

PENGGUNAAN TELESKOP INFRAMERAH OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata (S.1)



Disusun Oleh :

LUQMANUL HAKIM
2002046026

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

DEKLARASI

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

Semarang, 19 Februari 2025

Diktator,



PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang 50185
Telp. (024) 7601291, Faxsimili (024) 7624691, Website : <http://fsh.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Nama : Luqmanul Hakim
NIM : 2002046026

Program Studi : Ilmu Falak

Judul Skripsi : PENGUNAAN TELESKOP INFRAMERAH OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Pengaji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus pada tanggal 12 Maret 2025. Dengan demikian dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata (S1).

Semarang, 10 April 2025

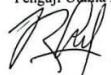
Ketua Sidang /Pengaji


Dr. M. HARUN, S.Ag., M.H.
NIP. 197508152008011017

Sekretaris Sidang /Pengaji


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

Pengaji Utama I


Dr. MUH ARIF ROYYANI, Lc., M.S.I.
NIP. 198406132019031003

Pengaji Utama II


SAIFUDIN, S.H.I. M.H.
NIP. 198005052023211015

Pembimbing I


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

Pembimbing II


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

PERSETUJUAN PEMBIMBING



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang 50185

Telp. (024) 7601291, Faxsimili (024)7624691, Website : <http://fsh.walisongo.ac.id/>

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Luqmanul Hakim

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah kami melaksanakan pembimbingan seperlunya, maka bersama ini kami menyatakan bahwa skripsi saudara:

Nama : Luqmanul Hakim

NIM : 2002046026

Program Studi : Ilmu Falak

Judul Skripsi : Penggunaan Teleskop Inframerah OZT-ALTS Dalam Mendeteksi Hilal

Dengan ini kami mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera di-munaqosah-kan.
Atas perhatiannya, kami ucapan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 26 Februari 2025

Pembimbing I

Drs. H. MAKSUM, M.Ag.

NIP. 196805151993031002

Pembimbing II

A. FUAD AL-ANSHORY, M.S.I.

NIP. 199010102019031018

MOTTO

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلَةِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجَّ

“Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah:
“Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi
ibadah) haji”

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang aku cintai
segenap hati:

**Prof. Dr. H. Ayah Zulfahmi, M.Ag. dan Almarhumah Mama
Irdawati, Bunda Zul Asmah, S. Pd., M. Pd. Etek Zul Hamidah,
Ayah Etek Zul Arham dan Almh Ruaida dan Alm. Zainuddin.**

PEDOMAN TRANSLITERASI

Transliterasi huruf Arab dalam Skripsi ini berpendoman pada pedoman skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.¹

A. Konsonan

Huruf Arab	Latin	Huruf Arab	Latin
ا	A	ض	Dh
ب	B	ط	Th
ت	T	ظ	Z
ث	Ts	ع	'a
ج	J	غ	Gh
ح	H	ف	F
خ	Kh	ق	Q
د	D	ك	K
ذ	Dz	ل	L
ر	R	م	M
ز	Z	ن	N
س	S	و	W
ش	Sy	ه	H
ص	S	ي	Y

¹ Tim Fakultas Syariah Uin Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi* (Semarang: Fakultas Syariah dan Hukum Walisongo Semarang, 2022).

B. Vokal

ُ	Fathah	Ditulis	A
ُ	Kasrah	Ditulis	I
ُ	Dammah	Ditulis	U

C. Kata Sandang (ال ...)

Kata sandang (ال ...) bila diikuti ditulis *Syamsyah* dan diikuti huruf *Qamariah* dengan L (el)

الصنا عه	Ditulis	<i>al-Shina'ah</i>
القران	Ditulis	<i>al-Qur'an</i>

D. Ta'Marbutha (ة) di Akhir Kata

- Bila dimatikan ditulis h

العيشة	Ditulis	<i>al-Maisyah</i>
--------	---------	-------------------

- Bila diikuti kata sandang ‘al’ serta bacaan kedua itu terpisah, maka ditulis h

كرامة لا ولباء	Ditulis	<i>Karamatul al-Auliya'</i>
----------------	---------	-----------------------------

- Bila ta'marbuthah hidup atau dengan harakat fathah, kasrah, dan dhammah ditulis t

زكاة المال	Ditulis	<i>Zakatul Mal</i>
------------	---------	--------------------

ABSTRAK

Penentuan awal bulan Hijriah penting dalam ibadah Islam, namun sering terjadi perbedaan akibat variasi metode rukyat dan hisab. Rukyatul hilal menghadapi kendala visibilitas akibat faktor atmosfer, sehingga penggunaan teleskop inframerah seperti OZT-ALTS menjadi solusi untuk meningkatkan akurasi pengamatan. Penelitian ini mengkaji efektivitas penggunaan teleskop OZT-ALTS dalam mendeteksi hilal serta tinjauan fikih terhadap penggunaannya.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan observasi langsung di Observatorium Astronomi ITERA Lampung serta wawancara dengan pakar. Hasilnya menunjukkan bahwa teleskop OZT-ALTS memiliki keunggulan dalam akurasi dan tracking otomatis, membantu mendeteksi hilal meski dalam kondisi atmosfer yang kurang mendukung. Namun, terdapat perbedaan pandangan fikih mengenai penggunaannya, di mana sebagian ulama mengutamakan rukyat mata telanjang, sementara lainnya membolehkan alat bantu.

Penelitian ini menunjukkan bahwa teleskop OZT-ALTS meningkatkan efektivitas rukyatul hilal dan dapat mengurangi perbedaan dalam penentuan awal bulan Hijriah. Integrasi antara metode astronomi modern dan fikih diperlukan agar hasil penetapan kalender Islam lebih diterima secara luas.

Kata Kunci: *Rukyatul Hilal, Teleskop OZT-ALTS, Inframerah, Fikih, Astronomi.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “**PENGGUNAAN TELESKOP INFRAMERAH OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL**”. 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 sampaikan terima kepada :

1. Ayah Zulfahmi dan Mama Irdawati, serta keluarga yang senantiasa memberikan do'a, kasih sayang, semangat, kesabaran yang tiada hentinya, serta nasihat-nasihat yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun penulisan skripsi ini.
2. Bapak Drs. H. Maksun, M.Ag. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ahmad Fuad Al-Anshary, S.Hi., M.Si. selaku dosen pembimbing II serta dosen wali yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengoreksi dan membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau Alhamdulillah skripsi ini terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah Bapak.
3. Bapak Ahmad Munif, M.S.I. dan Bapak Alfian Qodri Azizi, M.H. selaku Kepala Jurusan dan sekretaris Jurusan Ilmu Falak, yang telah mengontrol dan mengurus kebutuhan mahasiswa di tingkat jurusan, sehingga banyak membantu penulis dalam hal penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Prof Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag, Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang

selalu membagikan pengetahuan baru dengan segala referensinya kepada para mahasiswa.

5. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan berbagai ilmu, pengetahuan serta keteladanan, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Kemenag Lampung, dan Observatorium Astronomi ITERA Lampung (OAIL) yang bisa meluangkan waktunya untuk menyelesaikan sebagai bagian dari skripsi ini.
7. Bapak Dr. Robiatul Muztaba, S. Si., M. Si. dan Bapak Dr. Hamdun, M. HI. yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan tahap wawancara sebagai bagian dari skripsi ini.
8. Kepada seluruh jajaran pegawai Kemenag Lampung yang senantiasa meluangkan waktu dan memberikan data terkait skripsi ini.
9. Kepada Bapak Prof. Dr. Tarmizi Rasul, M. Pd. Yang selalu mendoakan peneliti agar dilancarkan dalam melakukan penelitian serta selalu support dimanapun peneliti berada.
10. Kepada Ashabil Firdaus, S. H., yang membantu tenaga, waktu, dan pikiran dalam memberikan pendapat dan saran, baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
11. Seluruh keluarga IKAMMI, atas kebersamaanya selama 4 tahun ini, pengalaman, berbagi ilmu, dan do'a-do'anya. Semoga rahmat dan keberkahan selalu menyertai kalian semua.
12. Seluruh pihak yang membantu, memberi saran, dan motivasi, dan do'a-do'anya, baik itu secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan

kritik konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat nyata bagi penulis dan para pembaca umumnya.

13. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for always being a giver. and trying to give more than I receive. I wanna thank me for trying to do more right than wrong. I wanna thank me for just being me at all time.*

DAFTAR ISI

PENGGUNAAN TELESKOP INFRAMERAH OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL	0
DEKLARASI	i
PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PEDOMAN TRANSLITERASI	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Telaah Pustaka.....	8
F. Metodologi Penelitian	10
G. Sistematika Penulisan.....	13

BAB II RUKYATUL HILAL, TELESKOP, PERSPEKTIF FIQIH DALAM PENGGUNAAN ALAT OPTIK RUKYAT	15
A. Rukyatul Hilal	15
B. Teleskop.....	30
C. Perspektif Fiqih Dalam Penggunaan Alat optik Rukyat	45
BAB III TELESKOP OZT- ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL.....	48
A. Konsep Teleskop OZT-ALTS dalam Mendeteksi Hilal .	48
B. Spesifikasi Teleskop OZT-ALTS di Observatorium Astronomi ITERA Lampung	50
C. Hasil Pendekripsi Hilal Menggunakan Teleskop OZT- ALTS	62
BAB IV ANALISIS PENGGUNAAN TELESKOP OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL	70
A. Analisis Penggunaan Teleskop OZT-ALTS Dalam Mendeteksi Hilal.....	70
B. Analisis Perspektif Fikih, tentang Penggunaan Teleskop OZT-ALTS sebagai Alat pendekripsi Hilal	77
BAB V PENUTUP.....	82
A. Kesimpulan	82
B. Saran.....	83
C. Penutup	83
DAFTAR PUSTAKA	84
DAFTAR LAMPIRAN	90
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Warna-Warna pada Spektrum Cahaya Tampak	35
Gambar 2. 2 Sign In Akun Team-Viewer	37
Gambar 2. 3 Menambahkan Komputer yang akan di-remote	38
Gambar 2. 4 ID dan Password TimeViewer Komputer Server OZT-ALTS	38
Gambar 2. 5 Membuka Dome	39
Gambar 2. 6 Kondisi Dome terbuka	39
Gambar 2. 7 Status Teleskop Referencing	40
Gambar 2. 8 Status Teleskop: Operational	40
Gambar 2. 9 Home position	41
Gambar 2. 10 Tombol untuk Pointing Manual dan Pengatur Kecepatan	42
Gambar 2. 11 Pointing objek	42
Gambar 2. 12 mengatur fokus	43
Gambar 2. 13 urutan mematikan teleskop	44
Gambar 2. 14 Mematikan kamera dan menutup Dome	44
Gambar 2. 15 Dome tertutup	45
Gambar 3. 2 Teleskop OZT-ALTS	50
Gambar 3. 3 Menara dan Dome Pada Teleskop	53
Gambar 3. 4 Mounting NTM-500	54
Gambar 3. 5 Desain Alur Penjalaran Cahaya Pada Teleskop ALTS	56
Gambar 3. 6 Manta G-031B dan quantum Efficiency	57
Gambar 3. 7 Cannon 5D	61
Gambar 4. 1 Hasil hilal yang terlihat	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi teleskop.....	52
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mount NTM-500	55
Tabel 3. 3 Spesifikasi Manta G-031B.....	59
Tabel 3. 4 Spesifikasi Filter RG 1000.....	60
Tabel 3. 5 Spesifikasi Cannon 5D	61
Tabel 3. 6 Laporan Hasil Rukyatul Hilal	64
Tabel 3. 7 Laporan Hasil Rukyatul Hilal	65
Tabel 3. 8 Laporan Hasil Rukyatul Hilal	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penentuan awal bulan kamariah merupakan suatu usaha yang sangat penting menentukan hilal dalam agama Islam karena ini menyangkut waktu pelaksanaan ibadah, khususnya dalam hal penentuan awal bulan Ramadan, hari raya Idul Fitri, bulan Syawal dan hari raya Idul Adha di bulan Zulhijah.¹

Perbedaan dalam menetapkan awal bulan hijriah masih sering terjadi di tengah-tengah masyarakat Islam Khususnya di Indonesia (antara Pemerintah dan Organisasi-organisasi Islam serta kelompok masyarakat Islam tertentu). Perbedaan itu terjadi pada saat menentukan awal bulan puasa, awal bulan Syawal dan pada saat menentukan awal bulan Dzulhijjah yang terkait dengan Sholat Idul Adha. Selain itu, perbedaan dalam menentukan awal-awal bulan tersebut terjadi akibat perbedaan metode yang dipakai dalam penentuan awal bulan, karena terdapat perbedaan dalam menafsirkan hadis dan berbagai sumber lain yang digunakan serta bentuk iktiat mereka dalam melaksanakan ibadah. Apabila penentuan waktu tersebut tidak benar, maka ini akan berdampak terhadap keshahihan pelaksanaan suatu ibadah, karena penetapan waktu adalah salah satu syarat sah atau tidaknya ibadah yang dikerjakan

¹ Dito Alif Pratama, “Ru’yat Al-Hilāl Dengan Teknologi,” *AL-AHKAM* Vol. 26, no. 2 (2016): 272.

logikanya jika ibadah dilaksanakan diluar waktu yang sudah ditetapkan maka hukumnya haram.²

Rukyatul hilal merupakan salah satu cara untuk menentukan awal bulan qomariyah cara yang dilakukan selama ini dengan mengamati visibilitas hilal yakni penampakan bulan sabit yang pertama kali tampak setelah terjadinya ijtima'.³ Oleh karena itu, dalam melakukan rukyatul Hilal tentu banyak permasalahan yang timbul, Antara lain: 1). Hilal tidak bisa dilihat karena cuaca mendung atau hujan, 2) Hilal tertutup oleh awan/kabut tebal, 3) Polusi udara yang banyak sehingga menutup cahaya Hilal, 4) Hilal tidak bisa dilihat karena di bawah ufuk, sehingga bilangan bulan menjadi digenapkan (istikmal), 5) Sulitnya membedakan antara Hilal dan benda langit lainnya. Disamping itu problematika yang terjadi ketika melakukan rukyatul Hilal yakni minimnya Ilmu pengetahuan para perukyat dan perbedaan diantara para ahli rukyat dalam menentukan awal bulan, namun untungnya hal ini bisa diatasi dengan adanya filter infrared sebagai komponen teleskop yang memungkinkan berbagai persoalan yang dihadapi oleh para perukyat seperti permasalahan diatas yang selama ini menjadi salah satu penghalang untuk mendekripsi hilal saat rukyatul hilal.

² Abdul Wahab Khalaf, *Ilmu Ushul Fiqh* (Daar Al- Ilmi, 1978), 108.

³ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam* (PT Elex Media Komputindo, 2014), 73,
<https://books.google.co.id/books?id=9YhKDwAAQBAJ>.

Para ilmuwan Islam Indonesia yang dipelopori Farid Ruskanda dan ilmuwan lainnya berusaha menjembatani pelaksanaan Rukyatul Hilal dengan menggunakan teknologi. Pada hakikatnya, pengamatan (rukyat al-hilal) memang menggunakan mata. Namun, untuk membantu indera tersebut, teknologi dapat dimanfaatkan.⁴

Sebagian para ahli rukyat berpendapat bahwa rukyat yang sesuai dengan sunnah rasul yaitu mengamati hilal dengan mata telanjang, sebagaimana hadist yang diriwayatkan oleh Imam Muslim.⁵

وَحَدَّثَنِي رُهْيُرُ بْنُ حَرْبٍ حَدَّثَنَا إِسْمَاعِيلُ عَنْ أَبِيهِبِ عَنْ نَافِعٍ
عَنْ ابْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ، قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّمَا الشَّهْرُ تِسْعَ وَعِشْرُونَ فَلَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْهُ
وَلَا تَفْطِرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ غَمَ عَلَيْكُمْ فَاقْدِرُوا لَهُ

“Telah menceritakan kepada saya Zuhair Ibnu Harb, telah menceritakan kepada kami Ismail dari Ayyub dari Nafi’ dari Ibn Umar r.a berkata bahwa Rasulallah saw bersabda: Sesungguhnya jumlah bulan itu adalah 29 hari. Janganlah kamu berpuasa hingga melihat hilal dan janganlah kamu beridulfitri sebelum melihat hilal, jika hilal terhalang oleh awan terhadapmu, maka kadarkanlah”. (HR. Muslim (Muslim, 1992: 13/2))

⁴ s. Farid Ruskanda, *Teknologi Untuk Pelaksanaan Rukyah, Dalam Selayang Pandang Hisab Rukyat* (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004), 77.

⁵ Muslim bin Hajjaj, *Shahih Muslim*, Juz 2. (Beirut: Daar Al-Khatab Al- Ilmiyah, 1992), 760.

Sedangkan para ahli rukyat yang lain berpendapat bahwa pelaksanaan rukyat bisa memanfaatkan alat dan teknologi, seperti teleskop, teodolit, dan binokuler.⁶ Sebagaimana yang sudah dijelaskan diatas.

Oleh sebab itu susahnya melihat hilal dengan mata terlanjang, ini bisa diatasi dengan menggunakan teknologi teleskop yang dapat membantu perukyat dalam melakukan pengamatan hilal. Untuk itu, Teleskop menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan perukyat dalam mengamati hilal. Meski begitu tidak semua jenis teleskop memiliki spesifikasi yang dapat mengatasi permasalahan menentukan awal bulan hijriah tersebut dengan presisi.

Namun dalam mengamati hilal awal Ramadhan khususnya pada tahun 1444H/2023 M, Observasi Astronomi ITERA Lampung mengalami gangguan karena pada waktu itu cuaca tidak mendukung untuk melakukan rukyatul hilal. Untungnya, teleskop diberbagai Indonesia mampu mengatasi persoalan tersebut.

Sebagaimana diketahui, Observatorium astronomi ITERA Lampung (OAIL) memiliki teleskop OZT-ALTS yaitu teleskop canggih buatan perusahaan produsen teleskop robotik asal Jerman. Teleskop yang digunakan sebagai pusat pengamatan bulan internasional tersebut hanya ada 14 buah di Dunia dan

⁶ Dalam hadis Rasulullah tersebut tidak ada keterangan secara eksplisit yang menyebutkan penggunaan alat tertentu dalam rukyat hilal. Namun, kebutuhan yang mendesak demi keberhasilan melihat hilal, membuat para ahli falak menggunakannya. Dari perspektif ushul fikih, penggunaan teleskop untuk rukyat merupakan salah satu contoh mashlahat mursalah, sebab pada masa Nabi tidak pernah ada.

salah satunya ada di kampus ITERA. Pengamatan yang dipusatkan di Stasiun Pengamatan Bulan Internasional ITERA tersebut juga bekerja sama dengan Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Lampung. Faktanya, hasil pengamatan hilal di ITERA dan berbagai tempat di Indonesia mau tak mau harus dilaporkan ke Kemenag pusat.⁷

Mulai tahun 2021 sampai sekarang hilal berhasil dilihat menggunakan teleskop OZT-ALTS pada setiap akhir bulan qomariah hanya 7 kali sedangkan sisanya hilal tidak terlihat.

Teleskop OZT- ALTS memiliki beberapa kenunggulan yaitu dilengkapi tracking, pointing yang cepat dan akurat serta teleskop tersebut berjenis teleskop refraktor triplet apokromat yang berdiameter 152 mm dengan panjang fokus 1200 mm dan detektor kamera CCD monokrom berkecepatan tinggi dengan filter inframerah, dan kamera CMOS berwarna.⁸

Beberapa spesifikasi teleskop OZT-ALTS sebagai berikut.

1. Teleskop Utama: Triplet Apokromat, 152mm f/7.89
 - Jenis: Refraktor, triplet Apokromat
 - Panjang fokus: 1200 mm
 - Diameter: 152
2. Kamera utama: 2 kamera sekaligus

⁷ ITERA, “Perdana ITERA Gunakan Teleskop OZT – ALTS Untuk Amati Hilal Ramadan,” accessed June 25, 2024, <https://www.itera.ac.id/perdana-itera-gunakan-teleskop-ozt-alts-untuk-amati-hilal-ramadan/>.

⁸ ITERA, “ITERA Jadi Titik Pengamatan Hilal Ramadhan 1444 H Nasional Kementerian Agama,” accessed June 27, 2024, <https://www.itera.ac.id/itera-jadi-titik-pengamatan-hilal-ramadhan-1444-h-nasional-kementerian-agama/>.

- Manta G031-B (Inframerah, monokrom)
 - ZWO ASI533 MC Pro (RGB)
 - Canon 5D II
3. Filter
 - Manta G031-B: RG1000
 - ZWO ASI533 MC Pro: UV-IR Cut
 4. Mounting: Astelco NTM-500
 5. Flap: Astelco LPC
 6. Autofokuser: Optec TCF-S
 7. Dome: Clamshell Design, Astelco CRE
 8. Weather Station: Boltwood Cloud Sensor II
 9. All Sky Camera: Canon 5D II, Fisheye Lens
 10. Computer: Server
 11. Control Utama: ACP, MaximDL, NINA.⁹

Meskipun teleskop OZT-ALTS merupakan alat yang sangat canggih dengan berbagai keunggulan, seperti kemampuan tracking dan mounting yang cepat dan akurat, penggunaannya memerlukan pemahaman mendalam, khususnya dalam hal pengoperasian dan pemrosesan data. Keakuratan tracking dan mounting bergantung pada keahlian seorang operator dalam mengelola perangkat lunak dan komputasi. Selain itu, teleskop ini dilengkapi dengan filter inframerah yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan kontras citra hilal. Namun, perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai filter inframerah tersebut, karena panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan tidak selalu

⁹ ITERA, “Sekilas OZT-ALTS,” last modified 2024, accessed June 26, 2024, <https://sites.google.com/itera.ac.id/observatorium-itera/fasilitas/ozt-alts?authuser=0>.

seragam dengan spesifikasi teleskop OZT-ALTS. Berdasarkan hal ini, peneliti tertarik untuk mengkaji lebih dalam permasalahan tersebut dalam sebuah penelitian berjudul "Penggunaan Teleskop Inframerah OZT-ALTS dalam Mendeteksi Hilal".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah dikemukakan sebagai berikut :

1. Bagaimana Penggunaan Teleskop OZT-ALTS dalam Mendeteksi Hilal?
2. Bagaimana Perspektif Fikih, tentang Penggunaan Teleskop OZT-ALTS sebagai Alat pendekripsi Hilal?

C. Tujuan Penelitian

Berkaitan dengan rumusan masalah yang sudah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui penggunaan teleskop OZT-ALTS dalam Mendeteksi Hilal.
2. Mengkaji perspektif fikih tentang kesesuaian penggunaan teleskop OZT-ALTS dalam mendekripsi hilal.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti,
Penelitian ini bisa meningkatkan pemahaman dan pengalaman dalam mengaplikasikan ilmu yang dipelajari secara teoritis di perkuliahan.
2. Bagi akademik,
Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan teknologi dan menjadi salah satu sumber serta acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.
3. Bagi masyarakat,

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dan sumber informasi mengenai penggunaan teleskop terhadap pelaksanaan rukyatul hilal.

E. Telaah Pustaka

Seperti halnya penelitian-penelitian lainnya, dalam penelitian ini juga, peneliti mempertimbangkan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan atau relevan untuk mendukung penelitian ini. Berdasarkan pencarian peneliti, terdapat penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian peneliti, diantaranya:

Skripsi yang ditulis oleh Ahmad Asrof Fitri dengan judul “Akurasi Teleskop Vixen Spinx untuk Rukyatul Hilal” Penelitian tersebut menjelaskan tentang cara pelaksanaan rukyatul hilal menggunakan Teleskop Vixen Spinx, kemudian ia menguji tingkat akurasinya yang dikomparasikan dengan theodolite tipe Nikon NE-202. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Teleskop Vixen Spinx dan theodolite Nikon NE-202 dapat digunakan sebagai alat rukyatulHilal dalam penentuan awal bulan Kamariah, namun kedua alat tersebut belum mampu melihat cahaya Hilal yang tertutup mendung.¹⁰

Skripsi yang ditulis oleh Amin Thohari dengan judul “Observasi Sunspot Menggunakan Teleskop Celestron di Laboratorium Astronomi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang pada Bulan April-Juni 2011”, yang mengkaji fenomena sunspot (bintik matahari) memakai teleskop Celestron yang secara spesifik meneliti perbandingan pola jumlah dan klasifikasi sunspot di permukaan matahari yang diamati dari dua tempat yang

¹⁰ Ahmad Asrof Fitri, “Akurasi Teleskop Vixen Spinx Untuk Rukyatul Hilal” (Skripsi Starata I Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013).

berbeda, yakni SPM LAPAN Watukosek dan Laboratorium Astronomi Universitas Negeri Malang.¹¹

Skripsi yang ditulis oleh Muhammad Shobaruiddin dengan judul “Studi Analisis Metode Thierry Legault Tentang Ru’yah Qabla Al-Ghurub”. Skripsi ini mengkaji Ru’yah Qabla Al-Ghurub dengan teknik astrophotografi Thierry Legault dari sudut pandang madzhab Imam Syafi’i. Dalam penelitiannya, Shobaruiddin menerangkan bahwa Ru’yah Qabla Ghurub dengan teknik astrophotografi menjadi menjadi salah satu solusi atas perbedaan penetapan awal bulan kamariah di Indonesia. Metode yang memanfaatkan Teleskop Losmandi GM8 yang dimodifikasi dengan filter inframerah ini hanya bisa dilakukan saat Matahari belum terbenam atau Bulan masih berada dibawah ufuk. Menurut madzhab Imam Syafi’i metode ini tidak dapat diterima karena rukyat Hilal harus dilaksanakan pada sore hari menjelang ghurub di tanggal 29.¹²

Karya tulis yang secara khusus menggunakan instrumen teleskop Vixen Sphinx untuk penelitian bisa ditemukan dalam karya M. Irfan, J.A. Utama, dan F. Azzahidi, “Pengukuran Kecerahan Langit (Sky Brightness) Observatorium Bosscha Menggunakan Teleskop Portabel dan CCD”. Teleskop yang digunakan adalah teleskop Vixen Sphinx tipe mounting SXW Equatorial, dengan tipe tabung Vixen VMC200L. Namun, objek yang dikaji dalam penelitian ini bukan hilal,

¹¹ Amin Thohari, “Observasi Sunspot Menggunakan Teleskop Celestron Di Laboratorium Astronomi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang Pada Bulan April-Juni 2011” (Skripsi Jurusan Fisika Fakultas MIPA UM, 2012).

¹² Muhammad Shobaruiddin, “Studi Analisis Metode Thierry Legault Tentang Ru’yah Qabla Al-Ghurūb” (Skripsi Starata I Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2015).

melainkan kecerahan langit di sekitar Bosscha sebab hasil penelitian ini dipakai untuk kajian fotometri.¹³

Penelitian menggunakan teleskop juga bisa ditemui pada karya M. Irfan, Wijayanti, J. A. Utama, dan M. Yusuf, “Penentuan Konstanta Hartman Teleskop Fotografis Zeiss 60 cm”, yang berisi kajian terhadap kualitas sistem optik teleskop fotografis Zeiss 60 cm di Observatorium Bosscha. Dengan metode Hartmann test, penelitian dilakukan dengan mengambil citra bintang Antares pada rentang fokus 110 mm hingga 220 mm. Hasilnya, fokus terbaik teleskop Zeiss berada pada skala bacaan $158,2 \pm 1,90$ mm dengan konstanta Hartmann sebesar 0,37 yang mengindikasikan kualitas sistem optik teleskop Zeiss termasuk kategori baik.¹⁴

F. Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan serangkaian kegiatan dalam mencari kebenaran suatu studi penelitian, yang diawali dengan suatu pemikiran yang membentuk rumusan masalah sehingga menimbulkan hipotesis awal, dengan dibantu dan dengan persepsi penelitian terdahulu, sehingga penelitian ini bisa diolah dan dianalisis yang akhirnya akan membentuk suatu Kesimpulan.¹⁵

1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jenis penelitian lapangan (field research) untuk mempelajari secara intensif tentang hal-hal yang berkaitan dengan penggunaan Teleskop inframerah OZT-ALTS dalam

¹³ F. Azzahidi, M. Irfan, and J. A. Utama, “Pengukuran Kecerahan Langit (Sky Brightness) Observatorium Bosscha Menggunakan Teleskop Portabel Dan CCD,” *Prosiding Seminar Himpunan Astronomi Indonesia in Aula Barat ITB* (2011): 61–64.

¹⁴ M.K. Wijayanti, M. Irfan, and dkk., “Penentuan Konstanta Hartmann Teleskop Fotografis Zeiss 60 Cm” (2011): 65–66.

¹⁵ Syafrida Hafni Sahir, *Metodologi Penelitian* (Yogyakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2021), 1.

rukylatul Hilal Sehingga, penelitian ini dapat dikategorikan dalam jenis penelitian kualitatif.¹⁶

2. Sumber Data

Sumber data merujuk pada sumber informasi yang berisi semua data yang diperlukan dalam sebuah penelitian. Penelitian ini memiliki dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder, untuk memberikan informasi yang diperlukan. Kedua data tersebut memberikan informasi yang diperlukan oleh peneliti oleh karena itu, dalam penelitian ini, terdapat dua jenis data, yakni data primer dan data sekunder. Sebagaimana yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan oleh peneliti dari sumber utama, yaitu diperoleh melalui hasil observasi penggunaan teleskop inframerah OZT-ALTS dalam mendeteksi hilal serta wawancara terhadap pihak yang berkaitan dan ahli tentang teleskop diantaranya melibatkan Dr. Robiatul Muztaba,S.Si.,M.Si sebagai dosen Program Studi Sains dan keplanetan ITERA serta sering melakukan penelitian terkait teleskop OZT-ALTS

b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data yang ada kaitannya dengan penelitian. Data sekunder ini adalah data yang dicari oleh peneliti yang berkaitan dengan Teleskop dalam mendeteksi Hilal, dan yang berkaitan dengan alat optic, buku-buku, internet, jurnal dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan. Data-data sekunder tersebut menjadi pendukung terhadap data primer.

¹⁶ Djoko Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, Penerbit Alfabetia, 2010, 9.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa Teknik pengumpulan data, yakni observasi, wawancara, dan dokumentasi.

a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti secara langsung terhadap objek penelitian. Dalam konteks ini, peneliti melakukan pengamatan dengan mengobservasi langsung di observatorium Institut Teknik Sumatera menggunakan teleskop OZT-ALTS.

b. Wawancara

Dalam tahap wawancara, peneliti memilih narasumber yang sangat dekat dengan penggunaan teloskop OZT-ALTS dalam mendeteksi hilal agar peneliti bisa memperoleh informasi yang terkait dengan teleskop tersebut. Serta peneliti berkenalan dengan pakar terhadap rukyatul hilal. Adapun narasumber yang akan diwawancarai oleh peneliti yang pertama adalah Bapak Dr. Robiatul Muztaba,S.Si.,M.Si. sebagai dosen ITERA Lampung sedangkan narasumber kedua yang akan diwawancarai oleh peneliti adalah Kepala Kantor Wilayah Kementerian Agama Lampung.

c. Dokumentasi

Dalam pengumpulan data, peneliti tidak hanya melakukan observasi dan wawancara, namun peneliti juga menggunakan dokumentasi untuk mengumpulkan data dan informasi. Dokumentasi ini juga sebagai sumber utama data primer yang diperlukan. disamping itu peneliti juga menggunakan data sekunder yang berhubungan dengan Observatorium ITERA Lampung.

4. Teknik Analisis Data

Setelah data terkumpul, data tersebut dipelajari dan dianalisis. Dalam proses menganalisis data, peneliti menggunakan teknik analisis deskriptif: menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan objek penelitian yaitu dengan menggunakan Teleskop OZT-ALTS, oleh karena itu, peneliti akan mengungkapkan penggunaan teleskop OZT-ALTS dalam rukyatul hilal, untuk itu peneliti akan melakukan observasi rukyat di observatorium ITERA Lampung.

G. Sistematika Penulisan

Sistematika dari penelitian ini ada 5 bab yang mencakup dari beberapa sub pembahasan di antaranya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini dimulai dari pendahuluan berisi gambaran umum yang merupakan pengantar penelitian ini dan terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB II RUKYATUL HILAL, TELESKOP, DAN PERSPEKTIF FIQIH DALAM PENGGUNAAN ALAT OPTIK RUKYAT

Bab kedua ini menjelaskan tinjauan umum tentang rukyatul Hilal. Dalam bab ini meliputi pengertian rukyatul Hilal, dasar hukum rukyatul Hilal, instrumen rukyat, teknik pelaksanaan rukyatul Hilal, dan rukyatul hilal dalam perspektif fiqh dan sains

BAB III TELESKOP OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

Bab ketiga menjelaskan tentang teleskop OZT-ALTS untuk rukyatul hilal. Dalam bab ini meliputi konsep dan pengaplikasian dari teleskop OZT-

ALTS untuk rukyatul hilal dalam bab ini juga diuraikan komponen-komponen yang ada pada teleskop OZT-ALTS serta membahas tentang teleskop OZT-ALTS untuk rukyatul hilal dalam kajian fiqih dan sains.

BAB IV ANALISI PENGGUNAAN TELESKOP OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

Bab keempat menjelaskan tentang analisis terhadap teleskop OZT-ALTS dalam rukyatul hilal. Dalam bab ini meliputi analisis konsep teleskop OZT-ALTS dan kegunaan teleskop OZT-ALTS dalam rukyatul hilal serta teleskop OZT-ALTS untuk rukyatul hilal dalam perspektif fiqih dan sains.

BAB V PENUTUP

Bab kelima merupakan bab terakhir dari semua sistematika yang merupakan hasil pemahaman penelitian dan pengkajian terhadap pokok permasalahan. Pada bab ini juga berisi kesimpulan, penutup dan saran

BAB II

RUKYATUL HILAL, TELESKOP, PERSPEKTIF FIQIH DALAM PENGGUNAAN ALAT OPTIK RUKYAT

A. Rukyatul Hilal

1. Pengertian Rukyatul Hilal

Rukyatul Hilal adalah kalimat serapan dari bahasa Arab yang terdiri 2 kata yakni “rukyat” dan “hilal” yang menjadi satu kesatuan makna, yang dalam bahasa Arab disebut mudhâf dan mudhâf ilayh. Rukyatulhilal menjadi salah satu teknik di dalam penentuan kalender hijriah. Untuk mengetahui lebih rinci pengertian rukyatulhilal perlu dijelaskan masing-masing kata tersebut:

a. Rukyat

Secara Bahasa (etimologi) kata rukyat (رؤیة) adalah bentuk mashdar/ kata benda dari kata benda dari kata kerja *ra’â* (رأى) / melihat. Kata *ra’â* mempunyai murâdîf/sinonim dan makna yang bermacam-macam, antaran lain: نظر yang bermakna melihat,¹ بصر yang bermakna memandang,² أدرك yang juga bermakna mengerti,³ حسب yang bermakna menduga, mengira.⁴ Jika ditelusuri lagi, kata *a ra’â* (رأى) juga memiliki beberapa bentuk mashdar/kata benda dengan arti yang berbeda-beda. Bentuk-bentuk

¹ Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab Indonesia* (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), 460.

² Ahmad bin Muhammad bin ’Alî al-Maqrî Al-Fayyûmî, *Al-Misbâh Al-Munîr Fî Gharîb Al-Syarh Al-Kâbir Li Al-Râfi’î* (Beirut: al-Maktabah al-’Ilmiyah, n.d.), 247.

³ Abû Hilâl al-hasan bin ’Abdillâh bin Sahal bin Sa’îd bin Yahyâ bin Mahrân Al-’Askarî, *Mu’jam Al-Furûq Al-Lughawîyah* (Muassasah al-Nasyr al-Islâmî, 1412), 543.

⁴ Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab Indonesia*, 460.

mashdar dari kata *ra'â* antara lain: *Rukyah* (رُؤيَةٌ) yang berarti *النَّظَرُ بِالْعَيْنِ وَالْقَلْبُ* yakni melihat dengan mata atau dengan hati;⁵ *ra'yan* (رَأِيَانٌ) yang bererti praduga, pendapat atau prasangka;⁶ *ru'ya* (رُؤْيَا) yang artinya *مَاتِرَاهُ فِي الْمَنَامِ* yakni mimpi.⁷ Pemilihan makna secara etimologis akan berdampak kepada pengertian secara terminologis.

Menurut istilah, makna rukyat paling umum adalah melihat dengan mata kepala,⁸ rukyat juga berarti observasi atau pengamatan terhadap benda-benda langit.⁹ Rukyat merupakan metode ilmiah yang akurat, terbukti dengan berkembangnya ilmu falak (astronomi) pada zaman keemasan Islam. Para ahli terdahulu melakukan pengamatan secara serius dan berkelanjutan yang akhirnya menghasilkan tabel-tabel astronomi yang terkenal dan hingga kini masih menjadi rujukan primer.¹⁰ Dalam khazanah fikih, kata rukyat lazim disertai dengan kata hilal sehingga menjadi rukyatulhilal yang berarti melihat hilal. Melihat hilal yang dimaksud disini adalah melakukan suatu kegiatan atau usaha mengamati hilal di langit

⁵ Ibnu Manzûr, *Lisân Al-'Arab* (Kairo: Dâr al-Mâ'rif, 1290), 1537.

⁶ Atabik Ali and Ahmad Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia* (Yogyakarta: Multi Gaya Grafika, 1998), 950.

⁷ Louis Ma'luf, *Al-Munjid Fî Al-Lughah Wa Al-A'lâm* (Bairut: Dâr al-Masyriq, 1989), 243.

⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Dan Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 183.

⁹ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2014), 69.

¹⁰ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak; Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 129–130.

sebelah barat sesaat setelah Matahari terbenam menjelang awal bulan baru, khususnya menjelang bulan Ramadan, Syawal dan Zulhijah.¹¹

Jadi secara umum, rukyatulhilal adalah melihat atau mengamati hilal pada saat Matahari terbenam menjelang bulan hijriah dengan mata atau alat bantu rukyat. Dalam dunia astronomi rukyat dikenal dengan istilah observasi. Sesuai dengan yang dicontohkan oleh Nabi, rukyat dilakukan secara visual dan tanpa alat bantu rukyat, tapi pengalaman rukyat seperti ini sangat individual dan subjektif.¹²

Makna dan konsep rukyat mengalami perkembangan sesuai dengan fungsi dan kepentingan penggunaannya. Pada awalnya, pengertian rukyat terbatas pada satu aktifitas melihat hilal saat Matahari terbenam pada akhir bulan Sya'ban atau Ramadan dalam rangka menentukan awal bulan hijriah. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa rukyat hanya dilakukan pada akhir bulan Sya'ban dalam rangka menentukan awal bulan Ramadan dan pada akhir bulan Ramadan dalam rangka menentukan awal bulan Syawal.

Perkembangan selanjutnya, rukyat tidak terbatas pada aktifitas melihat hilal pada akhir Sya'ban dan Ramadan, namun ada juga yang dilaksanakan pada bulan-bulan lain terutama menjelang awal bulan yang berkaitan dengan waktu pelaksanaan ibadah atau hari-hari besar umat Islam, seperti bulan Zulhijah, Muharam, Rabi'ul Awal, dan Rajab. Untuk

¹¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 173.

¹² Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab & Rukyat; Telaah Syariah, Sains Dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani press, 1996), 41.

kepentingan koreksi serta melatih keterampilan para praktisi rukyat, maka aktifitas melihat hilal dilakukan setiap pergantian bulan pada kalender hijriah. Dengan demikian, pelaksanaan rukyat tidak terbatas dilakukan pada awal Ramadan dan Syawal, tetapi juga dilakukan setiap menjelang pergantian bulan baru pada kalender hijriah.

b. Hilal

Pakar linguistik Arab abad ke-7 al-Khalil Ibnu Ahmad al-Farāḥidī, menguraikan kata hilal dalam *Kitāb al-‘Ayn*, bahwa hilal berasal dari kata *halla* yang berarti dia muncul. Hilal juga berasal dari kata *uhilla* (dia kelihatan).¹³ Selain al-Farāḥidī, ahli linguistik Arab lainnya seperti Rāġib al-İṣbāḥāni menjelaskan bahwa hilal adalah bulan sabit berarti bulan yang khusus kelihatan pada hari pertama dan kedua dalam sebuah bulan, setelah itu maka dinamakan qamar (bulan).¹⁴

Ibnu Manzūr dalam *Lisān al-‘Arab* menguraikan asal-usul dan makna kata hilal. Menurutnya, hilal adalah bulan sabit pada hari pertama dan kedua bulan kamariah atau dua malam terakhir bulan kamariah. Keterangan ini menunjukkan bahwa ada proses melihat secara visual terkait dengan bulan sabit atau hilal.¹⁵ Selanjutnya, al-Fairūz Abādī dalam *al-Qāmus al-Muḥīṭ*, menjelaskan bahwa yang dimaksud hilal

¹³ Ibnu Aḥmad Al-Farāḥidī al-Khalīl, *Kitāb Al-‘Ayn* (Bairut: Dār Ihyā al-Turāṣ al-‘Arabi, n.d.), 1017.

¹⁴ Rāġib Al-İṣbāḥāni, *Al-Mufradāt* (Damaskus: Dar al-Qalam, 1992), 843.

¹⁵ Manzūr, *Lisān Al-‘Arab*, 227–230.

adalah bulan sabit yang tampak pada 2-3 malam dari awal bulan atau 7-2 malam dari akhir bulan.¹⁶

Dalam Kamus al-Munawwir dijelaskan makna-makna yang terkait dengan asal kata hilal sebanyak dua belas makna, yang secara rinci sebagai berikut: 1) Bulan sabit; 2) Bulan yang terlihat pada awal bulan; 3) Curah hujan; 4) Permukaan hujan; 5) Air sedikit; 6) Warna putih pada pangkal kuku; 7) Cap, selar pada unta; 8) Unta yang kurus; 9) Kulit kelongsong ular; 10) Debu; 11) Ular jantan; 12) Anak muda yang bagus. Senada dengan Kamus al-Munawwir, Harun Nasution dan kawan-kawan, dalam Ensiklopedi Islam Indonesia, telah mengukuhkan temuan-temuan makna yang tertulis dalam kamus tersebut.¹⁷

Dalam kamus *Arabic-English Dictionary* karya Hans Wehr, kata hilal bentuk pluralnya ahillah atau ahālīl bisa berarti new moons (bulan muda) atau crescent (sabit). Demikian juga dengan John M. Echols dan Hassan Shadily dalam Kamus Inggris-Indonesia, AS Hornby dalam *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English* dan Lois Ma'luf dalam *al-Munjid*.¹⁸ Definisi seperti ini pun berkembang pula dalam karya-karya berbahasa Inggris seperti Muhammad Baqir Behbudi dalam *The Quran: A New Interpretation* terjemahan Collin Turner

¹⁶ al-Fairuz Abadi, *al-Qamus al-Muhiṭ* (Beirut: Dar al-Fikr, 1995), 966.

¹⁷ Harun Nasution Dkk, Ensiklopedi Islam Indonesia, cet. I (Jakarta: Djambatan, 1992), 319

¹⁸ Hans Wehr, *Arabic-English Dictionary*, 4th ed. (Germany: Otto Harrassowitz, 1994), 1208.

dan A. Yusuf Ali dalam *The Holy Qur'an Text: Translation and Commentary*.¹⁹

Dalam Kamus Ilmu Falak, kata hilal atau bulan sabit dalam astronomi dikenal dengan nama *crescent*, yaitu bagian Bulan yang tampak terang dari Bumi sebagai akibat cahaya Matahari yang dipantulkan olehnya pada hari terjadinya *ijtimā'* sesaat setelah Matahari terbenam. Hilal ini dapat dipakai sebagai tanda pergantian bulan kamariah. Apabila setelah Matahari terbenam hilal tampak, maka malam itu dan keesokan harinya merupakan tanggal satu bulan berikutnya.²⁰

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata hilal telah menjadi bahasa baku untuk menyebut bulan sabit atau bulan yang terbit pada tanggal 1 bulan qamariah.²¹ Hilal menurut bahasa dapat ditarik sebuah simpulan bahwa hilal merupakan bulan sabit yang tampak terlihat di langit sebagai pertanda pergantian bulan baru untuk keperluan ibadah dan muamalah sesaat setelah Matahari terbenam.

2. Dasar Hukum Rukyatul Hilal

a. Dasar Hukum Dari Al Qur'an

Sebagai bagian dari syariat Islam, rukyat memiliki landasan yang tertuang dalam al-Qur'an sebagai pedoman utama bagi umat Islam, yaitu tertuang dalam surat al-Baqarah ayat 185 dan 189:

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنْزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلْأَنْسَاطِ
وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَى وَالْفُرْقَانِ فَمَنْ شَهَدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ

¹⁹ Muhammad Baqir Behbudi, *The Quran A New Interpretation*, 1st ed. (London: Curzon press, 1997), 16.

²⁰ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 30.

²¹ Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, ed. Balai Pustaka (Jakarta, 1989), 307.

فَلِيَصُمْهُ وَمَنْ كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَى سَفَرٍ فَعَدَّةُ مِنْ أَيَّامٍ
أُخْرَى يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ وَلَنُكَمِلُوا
الْعِدَّةَ وَلَنُكَبِّرُوا اللَّهَ عَلَى مَا هَدَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ شَكُرُونَ

"Bulan Ramadhan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan al-Quran sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang benar dan yang batil). karena itu, Barangsiapa di antara kamu ada di bulan itu, maka berpuasalah. Dan Barangsiapa sakit atau dalam perjalanan (dia tidak berpuasa), Maka (wajib menggantinya), sebanyak hari yang ditinggalkannya itu, pada hari-hari yang lain. Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu. dan hendaklah kamu mencukupkan bilangannya dan hendaklah kamu mengagungkan Allah atas petunjuk-Nya yang diberikan kepadamu, supaya kamu bersyukur." (QS. al-Baqarah:185). 32

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلَةِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجَّ
وَلَيْسَ الْبَرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبَيْوْتَ مِنْ طُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبَرَّ
مَنْ اتَّقَىٰ وَأَتُّوا الْبَيْوْتَ مِنْ أَبْوَابِهَا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ
ثُقْلُهُنَّ

"Mereka bertanya kepadamu (Muhammad) tentang bulan sabit. Katakanlah: "itu adalah (petunjuk) waktu bagi manusia dan (ibadah) haji; dan bukanlah suatu kebijakan memasuki rumah dari atasnya, tetapi kebijakan adalah (kebijakan) orang-orang bertakwa. dan masukilah rumah-rumah dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung." (QS. Al-Baqarah:189).

b. Dasar Hukum Dari Hadist

1) Riwayat Imam Bukhari

حَدَّثَنَا آدُمُ حَدَّثَنَا شُعْبَةُ حَدَّثَنَا الْأَسْوَدُ بْنُ قَيْسٍ حَدَّثَنَا سَعِيدُ بْنُ عَمْرُو أَنَّهُ سَمِعَ ابْنَ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا عَنْ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ إِنَّ أُمَّةَ أُمِّيَّةٍ لَا تَكْتُبُ وَلَا تَحْسُبُ الشَّهْرُ هَذَا وَهَذَا يَعْنِي مَرَّةً تِسْعَةَ وَعِشْرِينَ وَمَرَّةً ثَلَاثِينَ

"Telah menceritakan kepada kami (Adam) telah menceritakan kepada kami (Syu'bah) telah menceritakan kepada kami (Al Aswad bin Qais) telah menceritakan kepada kami (Sa'id bin 'Amru) bahwa dia mendengar (Ibnu'Umar radiallahu 'anhu) dari Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Kita ini adalah ummat yang ummi, yang tidak biasa menulis dan juga tidak menghitung satu bulan itu jumlah harinya segini dan segini, yaitu sekali berjumlah dua puluh sembilan dan sekali berikutnya tiga puluh hari"

2) Riwayat Imam Muslim

وَحَدَّثَنِي حُمَيْدُ بْنُ مَسْعَدَةَ الْبَاهِلِيِّ: حَدَّثَنَا بِسْرُ بْنُ عَنْ نَافِعٍ، الْمُفَضَّلِ: حَدَّثَنَا سَلَمَةُ وَهُوَ ابْنُ عَلْقَمَةَ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ ﷺ: الشَّهْرُ تِسْعَةَ وَعِشْرُونَ، فَإِذَا رَأَيْتُمُ الْهِلَالَ فَصُومُوا، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا، فَإِنْ غَمَ عَلَيْكُمْ فَاقْدِرُوا لَهُ

"Humaid bin Mas'adah Al-Bahili telah menceritakan kepadaku: Bisyr ibnul Mufadhdhal menceritakan kepada kami: Salamah bin 'Alqamah menceritakan kepada kami, dari Nafi', dari 'Abdullah bin 'Umar

radhiyallahu 'anhu; Beliau berkata: Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda, "Bulan itu dua puluh sembilan hari. Jika kalian telah melihat hilal, maka berpuasalah. Dan jika kalian telah melihatnya, maka berbukalah. Dan jika tertutup awan, maka hitunglah."

3. Perkembangan Rukyatul Hilal

a. Rukyat Konvensional

Rukyat untuk mengetahui fisis hilal telah dicontohkan oleh Nabi pada kesaksian Ibnu Umar bin Arabi.²² Rukyat pada saat itu dilakukan secara alamiah dan terbatas pada pengamatan visual. Rukyat pada periode ini tergolong dalam rukyat bil fi'li. Teknik yang dilakukan terbatas dan sederhana yaitu hanya melihat ke atas ufuk bagian barat yang cukup luas, tanpa mengarahkan pandangan ke suatu posisi tempat hilal berada. Teknik rukyat yang diajarkan oleh Nabi kepada sahabatnya termasuk dalam kategori rukyat yang bersifat konvensional yaitu suatu kebiasaan yang dicontohkan oleh Nabi dan diwariskan kepada generasi selanjutnya.

Adapun prosedur rukyat konvensional yaitu jika pada waktu rukatulhilal setelah Matahari terbenam hilal terlihat maka malam dan esok hari masuk tanggal 1 bulan berikutnya. Sedangkan jika perukyat tidak berhasil melihat fisis hilal maka malam dan esok hari merupakan tanggal 30 bulan yang sedang berlangsung

²² Ma'ruf Amin, Rukyat Untuk Penentuan Awal Dan Akhir Ramadan Menurut Pandangan Syari'ah Dan Sorotan IPTEK”, Dalam Selayang Pandang Hisab Rukyat (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004), 95.

atau dengan kata lain bulan yang sedang berlangsung digenapkan (istikmāl) menjadi 30 hari. Hal ini sejalan dengan hadis yang secara tekstual menyebutkan bahwa melihat fisis hilal secara visual dan menggenapkan bulan hijriah menjadi 30 hari adalah cara yang dipakai oleh Nabi ketika menetapkan awal bulan hijriah, seperti;

b. Rukyat Modern

Perkembangan teknologi rukyatul hilal terjadi pada periode modern dengan ditandainya pemakaian teleskop sebagai awal mula teknologi optic yang dipelopori oleh galileo galilei pada awal abad ke 17. Pada periode ini, penggunaan alat fotografi untuk keperluan tertentu juga dapat membantu kekurang mampuan mata untuk melihat hilal.²³

Mengenali sosok hilal pada saat rukyat bukan suatu perkara yang mudah. Sebelum rukyatulhilal dilaksanakan berbagai perlengkapan baik data perhitungan maupun perangkat teknologi harus disiapkan untuk membantu secara optimal terlihatnya hilal. Data perhitungan yang menunjukkan status hilal, baik posisi maupun ketinggiannya, juga berbagai peralatan teknologi yang digunakan untuk membantu melokalisir pandangan dan memperjelas obyek hilal. Diantara peralatan teknologi yang dapat digunakan untuk mengetahui posisi hilal adalah teleskop yang dapat digunakan saat rukyat.

Munculnya ide penggunaan teleskop untuk kegiatan rukyatulhilal telah menjadi kenyataan sekaligus menimbulkan harapan dapat diatasinya kendala dalam rukyatulhilal. Namun, teleskop yang

²³ Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama, Almanak Hisab Rukyat, 205.

digunakan untuk kegiatan rukyatulhilal masih memiliki kelemahan dari sudut pandang astronomi yang diperkuat dengan adanya keraguan dari kalangan astronom dari Observatorium Bosscha.²⁴ Teleskop khusus rukyat tidak jauh berbeda dengan teleskop pada umumnya. Perbedaannya paling menonjol dengan teleskop astronomi pada umumnya adalah sumbu geraknya. Sumbu gerak utama teleskop astronomi sejajar dengan sumbu rotasi Bumi agar bisa mengikuti gerak semu benda-benda langit dari timur ke barat. Sedangkan teleskop khusus rukyat dipasang secara alt-azimut, yang memungkinkan teleskop bergerak secara vertikal dan horizontal.

Fungsi utama teleskop selain sebagai pembesar penampakan objek adalah memperkuat cahaya objek dengan cara pengumpulan cahaya, baik dengan cermin cekung maupun lensa. Semakin besar diameter cermin atau lensa teleskop, semakin banyak cahaya yang dapat dikumpulkan sehingga makin besar kemampuan teleskop memperkuat cahaya dari objek benda-benda langit

Hasil penelitian Schaefer yang mengacu pada hasil pengamatan hilal di berbagai tempat dengan mata visual dan menggunakan teleskop serta model teoritik yang dikembangkannya menunjukkan abhwa dengan teleskop pun cahaya hilal tetap tidak dapat dirukyat jika jarak sudut Matahari-Bulan kurang dari 7 derajat.²⁵ Faktor lain lain yang menjadi kendala dalam rukyatulhilal adalah masalah beda kontras antara

²⁴ Thomas Djamaruddin, *Antara Limit Astronomis Dan Harapan Teleskop Rukyat Tantangan Rukyatul Hilal I Syawal 1416 H*, 2003, 2.

²⁵ B. E Schafer, *Length of the Lunar Crescent* (Q. Jl R. Astr. Soc, 1991), 265–277.

kecerlangan cahaya hilal dan cahaya syafak. Dengan menggunakan teleskop rukyat, baik kecerlangan cahaya hilal maupun cahaya syafak keduanya sama diperkuat, yang pada akhirnya kontrasnya pun sama dengan pengamatan tanpa bantu atau dengan mata visual.²⁶ Kehadiran teleskop rukyat pun tidak mampu mengatasi kesulitan dalam rukyatulhilal.

c. Rukyat Kontemporer

Perkembangan rukyatulhilal pada masa kontemporer²⁷ ditandai dengan munculnya berbagai instrumen digital kontemporer berupa perangkat lunak yang berfungsi untuk mengolah data rukyat berupa citra hilal. Rukyat yang dilakukan oleh para pegiat rukyat untuk menentukan awal bulan hijriah meskipun sudah dilakukan menggunakan alat bantu rukyat modern seperti teleskop rukyat, namun penilaian ada atau tidaknya hilal sebagai bukti empirik masih dipertanyakan karena dilaksanakan secara subjektif. Rukyat yang dilaksanakan tidak mendapatkan bukti objektif berupa citra hilal.²⁸

Rukyatulhilal dengan bantuan peralatan seperti teleskop rukyat yang telah dilengkapi kamera fotografi atau detektor elektronik pada prinsipnya dapat menolong mengenali sosok hilal yang sangat redup jika sensitivitasnya lebih baik daripada sensitivitas mata. Pada kondisi jarak sudut antara Matahari dan

²⁶ Thomas Djamaruddin, *Hisab Rukyat Di Indonesia Serta Permasalahannya*, n.d., 95.

²⁷ M. Amin Abdullah, “Epistemologi Keilmuan Studi Hukum Islam Dalam Merespon Globalisasi,” *Jurnal Ilmu Syari’ah Dan Hukum* Vol. 46 (2012): 341.

²⁸ Farid Ruskanda et al., *Rukyah Dengan Teknologi : Upaya Mencari Kesamaan Pandangan Tentang Penentuan Awal Ramadhan Dan Syawal* (Jakarta: Gema Insani Press, 1995), 25.

Bulan kurang dari 7 derajat hilal dapat terdeteksi. Cara yang ditempuh yaitu meningkatkan kontras cahaya hilal dalam melakukan olah data melalui digital imaging.

Teknologi digital imaging maupun proses olah citra menggunakan perangkat komputer secara umum sudah sering digunakan oleh para astronom untuk meningkatkan kontras yang lemah maupun mendeteksi objek dari benda-benda langit yang sangat redup, langkah ini dapat ditempuh untuk mengatasi kelemahan teleskop rukyat. Rukyat untuk menentukan posisi dan keberadaan hilal dapat diproses dengan berbagai instrumen digital seperti perangkat lunak astronomi agar validitas rukyat semakin meningkat serta menghilangkan keraguan.²⁹

Rukyatulhilal dilakukan pada sore hari, tepat setelah Matahari terbenam. Hal ini disebabkan posisi hilal pada saat fase bulan baru berdekatan dengan Matahari. Kecerlangan cahaya syafak mempengaruhi prediksi visibilitas hilal, karena dapat mempengaruhi kontras antara hilal dengan latar depannya. Menurut Bruin, kecerlangan cahaya syafak tersebut sebagai fungsi kedalaman Matahari terbenam.³⁰

Mata sebagai alat deteksi dalam rukyatulhilal, mempunyai batas kemampuan dalam kepekaan terhadap benda terang maupun kontras dengan latar depan. Meskipun kemampuan ini berbeda-beda setiap pengamat, tapi pada umumnya perbedaan tersebut sangat kecil sehingga dapat diturunkan suatu

²⁹ Thierry Legault, *Astrophotography* (Rocky Nook, Inc., 2014), 120.

³⁰ Frans Bruin, “The First Visibility of the Lunar Crescent,” *Vistas in astronomy* 21 (1977): 331–358.

kemampuan standar. Dalam pengamatan langit malam, kemampuan mata bisa mendeteksi bintang yang sampai batas terendah 6 magnitudo. Sedangkan jika pengamatan dibatasi pada arah pandang tertentu saja (misalnya pengamatan dilakukan dari bawah sumur yang sangat dalam) batas ambang kemampuan mata bisa meningkat sampai 8.5 magnitudo.³¹

Rukyatulhilal dengan mata visual mensyaratkan nilai kontras cahaya hilal atau obyek langit yang tinggi nilai iluminasi hilal minimal 1.5%. Kelemahan rukyatulhilal dengan mata visual adalah hilal yang dilihat oleh mata visual tidak dapat direkam bahkan diulang, sehingga data rukyatulhilal terbatas pada kesaksian seseorang yang melihat hilal hanya berani disumpah, maka analisis secara kuantitatif pun sulit dibuktikan.

Rukyatulhilal yang dilaksanakan sore hari dipengaruhi oleh cahaya syafak. Pada saat cahaya syafak terang diafragma mata mengecil dan berarti makin sedikit foton cahaya hilal yang sampai ke retina mata karena cahaya hilal semakin sulit untuk dapat dikenali oleh mata pengamat.³² Pada saat meredupnya cahaya syafak diafragma mata pengamat akan membesar. Membesarnya diafragma mata berarti semakin banyak foton dari cahaya hilal yang bisa dikumpulkan oleh lensa mata sehingga mempunyai kesamaan untuk dapat dikenali oleh mata jika jumlah foton cahaya sudah melewati suatu batas ambang pengenalan objek seperti hilal.

³¹ Purwanto, *Visibilitas Hilal Sebagai Acuan Penyusunan Kalender Islam* (Institut Teknologi Bandung, 1992), 24–25.

³² Moedji Raharto, “Dasar-Dasar Sistem Kalender Bulan Dan Kalender Matahari,” *Bandung: Penerbit ITB* (2013): 188.

Mata sebagai alat detektor utama dalam rukyatulhilal tanpa alat bantu rukyat tidak memiliki kesanggupan memilih cahaya hilal di samping kemilaunya cahaya syafak. Karena, mata mempunyai batas kepekaan yang sama antara daerah cahaya kuning (visual), kecuali pada malam hari sensitivitas bergeser ke arah merah. Kontras cahaya hilal terhadap latar depan berupa cahaya syafak sangat lemah. Rukyatulhilal adalah masalah membedakan antara kontras cahaya hilal yang sangat tipis dan redup dengan cahaya syafak yang masih cukup terang. Karena mata tidak sanggup membedakannya, maka kualitas alat bantu optik dalam rukyatulhilal penting digunakan dengan demikian dapat dicapai objektivitas hasil rukyatulhilal.³³

d. Rukyatul Hilal dengan Teknologi

Informasi obyek langit dalam hal ini adalah hilal, diteruskan oleh kurir yang disebut foton. Kurir informasi berawal dari permukaan Bulan yang disinari oleh cahaya Matahari, berpropagasi melewati ruang antar Bulan dan Bumi, menembus turbulensi atmosfer Bumi, masuk melalui perangkat keras (hardware) berupa kamera, teleskop, mounting, dan perlengkapan lain yang pada akhirnya menghasilkan sebuah citra.³⁴

³³ Moedji Raharto, “Teknologi Optik Sebagai Pembantu Penetapan Awal Bulan Hijriyah/Qamariyah,” *Hisab Rukyat dan Perbedaannya. Proyek Peningkatan Pengkajian Kerukunan Hidup Umat Beragama, Puslitbang Kehidupan Beragama, Badan Litbang Agama dan Diklat Keagamaan, Departemen Agama RI* (2004): 146.

³⁴ Dhani Herdiwijaya, “Prosedur Sederhana Pengolahan Citra Untuk Pengamatan Hilal,” in *Makalah Seminar Nasional Hilal*, 2009, 110.

Informasi cahaya hilal yang diperoleh selain bergantung terhadap alat bantu rukyat juga bergantung terhadap prosentase iluminasi cahaya hilal, akibat gangguan dari cahaya syafak menjadikan cahaya hilal redup bahkan tidak terlihat.

Cahaya hilal redup dan tidak terlihat akibat turbulensi atmosfer ataupun ketidaksempurnaan alat bantu rukyat. Pengamatan visual dan tidak didukung dengan alat bantu rukyat, sulit untuk mengenali hilal. Maka penggunaan perangkat teknologi digital imaging penting dilakukan dalam rangka pengolahan citra hilal yang bertujuan untuk meningkatkan kontras cahaya hilal yang redup, tipis, dan tidak bisa terlihat secara visual. Berikut adalah tahapan proses teknologi digital imaging dalam rukyatulhilal: tahap yang pertama menyiapkan hardware kemudian menyiapkan software.

B. Teleskop

Teleskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat jauh seperti bintang bintang di langit agar tampak lebih dekat dan jelas. Teleskop merupakan instrumen pengamatan yang berfungsi mengumpulkan radiasi elektromagnetik dan sekaligus membentuk citra dari bentuk yang diamati, dan teleskop merupakan instrument paling penting dalam pengamatan astronomi.³⁵ Teleskop memperbesar ukuran sudut benda, dan juga kecerahannya.

³⁵ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar and Observatorium Sejarah, “Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan,” *Deskripsi Historis Tentang Tradisi, Inovasi, dan Kontribusi Peradaban Islam di Bidang Astronomi* (2016): 312.

Teleskop memiliki tiga fungsi utama yaitu: pertama untuk mengumpulkan cahaya sebanyak mungkin dari sebuah objek, kedua untuk memfokuskan cahaya sehingga tercipta gambar yang tajam. Ketiga, untuk memperbesar gambar.

Pembesaran merupakan fungsi yang umum dari teleskop. Ini adalah perbandingan dari dua objek umum astronomi yang berbeda. Yang satu tampak terlihat dengan mata telanjang, sedangkan yang lain diperbesar.

Sifat terpenting teleskop adalah kekuatan pengumpulan cahaya teleskop. Semakin besar celah (bukaan di bagian atas tabung teleskop), semakin banyak pula cahaya yang terkumpul. Untuk memahaminya, bayangkan teleskop adalah “ember cahaya.” Jika anda ingin mengumpulkan hujan sebanyak mungkin dalam waktu singkat, anda pergi keluar selama badai dengan membawa ember dengan mulut yang lebar, karena mulut yang lebar dapat menampung air lebih banyak daripada dengan gelas. Begitu pula cara kerja teleskop. Misalkan foton diibaratkan “hujan” yang turun ke Bumi, teleskop dengan celah yang lebih besar akan mengumpulkan lebih banyak foton daripada teleskop yang celahnya kecil. Itulah mengapa daya pengumpulan cahaya (berdasarkan berapa banyak cahaya yang tampak dari sebuah objek atau sebaliknya, seberapa redup cahayanya sampai nyaris tidak terdeteksi) dari sebuah teleskop ditentukan dari luas bukaan yang ada di bagian depan tabung. Karena itu, para astronom selalu membangun teleskop yang lebih besar sejak pertama kali ditemukannya teleskop yaitu 4 abad yang lalu.³⁶

1. Sejarah Teleskop

³⁶ Hariadi Putraga, “Astronomi Dasar,” *Medan: CV Prima Utama* (2016): 88–89.

Sejarah teleskop diawali dengan ditemukannya lensa oleh ilmuwan Islam yaitu Abu Ali al-Hasan bin al-Hasan bin al-Haitsam (w. 1041 M).³⁷ Kemudian dilanjutkan lagi oleh Hans Lippershey yang merupakan seorang pembuat kacamata yang berasal dari Middleburg, Belanda. Pada tanggal 2 Oktober 1608 menciptakan alat pertama yang disebut sebagai teleskop. Teleskop ini mempunyai kemampuan untuk memperbesar benda-benda yang diamati hingga lima kali lipat. Setahun kemudian pada tahun 1609, Galileo Galilei menciptakan teleskop pertama yang digunakan dalam astronomi yang dapat memperbesar hingga 20 kali lipat, sehingga pada tahun 1610 ia membentarkan teori “alam semesta berpusat pada matahari”

Pada tahun 1668, Isaac Newton menciptakan teleskop baru yaitu teleskop yang menggunakan cermin sebagai lensa. Sehingga penemuan ini merupakan titik balik dalam sejarah ilmu sains. Kemudian pada pertengahan abad ke 17, Havelius, seorang astronom yang berasal dari jerman membuat teleskop berlensa yang kerangkanya diciptakan dari kayu setinggi 46 meter.

Selanjutnya Huygens yang merupakan seorang astronom dari Belanda menggunakan teleskop dengan lensa yang berbeda, teleskopnya juga tidak menggunakan tabung dan hanya terdiri dari dua buah lensa.

Pada tahun 1897, di Teluk Williams, Amerika Serikat, dibuatlah sebuah teleskop Yerkes dengan diameter 101 cm, sehingga menjadi teleskop berlensa

³⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, “Astronomi Muslim (Sepajang Sejarah Peradaban Biografi Intelektual, Karya, Sumbangan, Dan Penemuan),” *Yogyakarta: Suara Muhammadiyah* (2019).

terbesar di dunia pada saat itu. Hingga sekarang, yang menjadi teleskop terbesar adalah teleskop Keck yang dibuat di puncak gunung berapi Mauna Kea di Hawaii. Teleskop ini mempunyai kemampuan untuk melihat suatu area delapan kali lebih luas dibandingkan teleskop lain.³⁸

2. Bagian-bagian Teleskop

Pada bagian teleskop yang paling vital atau paling penting ialah sebuah lensanya. Teleskop mempunyai dua buah lensa positif atau cembung, yang terletak dekat dengan objek disebut dengan lensa objektif, dan yang terletak dekat dengan mata (tempat pengamat mengintip) disebut dengan suatu lensa okuler.

Pada teleskop bumi ini juga terdapat sebuah lensa pembalik, yang mempunyai fungsi untuk membalikkan sebuah bayangan tanpa melakukan pembesaran sehingga bayangan akhir yang terbentuk bisa tegak seperti arah benda semula.³⁹ Adapun bagian-bagian umum dari teleskop adalah sebagai berikut.

- a. Tabung teleskop, ialah sebuah tempat lensa utama terletak.⁴⁰
- b. Finderscope, adalah teleskop kecil yang terpasang pada tabung utama. Finderscope terpasang pada tabung melalui attachment finder. Posisi finderscope dapat diubahubah tergantung keperluan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengendurkan dan mengencangkan kembali sekrup pengunci finderscope. Biasanya pengubahan posisi finderscope hanya dilakukan

³⁸ Putraga, "Astronomi Dasar," 94–95.

³⁹ Ibid., 96.

⁴⁰ Ibid., 97.

- ketika perlu melakukan alignment antara finderscope dan tabung utama.⁴¹
- c. Eyepiece, ialah fungsi lensa okuler. Eyepiece berfungsi sebagai lensa okuler pada sistem teleskop ini. Eyepiece dipasang pada ujung tabung melalui flip mirror atau diagonal. Agar posisi eyepiece aman terdapat sekrup pengunci eyepiece pada flip mirror dan diagonal. Kita harus memastikan bahwa pengunci eyepiece telah dipasang dengan kencang sebelum menggunakan teleskop. Hal ini perlu dilakukan agar eyepiece tidak jatuh selama pemakaian.⁴²
 - d. Focuser, setiap teleskop memiliki focuser dan focusers datang dalam berbagai gaya. melekat pada tabung teleskop dan memegang lensa mata teleskop.
 - e. Mounting, lebih dikenal dengan dudukan teleskop, ialah sebuah sistem penggerak utama pada sebuah teleskop, yang dilengkapi dengan sebuah knop pengatur lintang, tutup sumbu polar, skala ketinggian lintang untuk mengetahui suatu posisi lintang pengamat berada, pemberat sudut jam untuk penyeimbang pada sebuah arah sudut jam.⁴³
 - f. Tripod, untuk sebagai kaki untuk berpijaknya sebuah teleskop diatas suatu permukaan, Tripod merupakan fondasi paling bawah dari sistem teleskop.⁴⁴
 - g. Filter, Filter atau penyaring digunakan untuk menepis cahaya yang tidak diinginkan. Harap

⁴¹ Ibid., 97–98.

⁴² Ibid., 98.

⁴³ Ibid., 99.

⁴⁴ Ibid., 102.

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*).⁴⁵ Karena hanya cahaya tampak saja yang bisa terdeteksi pada mata mata manusia. Cahaya tampak adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia.



Gambar 2. 1 Warna-Warna pada Spektrum Cahaya Tampak

Cahaya tampak memiliki panjang gelombang antara 380-750 nm jika panjang gelombang cahaya kurang dari 380 atau lebih dari 750 maka tidak akan tampak oleh mata manusia. Oleh karena itu fungsi filter untuk melihat objek yang panjang gelombang cahayanya melebihi kemampuan mata manusia.

3. Jenis-jenis Teleskop

⁴⁵ Muhammad Yusuf, “Teknik Pengamatan Hilal Dan Streaming,” *Observatorium Bosscha* (2018).

Pada umumnya, teleskop terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

a. Teleskop Refraktor

Teleskop refraktor merupakan teleskop bias yang terdiri dari beberapa kaca lensa sebagai alat yang digunakan untuk menangkap cahaya dan menjalankan fungsi teleskop. Teleskop bias terdiri dari dua lensa cembung, yaitu sebagai lensa objektif dan okuler. Sinar yang masuk kedalam teropong dibiaskan oleh lensa. Oleh karena itu, teropong ini disebut teleskop bias.

Teleskop jenis ini pertama kali diperkenalkan oleh Galileo Galilei tahun 1609 dengan ukuran yang kecil dan pembesaran yang kecil pula, hanya berkisaran antara 3 hingga 30 kali. Pada zaman sekarang teleskop refraktor itu sudah bisa dibuat dengan ukuran yang lebih teliti, pembesaran lebih besar dan ukurannya pun bisa jauh lebih besar. Sebagai contoh, teleskop refraktor Zeiss di Observatorium Bosscha yang mempunyai lensa obyektif berdiameter 600 cm.⁴⁶

b. Teleskop Reflektor

Teleskop reflektor merupakan teleskop yang menggunakan cermin sebagai pengganti terhadap lensa untuk menangkap cahaya dan memantulkannya.⁴⁷ Teleskop reflektor sangat tepat digunakan untuk pengamatan objek-objek deepsky seperti nebula, galaksi, opencuster dan komet karena untuk “light gathering” teleskop reflektor jauh lebih baik dari pada teleskop refraktor sehingga objek-objek

⁴⁶ Chatief Kunjaya, “Suplemen Astrofisika Untuk SMA,” *PT. Trisula Adisakti* (2014): 56.

⁴⁷ Putraga, “Astronomi Dasar,” 106.

yang mempunyai intensitas cahaya kecil dapat terlihat dengan refraktor.

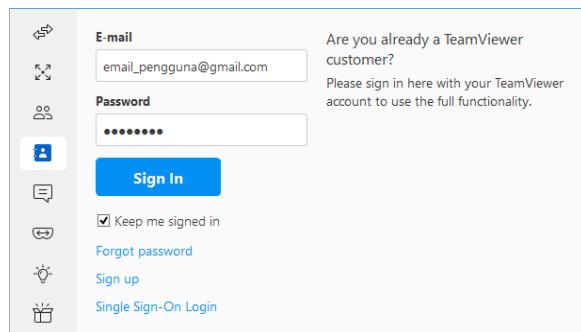
c. Teleskop Catadioptrik

Merupakan teleskop yang mempunyai sistem kerja yang tidak jauh beda dengan dua jenis teleskop diatas. Karena teleskop ini merupakan penggabungan dari teleskop refraktor dan reflektor, yang menggunakan dua media untuk pengumpulan cahayanya, yaitu cermin dan lensa.⁴⁸

4. Operational Teleskop OZT-ALTS

Untuk mengoperasikan teleskop ini dari jarak jauh (tidak *on-site*), komputer pengguna harus sudah ter-*install* aplikasi TeamViewer dan sudah membuat akun di TeamViewer. Langkah-langkah pengoperasianya sebagai berikut:

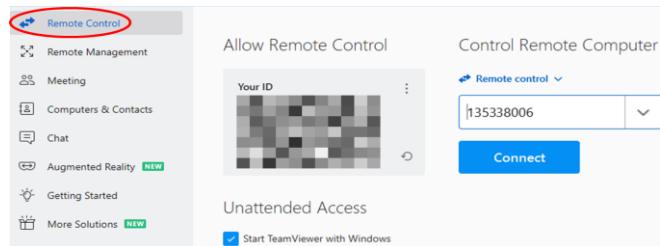
- Buka aplikasi TeamViewer, kemudian masukkan *email* dan *password* seperti pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Sign In Akun Team-Viewer

⁴⁸ Ibid., 114.

- b. Setelah *sign in*, pilih ikon yang dilingkar merah pada Gambar 2.3 kemudian Masukkan TeamViewer ID dan *password* pada Gambar 2.4 untuk mengakses komputer server OZT-ALTS.

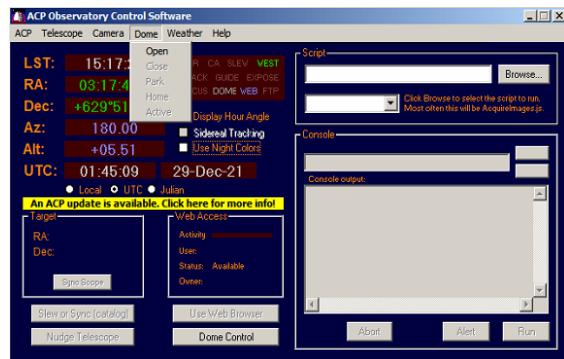


**Gambar 2. 3 Menambahkan Komputer yang akan di-
remote**



**Gambar 2. 4 ID dan Password TimeViewer
Komputer Server OZT-ALTS**

- c. Buka *software ACP Observatory*, pilih tab *dome* lalu pilih *open* seperti pada Gambar 2.5 dan tunggu hingga *dome* terbuka seperti pada Gambar 2.6.



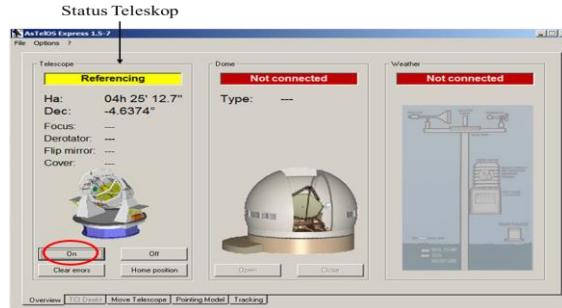
Gambar 2. 5 Membuka Dome



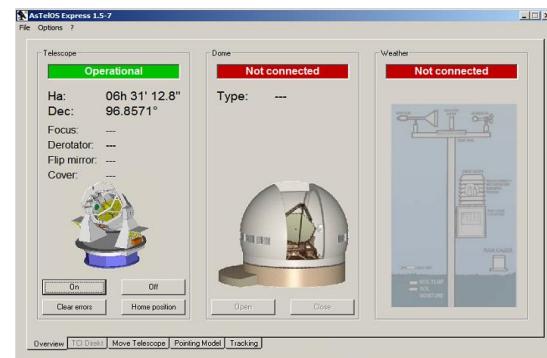
Gambar 2. 6 Kondisi Dome terbuka

- Buka software AsTelOS, pilih tombol on untuk menyalakan teleskop. Status teleskop akan berubah dari *off* menjadi *referencing* (Gambar

2.7). Tunggu hingga status teleskop berubah menjadi *operational* (Gambar 2.8).

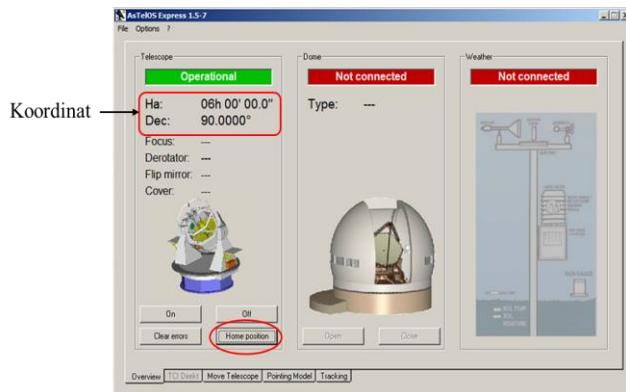


Gambar 2. 7 Status Teleskop Referencing



Gambar 2. 8 Status Teleskop: Operational

- e. Pilih tombol *Home Position*, pastikan koordinat di AsTelOS menunjukkan HA 6 jam dan deklinasi 90° seperti pada Gambar 2.9. Teleskop sudah siap untuk digunakan.



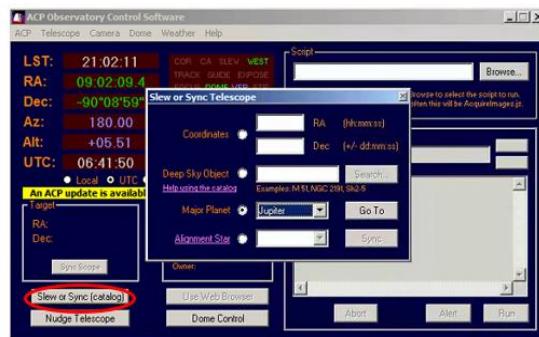
Gambar 2. 9 Home position

- f. Untuk menggerakkan teleskop, pilih tab *Pointing Model* di software AsTelOS. Teleskop bisa digerakkan menggunakan tombol panah, kecepatan pergerakan teleskop juga bisa diatur menggunakan *slide* di bawah tombol panah (lihat Gambar 2.10).



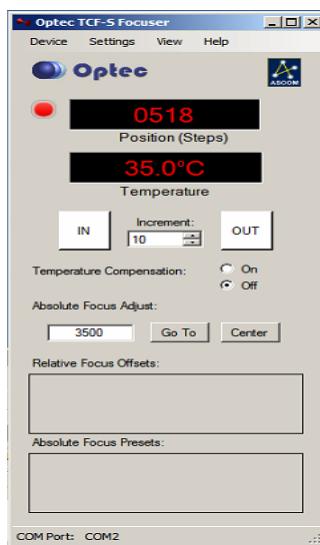
Gambar 2. 10 Tombol untuk Pointing Manual dan Pengatur Kecepatan

- g. Buka *software ACP Observatory* kemudian pilih tombol *Slew or Sync (catalog)*, akan muncul kotak dialog seperti Gambar 2.11. Pilih objek yang ingin dituju kemudian pilih *Go To*.



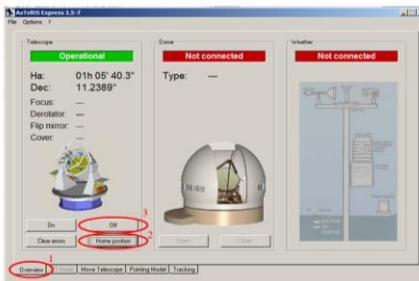
Gambar 2. 11 Pointing objek

- h. Untuk mengatur fokus objek, buka aplikasi Optec TCF Focuser, pilih tombol IN atau OUT untuk mengatur fokus (Gambar 2.12).



Gambar 2. 12 mengatur fokus

- i. Setelah menggunakan teleskop, kembalikan teleskop ke posisi home position dengan cara memilih tombol home position di software AsTelOS tab Overview. Kemudian pilih tombol off untuk mematikan teleskop.



Gambar 2. 13 urutan mematikan teleskop

j. *Disconnect kamera dan park teleskop*



Gambar 2. 14 Mematikan kamera dan menutup Dome

k. Dome akan tertutup secara otomatis.



Gambar 2. 15 Dome tertutup

C. Perspektif Fiqih Dalam Penggunaan Alat optik Rukyat

Respon fiqih terhadap penggunaan alat teknologi dalam rukyatul hilal sangat penting untuk dirumuskan. Hal ini sejalan dengan kaidah ushul fiqih bahwa status hukum penggunaan peralatan sama dengan status hukum tujuan. Lebih spesifik, hukum rukyat adalah wajib , maka peralatan dan perangkat dalam rukyatul hilal menjadi wajib juga.

Ulama fikih yang memberikan respon terhadap penggunaan teknologi dalam kegiatan rukyatulhilal dapat dikategorikan menjadi dua yaitu pendapat ulama klasik dan kontemporer yaitu :

1. Pendapat Ulama klasik

Menurut ulama klasik seperti Ahmad Ibnu Hajar al-Haitami, Abdul Hamid as-Syarwani, dan Muhammad Bakhit al-Muti'i memberikan respon positif terkait penggunaan teknologi dalam rukyatulhilal meski melihat langsung tanpa alat bantu rukyat lebih diutamakan.

Menurut al-Haitami penggunaan alat bantu dalam rukyatulhilal hanya diperbolehkan seperti kaca yang dapat memantulkan cahaya. Sejalan dengan hal tersebut, penggunaan alat bantu seperti teleskop yang

berfungsi memantulkan cahaya pun masih diperbolehkan dengan tujuan untuk memperjelas cahaya hilal.⁴⁹

Menurut as-Syarwani rukyatulhilal lebih utama dilakukan tidak menggunakan alat bantu rukyat. Namun hanya diperkenankan menggunakan alat bantu rukyat seperti air, ballur, atau suatu alat yang dapat mendekatkan yang jauh dan yang membesarkan yang kecil dalam rukyatulhilal.⁵⁰

Menurut al-Muti'i penggunaan alat bantu dalam rukyatulhilal diperkenankan untuk digunakan seperti teropong pembesar yang berfungsi untuk melihat benda yang jauh atau kecil yang tidak memungkinkan untuk dilihat dengan mata visual. Pendapat al-Muti'i tersebut pernah dipraktekkan dengan diterimanya kesaksian seseorang yang melihat hilal meski dengan alat sederhana tersebut.⁵¹ Karena pada prinsipnya rukyatulhilal dengan alat bantu rukyat seperti teleskop dapat diqiyaskan dengan fungsi kacamata yang dipakai untuk membaca.

2. Pendapat Ulama Kontemporer

Menurut Thomas Djamatudin, penggunaan alat bantu rukyat sangat dianjurkan untuk menambah keyakinan bahwa objek yang diamati adalah hilal bukan objek lain yang menyerupai hilal. Tujuan dari rukyat bil fi'li adalah mencari bukti hilal, yang juga lebih meyakinkan dengan alat bantu rukyat

⁴⁹ A I H Al-Haitam, "Hamisy Hawasyii Tuhfatul Muhtaj Bi Syarhil Minhaj," *Mesir: Mushthafa Muhammad* (n.d.): 371–372.

⁵⁰ Abdul Hamid Asy-Syarwani, "Hawāsyī Tuhfatul Muhtāj Bi Syaḥrīl Minhaj," *Mesir: Mushthafa Muhammad* (n.d.): 372.

⁵¹ Muhammad Bukhit al-Muti'i, "Irsyādū Ahli Al-Millati Ilā Isba'ati Al-Ahilla," *Mesir: Kurdistan al-Ilmiyah* (1329): 293–294.

mempunyai kedudukan yang sama dengan rukyat bil fi'li, bahkan buktinya lebih akurat. Adapun perbedaannya hanya terletak pada bukti yang diperoleh. Jika rukyat bil fi'li buktinya disimpan di otak pengamat dan dinyatakan secara lisan dengan sumpah di hadapan hakim. Sedangkan rukyat dengan alat bantu bukti citra hilal bisa ditunjukkan di layar atau dicetak untuk meyakinkan hakim yang melakukan penyumpahan terhadap orang yang melihat hilal. Kedudukan kesaksian dari kedua hal ini adalah sama karena bukti citra sangat kuat dan tidak terbantahkan.⁵²

⁵² Riza Afrian Mustaqim, “Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 1 (2018).

BAB III

TELESKOP OZT- ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

A. Konsep Teleskop OZT-ALTS dalam Mendeteksi Hilal

Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) menjadi salah satu titik pengamatan dilakukan oleh tim Observatorium Astronomi ITERA Lampung (OAIL) dengan menggunakan Teleskop Ofyar Z Tamin (OZT) – ALTS untuk pertama kalinya dalam pengamatan hilal Ramadhan, di kampus ITERA, jum’at, 1 April 2022.

Dalam pengamatan Hilal yang dilakukan, langit dibagian barat dari ITERA tertutup awan tebal sehingga menghalangi pengamatan. Dalam konferensi pers, perwakilan Badan Hisab dan Rukyat Provinsi Lampung Drs. H. Lemra Horizon, M.Pd.I., yang mewakili Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Lampung menyampaikan berdasarkan perhitungan, seharusnya dari titik pengamatan yang ada di Provinsi Lampung, termasuk ITERA, ketinggian hilal 2 derajat diatas ufuk. Sehingga setelah matahari terbenam ketinggian hilal tersebut yang harusnya diamati.¹

Teleskop ini adalah teleskop robotik pertama di kampus ITERA dan dikhkususkan untuk Pengamatan Bulan terutama Hilal. Nama OZT-ALTS berasal dari almarhum rektor pertama ITERA (Prof Ofyar Z Tamin) dan juga nama dari sistem teleskop ini (Astelco Lunar Telescope System). Jenis teleskop adalah refraktor triplet apokromat dengan diameter 152 mm, panjang fokus 1200 mm.

¹ Rudi, “OZT – ALTS Untuk Amati Hilal Ramadan,” last modified 2022, accessed October 21, 2024, <https://www.itera.ac.id/perdana-itera-gunakan-teleskop-ozt-alts-untuk-amati-hilal-ramadan/>.

Teleskop dilengkapi dengan baffle untuk menapis cahaya Matahari, dan dilengkapi kamera inframerah. Teleskop ini adalah Hibah dari Astelco GmbH.²

OZT-ALTS adalah teleskop robotik buatan Astelco System GmBH, yang merupakan teleskop untuk program stasiun pemantauan Bulan Internasional yang digagas oleh Kerajaan Arab Saudi atau biasanya disebut dengan IMSSP (International Moon Sighting Station Program). Teleskop yang terpasang di ITERA ini adalah satu dari 14 teleskop pengamat Bulan yang tersebar di berbagai belahan dunia. Teleskop ini mampu melakukan pengamatan Bulan secara robotic tanpa campur tangan manusia dan juga dapat dikontrol secara jarak jauh melalui internet. Teleskop ini dihibahkan kepada ITERA dan dikelola oleh OAIL. Dengan adanya teleskop ini, diharapkan dapat berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia terutama pemanfaatannya bagi civitas akademika ITERA.

MoU antara Astelco GmbH dan ITERA dilaksanakan pada Maret 2020, dan disepakai Astelco untuk mengirimkan dua kontainer berisi seperangkat ALTS yang belum terakit. Dua Kontainer dikirim sejak Oktober 2020, dan tiba di kampus ITERA pada Desember 2020. Perakitan dome diselesaikan pada Maret 2021 oleh GCP, tim laboran OAIL, Sarpras ITERA, dan berbagai elemen lainnya di ITERA, perakitan dome dipandu secara daring oleh teknisi Astelco GmbH. Tahap selanjutnya yaitu perakitan mounting, OTA, dan berbagai macam kelengkapan sistem yang terintegrasi dilaksanakan pada November 2021, teknisi Astelco GmbH datang ke ITERA dan perakitan dibantu oleh tim laboran OAIL, Sarpras, dan

² Wawancara Dengan Pak Robiatul Muztaba Dosen Itera Lampung Salah Satu Tim Observatorium ITERA

juga berbagai elemen ITERA. Sejak November 2021, OZT-ALTS resmi beroperasi.

B. Spesifikasi Teleskop OZT-ALTS di Observatorium Astronomi ITERA Lampung

Ada beberapa spesifikasi teleskop OZT-ALTS yaitu:

1. Teleskop OZT-ALTS

Teleskop OZT-ALTS memiliki jenis teleskop refraktor, berdiameter minimal 6,6 cm dengan f-ratio 6 yang dilengkapi baffle sebagai penapis cahaya yang tidak diperlukan. Adapun gambar dan spesifikasi teleskop masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Tabel 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Teleskop OZT-ALTS

<i>Type of telescope:</i>	3-element SuperED Apo Refractor
<i>Lens:</i>	3-element SuperED
<i>Color:</i>	white

<i>Tube material:</i>	Kruppax 50, Aluminum
<i>Aperture:</i>	152 mm
<i>Focal ratio:</i>	f/8
<i>Focal length:</i>	1200 mm
<i>Coating:</i>	<i>Multicoated</i>
<i>Resolution:</i>	0.76"
<i>Limit value:</i>	12.7 mag
<i>Max. useful visual power:</i>	300 x
<i>Backfokus:</i>	180 mm (<i>from the end of the 2" adapter</i>)
<i>Focuser:</i>	3.7" R&P Focus, Rotation 360°
<i>Connection to eyepiece:</i>	75 mm thread, 2" and 1 1/4" with adapters
<i>Viewfinder:</i>	<i>Finder base, not finder included</i>
<i>Tube diameter:</i>	156 mm
<i>Length during observing:</i>	1260 mm
<i>Transportation length:</i>	1070 mm
<i>Dewcap diameter:</i>	188 mm
<i>Length of dewcap:</i>	340 mm
<i>Width of rings:</i>	2 rings each 24 mm

<i>Threads in rings:</i>	1/4 Zoll 3 x
<i>Distance of threads:</i>	centric and 60 mm
<i>Tube weight:</i>	31,9 lb incl. rings
<i>Eyepiece adapter:</i>	to 2" and 1.25"
<i>Strehl Ratio</i>	0.963
<i>Jarak antara baffle</i>	300 mm
<i>diameter bagian dalam baffle</i>	1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi teleskop

2. Menara dan dome

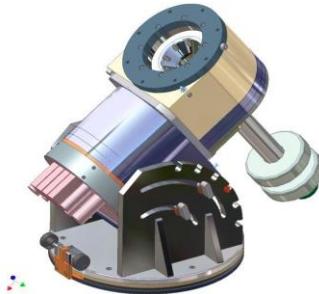
Teleskop dipasang di atas pillar beton dan menara baja di atas singkapan batu. Tinggi pillar sekitar 4 meter, sedangkan total tinggi singkapan batu dengan menara baja sekitar 3 meter dari permukaan tanah. Selain itu, teleskop dilindungi oleh dome jenis lipat dari pabrikan ASTELCO System.



Gambar 3. 2 Menara dan Dome Pada Teleskop

3. Mounting

Dudukan atau *mounting* teleskop menggunakan NTM-500 dari pabrikan ASTELCO System jenis ekuatorial. Teleskop dipasang dalam konfigurasi ekuator Jerman. Jadi, untuk berpindah dari satu sisi meridian ke sisi lainnya, perlu melakukan “membalikkan meridian”: pertama-tama bergerak dalam deklinasi ke kutub dan kemudian bergerak di HA ke sisi lainnya. Salah satu konsekuensi adalah instrumen berputar 180° terhadap langit saat bergerak dari timur ke barat. Adapun gambar dan spesifikasi *mounting* masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Tabel 3.2



Gambar 3. 3 Mounting NTM-500

<i>Mount type</i>	<i>German Equatorial Mount</i>
<i>Material</i>	<i>Stainless steel & Alumunium alloy</i>
<i>Bearings</i>	<i>High precision roller bearings</i>
<i>Drives</i>	<i>Direct drive torque motors</i>
<i>Load capacity</i>	<i>90 kg (plus counter weights)</i>
<i>Latitude adjustment</i>	<i>0 – 90°</i>
<i>Azimuth adjustment</i>	<i>±10°</i>
<i>Mount weight</i>	<i>85 kg</i>
<i>Slewing Speed</i>	<i>20°/sec</i>
<i>Acceleration & Deceleration</i>	<i>20°/sec²</i>
<i>Absolute positioning accuracy</i>	<i>< 5 arcsec RMS</i>

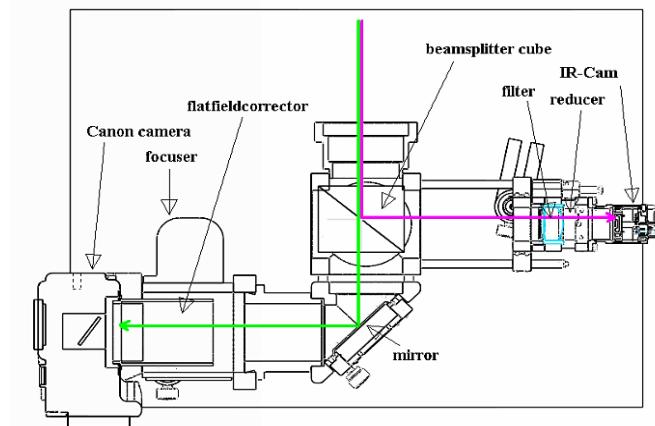
<i>Differensial positioning accuracy</i>	< 1 arcsec RMS
<i>Tracking accuracy without autoguider</i>	< 1 arcsec/120 min
<i>Tracking accuracy with autoguider</i>	< 0.3 arcsec
<i>Mean power consumption</i>	< 500 W/230 V (50Hz)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Mount NTM-500

4. Kamera dan filter

Sistem teleskop ini dipadukan dengan kamera video yang sensitif jenis CCD dan kamera DSLR guna menghasilkan medan pandang yang optimal untuk pengamatan Bulan. Sehingga sistem ini memiliki 2 luaran yaitu luaran dengan rentang panjang gelombang optik dan luaran dengan rentang panjang gelombang *infrared* (Lihat Gambar 3.4). Untuk menaikkan peluang mendekripsi Bulan, digunakan sebuah penapis cahaya (filter) di pita I yang masih berada dalam rentang deteksi mata manusia.³ Dengan filter ini, cahaya langit latar belakang yang berwarna biru akan ditahan sedangkan cahaya kemerahan dari Bulan akan diteruskan ke kamera

³ Hasil Wawancara dengan Bapak Robiatul Muztaba, pada tanggal 2 November 2024, di ITERA pada pukul 16.51 WIB.



Gambar 3. 4 Desain Alur Penjalaran Cahaya Pada Teleskop ALTS

Teknis desain penjalaran cahaya:

- Distance cube to visual sensor: 286 mm
- Distance cube to IR sensor: 153
- Beamsplitter cube: 50 mm
- Mirror diameter: 50 mm
- Selain itu juga terdapat pengatur fokus (*focuser*) yaitu Optek TCF-S *Temperature Compensating Fokuser*: adalah pengatur fokus bermotor dengan gaya Crayford dengan motor stepper 2 mikron (0.00008")/step untuk hasil pensitraan CCD (rentang fokus total mencapai 15mm dengan jumlah step mencapai 7000 dan resolution 2.1 μm /step)

Adapun spesifikasi kamera dan filter sebagai berikut:

- 1) Kamera Manta G-301B



Gambar 3. 5 Manta G-031B dan quantum Efficiency

Manta G-031B	
Interface	IEEE 802.3 1000BASE-T, IEEE 802.3af (PoE) optional
Resolution	656 (H) × 492 (V)
Sensor	Sony ICX618
Sensor type	CCD Progressive
Shutter mode	Global shutter
Sensor size	Type 1/4
Pixel size	5.6 μm × 5.6 μm
Lens mounts (available)	C-Mount, CS-Mount, S-Mount
Max. frame rate at full resolution	125.2 fps

ADC	12 Bit
Image buffer (RAM)	32 MByte
Imaging performance	
Quantum efficiency at 529 nm	71%
Temporal dark noise	12.9 e ⁻
Saturation capacity	17900 e ⁻
Dynamic range	62.4 dB
Absolute sensitivity threshold	13.5 e ⁻
Exposure time	58µs to 60s with max. 125 fps and in this system 21 × 15 arcsec field of view
Output	
Bit depth	8/12 Bit
Monochrome pixel formats	Mono8, Mono12, Mono12Packed
YUV color pixel formats	YUV411Packed, YUV422Packed, YUV444Packed
RGB color pixel formats	RGB8Packed, BGR8Packed, RGBA8Packed, BGRA8Packed
Raw pixel formats	BayerRG8, BayerRG12Packed, BayerRG12
General purpose inputs/outputs (GPIOs)	
Opto-isolated I/Os	2 inputs, 2 outputs

RS232	1
Operating conditions/dimensions	
Operating temperature	+5°C to +45°C ambient (without condensation)
Power requirements (DC)	8 to 30 VDC AUX or IEEE 802.3af PoE
Power consumption	External power: 3.7 W at 12 VDC Power over Ethernet: 4.3 W
Mass	200 g; 210 g (PoE models)
Body dimensions (L × W × H in mm)	86.4 × 44 × 29 (including connectors)
Regulations	CE: 2014/30/EU (EMC), 2011/65/EU, including amendment 2015/863/EU (RoHS); FCC Class B; CAN ICES-3 (B)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Manta G-031B

2) Filter RG 1000

<i>Optical properties</i>		<i>Mechanical properties</i>	
<i>Reflection factor</i>	P _d = 0,913	<i>Reference thickness</i>	d = 3,00 mm
<i>Spectral values guaranteed (d = 3 mm)</i>		<i>Density</i>	r = 2,73 g/cm ³
l _c (t _i = 0,5)	1000 nm ± 6 nm	<i>Knoop hardness</i>	HK[0.1/20] = 460

$l_s (t_{i,U} = 1E-05)$	730 nm	<i>Thermal properties</i>	
$l_p (t_i, L = 0,90)$	1300 nm	<i>Transformation temperature</i>	Tg = 476°C
<i>Refractive indices</i>		<i>Thermal expansion in</i>	($10^{-6}/K$)
$n_d (587,6 \text{ nm}, \text{He})$	1.54	a (-30°C/+70°C)	= 9,0
$n_d (852,1 \text{ nm}, \text{Cs})$	1.53	a (20°C/300°C)	= 10,3
$n_d (1014 \text{ nm}, \text{Hg})$	1.53	<i>Temperature coefficient</i>	Tk = 0,41 nm/K
<i>Sellmeier coefficients</i>		<i>Chemical properties</i>	
valid from 440 nm to 1550 nm		<i>Chemical resistance</i>	
B ₁ =	0,8970	FR class	0
B ₂ =	0,4353	SR class	1
B ₃ =	11,960	AR class	1
C ₁ =	1,087E-02 μm^2		
C ₂ =	1,1835E-02 μm^2	<i>Internal quality</i>	
C ₃ =	142,345 μm^2	Bubble class	3

Tabel 3. 4 Spesifikasi Filter RG 1000

3) DSLR Cannon 5D



Gambar 3. 6 Cannon 5D

<i>Sensor size:</i>	24 mm × 36 mm CMOS
<i>Pixel number:</i>	5616 × 3744
<i>Pixel size :</i>	6.4 × 6.4 µm
<i>Data coding:</i>	14 bit
<i>Inverse electronic gain @ ISO 400:</i>	1,01 e-/ADU (<i>Analog Digital Unit</i>)
<i>Readout noise at ISO 100:</i>	6.66 ADU (26.9 e-)
<i>Readout noise at ISO 200:</i>	6.71 ADU (13.5 e-)
<i>Readout noise at ISO 400:</i>	7.18 ADU (7.3 e-)
<i>Readout noise at ISO 800:</i>	8.27 ADU (4.2 e-)
<i>Bias level:</i>	1024 ADU
<i>Thermal signal at 22 °C :</i>	0.12 e-/sec
<i>Full well capacity at ISO 400 :</i>	15500 electrons

Tabel 3. 5 Spesifikasi Cannon 5D

C. Hasil Pendekripsi Hilal Menggunakan Teleskop OZT-ALTS

Taman Alat MKG ITERA merupakan salah satu Lokasi yang dijadikan sebagai tempat rukyatul hilal oleh kantor wilayah Kementerian Agama (Kanwil) Provinsi Lampung. Sebelum Taman Alat MKG ITERA dipilih sebagai tempat Rukyatul Hilal, Kanwil Lampung melakukan rukyatul hilal di Bukit Canti Kalianda dan Labuhan Jukung Pesisir Barat.⁴

Kegiatan rukyatul hilal di Taman Alat MKG ITERA pertamakali dilaksanakan pada tahun 2022 tepatnya dalam penentuan awal Ramadhan 1443 H oleh kanwil Lampung. Alat bantu yang digunakan pada saat pengamatan hilal adalah teleskop Ofyar Z Tamin (OZT)-ALTS dan pemantauan hilal juga difasilitasi dengan 3 teleskop portabel barride optic A-102 (diameter 102 mm, fokus 900 mm) untuk digunakan oleh peserta kegiatan selama proses pengamatan hilal. Sejak pertama kali rukyatul hilal dibulan-bulan ibadah yang dilaksanakan di ITERA, belum pernah sekalipun dilaporkan terlihat. Menurut Narasumber, kendala yang sering dihadapi setiap kali melaksanakan rukyatul hilal adalah faktor alam seperti keadaan langit yang mendung dan terhalang oleh awan tebal pada sore hari.⁵

Pengamatan hilal di ITERA sejak diresmikan pada tahun 2022 dilaksanakan pada setiap bulanya yaitu pada awal bulan qomariyah tetapi yang dilaporkan ke kanwil

⁴ Hasil Wawancara dengan Bapak Robiatul Muztaba, pada tanggal 23 Oktober 2024, di Kemenag Lampung pada pukul 13.50 WIB.

⁵ Hasil Wawancara dengan Bapak Robiatul Muztaba, pada tanggal 4 November 2024, di ITERA pada pukul 15.15 WIB.

Lampung hanya pada awal bulan Ramadhan dan awal bulan Syawal saja.

Adapun untuk data perhitungan atau hisab dalam kegiatan rukyatul hilal di ITERA Lampung peneliti menggunakan teknik pengumpulan data berdasarkan tahun sebagai berikut:

Markaz : Taman Alat MKG Institut Teknologi Sumatera, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan.

Lintang Tempat : $5^{\circ}21'46''$ LS

Bujur Tempat : $105^{\circ}18'42''$ BT

Tinggi Tempat : 122 mdpl

1. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2022 dari Bulan Ramadhan 1443 H-Bulan Jumadil Akhir 1444 H.

No	Ijtimai'		Ghurub Matahari WIB	Tinggi Bulan	Elong asi	FI Bulan	Keterangan
	Tanggal	WI B					
1	01-Apr-22	13:24	18.4	$2^{\circ}8'$	$3^{\circ}11'$	0,08	Tidak terlihat
2	01-May-22	03:27	17.53	$-5^{\circ}22'$	$5^{\circ}32'$	0,23	Tidak terlihat
3	30-May-22	18:30	17.51	$-1^{\circ}53'$	$2^{\circ}4'$	0,03	Tidak terlihat
4	29-Jun-22	09:52	17.56	$2^{\circ}4'$	$4^{\circ}49'$	0,18	Tidak terlihat
5	29-Jul-22	00:54	18.1	$-4^{\circ}6'$	$6^{\circ}10'$	0,29	Tidak terlihat
6	27-Aug-22	15:16	18.12	$1^{\circ}11'$	$4^{\circ}30'$	0,16	Tidak terlihat
7	26-Sep-22	04:54	17.54	$-5^{\circ}53'$	$7^{\circ}15'$	0,4	Tidak terlihat

8	25-Oct-22	17: 48	17.51	-0°52'	1°13'	0,01	Tidak terlihat
9	24-Nov-22	05: 57	17.57	4°52'	6°15'	0,3	Tidak terlihat
1 0	23-Dec-22	17: 16	18.11	-0°14'	3°49'	0,11	Tidak terlihat

Tabel 3. 6 Laporan Hasil Rukyatul Hilal

2. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2023 dari Bulan Rajab 1444 H-Bulan Jumadil Akhir 1445 H.

No	Ijtim'a'		Ghurub Matahari	Tinggi Bulan	Elong asi	FI Bulan	Keterangan
	Tang gal	WIB	WIB			%	
1	22-Jan-23	03:59	18.22	8°4'	9°	0,62	Tidak terlihat
2	20-Feb-23	14:05	18.20	2°38'	4°19'	0,14	Tidak terlihat
3	22-Mar-23	00:23	18.9	7°59'	9°13'	0,65	Tidak terlihat
4	20-Apr-23	11:12	17.57	1°46'	2°45'	0,06	Tidak terlihat
5	19-May-23	22:53	17.51	6°25'	9°10'	0,64	Tidak terlihat
6	18-Jun-23	11:37	17.54	1°7'	4°52'	0,18	Tidak terlihat
7	18-Jul-23	01:31	18.0	6°22'	8°17	0,53	Terlihat
8	16-Aug-23	16:38	18.1	0°27	4°17'	0,14	Tidak terlihat

9	15-Sep-23	08:39	17.56	3°18'	4°3'	0,13	Tidak terlihat
10	15-Oct-23	00:55	17.51	5°59'	7°13'	0,4	Tidak terlihat
11	13-Nov-23	16:27	17.53	-0°48'	2°31'	0,05	Tidak terlihat
12	13-Dec-23	06:31	18.6	4°47'	6°57'	0,37	Tidak terlihat

Tabel 3. 7 Laporan Hasil Rukyatul Hilal

3. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2024 dari Bulan Rajab 1445 H-Bulan Jumadil Akhir 1446 H.

No	Ijtima'		Ghurub Matahari	Tinggi Bulan	Elong asi	FI Bulan	Keterangan
	Tangga	WI B					
1	11-Jan-24	18:57	18.19	-0°17'	5°1'	0,19	Tidak Terlihat
2	10-Feb-24	05:59	18.22	6°31'	8°15'	0,4	Tidak Terlihat
3	10-Mar-24	16:00	18.13	0°46'	2°31'	0,02	Tidak Terlihat
4	09-Apr-24	01:20	18.0	6°16'	9°46'	0,61	Tidak Terlihat
5	08-May-24	10:21	17.52	1°18'	5°16'	0,18	Tidak Terlihat
6	06-Jun-24	19:37	17.52	8°54'	12°46'	1,1	Tidak Terlihat
7	06-Jul-24	05:57	17.58	4°30'	7°48'	0,38	Tidak Terlihat
8	04-Aug-24	18:22	18.1	-0°25'	4°12'	0,13	Tidak Terlihat
9	03-Sep-24	08:55	17.58	3°1'	4°33'	0,1	Tidak Terlihat

1 0	03- Oct-24	01: 49	17.52	5°	7°18'	0,32	Tidak Terlihat
1 1	01- Nov-24	19: 47	17.51	-2°58	2°55'	0,09	Tidak Terlihat
1 2	01- Dec-24	13: 21	18.0	0°44'	5°10'	0,18	Tidak Terlihat

Tabel 3. 8 Laporan Hasil Rukyatul Hilal

Adapun data citra hilal yang pernah terlihat yaitu:

1. Citra hilal pada tanggal 07 Oktober 2021 M/1 Rabiul Awal 1443 H.

Ijtim'a	: 06-Oktober-2021
Jam	: 18.06.56 WIB
Terbenam Matahari	: 17.53.22 WIB
Terbenam Hilal	: 18.44.41 WIB
Azimut Matahari	: 264° 11' 24,94"
Azimut Bulan	: 263° 00' 02,63"
Tinggi Hilal Hakiki	: 12° 29' 39,46"
Tinggi Hilal Mar'i	: 12° 11' 22,14"
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 jam 51 menit 18,33 detik
Posisi Hilal	: di selatan matahari/ hilal terlentang
Elongasi Hilal Hakiki	: 13° 24' 25,08"
Elongasi Hilal Mar'i	: 13° 42' 38,10"
Keterangan	: terlihat

2. Citra hilal pada tanggal 03 Januari 2022 M/30 Jumadil Awal 1443 H.

Ijtim'a	: 03-Januari-2022
Jam	: 01.35.02,52 WIB
Terbenam Matahari	: 18.17.22,43 WIB
Terbenam Hilal	: 18.59.03,94 WIB
Azimut Matahari	: 244° 58' 48,51"
Azimut Bulan	: 244° 58' 48,51"

Tinggi Hilal Hakiki	: $09^{\circ} 14' 21,29''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $08^{\circ} 56' 30,20''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 41 Menit 41,52 Detik
Posisi Hilal	: di selatan matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 18' 15,50''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 35' 46,76''$
Keterangan	: Terlihat

3. Citra hilal pada tanggal 30 Juni 2022 M/01 Dzulhijjah 1443 H.

Ijtim'a'	: 29-Juni-2022
Jam	: 09.52.15,33 WIB
Terbenam Matahari	: 17.58.18,43 WIB
Terbenam Hilal	: 18.56.45,88 WIB
Azimut Matahari	: $293^{\circ} 08' 59,58''$
Azimut Bulan	: $298^{\circ} 11' 37,49''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $13^{\circ} 12' 49,70''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $13^{\circ} 00' 40,28''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 58 Menit 27,45 Detik
Posisi Hilal	: di utara matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $15^{\circ} 01' 45,79''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $15^{\circ} 13' 12,58''$
Keterangan	: Terlihat

4. Citra hilal pada tanggal 18 Juli 2023 M/30 Dzulhijjah 1444 H.

Ijtim'a'	: 18-juli-2023
Jam	: 01.33.10,97 WIB
Terbenam Matahari	: 18.01.43,87 WIB
Terbenam Hilal	: 18.30.56,61 WIB
Azimut Matahari	: $291^{\circ} 00' 27,82''$
Azimut Bulan	: $295^{\circ} 18' 12,82''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $06^{\circ} 49' 08,00''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $06^{\circ} 37' 44,48''$

Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 29 Menit 12,74 Detik
Posisi Hilal	: di utara matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $08^{\circ} 53' 30,97''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $09^{\circ} 03' 30,58''$
Keterangan	: Terlihat

5. Citra hilal pada tanggal 17 Agustus 2023 M/01 Safar 1445 H.

Ijtim'a'	: 16-Agustus-2023
Jam	: 16.39.31,17 WIB
Terbenam Matahari	: 18.02.34,07 WIB
Terbenam Hilal	: 18.46.51,38 WIB
Azimut Matahari	: $283^{\circ} 22' 15,70''$
Azimut Bulan	: $284^{\circ} 24' 22,08''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 56' 46,30''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 43' 09,28''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 44 Menit 17,31 Detik
Posisi Hilal	: Diutara Matahari/ Hilal terlentang
Elongasi Hilal Hakiki	: $11^{\circ} 55' 32,39''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $12^{\circ} 09' 06,35''$
Keterangan	: Terlihat

6. Citra hilal pada tanggal 05 Agustus 2024 M/01 Safar 1446 H.

Ijtim'a'	: 4-Agustus-2024
Jam	: 19.08.30,54 WIB
Terbenam Matahari	: 18.03.06,70 WIB
Terbenam Hilal	: 18.46.39,28 WIB
Azimut Matahari	: $286^{\circ} 43' 49,90''$
Azimut Bulan	: $287^{\circ} 57' 54,82''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 34' 23,66''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 20' 15,42''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 43 Menit 32,58 Detik
Posisi Hilal	: di utara Matahari/ Hilal terlentang

Elongasi Hilal Hakiki	: $11^{\circ} 33' 52,11''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $11^{\circ} 47' 55,53''$
Keterangan	: Terlihat

7. Citra hilal pada tanggal 04 September 2024 M/01 Rabiul Awal 1446 H.

Ijtim'a	: 03 September 2024
Jam	: 08.56.39,02 WIB
Terbenam Matahari	: 17.59.45,22 WIB
Terbenam Hilal	: 18.52.48,20 WIB
Azimut Matahari	: $276^{\circ} 49' 42,13''$
Azimut Bulan	: $273^{\circ} 08' 28,17''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $13^{\circ} 26' 02,12''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $13^{\circ} 11' 53,22''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 53 Menit 02,98 Detik
Posisi Hilal	: di selatan Matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $14^{\circ} 49' 09,76''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $15^{\circ} 02' 51,81''$
Keterangan	: Terlihat

BAB IV

ANALISIS PENGGUNAAN TELESKOP OZT-ALTS DALAM MENDETEKSI HILAL

A. Analisis Penggunaan Teleskop OZT-ALTS Dalam Mendeteksi Hilal

Motode pengamatan Hilal yang disusun oleh Observatorium Astronomi ITERA adalah metode yang diadaptasi dari metode dasar pengamatan dalam Astronomi. Mulai dari penggunaan alat optik sampai pengolahan data, semuanya menggunakan metode dasar pengamatan astronomi. Yang menjadi nilai Khusus adalah objek benda langit yang diamati. Mengamati hilal atau Bulan sabit muda setelah matahari terbenam dibutuhkan beberapa cara khusus dan instrument yang mapan agar mendapatkan hasil yang baik, karena mendapatkan hilal yang sangat tipis adalah suatu hal yang sangat sulit dilakukan.

Dalam pendekstian hilal sering terjadi masalah yang timbul seperti nilai kontras hilal yang sangat rendah yang mesti dilakukan oleh pengamat. Masalah kontras ini dipengaruhi oleh elongasi yang sangat kecil setelah konjungsi, posisi bulan yang rendah terhadap ufuk, dan atmosfer bumi yang diterangi oleh cahaya Matahari. Atmosfer bumi pun menjadi masalah bagi pengamat hilal, karena adanya efek seeing yang terjadi di atmosfer dapat mengganggu proses pendekstian hilal, begitupun cuaca yang kurang baik.

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam pengamatan hilal, seorang pengamat harus mempersiapkan kapasitas diri sebagai pengamat hilal yang handal dengan dipersenjatai oleh istrumen yang baik guna

untuk membantu proses pendekripsi hilal. Penggunaan instrumen yang tepat dapat membantu seorang pengamat untuk meningkatkan nilai kontras, baik secara optis maupun digital. Hal ini menjadikan hasil akhir pengamatan hilal berupa citra hilal yang terdeteksi dan dapat dipertanggung jawabkan secara saintifik. Walaupun pengamatan hilal sudah banyak dibantu dengan instrument-instrumen modern, penentuan mengenai objek yang teramati tetap ditangan manusia sebagai pengamat.

Penggunaan teleskop OZT-ALTS merupakan suatu sarana untuk mempermudah melakukan pendekripsi hilal di observatorium ITERA. Kemampuan mata manusia yang terbatas sehingga sulit untuk mendekripsi hilal yang memiliki nilai kontras yang sangat rendah.

Tabung yang digunakan pada teleskop menggunakan tabung teleskop yang berdiameter 6,6 mm dengan f-ratio 6 yang dilengkapi baffle sebagai penapis cahaya yang tidak diperlukan sehingga teleskop tersebut akan fokus ke objek yang akan diamati.

Instrument yang harus dikuasai saat pengamatan selanjutnya adalah mounting. Mounting merupakan bagian yang menjadi badan bagi teleskop yang berfungsi untuk mengarahkan tabung teleskop. Pada teleskop tersebut mounting yang digunakan NTM-500 dari pabrikan ASTELCO System jenis equatorial, yang memiliki kapasitas beban mencapai 90 kg (ditambah pemberat penyeimbang), penggunaan teknologi penggerak canggih dengan dudukan ini menghasilkan dinamika maksimum (pelacakan yang sangat akurat dan pemosisian yang cepat), dan juga kemungkinan akselerasi yang sangat tinggi pada semua kecepatan putar dan pelacakan dengan waktu yang sangat singkat. Selama pengoperasian teleskop dengan mounting tersebut, pastikan tidak ada orang atau halangan

lain dalam jangkauan Gerakan OTA yang Panjang karena mounting akan bergerak cepat di kedua sumbu. Mounting tersebut membutuhkan arus listrik yang sangat tinggi dalam menggunakannya.

Selain mounting, penggunaan kamera menjadi salah satu faktor penting untuk pendekslan hilal. system teleskop ini dipadukan dengan kamera video yang sensitive jenis CCD (*Charge Coupled Devices*) dan kamera DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) guna menghasilkan medan pandang yang optimal untuk pengamatan hilal. sehingga system ini memiliki 2 luaran yaitu luaran dengan rentang Panjang gelombang optik dan luaran dengan rentang Panjang gelombang infrared. Untuk menaikan peluang mendekksi hilal, digunakan sebuah penapis cahaya (filter) di pita I yang masih berada dalam rentang deteksi mata manusia. Dengan menggunakan filter ini, cahaya langit latar belakang biru akan ditahan sedangkan cahaya kemerahan dari bulan akan diteruskan ke kamera.

Kamera yang digunakan pada teleskop OZT-ALTS ini 2 kamera yaitu kamera manta G-301 dan DSLR Cannon 5D. kelebihan kamera Manta G-301 adalah kamera GigE cepat dengan sensor ICX618, sensor EXview HAD (Hole-Accumulation Diode) CCD ini sangat sensitif baik dalam spektrum tampak maupun dalam spektrum NIR (inframerah dekat). Pada resolusi penuh, kamera ini berjalan pada 125 fps. Kamera ini dilengkapi algoritma koreksi warna yang canggih, rangka logam yang kokoh, dan banyak opsi modular seperti kepala bersudut atau versi tingkat papan.

Kamera manta G-301 bisa disebut juga kamera RGB yang memungkinkan penyesuaian lebih baik pada respon spektral untuk hasil yang berkualitas, karena kamera RGB mengandalkan saluran warna merah, hijau, dan biru untuk menangkap gambar dan sensitive terhadap

cahaya inframerah.. filter inframerah secara signifikan mengurangi dampak cahaya inframerah pada kamera RGB dan mekanisme penyesuaian otomatis filter inframerah memastikan bahwa kamera RGB menghasilkan gambar berkualitas tertinggi dengan tetap mempertahankan kolorimetri yang akurat, baik pada malam hari dengan cahaya redup atau malam hari terang benderang.

Selain kamera Manta G-301, teleskop OZT-ALTS juga memakai kamera DSLR Cannon 5D Mark II yang memiliki sensor CMOS 21,1 megapiksel ukuran penuh yang tidak hanya menghasilkan kinerja resolusi yang luar biasa dan ekspresi gradasi yang kaya, tetapi juga memiliki rentang sensitivitas iso standar yang diperluas dari 100-6400 yang memungkinkan kinerja yang optimal dalam berbagai situasi pemotretan. Selain itu kamera ini dilengkapi gambar DIGIC 4 generasi berikutnya, yang memungkinkan pemrosesan data dalam jumlah besar yang dihasilkan oleh sensor gambar jumlah piksel tinggi dengan kecepatan tinggi.

Tidak hanya kamera teleskop OZT-ALTS ini juga memiliki filter yang berguna untuk menambah atau memperjelas kontras hilal secara optis. Filter yang dipakai pada teleskop tersebut adalah filter RG 1000 yang memiliki kelebihan yaitu menyediakan Panjang gelombang panjang gelombang cut-on dalam spektrum ultra-violet (UV), tampak, atau inframerah dekat (NIR). Substrat kaca berwarna memiliki transmitansi spektral tinggi dalam rentang panjang gelombangnya. Filter RG 1000 dirancang dengan ukuran melingkar dan persegi standar untuk integrasi mudah ke dalam sistem optik dan memiliki ketebalan 1, 2, atau 3 mm. sehingga dengan menggunakan filter kontras hilal terlihat lebih jelas. Penggunaan filter inframerah diutamakan untuk pengamatan bula pada siang hari untuk memfilter cahaya langit biru namun untuk

memfilter cahaya syafak merah yang mengganggu pengamatan hilal kurang efektif karena spektum cahaya syafak merah tumpang tindih dengan inframerah dekat (near inframerah). Cahaya syafak merah memiliki spektrum yang sebagian besar berada diwilayah cahaya tampak (600-700 nm), namun sebagian energinya juga dapat meluas ke spektrum infrared dekat (700-1100 nm). Filter inframerah dekat ini, sehingga tidak sepenuhnya menghilangkan komponen syafak. Serta, Hilal sendiri memantulkan cahaya matahari yang juga memiliki komponen dalam spektrum inframerah. Oleh karena itu, jika filter inframerah digunakan, intensitas cahaya hilal juga akan berkurang, membuat hilal tetap sulit terlihat dibandingkan cahaya syafak.

Dan hasil citra hilal yang didapatkan dengan menggunakan teleskop OZT-ALTS sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Hasil hilal yang terlihat

Tim OAIL (Observatorium Astronomi ITERA Lampung) melakukan pengamatan hilal selama 3 hari di tiap-tiap akhir bulan. Selama penggunaan teleskop OZT-ALTS ada 7 citra hilal yang berhasil di dokumentasikan, yaitu saat awal bulan Rabiul Awal 1443 H, Jumadil Akhir 1443 H, Zulhijjah 1443 H, Muhamarram 1445 H, Safar 1445 H, Safar 1446 H, Rabiul Awal 1446 H.

Rukyatul hilal di ITERA menggunakan teleskop OZT-ALTS dari tahun 1443 H di awal bulan Ramadhan sampai awal bulan Jumadil Akhir 1446 telah melakukan rukyat sebanyak 34 kali. 27 diantaranya tidak berhasil melihat hilal dan 7 kali yang berhasil melihat hilal. Jadi untuk tingkat keberhasilan tersebut bisa dipersentasekan sebagai berikut.

Mengetahui tingkat keberhasilan rukyatul hilal (%)

$$\frac{Jumlah\ keberhasilan}{Jumlah\ Total} \times 100\%$$

$$\frac{7}{34} \times 100\% = 20,6\%$$

$$\frac{Jumlah\ ketidak\ berhasilan}{Jumlah\ Total} \times 100\%$$

$$\frac{27}{34} \times 100\% = 79,4\%$$

Tingkat keberhasilan rukyatul hilal menggunakan teleskop OZT-ALTS dalam melihat hilal mencapai 20,6% sedangkan untuk tingkat ketidak berhasilan rukyatul hilal yaitu 79,4%. Beberapa tempat yang dijadikan titik rukyatul hilal rata-rata tidak berhasil melihat hilal dalam menentukan awal bulan hijriah. Tingkat ketidak berhasilan rukyatul hilal bisa dipengaruhi beberapa faktor, baik faktor tempat rukyat maupun faktor sekitar. Faktor yang melatar belakangi tidak terlihatnya hilal sebagai berikut.

Faktor pertama, yaitu cuaca yang mendung atau hujan saat melakukan pengamatan. Dengan cuaca mendung membuat dome (kubah) teleskop tidak terbuka jika terkena air karena saat dome teleskop memiliki sensor yang secara otomatis mendeteksi keadaan sekitar. Saat dome tidak terbuka maka telekop tidak bisa digunakan.

Faktor kedua saat menggunakan teleskop tersebut harus memastikan daya Listrik yang sangat banyak untuk memaksimalkan kemampuan teleskop dan komponennya seperti mounting. Penggunaan teleskop yang serba otomatis membutuhkan daya Listrik yang tidak sedikit.

Faktor ketiga adalah jarak pandang diufuk sebelah barat yang terhalang oleh pohon-pohon dengan jarak cukup dekat dari teleskop dan beberapa bukit barisan diufuk barat dari tempat pengamatan.

Perbedaan teleskop OZT-ALTS dengan teleskop lain nya bisa dilihat dari spesifikasi dan kemampuan teleskop tersebut, untuk itu peneliti membandingkan teleskop OZT-ALTS yang tersistem otomatis dengan teleskop yang memiliki kemampuan otomatis yaitu teleskop ITERA Robotic telescope (IRT)

Diantara spesifikasinya yaitu:

1. Teleskop Utama : GSO 10" f/8 RC Truss Tube

Jenis	: Reflektor, Ritchey-Chretien
Panjang Fokus	: 2000 mm
Diameter	: 254 mm
F-ratio	: f/8
2. Kamera Utama : ZWO ASI2600MM Pro
3. Filter : ZWO EFW 7 x 2"
4. Mounting : skywatcher EQ-8R Pro w/
EQMOD or GSS Server
5. Flat and Cover : DIY, DarkLight Cover
Calibrator, (*iwannabswiss*)
6. Komputer : Intel NUC, intel core i3 gen5
7. Kontrol Utama : NINA, PHD2

Dilihat dari spesifikasi tersebut teleskop IRT memakai mounting EQ8-R PRO yang berjenis equatorial dan dilengkapi dengan telepon genggam Synscan Go-To yang dapat secara otomatis menemukan dan melacak lebih dari 42.900 objek langit dari basis data komputernya yang luas. Dudukan ini juga kompatibel dengan adaptor Wi-Fi Synscan opsional dan Aplikasi Synscan Pro, yang dapat mengendalikan dudukan secara nirkabel. Dari demikian kelebihan dari teleskop IRT tersebut tetapi teleskop terebut difungsikan untuk melihat deepsky berbeda dengan teleskop OZT-ALTS yang

difungsikan atau diutamakan untuk melihat bulan selain itu OZT-ALTS memiliki Sofware sendiri untuk menggunakan teleskop tersebut.

Secara akurasi kedua teleskop memiliki akurasi yang sangat akurat yang membedakan teleskop tersebut adalah fokus dari benda langit yang akan diamati. Karena setiap teleskop memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda.

B. Analisis Perspektif Fikih, tentang Penggunaan Teleskop OZT-ALTS sebagai Alat pendeksi Hilal

Ada beberapa pendapat ulama terkait pelaksanaan rukyatul hilal. Yang pertama ruyat harus menggunakan mata telanjang. Menurut Muhammad bin Jamaluddin *Makkiy al-‘Amiliy dalam kitab Al-Lum’ah Al-Dimsyiqiyah* beliau berpendapat bahwa penetapan awal bulan kamariah harus menggunakan panca indra penglihatan manusia. Rukyat dengan mata tersebut digunakan untuk menentukan akhir bulan kamariah.¹

Pandapat kedua, rukyatul hilal boleh dengan alat optik. Menurut Abu Muhammad Abdullah bin Ahmad bin Muhammad bin Qudamah al-Maqdisiy dalam kitab *Al-Mughniy ‘ala Mukhtashor Al-Khorogiy*. Beliau menyabutkan penggunaan alat optik dapat membantu penglihatan mata saat rukyatul hilal jika hilal terhalang oleh awan mendung atau awan maka besok harinya masih berpuasa.² Secara lebih jelas Ayatullah Khamenei menyatakan rukyat menggunakan alat optik sama dengan

¹ Muhammad bin Jamaluddin Makkiy Al-‘Amiliy, *Al-Lum’ah Al-Dimsyiqiyah* (Bairut: Daar al-Ta’aruf lil Mathbu’at, 1996), 88.

² Abu Muhammad Abdullah bin Ahmad bin Muhammad bin Qudamah Al-Maqdisiy, *Al Mughniy ‘ala Mukhtashor Al-Khorogiy* (Bairut: Daar Al- Khatab Al- Ilmiyah, 1996), 66.

rukyat menggunakan mata telanjang. Rukyat menggunakan alat optik dinilai dapat dijadikan sandaran. Oleh karena itu rukyat menggunakan mata maupun alat optic dihukum satu. Adapun pantulan ke komputer dapat diterima atau tidaknya, masih bermasalah secara hukum karena tidak jelas keabsahannya.³

Pendapat ketiga, tidak mensyaratkan rukyat dengan cara tertentu. Sebagaimana yang diungkapkan oleh Abdurrahman al-Jaziriy dalam *Kitab Al-Fiqh 'Ala Madzahib Al-'Arba'ah* yaitu penetapan masuknya awal bulan didasarkan atas 2 hal. Pertama, rukyat hilal jika langit cerah dan tidak terdapat hal-hal yang dapat menghalangi pandangan seperti mendung, awan, asap, dan sebagainya. Yang kedua, istikmal atau menyempurnakan jumlah hari dalam 1 bulan menjadi 30 hari jika langit tidak cerah. Menurut dia, permasalahan puasa tergantung dari hasil rukyat hilal.⁴ beliau tidak menyebutkan adanya keharusan rukyat dengan mata atau memakai alat optic.

Mengacu pada pendapat diatas kriteria alat optic yang digunakan untuk rukyatul hilal yaitu alat optic yang memiliki kemampuan untuk memperbesar citra hilal sehingga persentase keberhasilan rukyatul hilal yang dapat ditingkatkan, serta alat optic bersifat pembantu atau wasilah sedangkan yang menilai adanya hilal adalah mata manusia maka pandangan manusia tidak boleh terhalangi oleh komponen alat optic seperti pendapat ulama Ayatullah Khamenei yang mengatakan “pantulan ke komputer dapat diterima atau tidaknya, masih bermasalah secara hukum karena tidak jelas keabsahannya”.

³ Ayatullah Khamenei, *Taudhibh Al-Masail (Al-Muhassya Lil Imam Al-Khomeini)*, Jilid 1., n.d., 986.

⁴ Abdurrahman Al-Jaziriy, *Kitab Al-Fiqh 'Ala Madzahib Al-'Arba'ah Juz I* (Bairut: daar Al- Fikr, 1972), 548.

Peneliti kurang sepandapat dengan Ayatullah Khamenei karena kedudukan komputer hanya sebagai perantara untuk merekam citra hilal yang terlihat oleh teleskop. Dengan adanya dektotor berupa kamera yang terhubung ke komputer, perukyat menjadi lebih mudah dalam mengamati hilal. disamping itu yang melakukan penilaian mengenai terlihat atau tidaknya hilal adalah mata manusia. Jadi pada hakikatnya mata manusia tetap menjadi penentu dalam penetapan hasil rukyat.

Sama hal nya yang diungkapkan oleh Thomas Djameludin tentang penggunaan teleskop OZT-ALTS beliau mengatakan teleskop tersebut adalah teleskop robotik untuk mendeteksi hilal yang dalam konsepnya merupakan jejaring global International Moon Sighting Station (IMSS). Teleskop robotic bermakna dapat dioperasikan secara otomatis mulai dari membuka kubah, mengarahkan teleskop ke objek langit (misalnya bulan, dalam hal mendeteksi hilal), lalu memotretnya dan menyimpan data hasil pemotretan. Sistem robotik seperti itu tentu memudahkan pengamat hilal yang akurat dengan kontrol komputer, sehingga mengurangi potensi kesalahan manusia sebagai operatornya. Serta filter inframerah yang ada pada teleskop tersebut memungkinkan pengamatan hilal sejak siang hari untuk memfilter cahaya langit biru. Namun kurang efektif untuk memfilter cahaya syafak yang mengganggu pengamatan hilal.⁵

Kementerian agama dalam penggunaan alat optik atau teknologi dalam mendeteksi hilal, tidak memberi batasan selama objek yang dilihat adalah citra hilal tanpa rekayasa, kecuali untuk peningkatan kontras hilal.

⁵ Hasil Wawancara dengan Bapak Thomas Djameludin, pada tanggal 4 Februari 2025, Via WhatsApp pada pukul 08 34 WIB.

Berdasarkan pendapat ulama-ulama tersebut maka dapat disimpulkan bahwa teleskop OZT-ALTS ini boleh dipakai untuk keperluan rukyatul hilal sebagai alat pendekripsi hilal serta sangat akurat dalam mendekripsi hilal namun belum cukup efektif dalam memakai filter infrared saat pengamatan hilal di waktu tenggelamnya matahari. Beda halnya dengan penggunaan filter infrared sangat efektif saat mendekripsi bulan muda di siang hari yang memiliki cahaya langit biru.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teleskop OZT-ALTS dalam mendeteksi hilal memiliki kontribusi besar dalam peningkatan akurasi pengamatan rukyatul hilal. Dengan teknologi yang canggih, seperti sistem robotik, kemampuan tracking yang akurat, serta penggunaan filter inframerah, teleskop ini mampu membantu mengatasi berbagai kendala yang sering terjadi dalam observasi hilal, seperti cuaca mendung, polusi cahaya, dan rendahnya kontras antara hilal dan cahaya syafak. Salah satu keunggulan utama teleskop OZT-ALTS adalah kemampuannya untuk melakukan pengamatan secara otomatis dan dapat dikontrol dari jarak jauh, yang membuatnya lebih efisien dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Selain itu, teleskop ini juga memiliki sistem filter inframerah yang dirancang untuk meningkatkan visibilitas hilal dengan menekan cahaya langit latar belakang biru. Namun, penelitian ini menemukan bahwa efektivitas filter inframerah dalam mendeteksi hilal masih perlu dikaji lebih lanjut, terutama karena adanya perbedaan dalam panjang gelombang cahaya yang dapat mempengaruhi kualitas citra yang diperoleh.
2. Dari perspektif fikih, penggunaan alat optik dalam rukyatul hilal diperbolehkan selama citra yang diamati tidak mengalami rekayasa dan tetap bergantung pada pengamatan mata manusia. Beberapa ulama klasik dan kontemporer memberikan pandangan yang bervariasi terkait penggunaan alat bantu dalam rukyat, dengan

sebagian besar menyetujui penggunaannya sebagai sarana untuk memperjelas objek yang sulit diamati dengan mata telanjang.

B. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait pengembangan teknologi teleskop OZT-ALTS, terutama dalam peningkatan efektivitas filter inframerah agar dapat lebih optimal dalam mendeteksi hilal, terutama saat langit cerah tetapi terdapat gangguan cahaya syafak.
2. Pelatihan dan sertifikasi bagi para pengamat hilal sangat penting untuk memastikan penggunaan alat optik dilakukan dengan standar yang benar. Pelatihan ini bisa mencakup teknik observasi, analisis citra digital, dan pengoperasian teleskop robotik.
3. Untuk meningkatkan akurasi dan objektivitas dalam penentuan hilal, integrasi data pengamatan dengan jejaring global seperti International Moon Sighting Station (IMSS) perlu diperluas. Kolaborasi internasional ini dapat membantu mengatasi perbedaan hasil observasi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan, yang telah mencerahkan 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

- Al-‘Amiliy, Muhammad bin Jamaluddin Makkiy. *Al-Lum’ah Al-Dimsyiqiyah*. Bairut: Daar al-Ta’aruf lil Mathbu’at, 1996.
- Al-’Askarî, Abû Hilâl al-hasan bin ’Abdillâh bin Sahal bin Sa’îd bin Yahyâ bin Mahrân. *Mu’jam Al-Furûq Al-Lughawîyah*. Muassasah al-Nasyr al-Islâmî, 1412.
- Al-Fayyûmî, Ahmad bin Muhammad bin ’Alî al-Maqrî. *Al-Misbâh Al-Munîr Fî Ghari'b Al-Syarh Al-Kabîr Li Al-Râfi'i*. Beirut: al-Maktabah al-’Ilmîyah, n.d.
- Al-Haitam, A I H. “Hamisy Hawasyii Tuhfatul Muhtaj Bi Syarhil Minhaj.” *Mesir: Mushthafa Muhammad* (n.d.): 371–372.
- Al-İsbahâni, Râgîb. *Al-Mufradât*. Damaskus: Dar al-Qalam, 1992.
- Al-Jaziriy, Abdurrahman. *Kitab Al-Fiqh ‘Ala Madzahib Al-‘Arba’Ah Juz I*. Bairut: daar Al- Fikr, 1972.
- al-Khalîl, Ibnu Ahmad Al-Farâhîdi. *Kitâb Al-‘Ayn*. Beirut: Dâr Ihyâ al-Turâş al-‘Arabi, n.d.
- Al-Maqdisiy, Abu Muhammad Abdullah bin Ahmad bin Muhammad bin Qudamah. *Al Mughnîy ‘ala Mukhtashor Al-Khoroqiy*. Bairut: Daar Al- Khatab Al- Ilmiyah, 1996.
- Ali, Atabik, and Ahmad Zuhdi Muhdlor. *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia*. Yogyakarta: Multi Gaya Grafika, 1998.
- Asy-Syarwani, Abdul Hamid. “Hawâsyî Tuhfatul Muhtâj Bi Syâhril Minhaj.” *Mesir: Mushthafa Muhammad* (n.d.): 372.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Dan Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- . *Ilmu Falak; Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.

- Bukhit al-Muti'i, Muhammad. "Irsyādu Ahli Al-Millati Ilā Isba'ati Al-Ahillah." *Mesir: Kurdistan al-Ilmiyah* (1329): 293–294.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. "Astronomi Muslim (Sepajang Sejarah Peradaban Biografi Intelektual, Karya, Sumbangan, Dan Penemuan)." *Yogyakarta: Suara Muhammadiyah* (2019).
- Farid Ruskanda, s. *Teknologi Untuk Pelaksanaan Rukyah, Dalam Selayang Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004.
- Hadi Bashori, Muh. *Penanggalan Islam*. PT Elex Media Komputindo, 2014.
<https://books.google.co.id/books?id=9YhKDwAAQBAJ>.
- bin Hajjaj, Muslim. *Shahih Muslim*. Juz 2. Beirut: Daar Al- Khatab Al- Ilmiyah, 1992.
- Khamenei, Ayatullah. *Taudhibh Al-Masail (Al-Muhassya Lil Imam Al-Khomeini)*. Jilid 1., n.d.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2014.
- Kunjaya, Chatief. "Suplemen Astrofisika Untuk SMA." *PT. Trisula Adisakti* (2014): 56.
- Ma'luf, Louis. *Al-Munjid Fī Al-Lughah Wa Al-A'lām*. Beirut: Dâr al-Masyriq, 1989.
- Manzûr, Ibnu. *Lisân Al-'Arab*. Kairo: Dâr al-Mâ'ârif, 1290.
- Munawwir, Ahmad Warson. *Kamus Al-Munawwir Arab Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progresif, 1997.
- Putraga, Hariadi. "Astronomi Dasar." *Medan: CV Prima Utama* (2016): 88–89.

- Raharto, Moedji. "Dasar-Dasar Sistem Kalender Bulan Dan Kalender Matahari." *Bandung: Penerbit ITB* (2013): 188.
- _____. "Teknologi Optik Sebagai Pembantu Penetapan Awal Bulan Hijriyah/Qamariyah." *Hisab Rukyat dan Perbedaannya. Proyek Peningkatan Pengkajian Kerukunan Hidup Umat Beragama, Puslitbang Kehidupan Beragama, Badan Litbang Agama dan Diklat Keagamaan, Departemen Agama RI* (2004): 146.
- Ruskanda, Farid. *100 Masalah Hisab & Rukyat; Telaah Syariah, Sains Dan Teknologi*. Jakarta: Gema Insani press, 1996.
- Ruskanda, Farid, Darsa Sukartadiredja, Budi Santoso, Zalbawi Soejoeti, Ma'ruf Amin, and Widiana Wahyu. *Rukyah Dengan Teknologi : Upaya Mencari Kesamaan Pandangan Tentang Penentuan Awal Ramadhan Dan Syawal*. Jakarta: Gema Insani Press, 1995.
- Sahir, Syafira Hafni. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2021.
- Sugiyono, Djoko. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Penerbit Alfabeta, 2010.
- Tim Fakultas Syariah Uin Walisongo Semarang. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang: Fakutas Syariah dan Hukum Walisongo Semarang, 2022.
- Wahab Khalaf, Abdul. *Ilmu Ushul Fiqh*. Daar Al- Ilmi, 1978.
- Skripsi dan Jurnal**
- Abdullah, M. Amin. "Epistemologi Keilmuan Studi Hukum Islam Dalam Merespon Globalisasi." *Jurnal Ilmu Syari'ah Dan Hukum* Vol. 46 (2012): 341.
- Alif Pratama, Dito. "Ru'yat Al-Hilāl Dengan Teknologi." *AL-AHKAM* Vol. 26, no. 2 (2016): 272.

- Asrof Fitri, Ahmad. "Akurasi Teleskop Vixen Spinx Untuk Rukyatul Hilal." Skripsi Starata I Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Azzahidi, F., M. Irfan, and J. A. Utama. "Pengukuran Kecerahan Langit (Sky Brightness) Observatorium Bosscha Menggunakan Teleskop Portabel Dan CCD." *Prosiding Seminar Himpunan Astronomi Indonesia in Aula Barat ITB* (2011): 61–64.
- Bruin, Frans. "The First Visibility of the Lunar Crescent." *Vistas in astronomy* 21 (1977): 331–358.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhamadi, and Observatorium Sejarah. "Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan." *Deskripsi Historis Tentang Tradisi, Inovasi, dan Kontribusi Peradaban Islam di Bidang Astronomi* (2016): 312.
- Djamatuddin, Thomas. *Antara Limit Astronomis Dan Harapan Teleskop Rukyat Tantangan Rukyatul Hilal I Syawal 1416 H*, 2003.
- . *Hisab Rukyat Di Indonesia Serta Permasalahannya*, n.d.
- Herdiwijaya, Dhani. "Prosedur Sederhana Pengolahan Citra Untuk Pengamatan Hilal." In *Makalah Seminar Nasional Hilal*, 110, 2009.
- Legault, Thierry. *Astrophotography*. Rocky Nook, Inc., 2014.
- Mustaqim, Riza Afrian. "Pandangan Ulama Terhadap Image Processing Pada Astrofotografi Di BMKG Untuk Rukyatul Hilal." *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 1 (2018).
- Purwanto. *Visibilitas Hilal Sebagai Acuan Penyusunan Kalender Islam*. Institut Teknologi Bandung, 1992.
- Schafer, B. E. *Length of the Lunar Crescent*. Q. Jl R. Astr. Soc, 1991.

Shobaruddin, Muhammad. "Studi Analisis Metode Thierry Legault Tentang Ru'yah Qabla Al-Ghurūb." Skripsi Starata I Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2015.

Thohari, Amin. "Observasi Sunspot Menggunakan Teleskop Celestron Di Laboratorium Astronomi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang Pada Bulan April-Juni 2011." Skripsi Jurusan Fisika Fakultas MIPA UM, 2012.

Wijayanti, M.K., M. Irfan, and dkk. "Penentuan Konstanta Hartmann Teleskop Fotografis Zeiss 60 Cm" (2011): 65–66.

Yusuf, Muhammad. "Teknik Pengamatan Hilal Dan Streaming." *Observatorium Bosscha* (2018).

Website dan Lain-lain

ITERA. "ITERA Jadi Titik Pengamatan Hilal Ramadhan 1444 H Nasional Kementerian Agama." Accessed June 27, 2024. <https://www.itera.ac.id/itera-jadi-titik-pengamatan-hilal-ramadhan-1444-h-nasional-kementerian-agama/>.

_____. "Perdana ITERA Gunakan Teleskop OZT – ALTS Untuk Amati Hilal Ramadan." Accessed June 25, 2024. <https://www.itera.ac.id/perdana-itera-gunakan-teleskop-ozt-alts-untuk-amati-hilal-ramadan/>.

_____. "Sekilas OZT-ALTS." Last modified 2024. Accessed June 26, 2024. <https://sites.google.com/itera.ac.id/observatorium-itera/fasilitas/ozt-alts?authuser=0>.

Rudi. "OZT – ALTS Untuk Amati Hilal Ramadan." Last modified 2022. Accessed October 21, 2024. <https://www.itera.ac.id/perdana-itera-gunakan-teleskop-ozt-alts-untuk-amati-hilal-ramadan/>

Wawancara

Muztaba, Robiatul, Wawancara, ITERA Lampung, 2 November 2024,Pukul 16.51 WIB.

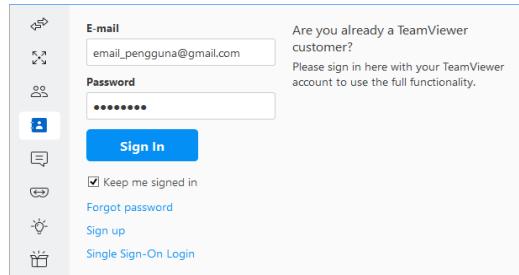
Hamdun, Wawancara, KEMENAG Lampung, 23 Oktober 2024,
Pukul 14.50 WIB.

Djamaluddin, Thomas, Wawancara, Via Aplikasi WhatsApp, 4
Februari 2025, Pukul 08.34

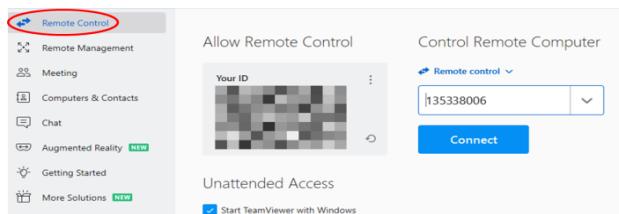
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

Operasional Teleskop OZT-ALTS



Sign In Akun Team-Viewer

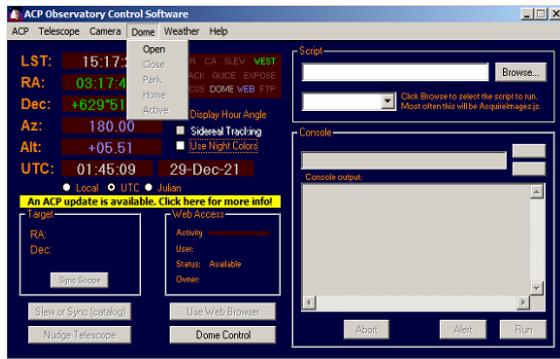


Menambahkan Komputer yang akan di-remote

Allow Remote Control



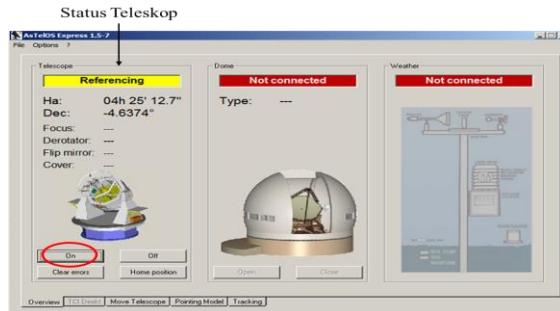
ID dan Password TimeViewer Komputer Server OZT-ALTS



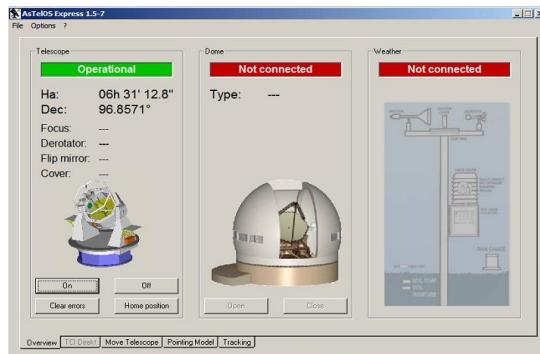
Membuka Dome



Kondisi Dome terbuka

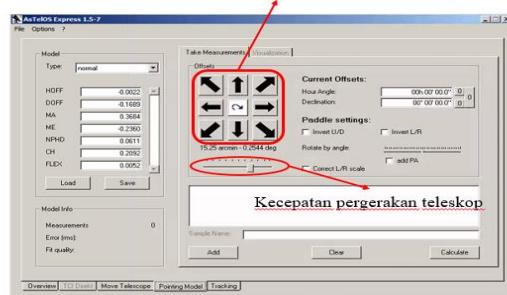


Status Teleskop Referencing



Home position

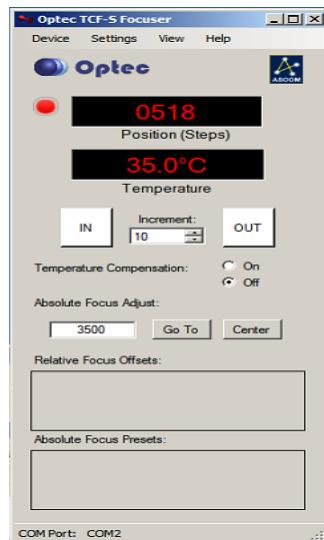
Tombol **pointing** untuk menggerakkan teleskop secara manual



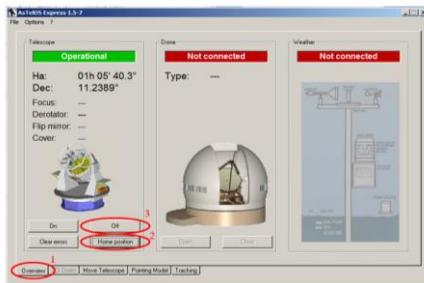
Tombol untuk Pointing Manual dan Pengatur Kecepatan



Pointing objek



Mengatur Fokus



Urutan Mematikan Teleskop



Mematikan kamera dan menutup Dome



Dome tertutup

Lampiran 2

Spesifikasi Teleskop

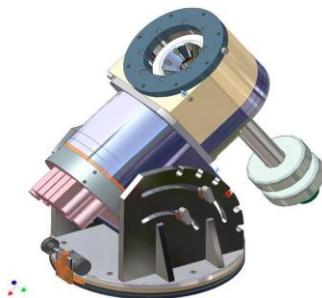
<i>Type of telescope:</i>	3-element SuperED Apo Refractor
<i>Lens:</i>	3-element SuperED
<i>Color:</i>	white
<i>Tube material:</i>	Kruppax 50, Aluminum
<i>Aperture:</i>	152 mm
<i>Focal ratio:</i>	f/8
<i>Focal length:</i>	1200 mm
<i>Coating:</i>	Multicoated
<i>Resolution:</i>	0.76"
<i>Limit value:</i>	12.7 mag
<i>Max. useful visual power:</i>	300 x
<i>Backfokus:</i>	180 mm (<i>from the end of the 2" adapter</i>)
<i>Focuser:</i>	3.7" R&P Focus, Rotation 360°
<i>Connection to eyepiece:</i>	75 mm thread, 2" and 1 1/4" with adapters
<i>Viewfinder:</i>	<i>Finder base, not finder included</i>
<i>Tube diameter:</i>	156 mm

<i>Length during observing:</i>	1260 mm
<i>Transportation length:</i>	1070 mm
<i>Dewcap diameter:</i>	188 mm
<i>Length of dewcap:</i>	340 mm
<i>Width of rings:</i>	2 rings each 24 mm
<i>Threads in rings:</i>	1/4 Zoll 3 x
<i>Distance of threads:</i>	centric and 60 mm
<i>Tube weight:</i>	31,9 lb incl. rings
<i>Eyepiece adapter:</i>	to 2" and 1.25"
<i>Strehl Ratio</i>	0.963
<i>Jarak antara baffle</i>	300 mm
<i>diameter bagian dalam baffle</i>	1.

Lampiran 3



Menara dan Dome Pada Teleskop



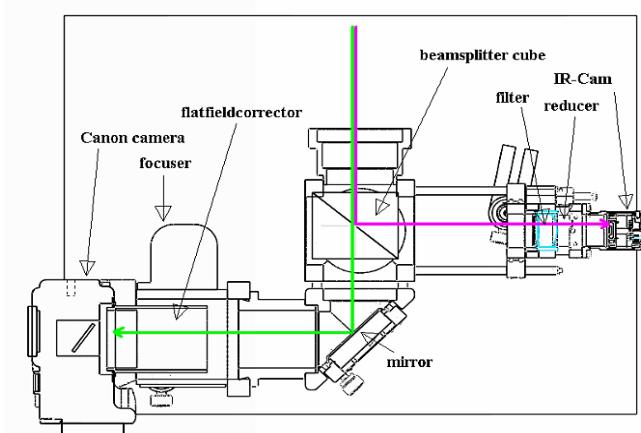
Mounting NTM-500

Lampiran 4

Spesifikasi Mount NTM-500

<i>Mount type</i>	<i>German Equatorial Mount</i>
<i>Material</i>	<i>Stainless steel & Alumunium alloy</i>
<i>Bearings</i>	<i>High precision roller bearings</i>
<i>Drives</i>	<i>Direct drive torque motors</i>
<i>Load capacity</i>	<i>90 kg (plus counter weights)</i>
<i>Latitude adjustment</i>	<i>0 – 90°</i>
<i>Azimuth adjustment</i>	<i>±10°</i>
<i>Mount weight</i>	<i>85 kg</i>
<i>Slewing Speed</i>	<i>20°/sec</i>
<i>Acceleration & Deceleration</i>	<i>20°/sec²</i>
<i>Absolute positioning accuracy</i>	<i>< 5 arcsec RMS</i>
<i>Differensial positioning accuracy</i>	<i>< 1 arcsec RMS</i>
<i>Tracking accuracy without autoguider</i>	<i>< 1 arcsec/120 min</i>
<i>Tracking accuracy with autoguider</i>	<i>< 0.3 arcsec</i>
<i>Mean power consumption</i>	<i>< 500 W/230 V (50Hz)</i>

Lampiran 5



Desain Alur Penjalaran Cahaya Pada Teleskop ALTS



Manta G-031B dan Quantum Efficiency

Lampiran 6

Spesifikasi Manta G-031B

Manta G-031B	
Interface	IEEE 802.3 1000BASE-T, IEEE 802.3af (PoE) optional
Resolution	656 (H) × 492 (V)
Sensor	Sony ICX618
Sensor type	CCD Progressive
Shutter mode	Global shutter
Sensor size	Type 1/4
Pixel size	5.6 μm × 5.6 μm
Lens mounts (available)	C-Mount, CS-Mount, S-Mount
Max. frame rate at full resolution	125.2 fps
ADC	12 Bit
Image buffer (RAM)	32 MByte
Imaging performance	
Quantum efficiency at 529 nm	71%
Temporal dark noise	12.9 e ⁻
Saturation capacity	17900 e ⁻

Dynamic range	62.4 dB
Absolute sensitivity threshold	13.5 e ⁻
Exposure time	58μs to 60s with max. 125 fps and in this system 21 × 15 arcsec field of view
Output	
Bit depth	8/12 Bit
Monochrome pixel formats	Mono8, Mono12, Mono12Packed
YUV color pixel formats	YUV411Packed, YUV422Packed, YUV444Packed
RGB color pixel formats	RGB8Packed, BGR8Packed, RGBA8Packed, BGRA8Packed
Raw pixel formats	BayerRG8, BayerRG12Packed, BayerRG12
General purpose inputs/outputs (GPIOs)	
Opto-isolated I/Os	2 inputs, 2 outputs
RS232	1
Operating conditions/dimensions	
Operating temperature	+5°C to +45°C ambient (without condensation)

Power requirements (DC)	8 to 30 VDC AUX or IEEE 802.3af PoE
Power consumption	External power: 3.7 W at 12 VDC Power over Ethernet: 4.3 W
Mass	200 g; 210 g (PoE models)
Body dimensions (L × W × H in mm)	86.4 × 44 × 29 (including connectors)
Regulations	CE: 2014/30/EU (EMC), 2011/65/EU, including amendment 2015/863/EU (RoHS); FCC Class B; CAN ICES-3 (B)

Lampiran 7

Spesifikasi Filter RG 1000

<i>Optical properties</i>		<i>Mechanical properties</i>	
<i>Reflection factor</i>	$P_d = 0,913$	<i>Reference thickness</i>	$d = 3,00 \text{ mm}$
<i>Spectral values guaranteed</i> $(d = 3 \text{ mm})$		<i>Density</i>	$r = 2,73 \text{ g/cm}^3$
$l_c (t_i = 0,5)$	$1000 \text{ nm} \pm 6 \text{ nm}$	<i>Knoop hardness</i>	$\text{HK}[0.1/20] = 460$
$l_s (t_{i,U} = 1\text{E}-05)$	730 nm	<i>Thermal properties</i>	
$l_p (t_i, L = 0,90)$	1300 nm	<i>Transformation temperature</i>	$T_g = 476^\circ\text{C}$
<i>Refractive indices</i>		<i>Thermal expansion in</i>	$(10^{-6}/\text{K})$
$n_d (587,6 \text{ nm}, \text{He})$	1.54	$a (-30^\circ\text{C}/+70^\circ\text{C})$	= 9,0
$n_d (852,1 \text{ nm}, \text{Cs})$	1.53	$a (20^\circ\text{C}/300^\circ\text{C})$	= 10,3
$n_d (1014 \text{ nm}, \text{Hg})$	1.53	<i>Temperature coefficient</i>	$T_k = 0,41 \text{ nm/K}$
<i>Sellmeier coefficients</i>		<i>Chemical properties</i>	
valid from 440 nm to 1550 nm		<i>Chemical resistance</i>	

$B_1 =$	0,8970	FR class	0
$B_2 =$	0,4353	SR class	1
$B_3 =$	11,960	AR class	1
$C_1 =$	1,087E-02 μm^2		
$C_2 =$	1,1835E-02 μm^2	<i>Internal quality</i>	
$C_3 =$	142,345 μm^2	Bubble class	3



Cannon 5D

Lampiran 8

Spesifikasi Cannon 5D

<i>Sensor size:</i>	24 mm × 36 mm CMOS
<i>Pixel number:</i>	5616 × 3744
<i>Pixel size :</i>	6.4 × 6.4 μm
<i>Data coding:</i>	14 bit
<i>Inverse electronic gain @ ISO 400:</i>	1,01 e-/ADU (<i>Analog Digital Unit</i>)
<i>Readout noise at ISO 100:</i>	6.66 ADU (26.9 e-)
<i>Readout noise at ISO 200:</i>	6.71 ADU (13.5 e-)
<i>Readout noise at ISO 400:</i>	7.18 ADU (7.3 e-)
<i>Readout noise at ISO 800:</i>	8.27 ADU (4.2 e-)
<i>Bias level:</i>	1024 ADU
<i>Thermal signal at 22°C :</i>	0.12 e-/sec
<i>Full well capacity at ISO 400 :</i>	15500 electrons

Lampiran 9

Data Perhitungan Atau Hisab Dalam Kegiatan Rukyatul Hilal Di ITERA Lampung

Markaz : Taman Alat MKG Institut Teknologi Sumatera,
Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan.

Lintang Tempat : $5^{\circ}21'46''$ LS

Bujur Tempat : $105^{\circ}18'42''$ BT

Tinggi Tempat : 122 mdpl

1. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2022 dari Bulan Ramadhan 1443 H-Bulan Jumadil Akhir 1444 H.

No	Ijtima'		Ghurub Matahari	Tinggi Bulan	Elongasi	FI Bulan	Keterangan
	Tanggal	WIB	WIB			%	
1	01-Apr-22	13:24	18.4	$2^{\circ}8'$	$3^{\circ}11'$	0,08	Tidak terlihat
2	01-May-22	03:27	17.53	$-5^{\circ}22'$	$5^{\circ}32'$	0,23	Tidak terlihat
3	30-May-22	18:30	17.51	$-1^{\circ}53'$	$2^{\circ}4'$	0,03	Tidak terlihat
4	29-Jun-22	09:52	17.56	$2^{\circ}4'$	$4^{\circ}49'$	0,18	Tidak terlihat
5	29-Jul-22	00:54	18.1	$-4^{\circ}6'$	$6^{\circ}10'$	0,29	Tidak terlihat

6	27-Aug-22	15:16	18.12	1°11'	4°30'	0,16	Tidak terlihat
7	26-Sep-22	04:54	17.54	-5°53'	7°15'	0,4	Tidak terlihat
8	25-Oct-22	17:48	17.51	-0°52'	1°13'	0,01	Tidak terlihat
9	24-Nov-22	05:57	17.57	4°52'	6°15'	0,3	Tidak terlihat
10	23-Dec-22	17:16	18.11	-0°14'	3°49'	0,11	Tidak terlihat

2. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2023 dari Bulan Rajab 1444 H-Bulan Jumadil Akhir 1445 H.

No	Ijtim'a'		Ghurub Matahari	Tinggi Bulan	Elongasi	FI Bulan	Keterangan
	Tanggal	WIB	WIB				
1	22-Jan-23	03:59	18.22	8°4'	9°	0,62	Tidak terlihat
2	20-Feb-23	14:05	18.20	2°38'	4°19'	0,14	Tidak terlihat
3	22-Mar-23	00:23	18.9	7°59'	9°13'	0,65	Tidak terlihat

4	20-Apr-23	11:12	17.57	1°46'	2°45'	0,06	Tidak terlihat
5	19-May-23	22:53	17.51	6°25'	9°10'	0,64	Tidak terlihat
6	18-Jun-23	11:37	17.54	1°7'	4°52'	0,18	Tidak terlihat
7	18-Jul-23	01:31	18.0	6°22'	8°17'	0,53	Terlihat
8	16-Aug-23	16:38	18.1	0°27	4°17'	0,14	Tidak terlihat
9	15-Sep-23	08:39	17.56	3°18	4°3'	0,13	Tidak terlihat
10	15-Oct-23	00:55	17.51	5°59'	7°13'	0,4	Tidak terlihat
11	13-Nov-23	16:27	17.53	-0°48'	2°31'	0,05	Tidak terlihat
12	13-Dec-23	06:31	18.6	4°47'	6°57'	0,37	Tidak terlihat

3. Laporan hasil rukyatul hilal pada awal bulan-bulan qomariyah tahun 2024 dari Bulan Rajab 1445 H-Bulan Jumadil Akhir 1446 H.

No	Ijtim'a'		Ghurub Matahari	Tinggi Bulan	Elongasi	FI Bulan	Keterangan
	Tanggal	WIB				%	

1	11-Jan-24	18:57	18.19	-0°17'	5°1'	0,19	Tidak Terlihat
2	10-Feb-24	05:59	18.22	6°31'	8°15'	0,4	Tidak Terlihat
3	10-Mar-24	16:00	18.13	0°46'	2°31'	0,02	Tidak Terlihat
4	09-Apr-24	01:20	18.0	6°16'	9°46'	0,61	Tidak Terlihat
5	08-May-24	10:21	17.52	1°18'	5°16'	0,18	Tidak Terlihat
6	06-Jun-24	19:37	17.52	8°54'	12°46'	1,1	Tidak Terlihat
7	06-Jul-24	05:57	17.58	4°30'	7°48'	0,38	Tidak Terlihat
8	04-Aug-24	18:22	18.1	-0°25'	4°12'	0,13	Tidak Terlihat
9	03-Sep-24	08:55	17.58	3°1'	4°33'	0,1	Tidak Terlihat
10	03-Oct-24	01:49	17.52	5°	7°18'	0,32	Tidak Terlihat
11	01-Nov-24	19:47	17.51	-2°58'	2°55'	0,09	Tidak Terlihat
12	01-Dec-24	13:21	18.0	0°44'	5°10'	0,18	Tidak Terlihat

Lampiran 10

Data Citra Hilal Yang Pernah Terlihat

1. Citra hilal pada tanggal 07 Oktober 2021 M/1 Rabiul Awal 1443 H.

Ijtim'a'	: 06-Oktober-2021
Jam	: 18.06.56 WIB
Terbenam Matahari	: 17.53.22 WIB
Terbenam Hilal	: 18.44.41 WIB
Azimut Matahari	: $264^{\circ} 11' 24,94''$
Azimut Bulan	: $263^{\circ} 00' 02,63''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $12^{\circ} 29' 39,46''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $12^{\circ} 11' 22,14''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 jam 51 menit 18,33 detik
Posisi Hilal	: di selatan matahari/ hilal terlentang
Elongasi Hilal Hakiki	: $13^{\circ} 24' 25,08''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $13^{\circ} 42' 38,10''$
Keterangan	: terlihat

2. Citra hilal pada tanggal 03 Januari 2022 M/30 Jumadil Awal 1443 H.

Ijtim'a'	: 03-Januari-2022
----------	-------------------

Jam	: 01.35.02,52 WIB
Terbenam Matahari	: 18.17.22,43 WIB
Terbenam Hilal	: 18.59.03,94 WIB
Azimut Matahari	: $244^{\circ} 58' 48,51''$
Azimut Bulan	: $244^{\circ} 58' 48,51''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $09^{\circ} 14' 21,29''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $08^{\circ} 56' 30,20''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 41 Menit 41,52 Detik
Posisi Hilal	: di selatan matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 18' 15,50''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 35' 46,76''$
Keterangan	: Terlihat

3. Citra hilal pada tanggal 30 Juni 2022 M/01 Dzulhijjah 1443 H.

Ijtim'a'	: 29-Juni-2022
Jam	: 09.52.15,33 WIB
Terbenam Matahari	: 17.58.18,43 WIB
Terbenam Hilal	: 18.56.45,88 WIB
Azimut Matahari	: $293^{\circ} 08' 59,58''$
Azimut Bulan	: $298^{\circ} 11' 37,49''$

Tinggi Hilal Hakiki	: $13^{\circ} 12' 49,70''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $13^{\circ} 00' 40,28''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 58 Menit 27,45 Detik
Posisi Hilal	: di utara matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $15^{\circ} 01' 45,79''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $15^{\circ} 13' 12,58''$
Keterangan	: Terlihat

4. Citra hilal pada tanggal 18 Juli 2023 M/30 Dzulhijjah 1444 H.

Ijtim'a'	: 18-juli-2023
Jam	: 01.33.10,97 WIB
Terbenam Matahari	: 18.01.43,87 WIB
Terbenam Hilal	: 18.30.56,61 WIB
Azimut Matahari	: $291^{\circ} 00' 27,82''$
Azimut Bulan	: $295^{\circ} 18' 12,82''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $06^{\circ} 49' 08,00''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $06^{\circ} 37' 44,48''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 29 Menit 12,74 Detik
Posisi Hilal	: di utara matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $08^{\circ} 53' 30,97''$

Elongasi Hilal Mar'i	: $09^{\circ} 03' 30,58''$
Keterangan	: Terlihat

5. Citra hilal pada tanggal 17 Agustus 2023 M/01 Safar 1445 H.

Ijtim'a'	: 16-Agustus-2023
Jam	: 16.39.31,17 WIB
Terbenam Matahari	: 18.02.34,07 WIB
Terbenam Hilal	: 18.46.51,38 WIB
Azimut Matahari	: $283^{\circ} 22' 15,70''$
Azimut Bulan	: $284^{\circ} 24' 22,08''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 56' 46,30''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 43' 09,28''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 44 Menit 17,31 Detik
Posisi Hilal	: Diutara Matahari/ Hilal terlentang
Elongasi Hilal Hakiki	: $11^{\circ} 55' 32,39''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $12^{\circ} 09' 06,35''$
Keterangan	: Terlihat

6. Citra hilal pada tanggal 05 Agustus 2024 M/01 Safar 1446 H.

Ijtim'a'	: 4-Agustus-2024
Jam	: 19.08.30,54 WIB

Terbenam Matahari	: 18.03.06,70 WIB
Terbenam Hilal	: 18.46.39,28 WIB
Azimut Matahari	: $286^{\circ} 43' 49,90''$
Azimut Bulan	: $287^{\circ} 57' 54,82''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $10^{\circ} 34' 23,66''$
Tinggi Hilal Mar'i	: $10^{\circ} 20' 15,42''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 43 Menit 32,58 Detik
Posisi Hilal	: di utara Matahari/ Hilal terlentang
Elongasi Hilal Hakiki	: $11^{\circ} 33' 52,11''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $11^{\circ} 47' 55,53''$
Keterangan	: Terlihat

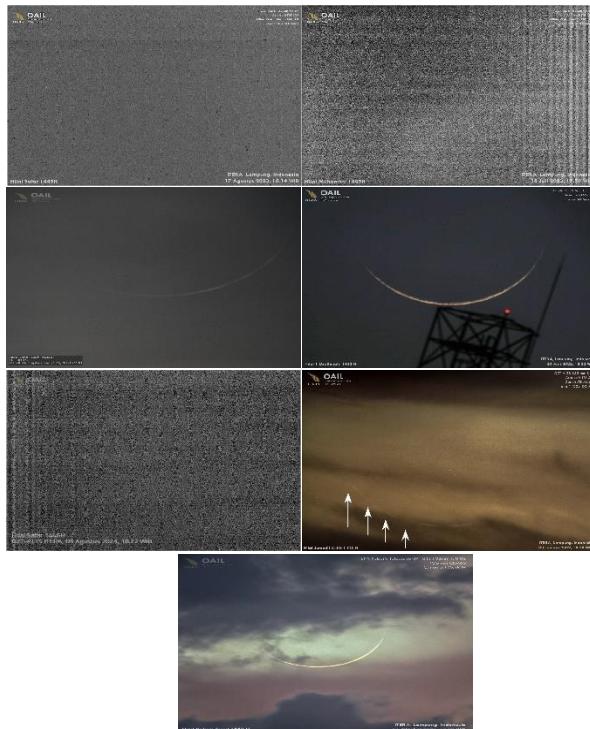
7. Citra hilal pada tanggal 04 September 2024 M/01 Rabiul Awal 1446 H.

Ijtim'a'	: 03 September 2024
Jam	: 08.56.39,02 WIB
Terbenam Matahari	: 17.59.45,22 WIB
Terbenam Hilal	: 18.52.48,20 WIB
Azimut Matahari	: $276^{\circ} 49' 42,13''$
Azimut Bulan	: $273^{\circ} 08' 28,17''$
Tinggi Hilal Hakiki	: $13^{\circ} 26' 02,12''$

Tinggi Hilal Mar'i	: $13^{\circ} 11' 53,22''$
Lama Hilal di atas ufuk	: 0 Jam 53 Menit 02,98 Detik
Posisi Hilal	: di selatan Matahari
Elongasi Hilal Hakiki	: $14^{\circ} 49' 09,76''$
Elongasi Hilal Mar'i	: $15^{\circ} 02' 51,81''$
Keterangan	: Terlihat

Lampiran 11

Hasil Citra Yang Didapatkan Dengan Menggunakan Teleskop OZT-ALTS



Gambar Citra Hilal

Lampiran 12

Izin Penelitian di ITERA



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
 Jalan Terusan Ryacudu Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan 35365
 Telepon: (0721) 8030188
 Email: ppm@itera.ac.id, Website : <http://ppm.itera.ac.id>

Nomor	: 3144/IT9.2.1/PK.01.06/2024	11 Oktober 2024
Lampiran	: -	
Hal	: Izin Penelitian	
Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang Di- Jalan Prof. Dr. H. Hamka, Semarang		

Menindaklanjuti surat dari Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang Nomor B-6462/Un.10.1/K/PP.00.09/10/2024 tanggal 3 Oktober 2024 perihal Permohonan Izin Riset yang telah diajukan kepada kami, dengan data mahasiswa sebagai berikut:

No	Nama	NIM	Jurusan	Waktu Pelaksanaan
1	Luqmanul Hakim	2002046026	Ilmu Falak	3 bulan
	Judul Penelitian		Penggunaan Teleskop Inframerah OZT-ALTS dalam Rukyatul Hilal	
	Data dibutuhkan /diteliti		-	
	Pembimbing		1. Drs. H. Maksun, M.Ag. 2. Ahmad Fuad Al-Anshary, S. H., M.Si.	

pada prinsipnya kami memberikan izin untuk melaksanakan kegiatan penelitian di Pusat Observatorium Astronomi ITERA Lampung.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapan terimakasih.



Tembusan:
 1. Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan;
 2. Kepala Pusat OAIL;
 3. Arsip.



Lampiran 13

Izin Riset di KEMENAG Lampung



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR WILAYAH KEMENTERIAN AGAMA
PROVINSI LAMPUNG**

Jl. Cut Meutia No. 27 Teluk Betung Bandar Lampung 35221
Telephone (0721) 481533 : Faximili (0721) 483067
Website : lampung.kemenag.go.id

Nomor : B-1320 /KW.08.1/1d/Hm.01/11/2024
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Riset

01 November 2024

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum, Wr.Wb,

Membalas surat Saudara Nomor: B6463/UN.10.1/K/PP.00.09/10/2024 Tanggal 03 Oktober 2024 perihal sebagaimana pokok surat diatas, maka Kami memberi izin kepada mahasiswa :

Nama : Luqmanul Hakim
NPM : 2002046026
Program Studi : Ilmu Falak (IF)
Semester/Jenjang : IX /Strata S1
Judul : Penggunaan Teleskop inframerah OZT-ALTS Dalam Rukyatul Hilal

Untuk melaksanakan Riset pada Bidang Urusan Agama Islam Kantor Wilayah Kementerian Agama Propinsi Lampung.

Demikian kami sampaikan, terima kasih.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb



Tembusan:
Kepala Kantor Wilayah Kementerian Agama
Propinsi Lampung

Lampiran 14

Laporan Rukyat Hilal Awal Ramadhan 1444 H KANWIL KEMENAG Lampung



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI**
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
 Jalan Terusan Ryacudu Way Hu, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan 35365
 Telepon: (0721) 8030188
 Email: lppm@itera.ac.id, Website: <http://lppm.itera.ac.id>

**LAPORAN RUKYAT HILAL AWAL RAMADHAN 1444 H
KANTOR WILAYAH KEMENTERIAN AGAMA PROVINSI LAMPUNG**

I. PELAPOR

Nama	:	Dr. Hamdun, M.HI
Umur	:	38 tahun
Pekerjaan / Jabatan	:	JF Analis Hukum Ahli Muda
No. Telp / HP	:	081328806543

II. HASIL LAPORAN

- | | | | | |
|----------------------------------|----|--|---|--|
| 1. Alamat Markas Observasi Hilal | : | Taman Alat MKG, Institut Teknologi Sumatera, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan | | |
| 2. Koordinat Tempat | : | Lintang Tempat 5°21'46" LS
Bujur Tempat 105°18'42" BT | | |
| 3. Tinggi Tempat | : | 122 M DPL | | |
| 4. Matahari Terbenam | : | 18:10 WIB | | |
| 5. Hilal Terbenam | : | 18:46 WIB | | |
| Azimut Matahari | : | +270°:31':04" | | |
| Azimut Bulan | : | +273°:33':16" | | |
| 6. Keadaan Hilal | a) | Tinggi Hilal Hakiki | : | |
| | b) | Posisi Hilal Mar'ie / Toposentris | : | +07°:34':31" |
| | c) | Elongasi | : | +09°:13':36" |
| | d) | Lama Hilal di atas Ufuq | : | 36 menit |
| | e) | Letak dan Posisi Hilal | : | Hilal berada di sebelah Utara Matahari |
| | f) | Hilal | : | Tidak Terlihat |
| | g) | Bila Melihat Hilal disumpah oleh | : | |
| | | Nama Hakim | : | |
| | | Hakim Peradilan Agama ... | : | |
| 7. Keadaan cuaca disekitar ufuk | | | | : Berawan tebal |

22 Maret 2023
Koordinator Rukyat ITERA,

Dr. Robiatul Muztaba, S.Si., M.Si.
NIP. 199003262019031015

Lampiran 15

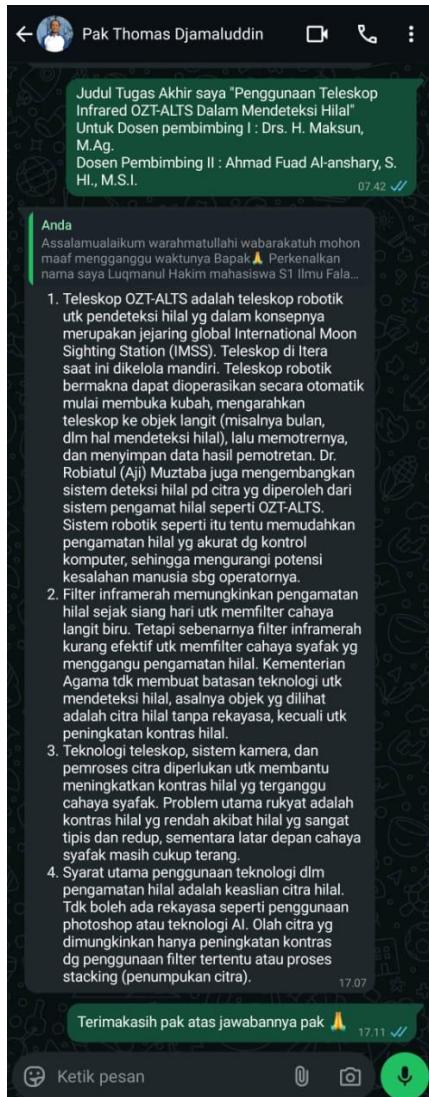
Dokumentasi Wawancara



Wawancara Dengan Bapak Robiatul Muztaba di ITERA



Wawancara Dengan Bapak Hamdun di KEMENAG Lampung



Wawancara Dengan Bapak Thomas Djamaruddin Via Aplikasi WhatsApp

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Luqmanul Hakim
Tempat, Tanggal lahir : Jakarta, 19 April 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Asal : Jorong Subarang, Kelurahan Batipuh Ateh, Kecamatan Batipuh, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat

Riwayat Pendidikan

- A. Pendidikan Formal
 - 1. TK Wahyu Bakhti Ciracas
 - 2. SDN 22 Batipuh Ateh
 - 3. SMP IT Daarul ‘Ilmi Bandar Lampung
 - 4. MTI Canduang
- B. Pendidikan Non Formal
 - 1. TPQ Nurul Haq Subarang
 - 2. Pondok Pesantran Tarbiyah Islamiyah

Organisasi

- 1. PMII Rayon Syari’ah
- 2. HMJ Ilmu Falak
- 3. DEMA Fakultas Syari’ah dan Hukum
- 4. IKAMMI (Ikatan Mahasiswa Minang)