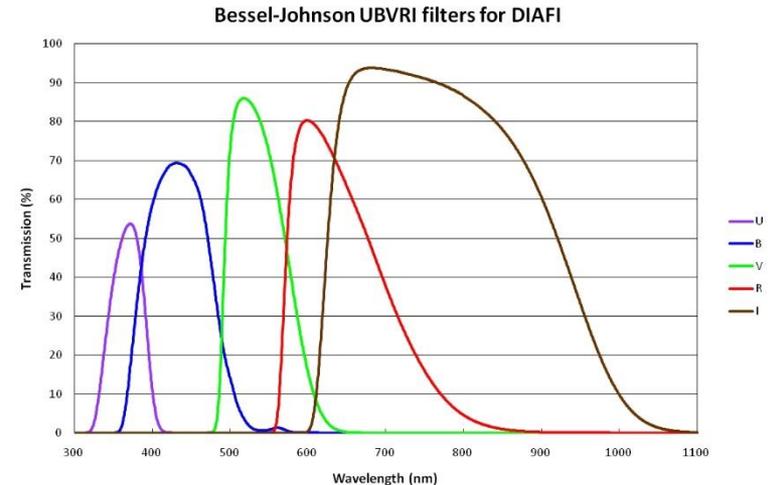
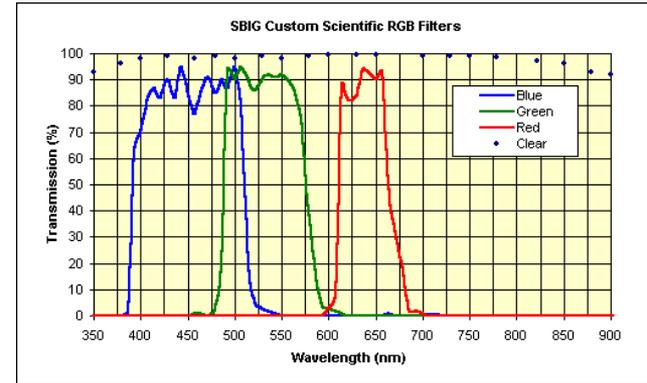
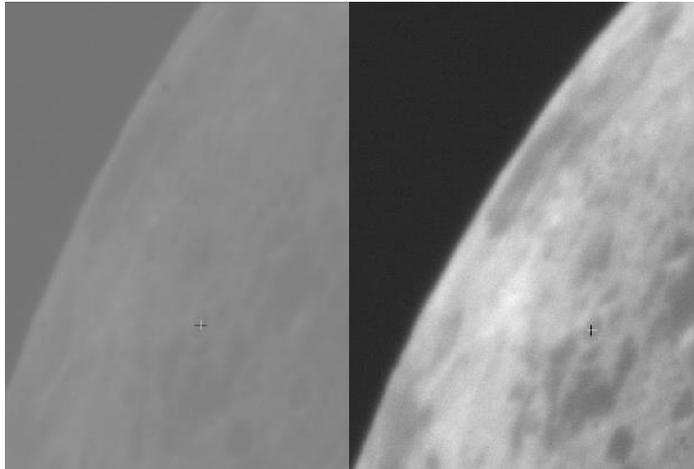


Panjang Gelombang Tampak



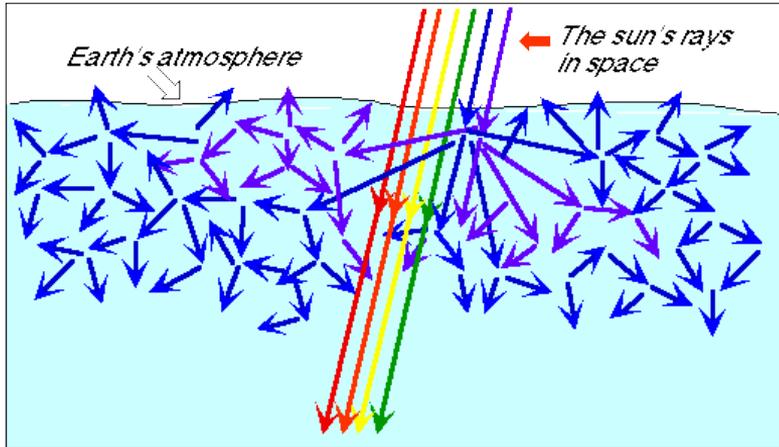
Filter

- Menyaring cahaya yang diinginkan
- Filter tidak terlalu kedap
- **Rekomendasi: filter merah gelap (Bessel I) atau IR digunakan saat langit masih biru**



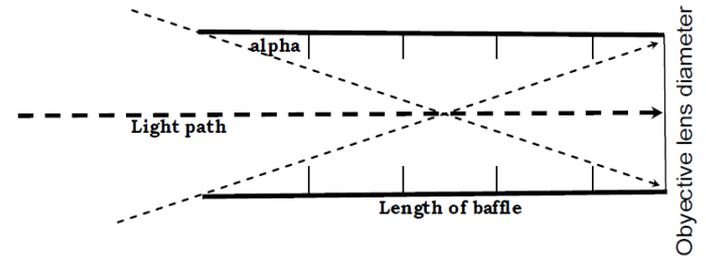
Baffle

- Berguna untuk pengamatan dengan elongasi kecil
- Menghalangi hamburan cahaya → keamanan kamera dan meningkatkan kontras



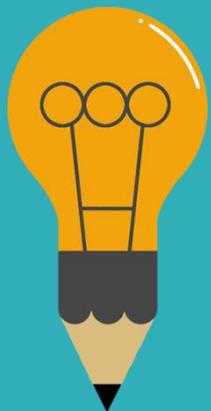


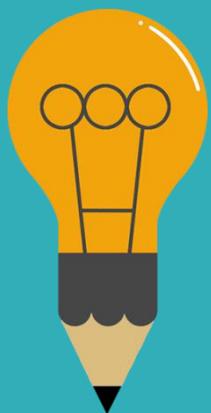
Desain baffle bergantung kebutuhan

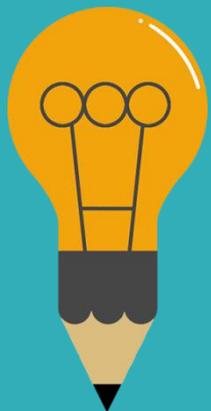


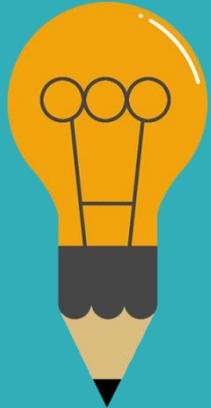
$$\tan \alpha = \text{diamater bukaan/panjang baffle}$$

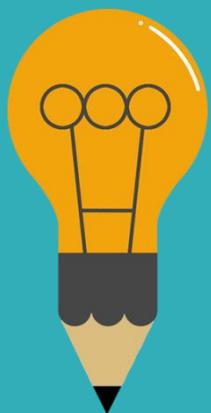
(Herdiwijaya, 2010)













Teknik Pengamatan

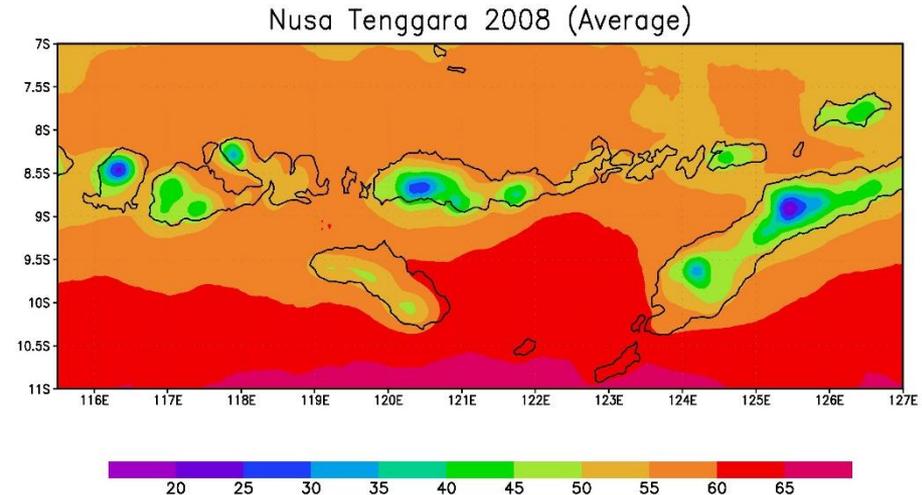
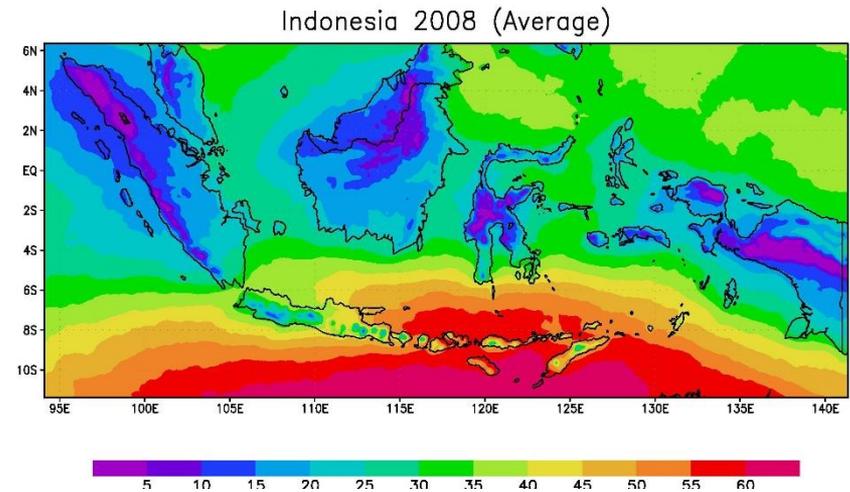
Persiapan

Menentukan Lokasi dan Waktu

Transparansi atmosfer **sangat penting**

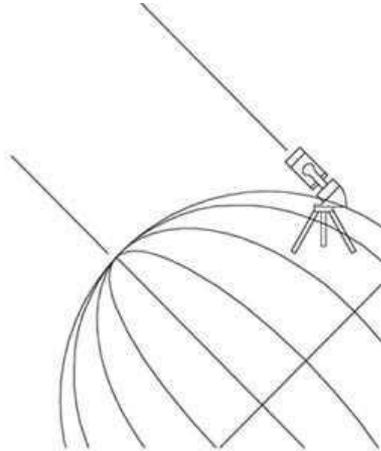
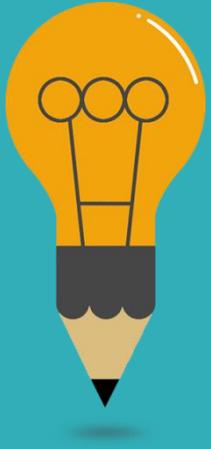
- Tidak ada awan
- Tidak ada kabut, asap, polusi, dan kelembapan
 - langit biru hingga ke ufuk
- Daerah tinggi biasanya lebih baik

Taufiq et al. 2013



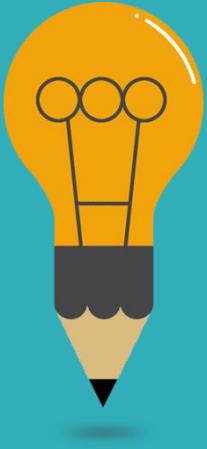
Polar Alignment

- **Penjejak** yang lebih baik
- **Pointing** yang lebih baik



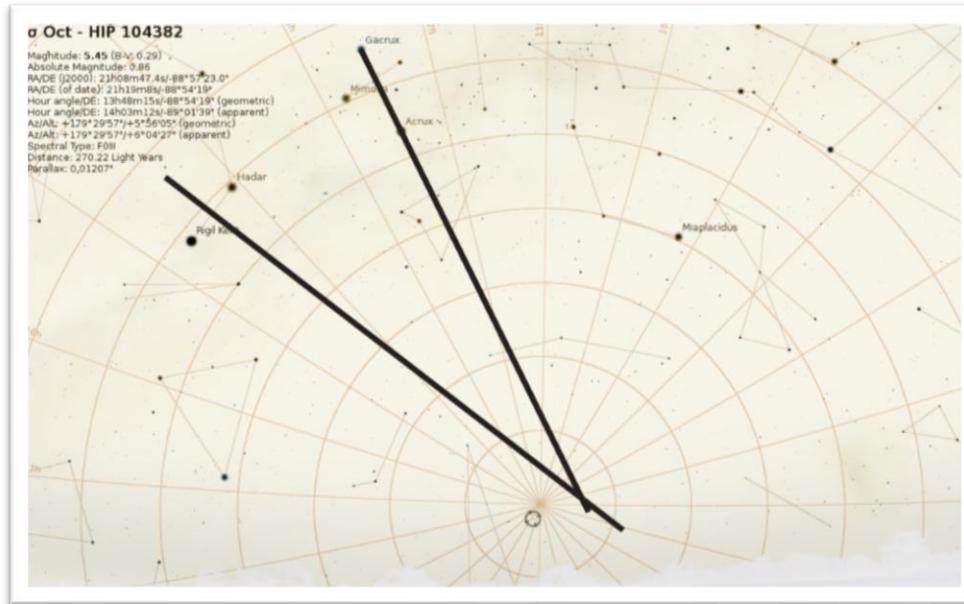
Metode *polar alignment*

- Menggunakan bintang sirkum polar
- Menggunakan bintang yang telah diketahui koordinatnya
- *Drift alignment*



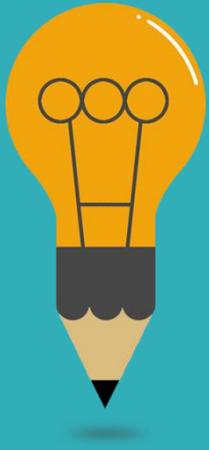
Sirkum Polar

- Arahkan ke kutub langit:
 - Deklinasi : -90° atau $+90^{\circ}$
- Belahan bumi utara: Polaris
- Belahan bumi selatan: Sigma Octanis



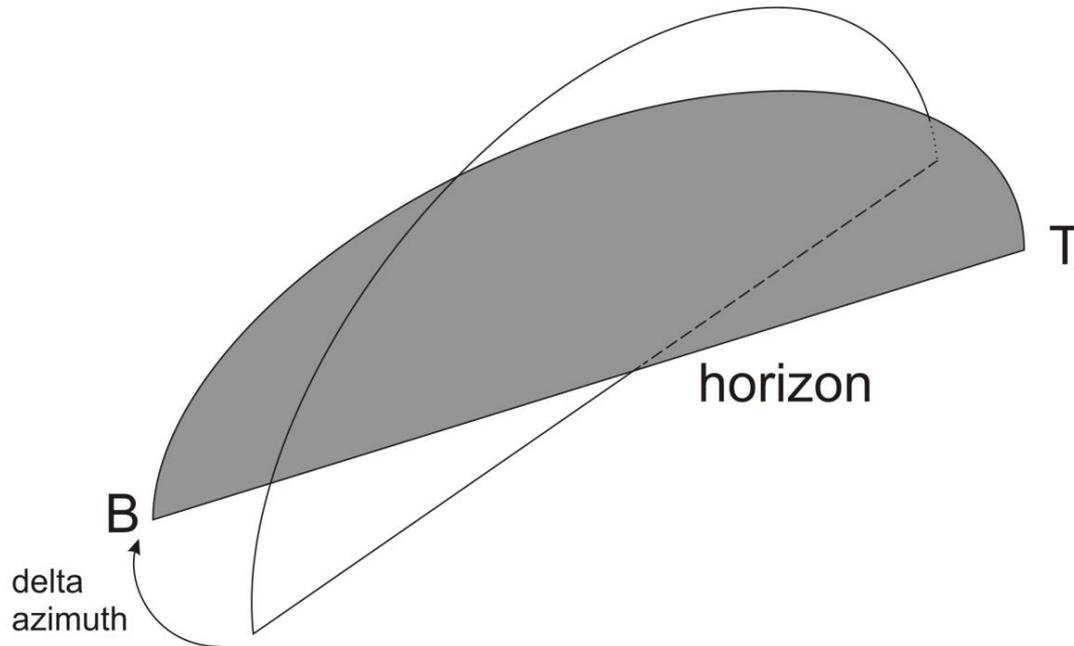
Bintang-bintang yang telah diketahui koordinatnya

- Teleskop dengan kemampuan GoTo (komputerisasi)
- Arahkan teleskop ke bintang daerah **horizon**, koreksi dengan mengatur arah azimuth dan lintang
 - Arahkan teleskop ke bintang daerah **meridian**, koreksi dengan mengatur arah azimuth dan lintang
 - Ulangi hingga PUAS



Drift Align: Koreksi arah azimuth

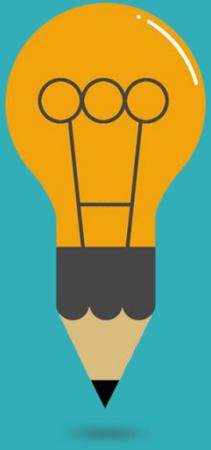
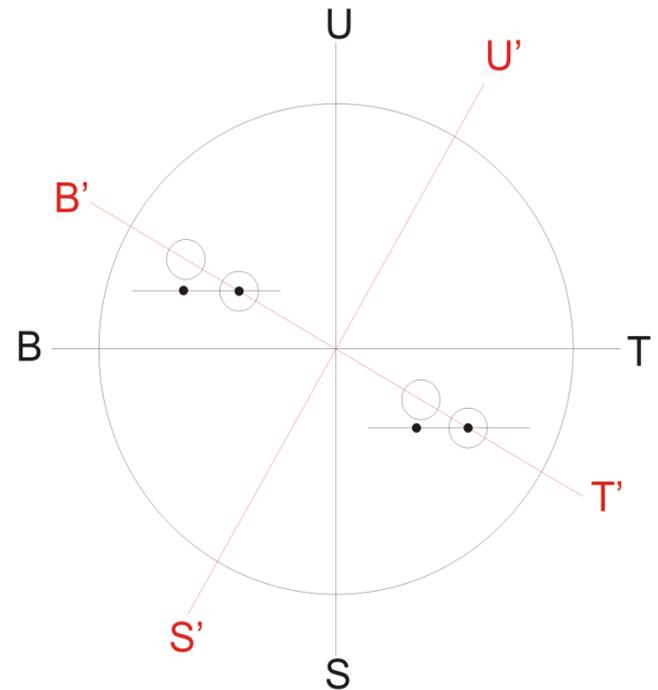
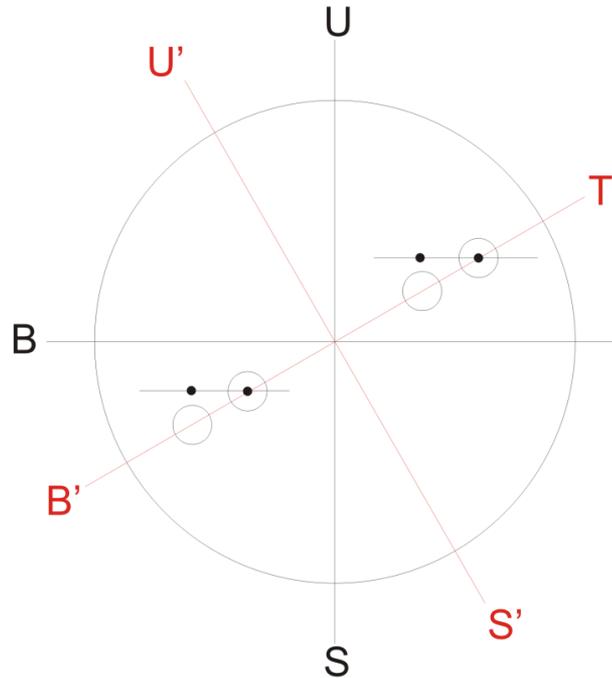
→ Kesalahan tracking hanya pada arah deklinasi!



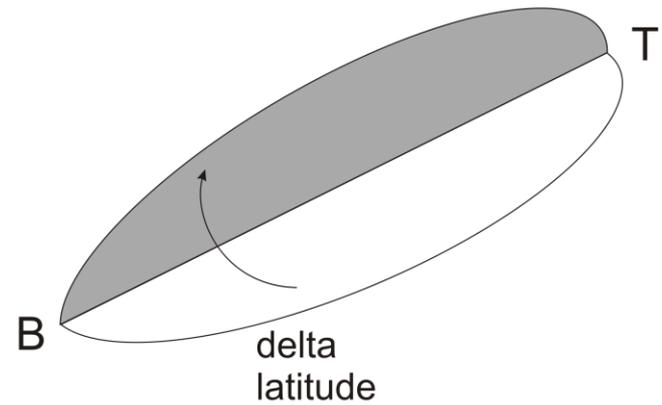
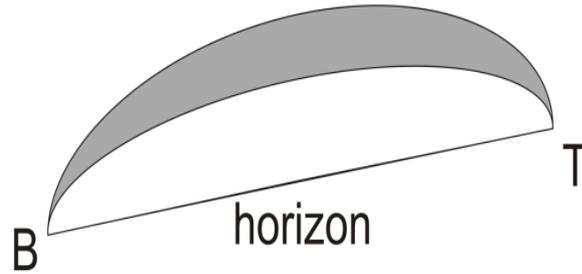
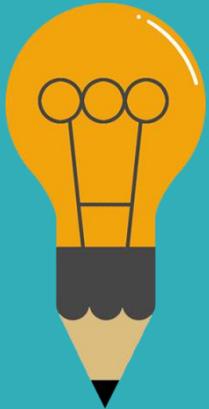
Ilustrasi: koreksi arah azimuth

Bintang bergerak (seolah-olah) ke **UTARA**: KLS terlalu ke **timur**

Bintang bergerak (seolah-olah) ke **SELATAN**: KLS terlalu ke **barat**

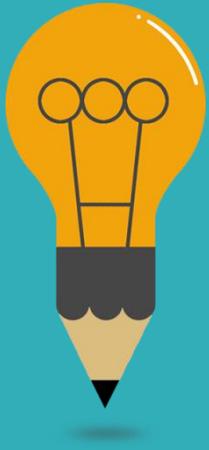
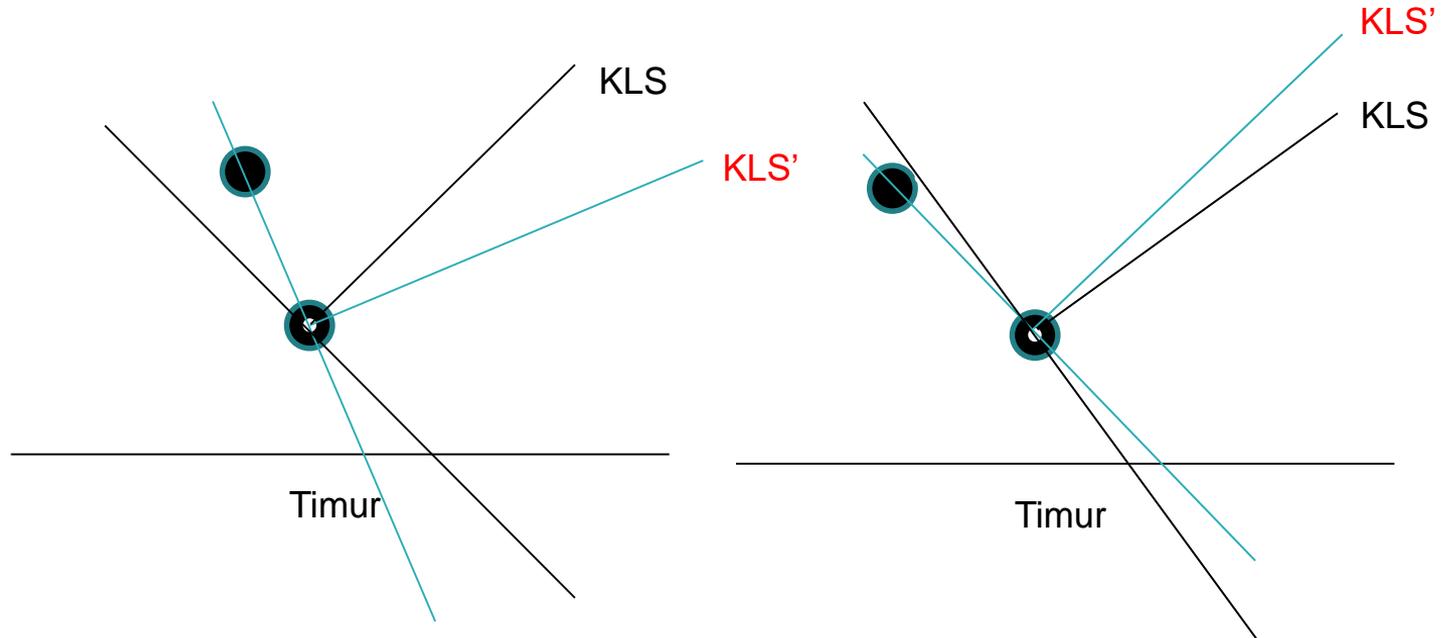


Drift Align: Koreksi arah lintang



Ilustrasi: koreksi arah lintang

Bintang bergerak (seolah-olah) ke **UTARA**: KLS terlalu ke **bawah**
Bintang bergerak (seolah-olah) ke **SELATAN**: KLS terlalu ke **atas**



Tips dan Trik

01

Magnifikasi/Perbesaran

Semakin besar nilai perbesaran → semakin cepat bintang bergeser

02

Waktu

Ukur waktu pergerakan bintang di medan pandang, sesuaikan dengan besar koreksi teleskop

03

Posisi Horizon

Hindari bintang-bintang yang terlalu dekat dengan horizon. Efek refraksi atmosfer → pilih bintang 15-25 derajat dari horizon

04

Posisi Meridian

Hindari bintang-bintang yang terlalu dekat dengan meridian pengamat.

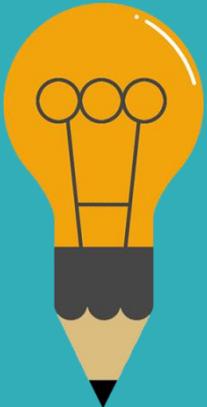
- Teleskop dengan tipe German-Ekuatorial perlu berbalik arah jika bintang melintas meridian
- Beberapa teleskop mengalami kesalahan ketika tracking di daerah ini

Pengamatan

- Focusing
- Pointing
- Pengaturan kamera
- Pengambilan citra medan datar (*flat*)
- Pengambilan citra bulan

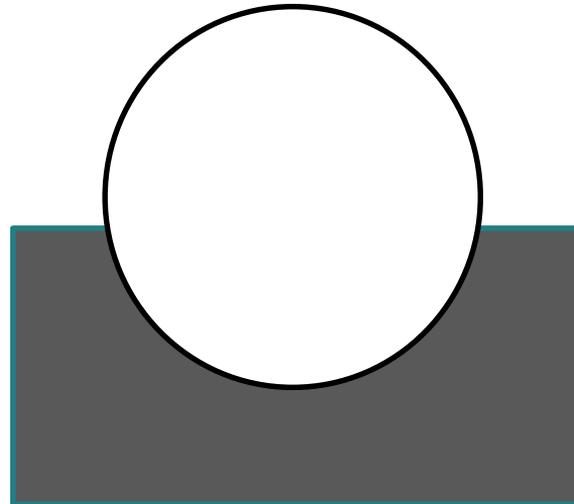
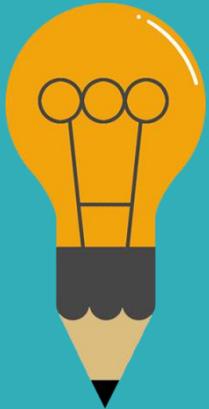
Focusing

- Lakukan fokus ke:
 - Bintang matahari
 - Tepian matahari
 - Planet terang
 - Bintang terang
 - FullWidthHalfMaximum atau HalfFluxDiameter
- Fokus teleskop akan berubah sesuai dengan temperatur
- Penambahan filter akan mengubah fokus



Akurasi *Pointing*

- Pembentukan model T-Point di **malam hari**
- Cek akurasi *pointing* dengan menggunakan planet terang atau bintang terang
- Posisikan sesuai dengan arah hilal
- **KENALI ORIENTASI PADA KAMERA!!!**



Prinsip Dasar Akuisisi Data

01

Ambil data sebanyak mungkin

02

Naikkan sinyal

03

Turunkan derau (*noise*)

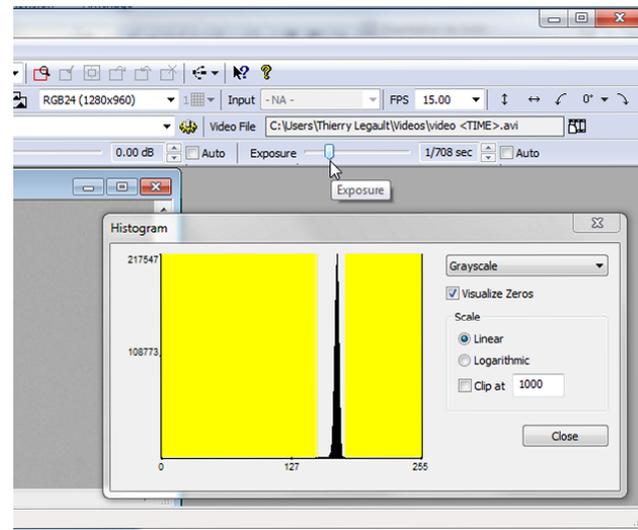
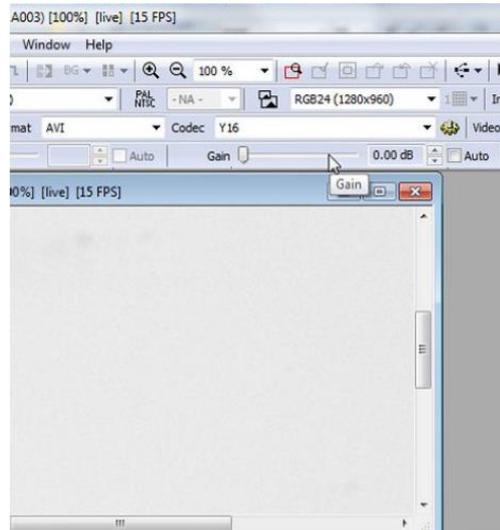
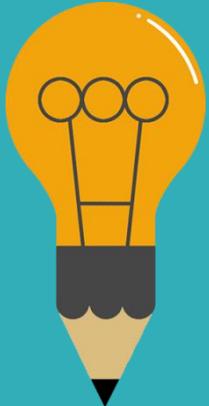


Peningkatan S/N

Semakin tinggi nilai nisbah sinyal terhadap derau, semakin baik data tersebut

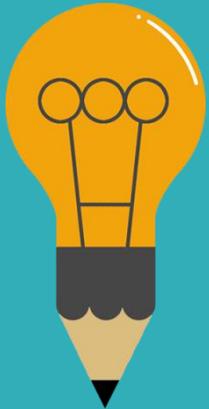
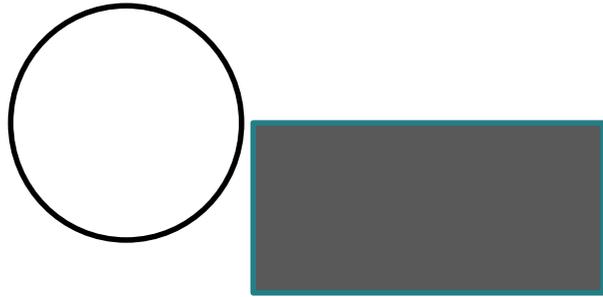
Pengaturan Kamera

- Pilih format RAW atau tanpa kompresi
 - CR2, NEF, AVI
- (Video) Gain sekecil mungkin
- (Video) Atur bukaan kamera dengan melihat histogram
- (Video) Atur fps sebesar mungkin



Pengambilan Flat

- Gerakkan menjauh dari arah matahari pada arah deklinasi
- Pengaturan kamera sama dengan ketika pengambilan data





Teknik Pengolahan

Prinsip Dasar Pengolahan Data

01

Pecah berkas video

02

Bersihkan setiap citra

03

Tumpuk (stack)

04

Naikkan kontras

05

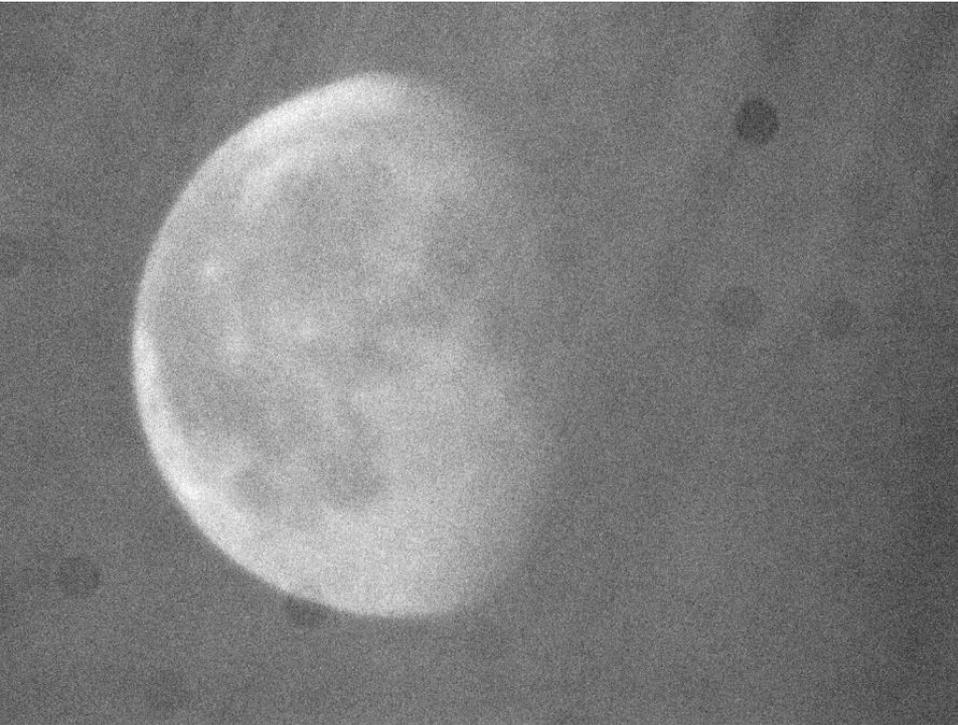
Penajaman



Hasil akhir berupa gambar

Pembersihan Citra

Citra bersih = ((Mentah - Bias) - (Dark - Bias)) / ((Flat - Bias) - (Dark - Bias))



Komparasi Citra



Komparasi Citra



Bulan kontras

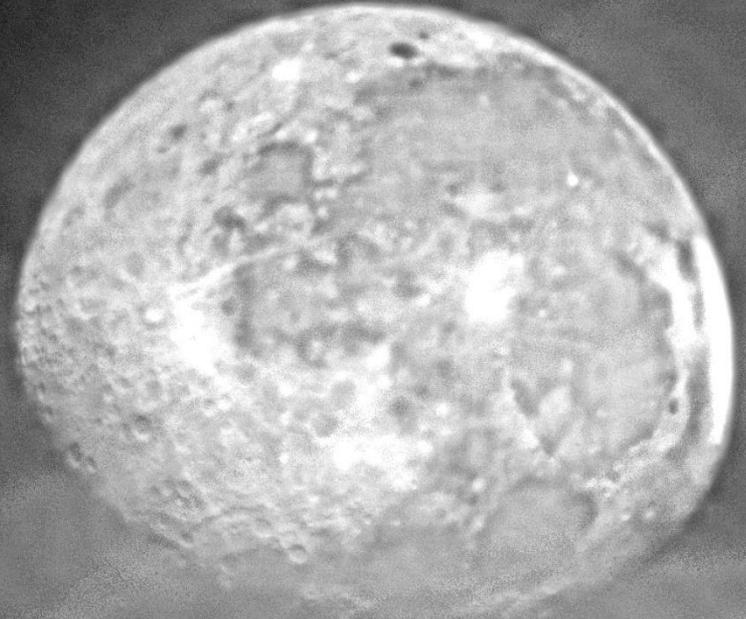


Bulan tumpul kontras

Komparasi Citra



Bulan kontras bersih



Bulan over kontras

Praktek Pengolahan Data

- IRIS
- GIMP/Photoshop

Gunakan contoh data yang tersedia



Start

Stop

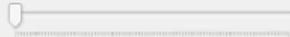
Device

Settings

Zoom



Gain Value db



Exposure Value



Choose

Connect

Disconnect

hh:mm:ss

R.A.

Dec.

Altitude

Azimuth

Telescope Status

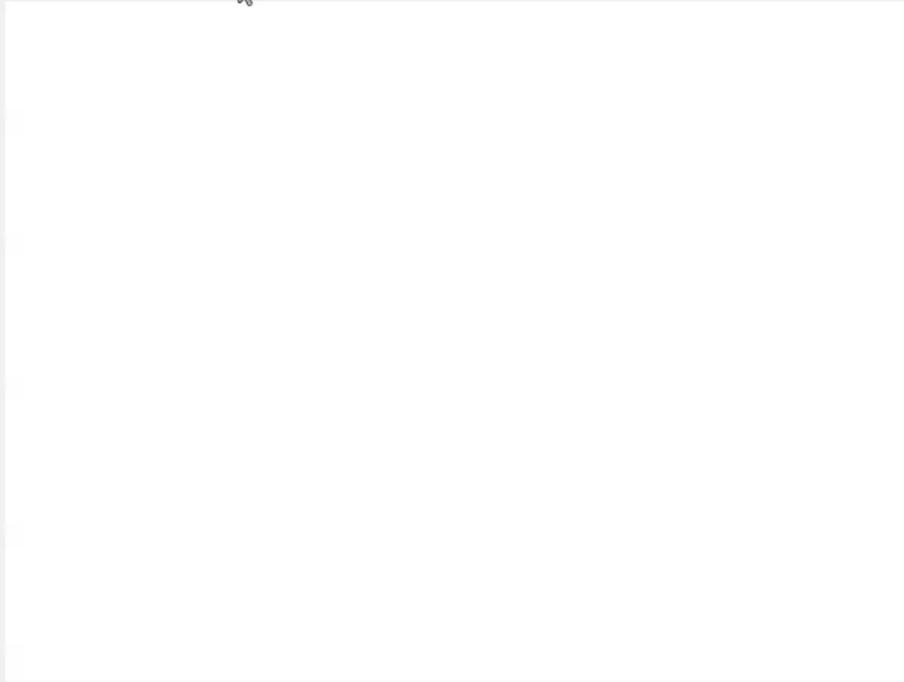
Not Connected

label11

label11

Guide

FPS



Contrast Processing

Enable

Black Level: label6

White Level: label7

MAX Value 0

AVG Value 0



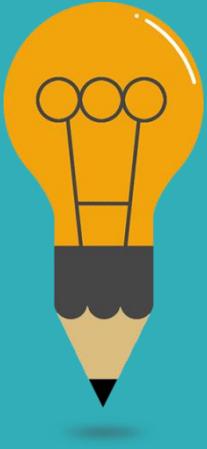
Teknik Streaming

Apa itu *Streaming*?

- Streaming merupakan metode transfer data sedemikian sehingga data tersebut dapat diakses secara langsung dan berkelanjutan, tanpa mengunduh keseluruhan data

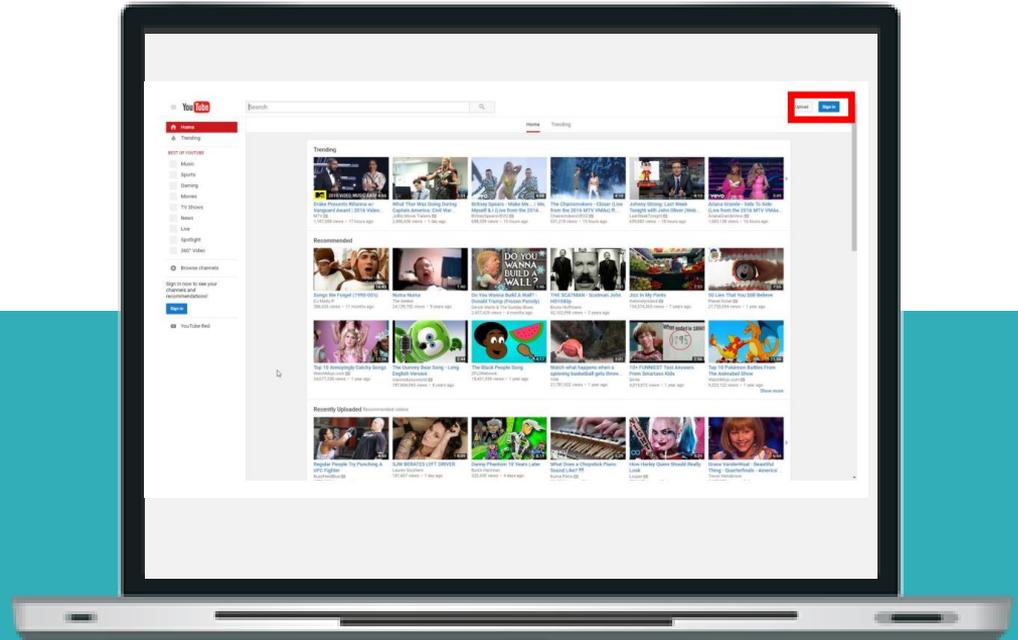


Bagian yang diakses klien



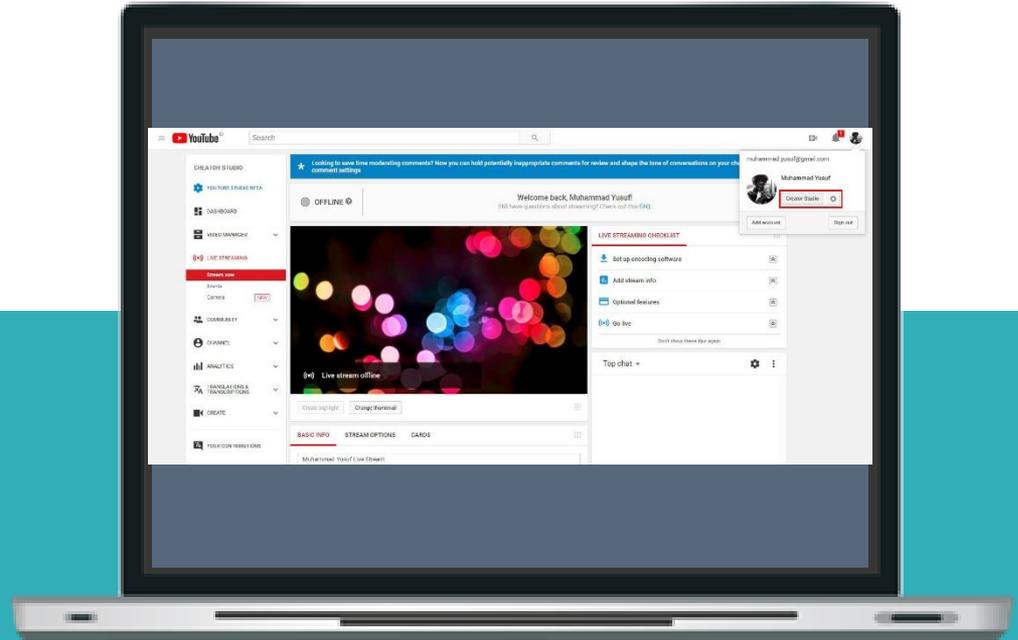
YouTube

- Masuk ke halaman YouTube dan Sign in



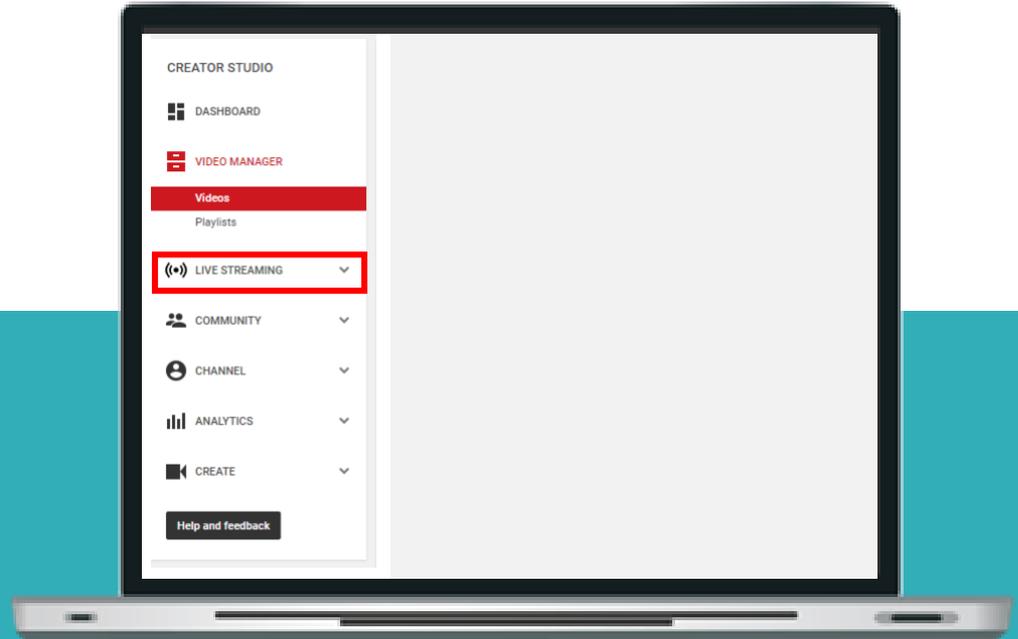
YouTube

- Pada bagian akun (pojok kanan) pilih “Creator Studio”



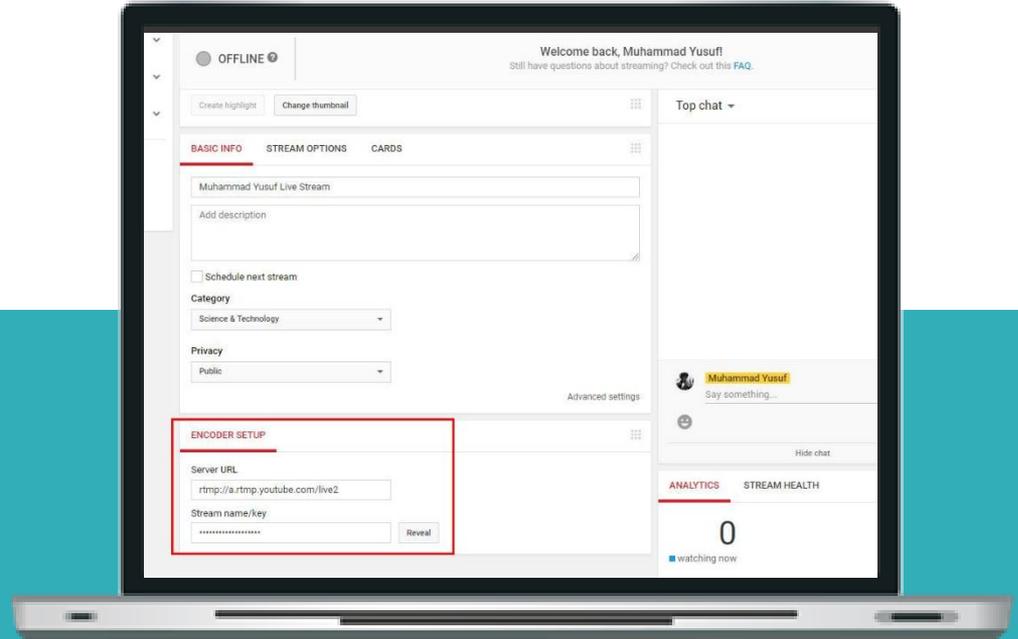
YouTube

- Pada menu kiri pilih "Live Streaming"



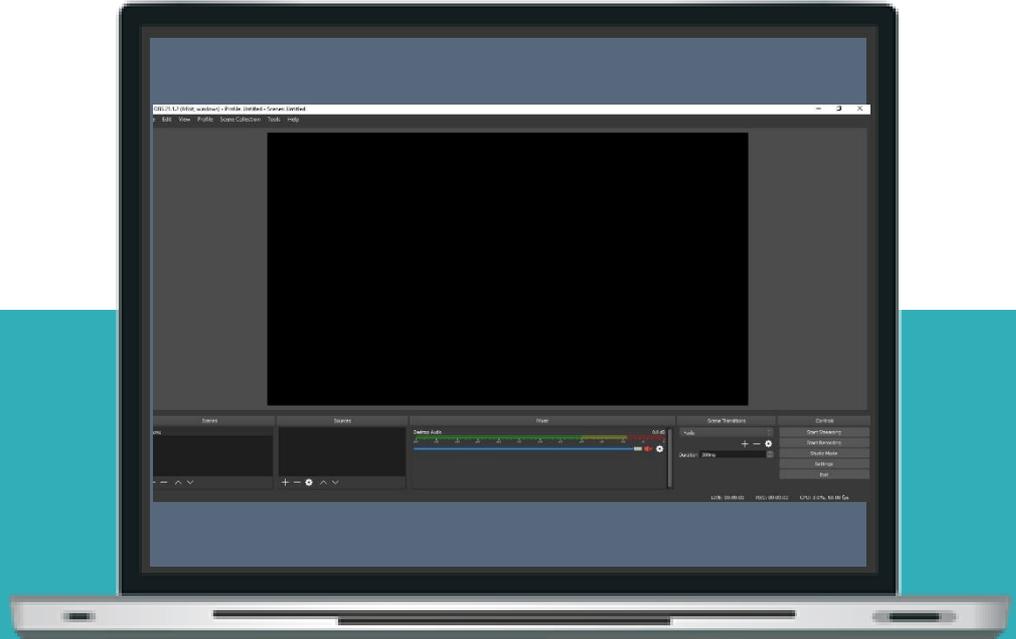
YouTube

- Salin isi “Encoder Setup”



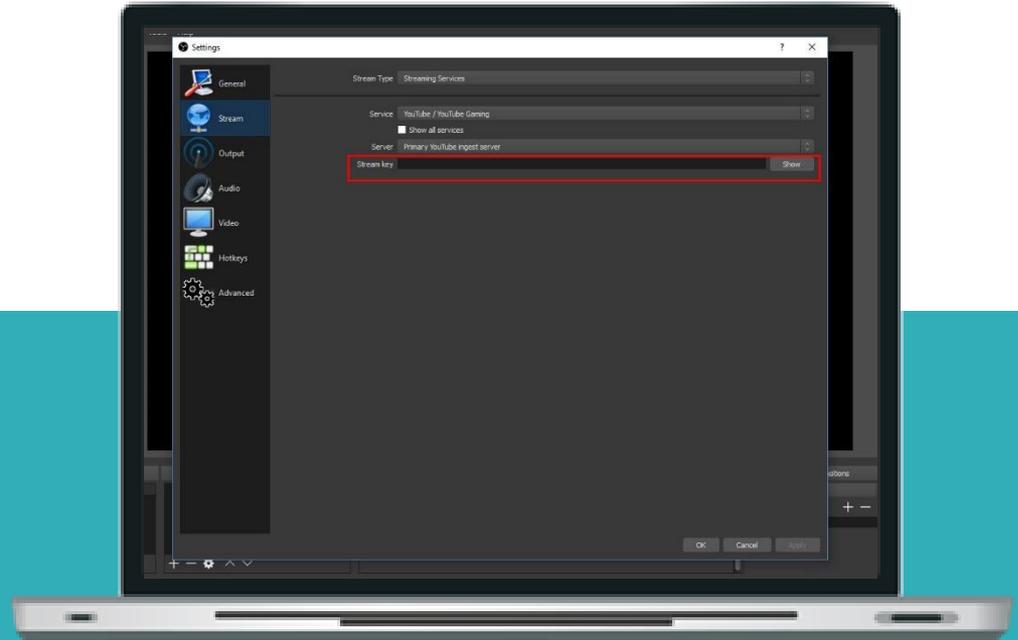
YouTube

- Pada program OBS pilih “File” → “Setting”



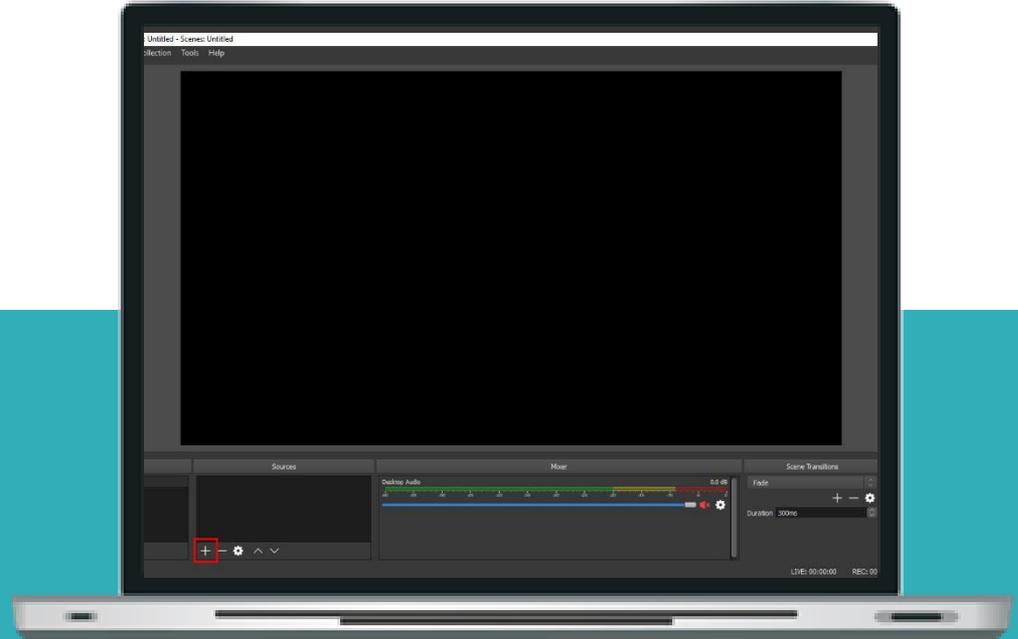
YouTube

- Pilih “Stream” di menu sebelah kiri, kemudian pilih “YouTube” pada bagian “Service”
- Isikan “Stream key” dari halaman YouTube yang sudah disalin sebelumnya
- Pilih “OK”



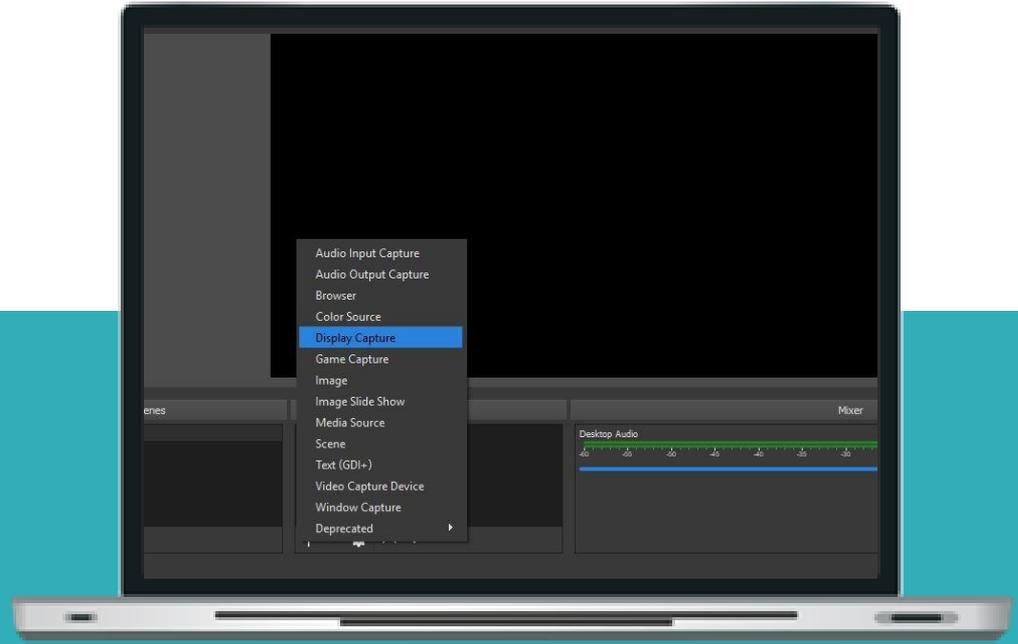
YouTube

- Tekan “+” pada bagian “Sources”



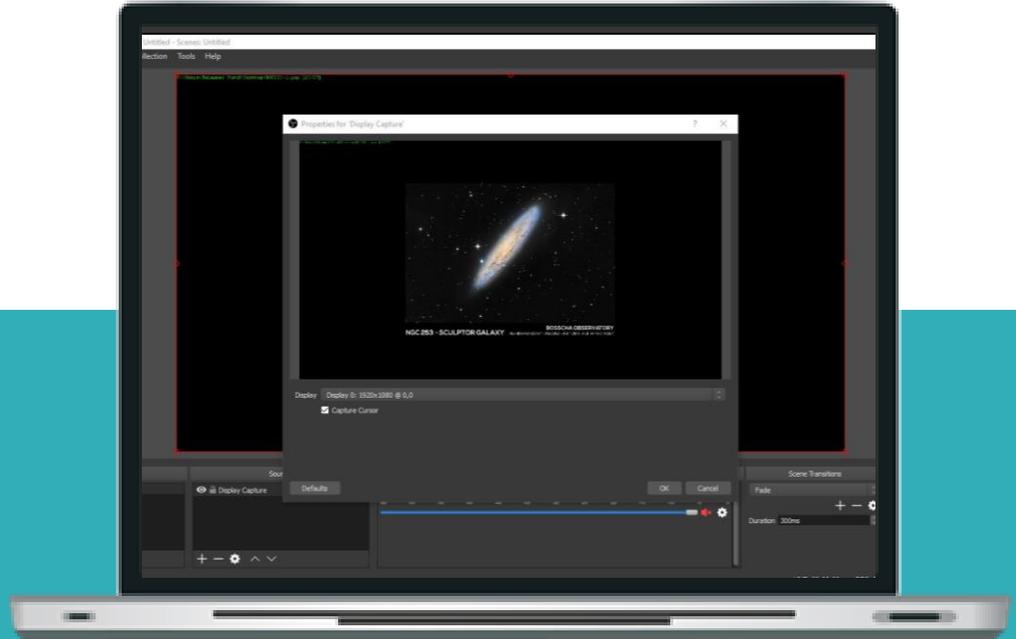
YouTube

- Pilih “Display Capture”
- Tekan “OK”



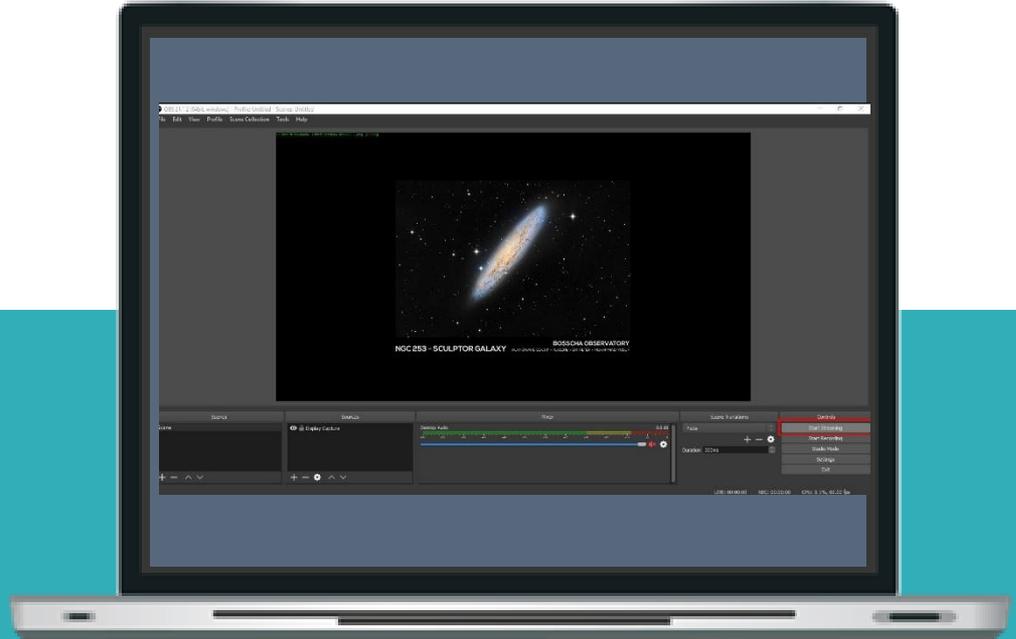
YouTube

- Lihat hasil preview yang ditampilkan
- Tekan “OK”



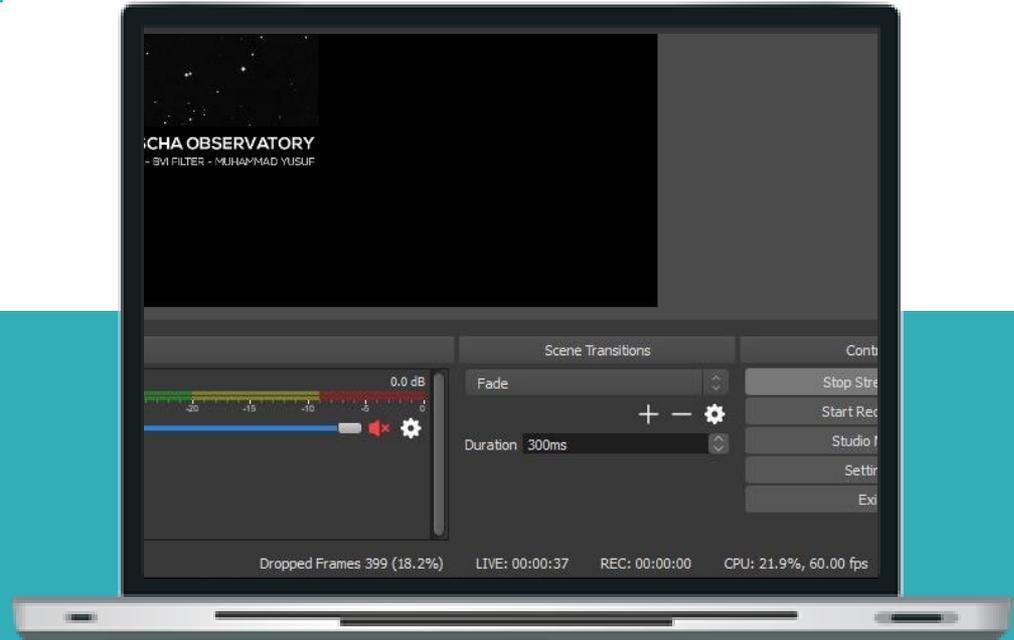
YouTube

- Tekan “Start Streaming”



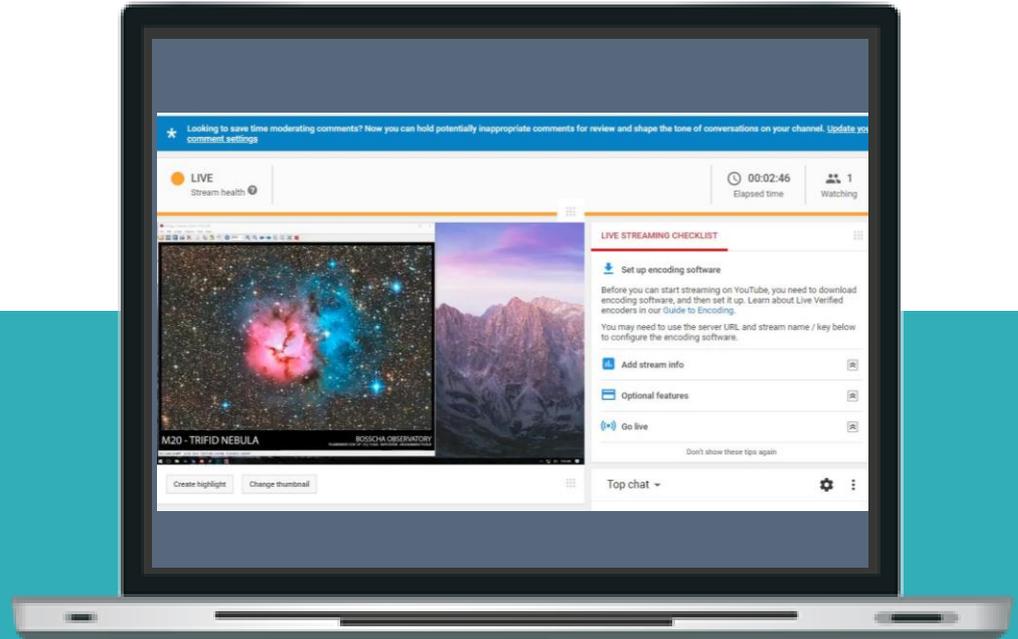
YouTube

- Perhatikan status pada pojok kanan bawah



YouTube

- Buka halaman YouTube dan pantau status stream



YouTube

- Tekan tombol “Stop Streaming” untuk menghentikan streaming





DISKUSI



Terima Kasih

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Dimas Firdaus
Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 24 Mei 1995
Nomor HP : +6285315328046
E-mail : dimas95firdaus@gmail.com
Alamat Asal : Jl. Cibangkong 198/120 RT 04/06

Kelurahan Cibangkong Kecamatan Batununggal Kota Bandung 40273

Alamat Sekarang : Ponpes Life Skill Daarun Najaah Jl. Bukit Beringin
Lestari Barat C 744 – 745 Kelurahan Wonosari Kecamatan Ngaliyan Kota
Semarang

Riwayat Pendidikan

a. Pendidikan Formal

2001 – 2007	SD Kartika X-1 Kota Bandung
2007 – 2010	MTs PERSIS Kota Bandung
2010 – 2013	MA PERSIS Kota Bandung
2015 – sekarang	Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

b. Pendidikan Non Formal

2015 – sekarang	Ponpes Life Skill Daarun Najaah Semarang
-----------------	--

Riwayat Organisasi

2011 – 2012	Rais ‘Am Rijaalul Ghad PPI 1 Bandung
2014 – 2019	Anggota Pemuda Persatuan Islam PC Batununggal
2016 – 2017	Anggota PSDM HMJ Ilmu Falak
2016 – sekarang	Anggota Komunitas Astronom Persatuan Islam