

**Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada
Kalibrasi Proses “*Setting Circle*” Teleskop *Skywatcher 90/910*
EQ2 Untuk Keperluan Rukyat Hilal**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
guna Memperoleh Gelar Sarjana (S.1)
dalam Ilmu Falak



Oleh :

M. Aufa Anis Ar Rofif

NIM : 1502046073

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UIN WALISONGO SEMARANG
2022**



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan, Semarang. Telp/Fax. (024) 7601291
Semarang 50185

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang
di - Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara.

Nama : M. Aufa Anis Ar Rofif
NIM : 1502046073
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **"Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses "Setting circle" Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2 untuk Keperluan Rukyat Hilal"**

Dengan ini saya mohon kiranya naskah skripsi tersebut dapat segera diujikan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Juni 2022
Pembimbing,

Ahmad Munif, M.S.I



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

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

PENGESAHAN

Setelah mengadakan perbaikan skripsi dan diterima oleh Tim Penguji, dengan ini Tim Penguji Fakultas Syariah dan Hukum mengesahkan mahasiswa yang bernama :

Skripsi Saudara : M. Aufa Anis Ar Rofif
NIM : 1502046073
Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Judul : **Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses "Setting Circle" Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2 Untuk Keperluan Rukyat Hilal**

Telah dimunaqasahkan oleh Tim Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan **LULUS** pada hari, tanggal : **Rabu, 29 Juni 2022**, serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Hukum tahun akademik 2021/2022.

Semarang, Juni 2022

Disetujui

Ketua Sidang

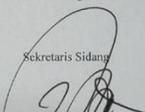

Dr. Fakhrudin Aziz, Lc., M.S.I.
NIP.

Penguji Utama I


Dr. H. Ali Imron, S.H., M. Ag.
NIP. 197307302003121003



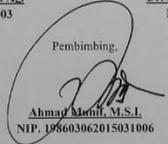
Sekretaris Sidang


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

Penguji II


Dr. Ahmad Sub Rofiuiddin, MSI.
NIP. 198911022018011001

Pembimbing.


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

MOTTO

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَاعِبِينَ

Artinya: “Tidaklah Kami ciptakan langit, bumi, dan apa yang ada di antara keduanya secara main-main”. (Q.S Ad Dukhan ayat 38).

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim...

Alhamdulillah.. Alhamdulillah.. Alhamdulillahirobbil 'alamin..

Berkisah ketika saya merantau ke kota yang tidak terlalu jauh dari kampung halaman, mulut tak bisa terucap, senyum tak dapat lagi terpancar. Namun, itulah kisah terindah penyemangat hidup yang tak akan terlupakan seumur hidup dalam perjalanan mencari kitab suci ke barat.

Kersembahkan karyaku yang tak seberapa ini kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang luar biasa.
2. Saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ibunda saya Bu Umi Salamah, S.Pd. dan almarhum Ayahanda saya bapak Juwadi, S.Pd. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku.
3. Kepada Papahyah yang selalu mendoakan saya agar dimudahkan dan dilancarkan semua usaha-usaha saya.
4. Kepada Ia, Aza, Salsa, Budhe, Mbak Uti.
5. Kepada teman teman seperjuangan di kontrakan: hapidin, syarif, zuna, fatikhin, irfan, rozin, dan teman-teman lainnya yang selalu sabar menghadapi saya yang sifatnya seperti “itu”.
6. Kepada teman teman kelas IFC 2015.
7. Kepada Suhud, Alwi.
8. Kepada teman-teman Himpunan Astronomi Amatir Semarang.
9. Kepada dia yang selalu memberi semangat dan selalu mengejar sampai mana proses nya dengan bertanya “tadi

gimana?” “lancar?” “yasudah tidur nanti terus makan dan lanjut lagi”. Kamu Dwi Lestari. Terimakasih banyak, tanpamu mungkin saya akan kekurangan dorongan untuk maju.

10. Untuk teman-teman *friendlist* game *Genshin Impact* karena beberapa dari mereka juga seorang pegiat astronomi dan selalu dengan senang hati menjawab pertanyaan saya seputar astronomi. Kepada: Au, Ruru, Bellatrix, Vortex, Yu, Eli, Nana, Ching, Stella, Sammy, Liv, Vivi, Had, Hasyimarhu, Chinen. “*wherever you go, whatever life throws at you. In Teyvat, the stars in the sky will always have place for you*”. Terimakasih banyak.
11. Kepada Keqing yang selalu tersenyum manis ketika saya menghidupkan laptop untuk mengerjakan skripsi ini.
12. Kepada teman teman komunitas reptil. Mas Faris, mas Andrika, Riko, dan teman-teman lainnya.
13. Kepada semua orang yang selalu bertanya, “kapan lulus?” “kapan wisuda?” “sudah sampai bab berapa?” “loh belum lulus?” “kapan nikah?”.

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata-kata bahasa Arab yang dipakai dalam penulisan skripsi ini berpedoman pada *Pedoman Transliterasi Arab-Latin* yang dikeluarkan berdasarkan Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI tahun 1987. Pedoman tersebut adalah sebagai berikut:

A. Kata Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Sa	ṣ	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	kadan ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ḍ	zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	es dan ye

ص	Sad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Dad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ta	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	'ain	...'	koma terbalik di atas
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Ki
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
ه	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	...'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

B. Vokal

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

1. Vokal Tunggal

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

يَقُولُ : yaqūl

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tentang Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses “*Setting Circle*” Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2* Untuk Keperluan Rukyat Hilal. Saat prosesi Rukyatul Hilal banyak perukyat yg menggunakan bantuan alat optik baik itu teleskop, theodolite atau mungkin observasi langsung dengan mata telanjang. Namun banyak sekali teleskop berjenis mounting equator manual yang tidak berhasil menangkap citra Hilal dikarenakan masalah karena kondisi cuaca, tingkat ketebalan polusi, dll. Atau masalah teknis seperti penyetulan alat bantu yang kurang maksimal seperti *home position* yang kurang tepat mengarah ke Utara untuk teleskop ber-*mounting Alt-Az*, dan yang mengarah ke Selatan untuk teleskop ber-*mounting Equatorial* (bagi pengamat di daerah *hemisphere selatan*), atau pengaturan fokus yang kurang tepat. Namun ada satu lagi yang kemungkinan besar menjadi penyebab yaitu *kalibrasi* pada *Setting Circle* yang belum tepat mengarah ke-Hilal pada medan pandang teleskop karena pengaturan awal yang kurang tepat, seperti yang kita ketahui bahwa Hilal adalah sebuah Objek yang sangat tipis yang jika teleskop melenceng sedikit saja akan membuat citra Hilal keluar dari medan pandang yang berakibat Hilal tidak terlihat di teleskop.

Dalam menganalisis data, penulis menggunakan analisis deskriptif (*descriptive analysis*). Teknik analisis deskriptif yaitu menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan objek dalam penelitian, yaitu menjelaskan secara ilmiah konsep Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses “*Setting Circle*” Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2* Untuk Keperluan Rukyat Hilal. Sample penelitian ini adalah seluruh objek benda langit karena Hilal juga termasuk dari salah satu objek benda langit. Penambahan komponen untuk alat ini adalah sudut 360° dan *polar pointer*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut berpengaruh terhadap proses *setting circle* dan objek dapat dibidik dengan akurat tanpa menggunakan bantuan *finderscope* tentu cara ini juga dapat dipakai untuk membidik Hilal.

Kata Kunci : **Teleskop, *Setting Circle*, *Mounting Equatorial type-2*.**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta rido-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses “*Setting Circle*” Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2* Untuk Keperluan Rukyat Hilal**”.

Lantunan şalawat teriring salam semoga senantiasa penulis sanjungkan kepada baginda Rasulullah Muhammad bin Abdullah SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat, dan seluruh pengikutnya yang telah melestarikan islam sebagai ajaran sekaligus jalan hidup umat manusia dari dulu hingga kelak di hari akhir.

Penelitian ini sejatinya bukan semata merupakan hasil dari jerih payah penulis sendiri, melainkan banyak pihak yang ikut andil untuk membantu penulis menyelesaikan penelitian ini baik secara lahir maupun batin. Oleh karenanya, penulis haturkan terimakasih kepada:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag, atas dedikasinya membawa UIN Walisongo menuju universitas riset terdepan.
2. Dekan Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo, Dr. KH. Arja Imroni, M.Ag beserta jajaran, atas pelayanan terbaiknya menjalankan roda kegiatan perkuliahan.
3. Kepala Program Studi Ilmu Falak, Ahmad Munif, M.S.I. beserta jajarannya, atas penjaminan mutu kegiatan perkuliahan di lingkungan Program Studi Ilmu Falak.

4. Pembimbing Ahmad Munif, M.S.I. yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing penulis dari awal hingga penelitian ini bisa terselesaikan.
5. Kedua Orang Tua penulis, yaitu Umi Salamah, S.Pd. dan alm. Juwadi, S.Pd. yang jasanya tidak sanggup untuk kami hitung apalagi kami balas. Semoga Allah SWT menganugerahkan umur yang panjang dalam ketaatan terhadap-Nya kepada Orang Tua penulis.
6. Teman-teman anggota keluarga Ilmu Falak “C” 2015 yang telah menciptakan suasana perkuliahan yang kompetitif sehingga memicu penulis untuk tetap berusaha menjalani perkuliahan dengan semangat, Semuanya sama rasa, sama rata, sama-sama.
7. Teman-teman penulis yang telah menemani penulis menempuh pendidikan dalam berbagai jenjang yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna yang murni disebabkan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang membangun agar penelitian ini bisa menjadi lebih baik lagi. Terakhir, penulis berharap semoga penelitian ini bisa menjadi berkah bermanfaat untuk semua dan kelak menjadi wasilah penolong bagi penulis di akhirat nanti.

Semarang, 23 Juni 2022

Penulis,

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

M. Aufa Anis Ar Rofif

NIM 1502046073

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN DEKLARASI	vii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	xii
HALAMAN KATA PENGANTAR	xiii
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Kegunaan penelitian	4
D. Telaah Pustaka	4
E. Metodologi Penelitian	6
1. Jenis Penelitian	6

2. Sumber Data	7
3. Metode Pengumpulan Data	8
4. Metode Analisis Data	8
F. Sistematika Penulisan	8
 BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG TELESKOP	
A. Pengertian Instrumen Optik	10
B. Pengertian Teleskop ..	15
1. Bagian-bagian Teleskop	17
2. Jenis-jenis Teleskop	20
3. Cara Kerja Teleskop.....	21
4. Teleskop Optik Terkenal.....	25
5. Teleskop Radio.....	27
C. Pengertian “ <i>Setting Circle</i> ” ..	28
D. Pengertian Kalibrasi ..	33
E. Pengertian Rukyat Hilal..	34
F. Pendapat Ulama tentang Penggunaan Alat Optik untuk Rukyat Hilal..	37

BAB III KALIBRASI TELESKOP SKYWATCHER 90/910

EQ2

- A. Spesifikasi Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*40
- B. Komponen Penunjang Akurasi Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*44
- C. Penambahan Komponen.....45
- D. Penerapan Metode Eksperimen47

BAB IV ANALISIS KALIBRASI TELESKOP SKYWATCHER 90/910 EQ2

- A. Optimalisasi Mounting EQ2 untuk Menunjang Proses Kalibrasi *Setting Circle* pada Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*58
- B. Analisis Pengaruh Optimalisasi Mounting terhadap Akurasi Kalibrasi *Setting Circle* pada Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*.....61

BAB V PENUTUP

A. Simpulan.....	64
B. Saran-saran.....	64
C. Penutup.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teleskop merupakan sebuah *instrument* pokok bagi astronom profesional maupun astronom amatir. Astronomi memulai perkembangan pesatnya pada masa ditemukannya teknologi teleskop. Teleskop atau teropong adalah instrumen pengamatan yang berfungsi mengumpulkan radiasi elektromagnetik dan sekaligus membentuk citra dari benda yang diamati¹. Teleskop merupakan alat paling penting dalam pengamatan astronomi. Jenis teleskop (biasanya optik) yang dipakai untuk maksud bukan astronomis antara lain adalah transit, monokular, binokular, lensa kamera atau keker. Teleskop memperbesar ukuran sudut benda, dan juga kecerahannya. Penemu teleskop yang pertama adalah Hans Lippershey dikenal juga Johann Lippershey atau Lipperhey, adalah seorang pembuat lensa berdarah Jerman-Belanda. Ia dilahirkan di wesel, Jerman Barat. Kemudian ia menetap di Middleburg, Belanda 1594, serta menikah pada tahun yang sama, dan menjadi warganegara Belanda pada 1602. Teropong bintang yang Lippershey temukan hanya bisa memperbesar tiga kali pembesaran. Inisiatif awal untuk memperoleh hak paten dari temuannya diajukan pada bagian akhir laporannya ke Kedutaan Belanda dari Kerajaan Siam yang dipimpin oleh Raja Ekathotsarot².

Pada masa sekarang baik Astronom Profesional maupun Amatir menggunakan teleskop untuk penelitian dan kegiatan edukasi lainnya. Para Ilmuwan masa sekarang menggunakan teleskop untuk observasi

¹ NIN STUDIO, Seri Penemuan 23 : Teleskop , (Elex Media Komputindo ,Jakarta ,2006), hal. 13.

² NIN STUDIO, Seri Penemuan 23 : Teleskop , (Elex Media Komputindo ,Jakarta ,2006), hal. 14.

menemukan bintang, bulan, nebula, galaksi, asteroid, planet, atau bahkan exo-planet.

Sejarah teleskop diawali dengan ditemukannya lensa oleh ilmuwan Islam yaitu Abu Ali al-Hasan bin al-Hasan bin al-Haitsam (w. 1041 M).³ 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 membenarkan teori “alam semesta berpusat pada matahari”.

Umat Muslim menggunakan pergerakan Bulan sebagai suatu sistem penanggalan yang disebut penanggalan Hijriyah / *Lunar Calendar*. Kalender ini dibangun berdasarkan rata-rata siklus sinodik bulan yang dimana ada 12 bulan dalam setahun. Dalam penentuan awal bulan, umat Muslim melakukan kegiatan Rukyatul Hilal yaitu Observasi pengamatan sebuah Objek yang sangat tipis untuk menentukan awal bulan. Hilal sendiri adalah Bulan saat fase sabit awal sesudah *konjungsi / Ijtimak* yang dijadikan patokan untuk menentukan awal bulan.

Saat prosesi Rukyatul Hilal banyak perukyat yg menggunakan bantuan alat optik baik itu teleskop, theodolite atau mungkin observasi langsung dengan mata telanjang. Namun banyak sekali teleskop berjenis

³ Arwin juli Rakhmadi Butar Butar, bukunya yang berjudul : *Astronomi Muslim (Sepanjang Sejarah Peradaban Islam Biografi Intelektual, Karya, Sumbangan, dan Penemuan)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2019, hal. 30.

mounting equator manual yang tidak berhasil menangkap citra Hilal dikarenakan masalah karena kondisi cuaca, tingkat ketebalan polusi, dll. Atau masalah teknis seperti penyeteran alat bantu yang kurang maksimal seperti *home position* yang kurang tepat mengarah ke Utara untuk teleskop ber-*mounting Alt-Az*, dan yang mengarah ke Selatan untuk teleskop ber-*mounting Equatorial* (bagi pengamat di daerah *hemisphere selatan*), atau pengaturan fokus yang kurang tepat. Namun ada satu lagi yang kemungkinan besar menjadi penyebab yaitu *kalibrasi* pada *Setting Circle* yang belum tepat mengarah ke-Hilal pada medan pandang teleskop karena pengaturan awal yang kurang tepat, seperti yang kita ketahui bahwa Hilal adalah sebuah Objek yang sangat tipis yang jika teleskop melenceng sedikit saja akan membuat citra Hilal keluar dari medan pandang yang berakibat Hilal tidak terlihat di teleskop.

Disamping itu, *kalibrasi* pada proses *setting circle* untuk teleskop ber-Mounting Equatorial dapat dilakukan secara otomatis pada mounting teleskop dengan sistem penggerak *robotic*. Sedangkan pada teleskop *Equatorial* dengan sistem penggerak *manual* permasalahannya tidak cukup hanya pada proses kalibrasi saja. Permasalahan selanjutnya adalah harga teleskop robotik yang cukup mahal sehingga tidak semua lokasi Rukyat menyediakan teleskop robotik, sisanya adalah theodolit dan teleskop equatorial manual yg cukup banyak. Pada skripsi ini akan membahas tentang bagaimana cara penyetingan teleskop ber-*mounting equatorial manual* untuk memudahkan proses kalibrasi pada *setting circle* dengan harapan untuk meng-optimal-kan kinerja mounting teleskop manual agar lebih akurat dalam hal *pointing object*.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengoptimalkan mounting *EQ2* untuk menunjang proses kalibrasi *setting circle* pada teleskop skywatcher 90/910 EQ2?
2. Bagaimana pengaruh optimalisasi mounting terhadap akurasi kalibrasi *setting circle* pada teleskop skywatcher 90/910 EQ2?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian
 - a. Untuk mengetahui cara mengoptimalkan kinerja teleskop berjenis mounting equatorial manual untuk *setting circle* agar lebih akurat dalam hal *pointing object*.
 - b. Untuk mengetahui tingkat akurasi pada proses kalibrasi *setting circle* pada teleskop berjenis mounting equatorial manual.
2. Kegunaan Penelitian
 - a. Sebagai pertimbangan kepada perukyat maupun para pegiat astronomi amatir terkait optimalisasi kinerja mounting equatorial manual untuk menunjang baik proses rukyatul hilal maupun observasi benda langit lain.
 - b. Mengoptimalkan kinerja mounting equatorial manual agar dapat digunakan untuk kalibrasi *setting circle* seperti hal-nya teleskop bermounting equatorial robotik.

D. Telaah Pustaka

Kajian Pustaka juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang hubungan pembahasan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya agar tidak terjadi pengulangan yang tidak perlu. Beberapa karya tulis yang membahas tentang teleskop diantara lain:

Karya Ahmad Asrof Fitri, “*Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*”, yang mengkaji tentang tingkat

akurasi alat teleskop ber-mounting equatorial robotik dikomparasikan dengan theodolite untuk tujuan Rukyat Hilal.⁴ Perbedaan penelitian ini dengan penelitian penulis adalah penelitian ini berfokus kepada tingkat akurasi mounting equatorial robotik dan mengkomparasikannya dengan theodolite sedangkan penelitian penulis berfokus pada proses kalibrasi setting circle pada mounting *equatorial* manual.

Karya Mohammad Hafiz Shaikh, dkk, “*Celestial Object Tracker using Automated Equatorial Mount for Astrophotography*”, yang mengkaji tentang *tracking* benda langit menggunakan mounting *equatorial* otomatis / robotik untuk keperluan *Astrophotography*.⁵ Perbedaan penelitian ini dengan penelitian penulis adalah penelitian ini berfokus pada proses *tracking* benda langit dengan menggunakan mounting *equatorial* robotik, proses *tracking* adalah suatu proses pada mounting robotik ketika mengikuti pergerakan objek benda langit secara otomatis dan proses tersebut dilakukan setelah proses *setting circle* telah selesai sedangkan penelitian penulis berfokus pada proses kalibrasi *setting circle* pada mounting *equatorial* manual.

Karya Gaurav V. Bhawde, dkk, “*Design, Fabrication and Analysis of Automatic Telescopic Mount*”, yang mengkaji tentang fabrikasi dan analisis pada proses *tracking* benda langit dan menemukan tingkat akurasi diwaktu *tracking* sekaligus meningkatkan akurasinya pada

⁴ Ahmad Asrof Fitri, *Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*, (Semarang: Skripsi Jurusan Ilmu Falak-FSH UIN Walisongo, 2013). Diakses dari <http://eprints.walisongo.ac.id/1027/> pada hari selasa (15/9/2020) pukul 15:35 WIB.

⁵ Mohammad Hafiz Shaikh et al., “*Celestial Object Tracker using Automated Equatorial Mount for Astrophotography*”, *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 29, No. 8s, 2020, pp. 4898 - 4908.

mounting *equatorial* robotik / *automatic*.⁶ Perbedaan penelitian ini dengan penelitian penulis adalah penelitian ini berfokus pada fabrikasi dan analisis pada proses tracking benda langit dan menemukan tingkat akurasi diwaktu tracking sekaligus meningkatkan akurasinya pada mounting *equatorial* robotik sedangkan penelitian penulis berfokus pada proses kalibrasi *setting circle* pada mounting *equatorial* manual.

Karya M. Burhanuddin Latief, dkk, “*Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler*”, yang mengkaji tentang sistem pelacak benda-benda langit pada penelitian ini dibangun dengan menggunakan motor stepper yang dikendalikan oleh mikrokontroler jenis ATmega32. Algoritma pengendaliannya menggunakan sistem kendali terbuka dengan basis waktu. Kinerja alat diuji dengan membandingkan hasil pengukuran pergeseran sudut setiap jam dari teleskop refraktor terhadap nilai teoritiknya untuk setiap benda langit yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat melakukan pelacakan secara otomatis pergerakan benda-benda langit dengan akurat. Kelebihan dari sistem ini adalah menyediakan fasilitas setting sudut melalui tombol saklar yang disediakan tanpa melakukan program ulang.⁷

E. Metodologi Penelitian

1. Jenis Penelitian

⁶Gaurav V. Bhawde et al., “*Design, Fabrication and Analysis of Automatic Telescopic Mount*”, *International Journal of Analytical, Experimental and Finite Element Analysis (IJAEFEA)*, Issue. 1, Vol. 5, March 2018.

⁷ M. Burhanuddin Latief et al., “*Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler*” *Jurnal Fisika Indonesia* No: 54, Vol XVIII, Edisi Desember 2014.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dengan kajian penelitian lapangan (*field research*)⁸. Menggunakan metode eksperimen Penelitian kualitatif yaitu penelitian yang menggunakan latar alamiah, dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan berbagai metode yang ada.⁹ Dalam penelitian ini, penulis akan mengkaji tentang bagaimana proses kalibrasi setting circle pada mounting berjenis equatorial manual tipe-2 pada teleskop Skywatcher 90/910, dikarenakan mounting equator manual cukup sulit untuk dapat diarahkan pada object yang sangat redup dan sulit untuk dilihat seperti hilal maka penggunaan finderscope pada teleskop pun juga tidak memungkinkan dan pengamatan banyak berakhir dengan kegagalan.

Dengan adanya masalah tersebut, penulis menggunakan metode eksperimen dengan cara menambahkan suatu komponen sederhana yaitu sudut 360° pada tripod dan melakukan proses hitung kalibrasi, sample eksperimen tidak berfokus pada object hilal saja namun lebih menyeluruh seperti bintang dan planet. Lokasi pengambilan sample dilakukan di kota Kudus dengan titik koordinat 6°47'S/110°50'E.

Proses kalibrasi dinyatakan berhasil ketika object redup yang diamati dapat masuk kedalam medan

⁸ Penelitian lapangan yaitu penelitian yang menggunakan jenis data primer dan sekunder. Data primer yaitu data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan masalah yang diteliti. Sedangkan data sekunder yaitu data yang tidak didapatkan secara langsung oleh peneliti tetapi diperoleh dari pihak lain, bisa berupa dokumen, laporan, buku, artikel, dan majalah ilmiah. Lihat Tim Penyusun Pedoman Penulisan Skripsi, *Pedoman Penulisan Skripsi*, (Semarang: Fakultas Syariat IAIN Walisongo, 2019), hal. 12.

⁹ Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004), hal. 5

pandang teleskop “*telescope field of view*”¹⁰ tanpa menggunakan *finderscope*.

2. Sumber Data

a. Sumber Primer

Sumber data primer yang diambil berasal dari Observasi menggunakan Teleskop untuk mengumpulkan data perbedaan koordinat benda langit pada proses *setting circle* sebelum (pra-test) dan sesudah proses kalibrasi (post-test).

b. Sumber Sekunder

Adapun sumber data sekunder seperti data koordinat diperoleh dari aplikasi planetarium yakni *Stellarium* dan buku-buku yang terkait dengan Teleskop, Hilal, dan benda-benda langit lainnya.

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dengan cara mengambil sampel objek benda langit secara *random* bisa berupa bulan, matahari, planet, maupun bintang.

4. Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul, kemudian diolah dan dianalisis. Dalam menganalisis data, penulis menggunakan analisis deskriptif (*descriptive analysis*). Teknik analisis deskriptif yaitu menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan objek dalam penelitian, yaitu menjelaskan secara ilmiah konsep Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses “Setting Circle” Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2 Untuk Keperluan Rukyat Hilal.

¹⁰ *Telescope field of view* adalah medan pandang pada telescope ketika dilihat melalui eyepiece dan seberapa banyak object yang bisa terlihat.

F. Sistematika Penulisan

BAB I : Bab ini merupakan bab pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Bab ini membahas tentang tinjauan umum tentang teleskop. pengertian instrumen optik, Pengertian teleskop, jenis-jenis teleskop, pengertian *setting circle*, pengertian kalibrasi, pengertian rukyat hilal, dan pendapat ulama tentang penggunaan alat optik untuk rukyat hilal.

BAB III : Bab ini menjelaskan tentang spesifikasi Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2, komponen Penunjang Akurasi Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2, penambahan komponen, penerapan metode eksperimen,

BAB IV : Bab ini menjawab rumusan masalah tentang optimalisasi mounting eq2 untuk menunjang proses kalibrasi setting circle pada teleskop skywatcher 90/910 eq2, dan analisis pengaruh optimalisasi mounting terhadap akurasi kalibrasi setting circle pada teleskop skywatcher 90/910 eq2

BAB V : Bab ini adalah penutup yang merupakan bab akhir dari skripsi. Dalam bab ini yaitu kesimpulan dari analisis proses optimalisasi mounting EQ2 dan pengaruhnya terhadap kalibrasi *setting circle* pada teleskop Skywatcher 90/910 EQ2.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG TELESKOP

A. Pengertian Instrumen Optik

Instrumen merupakan suatu alat yang memenuhi persyaratan akademis sehingga dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu objek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variabel. Suatu instrumen dikatakan baik bila valid dan reliabel, baik validitas isi, konstruk, validitas empirik, reliabilitas konsistensi tanggapan, maupun reliabilitas konsistensi gabungan butir. Validitas internal skor butir dikotomi dan skor butir butir politomi berturut-turut digunakan KR-20 dan koefisien Alpha. Interpretasi terhadap koefisien reliabilitas merupakan interpretasi relati dalam artian bahwa tidak ada batasan mutlak yang menunjukkan berapa angka koefisien minimal yang harus dicapai agar suatu pengukuran dapat disebut reliabel. Namun dapat memberikan informasi tentang hubungan varians skor teramati dengan varians skor sejati kelomok individu. Tujuan mengestimasi reliabilitas tidak lain adalah untuk menentukan seberapa besar variabilitas yang terjadi akibat adanya kesalahan pengukuran dan seberapa besar variabilitas skor tes sebenarnya.¹¹ Instrumentasi adalah alat-alat dan piranti (*device*) yang dipakai untuk pengukuran dan pengendalian dalam suatu sistem yang lebih besar dan lebih kompleks. Instrumentasi bisa berarti alat untuk menghasilkan efek suara, seperti pada instrumen musik misalnya, namun secara umum instrumentasi mempunyai 3 fungsi utama:

1. sebagai alat pengukuran

¹¹ [Baso Intang Sappaile](#), "KONSEP INSTRUMEN PENELITIAN PENDIDIKAN", *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, No. 066 Tahun Ke-13, Mei 2007, Hal. 380.

2. sebagai alat analisa
3. sebagai alat kendali.

Instrumentasi sebagai alat pengukuran meliputi instrumentasi survey/ statistik, instrumentasi pengukuran suhu, dll. Contoh dari instrumentasi sebagai alat analisa banyak dijumpai di bidang kimia dan kedokteran, misalnya, sementara contoh instrumentasi sebagai alat kendali banyak ditemukan dalam bidang elektronika, industri dan pabrik-pabrik. Sistem pengukuran, analisa dan kendali dalam instrumentasi ini bisa dilakukan secara manual (hasilnya dibaca dan ditulis tangan), tetapi bisa juga dilakukan secara otomatis dengan menggunakan komputer (sirkuit elektronik). Untuk jenis yang kedua ini, instrumentasi tidak bisa dipisahkan dengan bidang elektronika dan instrumentasi itu sendiri.¹²

Kata optik berasal dari bahasa Latin, yang artinya tampilan. Optika adalah cabang fisika yang menggambarkan perilaku atau sifat-sifat cahaya dan interaksi cahaya dengan materi. Intinya optika membahas tentang gejala-gejala optik.¹³

Bidang optika terbagi menjadi dua, yaitu *optik geometri* dan *optik fisis*. Optik geometris atau optik sinar, menjabarkan perambatan cahaya sebagai vektor yang disebut sinar melalui gambar-gambar geometri dari berkas sinar tersebut. Sedangkan optik fisis menjelaskan gejala-gejala yang terjadi pada optik geometri dengan penjabaran matematis, sehingga komponen optik dan sistem kerja cahaya seperti ukuran, posisi, dan pembesaran obyek menjadi lebih jelas.¹⁴

¹² <https://adi2003.files.wordpress.com/2008/11/kalibrasi.pdf>, diakses pada 18 juni 2022.

¹³ Iwan Permana Suwarna, *Optik*, (Bogor: Duta Grafika, 2010), hlm. 1

¹⁴ Iwan Permana Suwarna, *Optik*, (Bogor: Duta Grafika, 2010), hlm. 1

Banyak sekali tokoh-tokoh yang berjasa pada perkembangan ilmu optika, diantaranya adalah:

1. Euklides (hidup sekitar abad ke-4 SM)

Euklides ialah matematikawan dari Alexandria dikenal sebagai bapak geometri. Dalam bukunya yang berjudul Elemen, ia mengemukakan teori bilangan dan geometri. Menurutnya satu hal yang paling penting untuk dicatat, bahwa dalam pembuktian teorema-teorema geometri tak diperlukan adanya contoh dari dunia nyata tetapi cukup dengan deduksi logis menggunakan aksioma-aksioma yang telah dirumuskan.

2. Johannes Kepler (27 Desember 1571 – 15 November 1630).

Johannes Kepler seorang tokoh penting dalam revolusi ilmiah, adalah seorang astronom Jerman, matematikawan dan astrolog. Dia paling dikenal melalui hukum gerakan planetnya. Dia kadang dirujuk sebagai "astrofisikawan teoretikal pertama", meski Carl Sagan juga memanggilnya sebagai ahli astrologi ilmiah terakhir.

Orang Eropa abad ke-16 sangat mengagumi komet. Maka, pada suatu malam, sewaktu sebuah komet yang dipopulerkan oleh astronom Denmark *Tycho Brahe* terlihat di langit, Katharina Kepler membangunkan putranya, Johannes, yang berusia enam tahun untuk menyaksikan komet itu. Lebih dari 20 tahun kemudian, sewaktu Brahe meninggal, siapakah yang dilantik Kaisar Rudolf II untuk menggantikan jabatan Brahe sebagai matematikawan kekaisaran? Pada usia 29 tahun, Johannes Kepler menjadi matematikawan kekaisaran untuk Kaisar Romawi Suci, beserta ahli astrologi kerajaan Jendral Wallenstein, suatu jabatan yang ia

pegang hingga akhir hayatnya. Kepler juga seorang profesor matematika di Universitas Graz. Karir Kepler juga bersamaan dengan karir Galileo Galilei. Pada awal karirnya, Kepler adalah asisten Tycho Brahe.

Kepler sangat dihargai bukan hanya dalam bidang matematika. Ia menjadi sangat terkenal di bidang optik dan astronomi. Meski perawakannya kecil, Kepler memiliki kecerdasan yang memukau dan juga kepribadian yang gigih. Ia didiskriminasi sewaktu tidak mau pindah agama ke Katolik Roma, sekalipun di bawah tekanan hebat (diambil seperlunya dari Wikipedia).

3. Willebrord Snellius (1580–30 Oktober 1626)

Willebrord Snellius (terlahir dengan nama Willebrord Snel van Royen lahir di Leiden) adalah ilmuwan berkebangsaan Belanda dalam bidang astronomi dan matematika. Willebrord Snellius dikenal dengan hukum pembiasan cahaya.

4. Christiaan Huygens (1629–8 Juli 1695)

Christiaan Huygens, merupakan ahli matematika Belanda dan ahli fisika; lahir di Den Haag sebagai anak dari Constantijn Huygens. Ahli sejarah umumnya mengaitkan Huygens dengan revolusi ilmiah.

Christiaan umumnya menerima penghargaan minor atas perannya dalam perkembangan kalkulus modern. Ia juga mendapatkan peringatan atas argumennya bahwa cahaya terdiri dari gelombang. Tahun 1655, ia menemukan bulan Saturnus, Titan.

5. Antoni Van Leeuwenhoek (1632 - 1723)

Leuweenhoek adalah seorang ahli fisika dan biologi, pelopor riset mikroskopik yang dilahirkan di

Delf, Belanda. Pada usia 21 tahun ia membuka toko kain dan mulai menggunakan kaca pembesar sederhana buatannya sendiri untuk memeriksa kualitas kainnya. Mikroskop Leuweenhoek tidak lebih besar daripada ibu jari. Mikroskop tersebut terbuat dari logam, lensa tunggalnya mempunyai tebal kira-kira 1 milimeter dan panjang fokusnya begitu pendek sehingga dalam menggunakannya harus dipegang dekat sekali dengan mata. Pertama kali Leuweenhoek membuat mikroskop hanya sebagai hobi. Pada tahun 1674, Leuweenhoek menemukan hewan-hewan bersel satu, yaitu protozoa. Ia katakan bahwa setetes air bisa menjadi rumah satu juta hewan-hewan kecil tersebut. Leuweenhoek hidup dalam ketenaran, ia dikunjungi raja-raja pada saat itu. Menjelang kematiannya pada usia 90 tahun, ia telah membuat lebih dari 400 mikroskop.

6. Rangaku

Rangaku (arti harfiah: ilmu belanda; ran: Belanda) adalah sebutan untuk ilmu pengetahuan, budaya, dan teknologi dari Eropa yang dikenal Jepang pada zaman Edo. Ilmu-ilmu Barat didapat Jepang melalui kontak dengan orang Belanda di pos perdagangan Belanda di Dejima. Studi ilmu-ilmu dari Barat yang didapat dari orang Belanda memungkinkan Jepang mengejar ketinggalan di bidang teknologi dan kedokteran Barat akibat politik isolasi yang dijalankan Keshogunan Tokugawa dari 1641 hingga 1853. Melalui rangaku, orang Jepang belajar berbagai aspek revolusi ilmu pengetahuan yang berlangsung di Eropa pada waktu itu. Dengan mempelajari ilmu-ilmu dari Barat, Jepang memiliki dasar-dasar ilmu pengetahuan dan teknologi untuk melakukan modernisasi setelah dibukanya

pelabuhan-pelabuhan di Jepang untuk perdagangan dengan kapal-kapal asing pada tahun 1854.¹⁵

B. Pengertian Teleskop

Teleskop adalah instrumen paling penting yang dibutuhkan dalam astronomi, dikarenakan teleskop adalah alat satu-satunya yang bisa digunakan dalam mengamati benda-benda langit yang jauh tersebut.

Pada perkembangan zaman sekarang ini teleskop dibedakan dengan dua bentuk yaitu teleskop optik atau teleskop yang menggunakan lensa atau pun cermin dan teleskop radio.¹⁶

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.¹⁷

Teleskop memperbesar ukuran sudut benda, dan juga kecerahannya.

Teleskop memiliki tiga fungsi utama yaitu:

1. Untuk mengumpulkan cahaya sebanyak mungkin dari sebuah objek.
2. Untuk memfokuskan cahaya sehingga tercipta gambar yang tajam.
3. Untuk memperbesar gambar.

¹⁵ Iwan Permana Suwarna, *Optik*, (Bogor: Duta Grafika, 2010), hlm. 4

¹⁶ Irvan, Leo Hermawan, "Mengenal Jenis-Jenis Teleskop dan Penggunaannya", *AL-MARSHAD: JURNAL ASTRONOMI ISLAM DAN ILMU-ILMU BERKAITAN* Vol. 5, No. 1 Juni 2019, hlm. 75

¹⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inovasi, dan Kontribusi Peradaban Islam di Bidang Astronomi)*, (Purwokerto : UM Purwokerto Press, 2016), hal. 312

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.¹⁸

Sejarah teleskop diawali dengan ditemukannya lensa oleh ilmuwan Islam yaitu Abu Ali al-Hasan bin al-Hasan bin al-Haitsam (w. 1041 M).¹⁹ Kemudian dilanjutkan lagi oleh Hans Lippershey yang merupakan seorang pembuat kacamata yang berasal dari Middleburg, Belanda. Pada

¹⁸ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 88-89.

¹⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar Butar, bukunya yang berjudul : *Astronomi Muslim (Sepanjang Sejarah Peradaban Islam Biografi Intelektual, Karya, Sumbangan, dan Penemuan)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2019, hal. 30.

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 membenarkan 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 terbesar di dunia pada saat itu. Hingga sekarang, yang menjadi teleskop terbesar adalah teleskop Keck yang di buat di puncak gunung berapi Mauna Kea di Hawaii, Teleskop ini mempunyai kemampuan untuk melihat suatu area delapan kali lebih luas dibandingkan teleskop lain.²⁰

1. 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

²⁰ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 94-95.

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.²¹ Adapun bagian-bagian umum dari teleskop adalah sebagai berikut.

- a. Tabung teleskop, ialah sebuah tempat lensa utama terletak.²²
- b. *Finderscope*, adalah teleskop kecil yang terpasang pada tabung utama. *Finderscope* terpasang pada tabung melalui attachment finder. Posisi *finderscope* dapat diubah-ubah tergantung keperluan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengendurkan dan mengencangkan kembali sekrup pengunci *finderscope*. Biasanya pengubahan posisi *finderscope* hanya dilakukan ketika perlu melakukan alignment antara *finderscope* dan tabung utama.²³
- 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

²¹ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 96.

²² Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 97.

²³ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 97-98.

- teleskop. Hal ini perlu dilakukan agar eyepiece tidak jatuh selama pemakaian.²⁴
- 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 knob pengatur lintang, tutup sumbu polar, skala ketinggian lintang untuk mengetahui suatu posisi lintang pengamat berada, pemberat sudut jam untuk menyeimbang pada sebuah arah sudut jam.²⁵ Mounting atau yang lebih familiar dikenal dengan dudukan teleskop terbagi dalam 2 jenis yaitu jenis mounting equatorial dan jenis mounting altazimuth. Mounting Equatorial bekerja menggunakan 3 buah sumbu yaitu sumbu RA, Deklinasi dan Equator. Sedang mounting altazimuth menggunakan 2 buah sumbu yaitu sumbu x atau altitude(atas bawah) dan Y atau azimuth(kanan kiri). Untuk pengoperasian mounting altazimuth jauh lebih mudah dibanding mounting equatorial.²⁶
 - f. *Tripod*, sebagai kaki untuk berpijaknya sebuah teleskop diatas suatu permukaan, Tripod merupakan fondasi paling bawah dari sistem teleskop.²⁷

²⁴ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 98.

²⁵ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 99.

²⁶ <https://adoc.pub/kata-kunci-piggyback-teleskop-utama-teleskop-pemandu.html>, diakses pada 19 juni 2022.

²⁷ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 102.

2. Jenis-Jenis Teleskop

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.²⁸ 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.²⁹

b. Teleskop reflektor

Teleskop reflektor merupakan teleskop yang menggunakan cermin sebagai pengganti terhadap lensa untuk menangkap cahaya dan memantulkannya.³⁰ Teleskop reflektor sangat tepat digunakan untuk pengamatan objek-objek

²⁸ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 111-112.

²⁹ Chatief Kunjaya, *Suplemen Astrofisika Untuk SMA*, Jakarta: Trisula Adisakti, 2014, hal. 56

³⁰ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 106.

deepsky seperti nebula, galaksi, opencuster dan komet karena untuk “light gathering” teleskop reflektor jauh lebih baik dari pada teleskop refraktor sehingga objek-objek yang mempunyai intensitas cahaya kecil dapat terlihat dengan refraktor.³¹

c. Teleskop catadioptrik

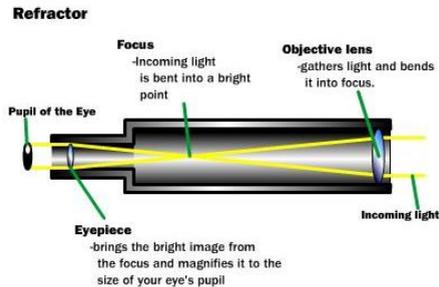
Merupakan teleskop yang mempunyai sistem kerja yang tidak jauh beda dengan dua jenis teleskop diatas. Karena teleskop ini merupakan penggabungan dari teleskop refraktor dan reflektor, yang menggunakan dua media untuk pengumpulan cahayanya, yaitu cermin dan lensa.³²

3. Cara Kerja Teleskop

Cara kerja teleskop prinsipnya hanyalah mengumpulkan cahaya, apakah itu menggunakan lensa yaitu pada teleskop refraktor dan menggunakan cermin pada teleskop reflektor. Teleskop reflektor menggunakan cermin cekung, yang akan merefleksikan cahaya dan bayangan gambar yang diarahkan oleh teropong, cermin cekung ini akan menambah jangkauan sehingga dapat melihat benda yang jauh. Teleskop reflektor memiliki kelemahan yang terkadang dapat menimbulkan bayangan yang tampak menjadi tidak fokus.

³¹ Wikipedia.org, tentang *Teleskop Optik*, (diakses 20 juli 2020) https://id.wikipedia.org/wiki/Teleskop_optik.

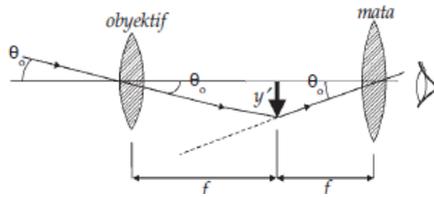
³² Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 114.



Cara kerja teleskop

Lensa utama akan mengumpulkan bayangan benda dan juga cahaya yang datang, kemudian disampaikan ke retina mata melalui media refraksi. Media refraksimata ada lima, yaitu cahaya dan bayangan yang masuk akan sampai terlebih dahulu ke kornea (lapisan terluar mata), kemudian ke humor aquos, pupil, vitreus body, dan terakhir ke retina. Setelah sampai di retina bayangan tersebut dikirimkan melalui saraf penglihatan ke otak. Barulah seseorang dapat menginterpretasikan gambar tersebut.

Teleskop (teropong) digunakan untuk melihat benda-benda besar yang letaknya jauh. Fungsi teleskop untuk membawa bayangan benda yang terbentuk lebih dekat sehingga tampak benda lebih besar. Pada tahun 1608, Hans Lippershey ilmuwan Belanda berhasil membuat teleskop. Pada tahun 1611, seorang ilmuwan Italy, Galileo berhasil membuat teropong dengan perbesaran sampai dengan 30 kali. Galileo adalah orang pertama yang menggunakan teleskop untuk mengamati benda-benda langit. Dia berhasil mengamati adanya pegunungan di Bulan dan bulan-bulan yang mengitari planet Jupiter. Teleskop ini lebih sering digunakan untuk mengamati benda-benda langit sehingga sering disebut teleskop astronomis.



Gambar diagram sketsa teleskop astronomis (Tipler, 1991)

Teleskop ini terdiri atas dua lensa positif. Lensa positif yang dekat dengan benda disebut lensa objektif, yang berfungsi untuk membentuk bayangan dari benda sejati dan terbalik. Lensa yang dekat dengan mata disebut lensa mata atau lensa okuler yang berfungsi sebagai kaca pembesar sederhana untuk melihat bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif. Letak benda sangat jauh sehingga bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif berada pada titik fokus lensa tersebut, dan jarak bayangan sama dengan panjang fokus lensa tersebut.³³ Di teropong bintang, pasti ada yang namanya perbesaran lensa. Hal itu bisa kita dapatkan dengan:

$$M = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta}$$

M = Perbesaran teropong bintang

α = Sudut pengamat ke bintang tanpa teropong ($^{\circ}$)

β = Sudut pengamat ke bintang dengan teropong ($^{\circ}$)

Persamaan ini bisa kita sederhanakan menjadi;

$$M = \frac{h/Sok}{h/S'ob} = \frac{S'ob}{Sok}$$

³³ Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016, hal. 127-230.

h = tinggi objek (m)

Karena $S'ob = fob$, maka;

$$M = \frac{fob}{Sok}$$

Lalu, bagaimana cara untuk mencari panjang teleskop? Bisa kita temukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$d = S'ob + Sok$$

Karena $S'ob = fob$, maka hal ini juga berarti:

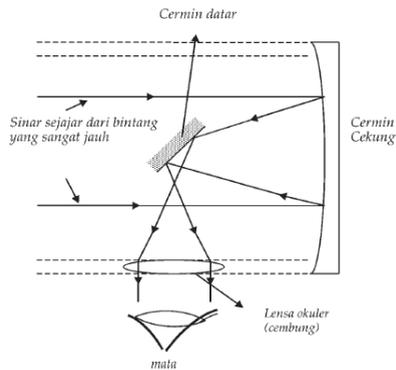
$$d = fob + Sok$$

d = panjang teropong bintang (m)

$S'ob$ = Jarak bayangan ke lensa objektif

Sok = Jarak benda ke lensa okuler

Dalam pengembangan selanjutnya, para ilmuwan berhasil mengganti lensa objektif suatu teleskop dengan sebuah cermin cekung besar yang berfungsi sebagai pemantul cahaya. Teleskop ini disebut teleskop pantul. Teleskop pantul terdiri atas satu cermin cekung besar, satu cermin datar kecil dan satu lensa cembung untuk mengamati benda, seperti ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar diagram sinar teleskop pantul untuk pengamatan benda langit.

Contoh perbesaran teleskop. Jika kita mempunyai teleskop dengan panjang lensa obyektif nya adalah 1200 mm dan panjang fokus untuk okuler adalah 12 mm maka perbesaran yang terdapat pada teleskop adalah:

Dik $f_o = 1200 \text{ mm} = 120 \text{ cm}$

f_e (Sok) = 12 mm = 1.2 cm

dit M...?

Jawab

$$M = \frac{f_{ob}}{S_{ok}}$$

$M = 120 \text{ cm} / 1.2 \text{ cm} = 100$ kali pembesaran, Jadi pembesaran pada teleskop tersebut adalah 100 kali pembesaran

4. Teleskop Optik Terkenal

- a. Hubble Space Telescope mengorbit di luar atmosfer bumi untuk dapat mengizinkan

pengamatan yang tidak terganggu oleh refraksi, dengan itu dia dapat difraksi terbatas dan digunakan untuk meliputi ultraungu (UV) dan inframerah.

- b. Very Large Telescope (VLT), pada 2002, merupakan pemegang rekor dalam ukuran, dengan empat teleskop berukuran masing-masing 8 meter. Keempat teleskop, milik ESO dan terletak di gurun Atacama di Chili, dapat beroperasi bersama atau individual.
- c. Overwhelmingly Large Telescope atau OWL yang direncanakan akan memiliki aperture 100 meter dalam diameter.
- d. Hale telescope 200 inch (5.08 m) di Gunung Palomar adalah sebuah teleskop riset konvensional yang merupakan terbesar untuk beberapa tahun dulunya. Dia memiliki cermin borosilikat (PyrexTM) yang terkenal amat sulit dibuat.
- e. Hooker Telescope 100 inch (2.54 m) di Observatorium Gunung Wilson digunakan oleh Edwin Hubble untuk menemukan galaksi dan redshift. Cerminnya terbuat dari gelas hijau oleh Saint-Gobain. Sekarang merupakan sebagian dari apertur sintesis bersamaan dengan beberapa teleskop Gunung Wilson lainnya, dan masih berguna untuk riset tingkat tinggi.
- f. Teleskop Yerkes 1.02 m (di Wisconsin) adalah refraktor terarah terbesar yang digunakan.
- g. Refraktor Nice 0.76 m (di Prancis) yang beroperasi pada 1888 merupakan teleskop terbesar pada masa itu. Ini merupakan terakhir kalinya teleskop berguna terhebat di dunia yang terletak di Eropa. Dia dikalahkan satu tahun

kemudian oleh refraktor 0,91 m di Observatorium Lick.³⁴

5. Teleskop Radio

Teleskop radio adalah bentuk antena radio directional yang digunakan dalam radio astronomi. Jenis antena yang digunakan sama seperti dalam pelacakan dan pengumpulan data dari satelit dan pesawat antariksa. Dalam peran astronomi, teleskop radio berbeda dari teleskop optik, teleskop radio beroperasi dibagian frekuensi radio dari spektrum elektromagnetik di mana teleskop tersebut dapat mendeteksi dan mengumpulkan data tentang sumber-sumber radio. Teleskop radio biasanya berbentuk antena parabola besar ("piring") digunakan secara tunggal atau dalam array. Observatorium radio biasanya terletak jauh dari pusat-pusat pemukiman penduduk untuk menghindari interferensi elektromagnetik (EMI) dari radio, TV, radar, dan perangkat memancarkan EMI lainnya. Hal ini mirip dengan locating teleskop optik untuk menghindari polusi cahaya, dengan perbedaan adalah bahwa observatorium radio sering ditempatkan dalam lembah untuk lebih melindungi mereka dari EMI.³⁵

Astronomi radio dimulai pada tahun 1931 ketika Karl Jansky dari Bell Telephone laboratory menemukan gangguan radio yang tak jelas sumbernya pada percobaan dengan antena untuk hubungan radio gelombang pendek. Pada mulanya ia menduga gangguan ini berasal dari matahari, tetapi kemudian Jansky mendapatkan bahwa gangguan itu berasal dari

³⁴ Wikipedia.org, tentang *Teleskop Optik*, https://id.wikipedia.org/wiki/Teleskop_optik, diakses 2 juni 2022.

³⁵ Wikipedia.org, tentang *Teleskop Radio*, https://id.wikipedia.org/wiki/Teleskop_radio, diakses 2 juni 2022.

arah tetap di langit yaitu dari arah rasi Sagitarius. Maka Jansky pun yakin bahwa ia menangkap gelombang radio kosmik dari pusat galaksi kita. Walaupun penemu pertama kali adalah Jansky tetapi orang yang merancang dan membuat teleskop radio yang pertama kali adalah Grote Reber pada pertengahan tahun 1930-an. Setelah perang dunia kedua, astronomi radio berkembang dengan pesat.³⁶

Teleskop radio merupakan suatu alat yang digunakan untuk menangkap sinyal radio yang dipancarkan dari benda-benda langit. Perbedaan mendasar dari teleskop radio dan teleskop optik pada umumnya yang biasa kita lihat adalah pada sinyal yang ditangkap. jika teleskop optik menangkap gelombang elektromagnetik yang berupa cahaya maka teleskop radio menangkap gelombang elektromagnetik yang berupa sinyal radio.

C. Pengertian “*Setting Circle*”

Setting circle digunakan pada teleskop yang dilengkapi dengan mounting Equatorial untuk menemukan objek astronomis di langit dengan koordinat ekuatorial yang sering digunakan dalam peta bintang atau ephemeris.

Setting circle terdiri dari dua piringan bergradasi yang terpasang pada sumbu – *Right Ascension* (RA) dan *Declination* (DEC) – pada mounting ekuatorial. RA diubah menjadi jam, menit, dan detik (*hour angle*/sudut jam). DEC digradasi menjadi derajat, menit busur, dan detik busur.

Deklinasi ialah jarak dari suatu benda langit ke Kahttuliwiwa langit diukur melalui lingkaran waktu atau lingkaran deklinasi dan dihitung dengan derajat, menit dan detik. Berhubungan dengan itu, *lingkaran waktu*

³⁶ Winardi Sutantyo, *Astrofisika Mengenal Bintang*, (Bandung : Penerbit ITB, 1984), hal. 32-33.

dinamakan pula dengan *lingkaran deklinasi*. Apabila deklinasi suatu benda langit berada di utara Khattulistiwa tandanya positif (+) dan apabila berada langit berada di sebelah selatan Khattulistiwa tandanya negatif (-).³⁷

Asensio Rekta (Apparent Right Ascension, al-Suud al-Mustaqim, al-Matali' al-Baladiyah) ialah jarak sepanjang Ekuator mulai dari titik Aries (Vernal Equinox/Hamel) sampai ke titik pusat benda langit atau sampai ke titik perpotongan lingkaran deklinasi benda langit itu dengan Ekuator.³⁸

Karena koordinat RA ditetapkan pada bola langit, RA biasanya digerakkan oleh mekanisme jam yang sinkron dengan waktu sidereal. Menemukan sebuah objek di bola langit menggunakan *Setting Circle* mirip dengan menemukan lokasi di peta terestrial menggunakan garis lintang dan garis bujur. Terkadang lingkaran pengaturan RA memiliki dua skala di atasnya: satu untuk Belahan Bumi Utara (*Northern Hemisphere*) dan satu untuk Belahan Bumi Selatan (*Southern Hemisphere*).³⁹

Dalam astronomi amatir, menyiapkan teleskop portabel yang dilengkapi dengan *Setting Circle* memerlukan:

1. *Polar Alignment* – Teleskop harus sejajar dengan kutub langit utara atau kutub langit selatan. Polaris berada di kutub langit utara, sedangkan Sigma Octantis kira-kira di kutub selatan.
2. *Setting Right Ascension* – Setelah proses *Polar Alignment*, pengamat menggunakan kalkulator atau

³⁷ H. Abbas Padil, “DASAR-DASAR ILMU FALAK DAN TATAORDINAT: Bola Langit dan Peredaran Matahari” al-daulah Vol. 2, No. 2, Desember 2013. Hal. 195.

³⁸ Dr. H. Abd. Salam, ILMU FALAK PRAKTIS (Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah), (Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya, tt), hal. 39.

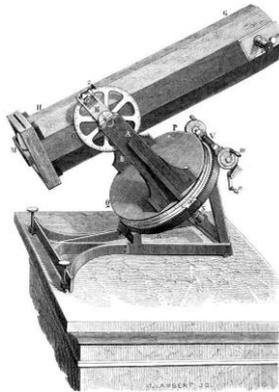
³⁹ Wikipedia.org, tentang *Setting Circle*, https://en.wikipedia.org/wiki/Setting_circles#cite_note-1, diakses 19 juni 2020.

bintang yang dikenal untuk menyinkronkan lingkaran *Right Ascension* dengan *Sidereal Time*.

Setting circle dibagi menjadi 1 menit dalam sudut jam dan 20 arcmin dalam jarak kutub utara, selanjutnya dibagi menjadi 1 arcmin oleh vernier (Gambar 41). Penggunaan jarak kutub tidak mengherankan, karena hal tersebut masih umum digunakan pada saat itu, misalnya di Paris Observatorium Annales (misalnya Le Verrier, 1860c), Katalog Cape (misalnya Stone, 1873), atau di laporan nebula baru ditemukan dengan Marseilles Teleskop 80 cm (mis. Stephan, 1884). Gambar 42 menunjukkan bahwa cermin tidak muncul terbuat dari kaca berwarna, meskipun ini bukan definitif. Warna dalam foto tidak selalu dapat diandalkan, dan iluminasi di Palais de la Ruang optik geometris decouverte rendah seperti agar mataku tidak melihat warna secara samar-samar. Cermin dipegang oleh tiga jari pegas dan batang logam kokoh. penggunaan dari kaca bening pendukung dilakukan mulai sebelum awal 1859, ketika Foucault menyatakan bahwa dia mulai menggunakan kaca St Gobain berwarna hijau.

Potongan kayu yang ditunjukkan pada gambar dibawah berlanjut muncul di Ganot's *Traité* selama lebih dari tiga dekade, terakhir muncul di edisi ke-21 di 1894 (Maneuvrier, 1894: 504). Ganot secara eksplisit berhak atas ilustrasinya, tetapi ukiran direproduksi oleh de Parville dalam karyanya obituari Foucault (1869: 168), dan dengan jelas terinspirasi versi modifikasi dengan latar belakang pemandangan kota yang digunakan oleh Clerc (c.1882: 478), dan bahkan cigarette card.⁴⁰

⁴⁰ William Tobin, "EVOLUTION OF THE FOUCAULT-SECRETAN REFLECTING TELESCOPE", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(2), 106–184 (2016), hal. 133-134.



The Palais de la Découverte telescope represented in Ganot's *Traité Élémentaire de Physique* (1860) (source: F. Gires/ASEISTE).

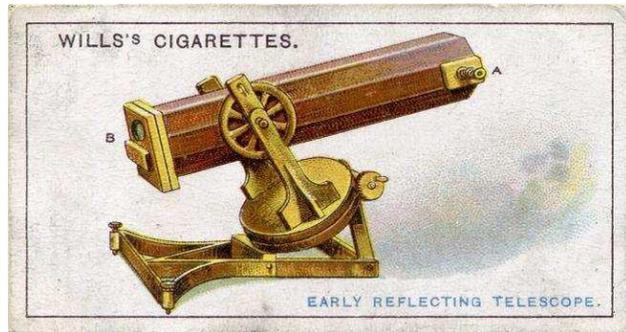




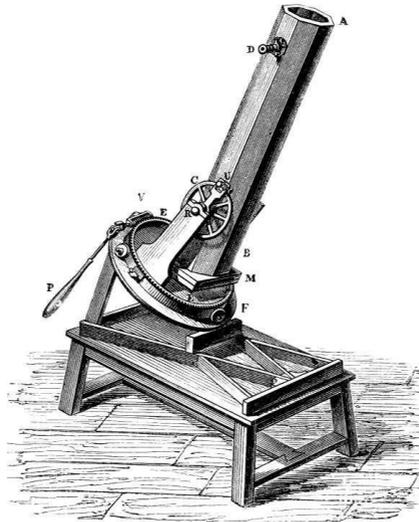
(gambar atas) detail deklinasi *setting circle*, *vernier* dan *Secretan's* nama dari *the Palais de la Découverte telescope*. Lingkaran *setting circle* telah terkalibrasi dengan menggunakan kutub langit utara, 180° – 0° – 180° . knob yang menghadap kedepan adalah pengunci deklinasi dan sekrup dibagian samping adalah penggerak halus lingkaran deklinasi. (gambar bawah) lingkaran sudut jam, 1–24 dalam jam meningkat kearah barat, sesuai dengan konvensi normal sudut jam target meningkat seiring waktu.



Bagian belakang cermin *Palais de la Découverte* dan cermin sell. Bagian belakang cermin dipoles untuk memungkinkan pemantauan deposisi perak di bagian depan (*Foucault, 1859a*). Bagian kepala dibuat terlihat untuk empat pasang sekrup penahan mempermudah proses alignment dari optical axis cermin.



A *Wills cigarette card* terinspirasi oleh *Worms de Romilly telescope*. Mulai dari tahun 1915, karya ini adalah yang ke 29 dalam series 50 ‘penemuan paling populer’. Teks dari pernyataan terbalik menyebutkan bahwa ini adalah Teleskop Newton!



Foucault telescope diilustrasikan oleh *Drion* dan *Fernet's Traité de Physique Élémentaire* (1861). Melalui penebalan rod yang bersendi menjadi pegangan pengamat agar dapat menggerakkan sudut jam objek saat sedang melihat objek lewat eye piece.

D. Pengertian Kalibrasi

Kalibrasi adalah kegiatan untuk mengetahui kebenaran nilai penunjukan suatu alat ukur. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan alat ukur yang diperiksa terhadap standar ukur yang relevan dan diketahui lebih tinggi nilai ukurnya. Selanjutnya untuk mengetahui nilai ukur standar yang dipakai, standarnya juga harus dikalibrasi terhadap standar yang lebih tinggi akurasinya. Dengan demikian setiap alat ukur dapat ditelusuri (traceable) tingkat akurasinya sampai ke tingkat standar nasional atau standar internasional. Dari proses kalibrasi dapat menentukan nilai-nilai yang berkaitan dengan kinerja alat ukur atau bahan acuan. Hal ini dicapai dengan pembandingan langsung terhadap suatu standar ukur atau bahan acuan yang bersertifikat. Output dari kalibrasi

adalah sertifikat kalibrasi dan label atau stiker yang disematkan pada alat yang sudah dikalibrasi.⁴¹

Kalibrasi, pada umumnya, merupakan proses untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran agar sesuai dengan besaran dari standar yang digunakan dalam akurasi tertentu. Contohnya, termometer dapat dikalibrasi sehingga kesalahan indikasi atau koreksi dapat ditentukan dan disesuaikan (melalui konstanta kalibrasi), sehingga termometer tersebut menunjukkan temperatur yang sebenarnya dalam celcius pada titik-titik tertentu di skala.⁴²

Tiga alasan penting, mengapa alat ukur perlu dikalibrasi:

1. Memastikan bahwa penunjukan alat tersebut sesuai dengan hasil pengukuran lain
2. Menentukan akurasi penunjukan alat.
3. Mengetahui keandalan alat, yaitu alat ukur dapat dipercaya.⁴³

E. Pengertian Rukyat Hilal

Rukyat hilal terbentuk dari dua kata, yakni rukyat dan hilal. Kata “*rukya*” merupakan bentuk masdar dari bahasa arab “رأى- رأى - رأى - ورؤ” yang berarti melihat, mengerti, menyangka, menduga, dan mengira.⁴⁴ Dalam Al-Quran, banyak ditemukan kata rukyat dengan berbagai variasi bentuknya, baik *mudlori*’ maupun *madli*.⁴⁵

⁴¹ Najamudin, article, *KALIBRASI DAN PENGGUNAAN ALAT UKUR*, tt, hal. 1.

⁴² <https://adi2003.files.wordpress.com/2008/11/kalibrasi.pdf>, diakses pada 19 juni 2022.

⁴³ Najamudin, article, *KALIBRASI DAN PENGGUNAAN ALAT UKUR*, tt, hal. 1.

⁴⁴ Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia Terlengkap*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997, hlm. 460.

⁴⁵ QS. Al-A’raf (7) ayat (143) berupa fiil mudlori’ رأى, QS. Al-A’raf (7) ayat (146) berupa رأى, QS. Al-Baqarah (2) ayat (55) berupa رأى, QS. Yusuf (12) ayat (35) berupa رأى, QS. Al-A’raf (7) ayat (27) berupa رأى, QS. Al-Ahqaf (46) ayat (35) berupa رأى, QS. Taaha (20) ayat (10) berupa رأى, QS. Al-Insan (76) ayat

Meskipun banyak disebutkan dalam Al-Quran, istilah rukyat lebih populer karena digunakan dalam hadis nabi tentang pedoman penetapan awal bulan Ramadan dan Syawal.³ Dalam hadis, kata rukyat yang berkaitan dengan penanggalan hijriah ditemukan sebanyak 49 kali.⁴⁶

Rukyat sering diterjemahkan dengan observasi. Transliterasi kata rukyat menjadi observasi tidak terlepas dari kesamaan makna dari pekerjaan yang dilakukan, yakni melihat atau mengamati. Observasi sendiri diambil dari bahasa Inggris *observation* yang artinya pengamatan.⁴⁷

Pengertian kata *rukyat* secara garis besar dibagi menjadi tiga, yaitu:⁴⁸

1. *rukyat* adalah melihat dengan mata. Hal ini dapat dilakukan siapa saja
2. *rukyat* adalah melihat melalui kalbu atau intuisi. Ada hal-hal yang manusia hanya bisa mengatakan “tentang hal itu, Allah yang lebih mengetahui (*Allahu a’lam*).”
3. *rukyat* adalah melihat dengan ilmu pengetahuan. Ini dapat dijangkau oleh manusia yang memiliki bekal ilmu pengetahuan.

Mengenai hilal, Allah SWT menyinggungkannya dalam Al-Quran surat al-Baqarah: 189 dengan memakai redaksi kata “*ahillah*”. *Ahillah* merupakan bentuk jamak dari kata hilal yang secara umum diterjemahkan sebagai bulan sabit

(20) berupa رَأَى, QS. Al-Furqan (25) ayat (12) berupa رَأَى. Rukyat dalam variasi kata tersebut selalu diartikan dengan melihat.

⁴⁶ Rinciannya adalah sebagai berikut: al-Bukhori 4 hadis, Muslim 12 hadis, al-Turmudzi 3 hadis, al-Nasa’i 17 hadis, Ibnu Majah 4 hadis, dan Ahmad 9 hadis. Lihat A. J. Wensick, *Al-Mu’jam Al-Mufahrats Li Alfadz Al-Hadis Al-Nabawy* Juz II, Leiden: E. J. Brill, 1943), hal. 199-206.

⁴⁷ John M. Echols dan Hassan Shadily, *Kamus Indonesia-Inggris*, direvisi dan diedit oleh John U. Wolf, James T. Collins, dan Hassan Shadily dari *An Indonesian English Dictionary*, Cet. VII, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002), hlm. 394.

⁴⁸ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), hal. 114.

yang menunjukkan tanda awal dari suatu bulan baru tahun kamariah (*lunar year*).⁴⁹ Kata hilal juga didefinisikan dengan *sinar bulan pertama ketika orang melihat dengan nyata bulan sabit pada awal sebuah bulan*. Hilal juga diartikan sebagai bulan khusus yang terlihat pada hari pertama dan kedua dalam sebuah bulan. Setelah itu, maka dinamakan “bulan” (*qamar*) saja.⁵⁰

Ada pula yang menerjemahkan hilal sebagai “hari awal” atau “tanggal awal” dari bulan kamariah. Namun, terjemahan tersebut dirasa kurang tepat sebab jika *ahillah* diartikan hari bulan atau tanggal dari bulan kamariah, fungsi hilal sebagai penanda waktu (*mawaqit*) akan hilang. Sebagaimana dijelaskan dalam ayat tersebut, hilal adalah penanda waktu bagi manusia dan dapat pula dipakai untuk menentukan masuknya waktu ibadah haji.⁵¹

Mawaqit secara bahasa merupakan bentuk jamak dari kata “*miqat*”, mengikuti wazan “*mif’al*” yang menunjukkan arti alat. Dengan demikian, *miqat* berarti alat yang dipakai untuk menentukan waktu. Dalam konteks penanggalan hijriah, hilal menjadi *miqat* atau alat yang dapat digunakan untuk mengetahui waktu-waktu ibadah umat Islam. Kapan umat Islam memulai berpuasa dan mengakhirinya, serta kapan pula mereka menjalankan haji dapat diketahui dengan melihat hilal.⁵²

Berdasarkan penjelasan itu, dapat diketahui bahwa terdapat proses melihat secara visual. Oleh sebab itu,

⁴⁹ M. Ma’rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam*, (Jakarta: Gaung Persada Press, 2010), hal. 44.

⁵⁰ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), hal. 83-84.

⁵¹ M. Ma’rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam*, (Jakarta: Gaung Persada Press, 2010), hal. 44.

⁵² Ahmad Asrof Fitri, “Menjembatani Visibilitas Hilal dan Wujudul Hilal untuk Unifikasi Kalender Hijriyah (Upaya Penyatuan dengan Teleskop Inframerah)” dalam *Penyatuan Kalender Hijriyah (Sebuah Upaya Pencarian Kriteria Hilal yang Obyektif Ilmiah)*, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2012, hal. 250.

definisi hilal dalam skripsi ini adalah hilal yang dapat dilihat secara astronomis, tidak hanya wujud di atas ufuk meski tidak dapat dilihat sebagaimana konsep hilal dalam perspektif Susiknan Azhari.⁵³ Jadi, *rukyat al-hilal* dalam konteks penentuan awal bulan kamariah adalah melihat *hilal* dengan mata telanjang atau dengan alat yang dilakukan setiap akhir bulan atau tanggal 29 bulan kamariah setelah matahari terbenam.

F. Pendapat Ulama tentang Penggunaan Alat Optik untuk Rukyat Hilal

Ulama berbeda pendapat dalam menafsirkan kata “*faqduru lahu*”. Sebagian ulama yang di dalamnya termasuk Imam Ahmad bin Hanbal berpendapat bahwa lafadz “*faqduru lahu*” memiliki makna “*sempitkanlah dan kira-kirakanlah keberadaan Bulan yang ada di balik awan*”. Ibnu Suraij dan beberapa orang ulama yang antara lain terdiri dari Muthraf bin Abdullah dan Ibnu Qutaibah berpendapat bahwa makna “*faqduru lahu*” adalah “*kirakirakanlah dengan melakukan perhitungan terhadap manazil (posisi-posisi atau orbit Bulan)*.” Sedangkan Imam Malik, al-Syafi’i, Abu Hanifah, dan jumbuh ulama berpendapat bahwa lafadz “*faqduru lahu*” berarti “*kira-kirakanlah dengan menyempurnakan jumlah hari pada bulan Syakban menjadi 30 hari*”.⁵⁴

Ibnu Rusyd dalam kitab *Bidayat al-Mujtahid wa Nihayat al-Muqtashid* juga menegaskan pendapat jumbuh ulama yang menyatakan bahwa maksud dari kata tersebut adalah “*akmilu al-iddata tsalatsina*” (sempurnakanlah bilangan bulan menjadi 30 hari). Sebagian ulama lainnya berpendapat bahwa makna dari “*faqduru lahu*” adalah

⁵³ Lihat definisi hilal menurut Susiknan Azhari dalam *Kalender Islam: Ke Arah Integrasi Muhammadiyah-NU*, (Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2012), hal. 29.

⁵⁴ Yahya bin Syarof An-Nawawi, *Shahih Muslim bi Syarhi an-Nawawi*, (Beirut: Dar Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1995), hal. 166.

“*’udduhu bil hisab*” (melakukan perhitungan). Ibnu Umar berpendapat bahwa makna dari “*faqduru lahu*” adalah “*an yushbiha al-mar’u shoiman*” (seseorang melaksanakan puasa pada keesokan harinya). Menurut Ibnu Rusyd, secara *lafadz* pemaknaan yang diberikan Ibnu Umar terlalu jauh.⁵⁵

Sebagian ulama salaf lainnya memiliki pandangan yang cukup menarik. Menurut mereka, jika hilal tidak dapat terlihat karena terhalang mendung, maka diharuskan untuk merujuk hasil hisab yang memperhitungkan posisi Bulan dan Matahari. Pendapat ini dianut oleh *Muthraf bin as-Syakhir*, salah satu pembesar *tabi’in*.⁵⁶

Ibnu Rusyd menjelaskan alasan logis yang melatarbelakangi munculnya beragam penafsiran itu. Dia menyatakan bahwa hadis rukyat hilal yang memakai kata “*faqduru lahu*” masih bersifat *ijmaliy* (global), sementara hadis yang menggunakan kata “*fashumuu tsalasina yauman*” bersifat *tafshiliy* (khusus) yang menafsiri hadis yang sifatnya *ijmaliy* tersebut. Menurut kalangan ulama ushul fikih, tidak ada pertentangan yang mendasar dari hadis *mujmal* dan yang menafsirinya (*tafshiliy*).⁵⁷

Secara garis besar, dua penafsiran tersebut melahirkan dua metodologi yang berbeda dalam menentukan awal bulan kamariah, yaitu metode *rukyat bi al-’ilmi* (metode hisab) dan metode *rukyat bi al-fi’li* (metode rukyat termasuk di dalamnya *istikmal*).⁴¹ Di Indonesia, metode tersebut terpolarisasi menjadi dua

⁵⁵ Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad bin Rushd al Qurthubiy al-Andalusiy, (*Bidayat al-Mujtahid wa Nihayat al-Muqtashid Juz I*, Beirut: Dar Ibn Ashshaashah, 2005). hal. 228.

⁵⁶ Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad bin Rushd al Qurthubiy al-Andalusiy, (*Bidayat al-Mujtahid wa Nihayat al-Muqtashid Juz I*, Beirut: Dar Ibn Ashshaashah, 2005). hal. 228.

⁵⁷ Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad bin Rushd al Qurthubiy al-Andalusiy, (*Bidayat al-Mujtahid wa Nihayat al-Muqtashid Juz I*, Beirut: Dar Ibn Ashshaashah, 2005). hal. 228.

aliran, yakni aliran hisab yang direpresentasikan oleh Muhammadiyah dan aliran rukyat yang direpresentasikan oleh Nahdlatul Ulama (NU).⁵⁸

⁵⁸ Dua ormas Islam tersebut bisa dikatakan paling dominan dalam permasalahan hisab rukyat, sebab mayoritas warga negara Indonesia yang beragama Islam mengikuti dua ormas itu. Oleh karenanya, Ahmad Izzuddin secara umum membagi tipologi pemikiran hisab rukyat di Indonesia ke dalam 2 aliran, yakni aliran rukyat (NU) dan aliran hisab (Muhammadiyah). Lihat Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007), hal. 93-111.

BAB III

KALIBRASI TELESKOP SKYWATCHER 90/910 EQ2

A. Spesifikasi Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*

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.⁵⁹

Secara harfiah, teleskop berarti alat yang dapat “melihat jauh”. Teleskop merupakan instrumen optik yang berfungsi mengumpulkan lebih banyak cahaya daripada mata manusia dan dapat memperbesar objek yang jauh.⁶⁰

Pada prinsipnya, optik teleskop terdiri dari dua bagian, yaitu objektif dan okuler. Objektif berfungsi memusatkan cahaya bintang pada satu titik api atau fokus. Okuler berfungsi menangkap cahaya yang sudah terpusat ini. Menurut Agustinus Gunawan Admiranto, fungsi pokok teleskop adalah mengumpulkan cahaya, memperbesar bayangan, dan memperbesar daya pisah.⁶¹

A.E. Roy dan D. Clarke menyebutkan fungsi utama teleskop secara lebih detail, antara lain:⁶²

⁵⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inovasi, dan Kontribusi Peradaban Islam di Bidang Astronomi)*, 2016, hal. 312

⁶⁰ Robbin Kerrod, *Bengkel Ilmu Astronomi*, diterjemahkan oleh Syamaun Peusangan dari *Get a Grip on Astronomy*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2005), hlm. 6.

⁶¹ Agustinus Gunawan Admiranto, *Menjelajahi Bintang Galaksi dan Alam Semesta*, (Yogyakarta: Kanisius, 2009), hlm. 8.

⁶² A. E. Roy dan D. Clarke, *Astronomy: Principles and Practices*, (Bristol: J. W. Arrowsmith, 1978), hlm. 233.

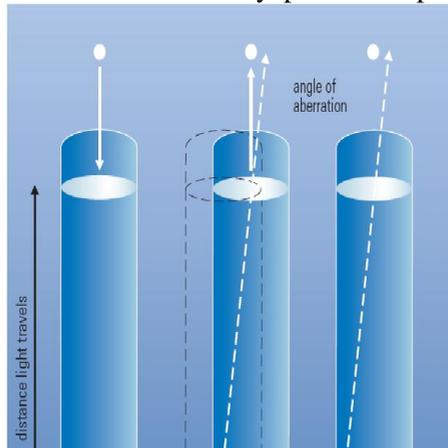
1. Untuk memungkinkan pengumpulan cahaya yang mencakup area yang lebih besar sehingga objek yang samar dapat dideteksi dan diukur dengan lebih akurat.
2. Untuk memungkinkan tercapainya sudut resolusi yang lebih tinggi sehingga pengukuran posisi dapat dibuat lebih akurat dan rinci sehingga informasi mengenai objek benda langit dapat direkam.

Sky-Watcher 90/910 EQ2 adalah Refraktor Akromatik yang menggunakan lensa multi-lapisan penuh 2 elemen. Dengan bukaan 90mm, teleskop ini memiliki kapasitas pengumpulan cahaya 125% lebih banyak daripada teleskop 60mm, memberikan cahaya yang cukup untuk menghadirkan gambar benda langit populer dan objek langit dalam yang lebih terang dan jelas. Namun, kelemahan dari teleskop ini adalah lensanya yang masih menggunakan tipe akromatik yang dimana akan mengalami gangguan aberasi kromatis pada objek benda langit.

Enam bentuk utama dari aberasi yang mempengaruhi kualitas gambar yang dihasilkan oleh sistem optik. Satu dari ini, *Chromatic Aberration*, disebabkan oleh perbedaan besaran refraksi yang dialami oleh berbagai panjang gelombang cahaya ketika melewati batas antara dua bahan transparan; lima lainnya adalah independen dari warna dan muncul dari keterbatasan geometri permukaan optik. Mereka terkadang disebut sebagai penyimpangan Seidel setelah Ludwig von Seidel (1821–96), matematikawan yang menyelidiki mereka secara rinci.

Lima penyimpangan Seidel adalah *spherical aberration*, *koma*, *astigmatisme*, kelengkungan dan

distorsi. Semua kecuali penyimpangan *spherical* disebabkan ketika cahaya melewati optik pada sudut terhadap sumbu optik. Desainer optik berusaha untuk mengurangi atau menghilangkan aberasi dan menggabungkan lensa dari berbagai jenis, ketebalan, dan bentuk kaca untuk menghasilkan ‘lensa yang dikoreksi’. Contohnya adalah tujuan komposit dalam refraktor astronomi dan eyepieces komposit.⁶³

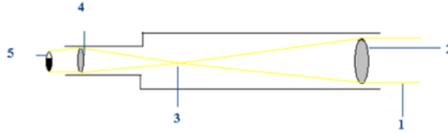


Aberasi bisa menyebabkan perpindahan posisi bintang relatif terhadapnya posisi sebenarnya jika dilihat pada teleskop. Pembengkokan jalur cahaya yang menjauh dari sumbu optik dan akan menghasilkan koma, penggambaran objek bintang menjadi terlihat memiliki ekor. Mempengaruhi posisi bintang. Dan dapat mengurangi efektivitas teleskop untuk astrometri.

Keuntungan Refraktor yaitu menggunakan lensa untuk melihat objek, untuk mendapatkan gambar yang lebih tajam. Pada dasarnya, cara kerja teleskop refraktor dan teleskop reflektor adalah sama hanya

⁶³ PHILIP'S ASTRONOMY ENCYCLOPEDIA, (British Library: Octopus Publishing Group, 2002), Hal. 1.

media pengumpul cahayanya saja yang berbeda yaitu menggunakan lensa atau cermin.



Gambaran cara kerja teleskop refraktor dan penjelasannya:

1. Cahaya yang masuk ke dalam teleskop.
2. Lensa objektif bertugas mengumpulkan cahaya dan membengkokkannya menuju titik fokus.
3. Titik fokus, pada titik ini cahaya yang masuk dibengkokkan menuju satu titik.
4. Lensa mata berfungsi membawa gambar yang cerah dari fokus dan memperbesar ukurannya agar sesuai dengan ukuran pupil mata.
5. Pupil mata.

Lensa (dalam teleskop refraktor) atau cermin primer (dalam teleskop reflektor) mengumpulkan cahaya dari objek yang jauh dan mengarahkannya pada suatu titik fokus. Sedangkan eyepiece yang merupakan lensa kedua dalam teleskop refraktor atau satu-satunya lensa dalam teleskop reflektor bertugas mengambil cahaya dari titik fokus dan menyebarkannya juga menyesuaikan dengan ukuran retina mata. Dengan demikian, kita dapat melihat benda-benda yang letaknya sangat jauh, bahkan kita juga dapat melakukan perbesaran gambar objek.⁶⁴

Berikut adalah spesifikasi teleskop skywatcher 90/910 EQ2:⁶⁵

⁶⁴ https://elib.unikom.ac.id/files/disk1/592/jbptunikompp-gdl-melvinieka-29563-9-unikom_m-i.pdf, diakses pada 19 juni 2022.

⁶⁵ <https://skywatcheraustralia.com.au/product/90-eq2-refractor/>, diakses pada 19 juni 2022.

Model	SW909EQ2
Optical design	Multicoated Achromatic Refractor
Aperture	90mm
Focal Length	900mm
Focal Ratio	f/10
Resolving Power	1.33"
Stellar Limit Magnitude	12.1
Highest Practical Magnification	180x
Light gathering power (compared to the unaided eye)	165
Focuser Diameter	1.25"
Recommended Usage	Viewing Moon and Planets

B. Komponen Penunjang Akurasi Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2

Dalam penggunaan teleskop, tingkat akurasi suatu alat sangatlah penting. Akurasi adalah ukuran yang menentukan tingkat kemiripan antara hasil pengukuran dengan nilai yang sebenarnya diukur.

Dalam bidang pengukuran, akurasi lebih dikhususkan pada ketidakpastian pengukuran dari alat ukur. Akurasi ditetapkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kesalahan pengukuran yang dapat terjadi pada suatu alat ukur. Pernyataan terhadap akurasi dalam bentuk persentase dengan skala penuh berdasarkan jenis alat ukur yang digunakan. Akurasi dari nilai ukur pada suatu alat ukur ditentukan oleh tingkat pemilihan skala pengukuran.⁶⁶

Beberapa Aspek yang paling mempengaruhi tingkat akurasi sebuah teleskop terlebih untuk teleskop berjenis mounting Equatorial Manual untuk proses *setting circle*⁶⁷ atau *polar alignment*, diantaranya adalah:

1. Tripod
2. Pengaturan *latitude* pada mounting
3. skala koordinat Deklinasi dan Ascensio Rekta pada mounting equatorial manual

C. Penambahan Komponen

Penambahan komponen dilakukan untuk menunjang akurasi saat proses *Setting Circle*, berikut adalah komponen-komponennya:

1. Penambahan lingkaran 360° pada tripod teleskop, dan pastikan nilai sudut 0° pada komponen ini berada pada salah satu kaki teleskop jika pengamat berada di hemisphere selatan.

⁶⁶ Santoso, Didik R. *Pengukuran Stress Mekanik Berbasis Sensor Piezoelektrik: Prinsip Desain dan Implementasi*. (Malang: UB Press. 2017), hlm. 8.

⁶⁷ *Setting circle* digunakan pada teleskop yang dilengkapi dengan mounting Equatorial untuk menemukan objek astronomis di langit dengan koordinat ekuatorial yang sering digunakan dalam peta bintang atau ephemeris.



2. Penambahan polar pointer pada mounting



D. Penerapan Metode Eksperimen

Tahapan yang dilakukan untuk memasukkan metode eksperimen kedalam SOP⁶⁸ penggunaan teleskop bermounting equator manual sebagai penunjang proses kalibrasi *Setting Circle* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data-data astronomis objek benda langit yang akan diamati seperti ascensio rekta dan deklinasi, dalam hal ini penulis mengambil data-data tersebut dari aplikasi *Stellarium*. *Stellarium* merupakan sebuah perangkat lunak yang memberikan kebebasan kepada penggunaanya untuk membuat sebuah planetarium virtual. Perangkat ini akan melakukan perhitungan posisi Matahari dan bulan, planet dan bintang, dan menggambarkan bagaimana langit akan terlihat oleh pengamat tergantung pada lokasi dan waktu pengamat. Perangkat ini pun mampu menggambarkan konstelasi dan mensimulasikan fenomena astronomis seperti hujan meteor dan gerhana matahari ataupun gerhana bulan.⁶⁹

⁶⁸ SOP (*Standar Operational Procedure*)

⁶⁹ <https://oif.umsu.ac.id/2020/09/kelebihan-aplikasi-stellarium/>, diakses pada 19 juni 2022.

2. Memilih lokasi observasi, dalam hal ini penulis memilih lokasi di kota Kudus dengan titik koordinat $6^{\circ}47'S/110^{\circ}50'E$.
3. Menyiapkan teleskop yang akan diuji akurasi kalibrasi *setting circle* dengan metode eksperimen.

Teknik observasi dan penerapan metode eksperimen untuk proses kalibrasi *setting circle* dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Menyiapkan teleskop observasi

Tahap-tahap penyetingan teleskop adalah sebagai berikut:

- a. Memasang tripod yang sudah dipasang komponen sudut azimuth 360° , tahapannya adalah sebagai berikut:

- 1) Arahkan 1 kaki tripod yang memiliki nilai 0° ke utara (jika lokasi pengamat berada di hemisphere selatan), fungsi memilih 1 kaki untuk dihadapkan ke utara adalah agar nantinya *counterweight* / pemberat teleskop tidak terbentur dengan tripod dikarenakan penulis berada di lokasi hemisphere selatan dengan nilai lintang rendah yaitu $6^{\circ}47'S$.
- 2) Pengecekan ulang arah selatan menggunakan kompas yang sudah dikalibrasi dengan deklinasi magnetik daerah kudus.



- 3) Penyetingan tripod harus datar, penyetingan dilakukan menggunakan waterpass dengan cara diletakkan pada dudukan untuk mounting dan perhatikan pergerakan gelembung air apakah terlalu ke kiri atau ke kanan maka bisa diatur sehingga gelembung air tepat berada di tengah.



Lakukan tahap ini 2-3 kali karena besar kemungkinan ketika waterpass sudah tepat berada di tengah akan berakibat penunjuk arah kompas hasilnya juga berubah. Penulis sudah mencoba menyeting tripod di lahan miring dan harus mengulangi tahap penyetingan tripod ini sebanyak 4 kali sampai penunjuk kompas benar-benar sudah tidak berubah lagi dan

gelembung waterpass berada di tengah. Beberapa jenis medan yang sangat mempengaruhi tingkat kesulitan dalam penyetingan teleskop adalah medan yang miring dan medan ber pasir seperti di pesisir pantai karena berat dari mounting dan *OTA* besar kemungkinan membuat tripod menjadi tidak datar.

- b. Memasang dudukan mounting ke tripod dengan cara mengarahkan komponen tambahan berupa polar pointer sederhana ke sudut 0° pada tripod.



- c. Menyeting lintang seakurat mungkin pada mounting yaitu dengan nilai sebesar $6^\circ 47'S$, atau juga dapat dibulatkan menjadi 7° .



- d. Pemasangan *counter weight* / pemberat.

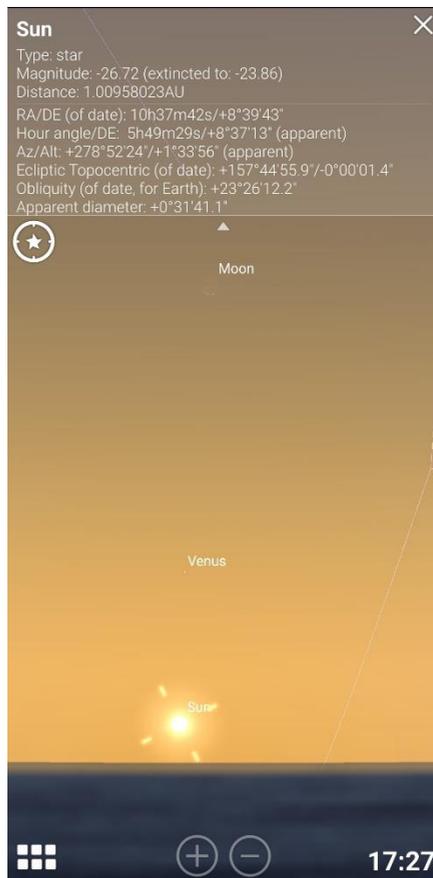
- e. Pemasangan *OTA*⁷⁰ pada mounting. Pemasangan *OTA* disesuaikan keseimbangannya dengan cara mengatur *counter weight* untuk berat yang bersandar pada *axis ascensio rekta* dan mengatur berat *OTA* yang bersandar pada *axis deklinasi*.
2. Observasi objek benda langit dengan menggunakan teleskop beserta proses kalibrasi *setting circle* dengan tahapan sebagai berikut:
 - a. Pilih objek benda langit terdekat dari target yang akan di observasi. Observasi ini dilakukan pada tanggal 31 Agustus 2019 M / 1 Muharram 1441 H, objek yang akan di observasi adalah bulan sabit muda. Objek terdekat dari target adalah matahari. Objek terdekat dari target adalah matahari.
 - b. Data dari objek matahari diambil pada pukul 17:27 dengan nilai ketinggian objek sebesar $+1^{\circ}33'56''$ beserta data koordinat lainnya yaitu deklinasi sebesar $+8^{\circ}37'13''$, *ascensio rekta* sebesar 10h37m42s, dan sudut jam / *hour angle* sebesar 5h49m29s.⁷¹



⁷⁰ *OTA* (*Optical Tube Assembly*) adalah tabung utama teleskop.

⁷¹ Data diambil dari aplikasi *stellarium mobile*

(PERHATIAN! Jangan mengarahkan teleskop ke matahari secara langsung tanpa menggunakan filter matahari karena dapat merusak mata secara langsung juga dapat merusak lensa teleskop. Penulis berani mengambil gambar matahari tanpa menggunakan solar filter dikarenakan beberapa pertimbangan yaitu ketinggian matahari yang sudah rendah yaitu $+1^{\circ}33'56''$ sehingga sinar dari matahari sudah mulai meredup selain itu penulis juga tidak melihat langsung melalui okuler, penulis dapat mengarahkan teleskop tepat ke matahari dengan cara melihat bayangan matahari dari OTA ke tanah dan mengatur matahari tepat di tengah medan pandang dengan cara memproyeksikan cahaya pantulan matahari ke tangan penulis. Saat proses pengambilan gambar juga penulis tidak sempat memfokuskan objek karena pertimbangan dampak kerusakan yang diakibatkan sinar matahari kepada lensa kamera).



Aplikasi stellarium mobile

- c. Kalibrasi menggunakan objek matahari dengan cara:
- 1) Kalibrasi pada lingkaran deklinasi, karena pengaturan lingkaran deklinasi sudah paten dari pabrik dan tidak dapat dirubah seperti pada lingkaran sudut jam maka yang harus dilakukan adalah memperhitungkan

selisih antara deklinasi pada data dari stellarium dan deklinasi sebenarnya yaitu jika nilai deklinasi objek sebenarnya berada di arah kanan dari nilai deklinasi perhitungan maka dihitung positif (+) sebaliknya jika nilai deklinasi objek sebenarnya berada di arah kiri dari nilai deklinasi perhitungan maka dihitung negatif (-). Nilai selisih dalam hal ini adalah +40' (nilai deklinasi objek sebenarnya berada di arah kanan dari nilai deklinasi perhitungan).

- 2) Kalibrasi pada lingkaran sudut jam dengan cara membuka pengunci lingkaran sudut jam dan memutar lingkaran skala untuk menyesuaikan nilai sudut jam yang ada di mounting dengan nilai sudut jam pada perhitungan.

Proses instalasi dan kalibrasi pada teleskop skywatcher 90/910 EQ2 sudah selesai dilakukan, selanjutnya adalah *pointing object* untuk menguji akurasi dari hasil penambahan komponen dan proses kalibrasi *setting circle*.

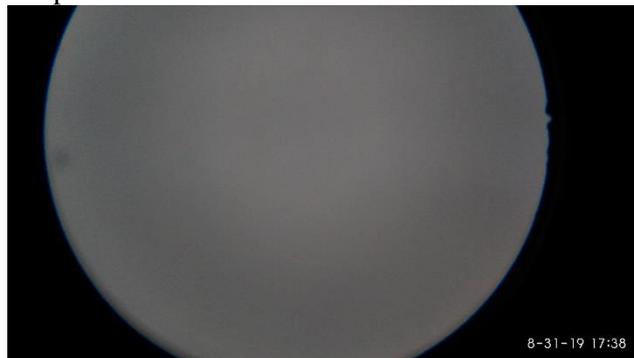
Tahapan untuk melakukan *pointing object* yaitu:

1. Menyiapkan data deklinasi dan sudut jam sesuai waktu observasi. Data dari objek bulan sabit muda diambil pada pukul 17:38 dengan nilai ketinggian objek sebesar $+12^{\circ}46'21''$ beserta data koordinat lainnya yaitu deklinasi sebesar $+7^{\circ}34'13''$, *ascensio rekta* sebesar 11h34m20s, dan sudut jam / *hour angle* sebesar 5h04m22s.⁷²

⁷² Data diambil dari aplikasi stellarium mobile

2. Memperhitungkan selisih data deklinasi bulan sabit muda dari aplikasi stellarium dan selisih objek kalibrasi yaitu sebesar $+40'. 7^{\circ}34'13'' + 40' = 8^{\circ}14'13''$, maka diketahui data deklinasi objek target adalah $8^{\circ}14'13''$.
3. Memasukkan data deklinasi dengan nilai $8^{\circ}14'13''$ dan sudut jam dengan nilai $5h04m22s$ pada mounting teleskop, jika proses kalibrasi berhasil maka objek target akan berada didalam medan pandang teleskop tanpa membutuhkan bantuan finderscope.

Berikut adalah hasil dari proses kalibrasi *setting circle* pada teleskop skywatcher 90/910 EQ2, objek bulan sabit muda pada hari sabtu pon, tanggal 31 Agustus 2019 M / 1 Muharram 1441 H berhasil teramati dan tepat berada di dalam medan pandang teleskop. Posisi objek bulan sabit muda berada di bagian tengah kanan medan pandang teleskop.



Berikut adalah dokumen foto diatas yang sudah di crop



Dokumen foto bulan sabit muda yang sudah melewati *Image Processing* di Lightroom untuk memperjelas foto



Keadaan objek setelah 27 menit sejak bulan berhasil di bidik dan diabadikan.



Berikut hasil proses kalibrasi *setting circle* menggunakan objek bulan pada teleskop skywatcher 90/910 EQ2 dengan objek planetary pada hari jum'at wage, tanggal 24 mei 2019 M / 20 Ramadhan 1440 H. Planet saturnus berhasil teramati pada pukul 23:17 WIB dan tepat berada di dalam medan pandang teleskop. Posisi objek tepat berada di bagian tengah medan pandang teleskop.



BAB IV

ANALISIS KALIBRASI TELESKOP SKYWATCHER 90/910 EQ2

A. Optimalisasi Mounting EQ2 untuk Menunjang Proses Kalibrasi *Setting Circle* pada Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2

Dalam penggunaan teleskop, tingkat akurasi suatu alat sangatlah penting. Akurasi adalah ukuran yang menentukan tingkat kemiripan antara hasil pengukuran dengan nilai yang sebenarnya diukur. Dalam bidang pengukuran, akurasi lebih dikhususkan pada ketidakpastian pengukuran dari alat ukur. Akurasi ditetapkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kesalahan pengukuran yang dapat terjadi pada suatu alat ukur. Pernyataan terhadap akurasi dalam bentuk persentase dengan skala penuh berdasarkan jenis alat ukur yang digunakan. Akurasi dari nilai ukur pada suatu alat ukur ditentukan oleh tingkat pemilihan skala pengukuran.⁷³

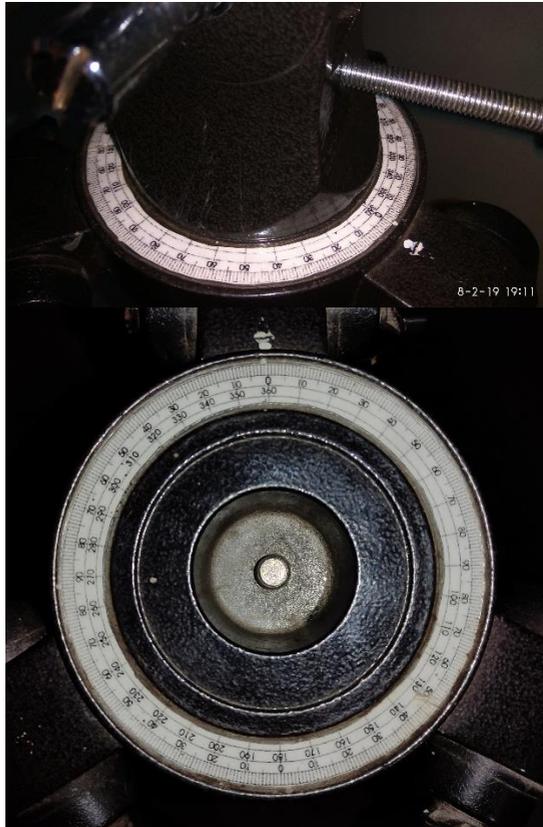
Beberapa Aspek yang paling mempengaruhi tingkat akurasi sebuah teleskop terlebih untuk teleskop berjenis mounting Equatorial Manual untuk proses *setting circle*⁷⁴ atau *polar alignment*, diantaranya adalah:

4. Tripod

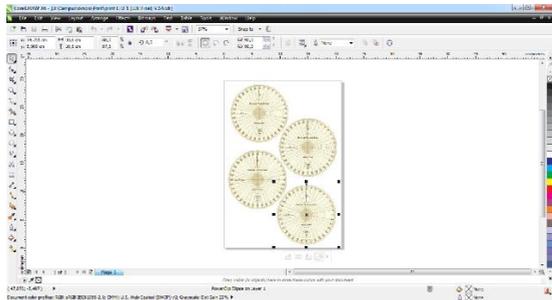
Untuk mengoptimalkan bagian tripod dengan cara memasang komponen sudut 360° .

⁷³ Santoso, Didik R. *Pengukuran Stress Mekanik Berbasis Sensor Piezoelektrik: Prinsip Desain dan Implementasi*. (Malang: UB Press. 2017), hlm. 8.

⁷⁴ *Setting circle* digunakan pada teleskop yang dilengkapi dengan mounting Equatorial untuk menemukan objek astronomis di langit dengan koordinat ekuatorial yang sering digunakan dalam peta bintang atau ephemeris.



Skala 360° tersebut sudah melewati proses *resize* menggunakan *corel draw* agar lingkaran skala dapat sesuai dengan kedudukan mounting.



5. Pengaturan *latitude* pada mounting

Mengatur lintang harus dilakukan dengan hati-hati dikarenakan rentan terkena gangguan paralaks antara mata dan jarum penunjuk nilai lintang. Nilai lintang di atur sesuai tempat observasi pengamat.



6. Skala koordinat Deklinasi dan Ascensio Rekta pada mounting equatorial manual. Data koordinat yang dipakai pada mounting Equatorial adalah Deklinasi dan Sudut jam, untuk mengoptimalkan kinerja mounting adalah dengan menambahkan *polar pointer* / penanda sudut di bagian mounting yang harus diarahkan ke nilai 0° pada komponen skala tambahan tripod.



B. Analisis Pengaruh Optimalisasi Mounting terhadap Akurasi Kalibrasi *Setting Circle* pada Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2

Sebagaimana yang telah dijelaskan di poin A tentang Aspek yang paling mempengaruhi tingkat akurasi sebuah teleskop terlebih untuk teleskop berjenis mounting Equatorial Manual untuk proses *setting circle* atau *polar alignment* yaitu:

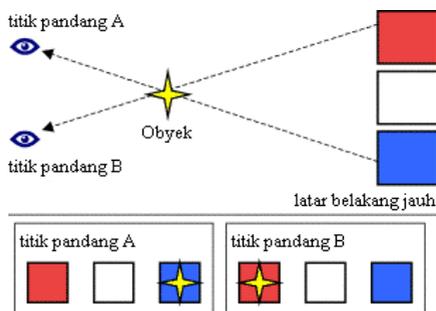
1. Tripod

Tripod sangat penting untuk menjaga keseimbangan teleskop, tripod yang baik adalah tripod dengan konstruksi yang kokoh sehingga teleskop tidak mudah berubah posisi.

Penambahan komponen 360° pada tripod dimaksudkan untuk mencari arah selatan menggunakan kompas yang sudah melewati proses koreksi deklinasi magnetik sesuai kota tempat observasi. Dan memilih salah satu kaki teleskop sebagai titik 0° dengan maksud agar posisi kaki tripod tersebut mengarah ke utara maka *counterweight* pada mounting tidak akan terbentur dengan kaki tripod.

2. Pengaturan *latitude* pada mounting

Mengatur knob *latitude* pada mounting termasuk salah satu faktor yang sangat penting untuk menunjang tingkat akurasi karena prinsip dari teleskop bermounting equatorial harus diarahkan ke kutub langit selatan (jika pengamat berada di hemisphere selatan) dan diarahkan ke kutub langit utara (jika pengamat berada di hemisphere utara) posisi parkir teleskop seperti ini disebut sebagai *home position*, jadi jika latitude tidak diatur dengan benar maka teleskop akan melenceng dari titik kutub langit. Paralaks merupakan gangguan yang paling umum sebagai sumber *human error* / kesalahan yang tak disadari. Paralaks, atau lebih tepatnya paralaks gerak adalah perubahan kedudukan sudut dari dua titik diam, relatif satu sama lain, sebagaimana yang diamati oleh seorang pengamat yang bergerak. Secara sederhana, paralaks merupakan pergeseran yang tampak dari suatu objek (titik 1) terhadap latar belakang (titik 2) yang disebabkan oleh perubahan posisi pengamat.⁷⁵



⁷⁵ <https://id.wikipedia.org/wiki/Paralaks>, diakses pada tanggal 20 juni 2022.

3. Skala koordinat Deklinasi dan Ascensio Rekta pada mounting equatorial manual.

Data koordinat yang dipakai pada mounting Equatorial adalah Deklinasi dan Sudut Jam, tingkat akurasi ini akan bergantung pada ketepatan komponen tambahan berupa polar pointer yang mengarah ke 0° pada tripod. Karena ketepatan yang dilakukan pada proses ini akan berselaras dengan ketepatan pada proses penyetingan *latitude* maka keberhasilan pada proses ini akan menghasilkan teleskop yang sudah mengarah tepat ke kutub langit selatan dan dalam mode *home position*, siap untuk mencari target objek benda langit.

Semakin sedikit kesalahan yang dilakukan saat proses penyetingan teleskop maka tingkat *human error* pun akan semakin berkurang dan hasil selisih pada saat proses kalibrasi tidak akan terlalu tinggi. Semakin banyak kesalahan akan mengakibatkan kegagalan dalam observasi.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasar dari data data dan analisis pada pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Teleskop skywatcher 90/910 eq2 memerlukan penambahan komponen agar dapat melakukan proses *setting circle / polar alignment*. Penambahan tersebut berupa sudut 360° dan polar pointer untuk menunjang proses kalibrasi agar nilai selisih tidak terlalu besar atau bahkan sampai mengalami kegagalan.
2. Dengan dilakukannya eksperimen ini dan data data sample kalibrasi yang telah terkumpul menunjukkan bahwa teleskop skywatcher 90/910 eq2 mampu untuk melakukan proses *setting circle* secara akurat untuk membidik target objek benda langit tanpa menggunakan bantuan finderscope, dan tentunya cara ini juga dapat dipakai untuk keperluan rukyat hilal selain untuk mengamati objek benda langit lainnya.

B. Saran

Karena proses penyettingan yang dapat menyebabkan kesalahan yang tak disengaja (*human error*) maka pemilihan tempat yang datar juga sangat direkomendasikan karena penyetingan tripod pada lahan yang miring tingkat kesulitannya akan meningkat drastis dan akan mengurangi tingkat keberhasilan pada proses *setting circle*.

Disamping itu, kehati-hatian dalam penyetingan lintang pada mounting sangat diperlukan agar tidak terkena *parallaks error*.

C. Penutup

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi penulis kemudahan mulai dari awal pembuatan skripsi ini sampai selesai. Meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin, namun penulis sadar masih ada banyak sekali kekurangan dan kelemahan dalam berbagai aspek pada skripsi ini. Meskipun demikian, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, khususnya para akademisi di bidang falak dan para pegiat astronomi diluar sana. Atas saran dan kritik bersifat konstruktif untuk kesempurnaan tulisan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- NIN STUDIO, Seri Penemuan 23 : Teleskop, Elex Media Komputindo ,Jakarta ,2006
- Tim Penyusun Pedoman Penulisan Skripsi, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syariat IAIN Walisongo, 2019.
- Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004).
- Iwan Permana Suwarna, *Optik*, Bogor: Duta Grafika, 2010.
- Hariyadi Putraga, *Astronomi Dasar*, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU), 2016.
- Chatief Kunjaya, *Suplemen Astrofisika Untuk SMA*, jakarta: Trisula Adisakti, 2014.
- Winardi Sutanty, *Astrofisika Mengenal Bintang*, (Bandung : Penerbit ITB, 1984).
- Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inovasi, dan Kontribusi Peradaban Islam di Bidang Astronomi)*, Purwokerto : UM Purwokerto Press, 2016.
- Arwin juli Rakhmadi Butar Butar, bukunya yang berjudul : *Astronomi Muslim (Sepanjang Sejarah Peradaban Islam Biografi Intelektual, Karya, Sumbangan, dan Penemuan)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2019.

- Achmad Warson Munawwir, *al-Munawwir: Kamus Al-Munawwir*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997.
- J. Wensick, *Al-Mu'jam Al-Mufahrats Li Alfadz Al-Hadis Al-Nabawy Juz II*, Leiden: E. J. Brill, 1943.
- John M. Echols dan Hassan Shadily, *Kamus Indonesia-Inggris*, direvisi dan diedit oleh John U. Wolf, James T. Collins, dan Hassan Shadily dari *An Indonesian English Dictionary*, Cet. VII, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- M. Ma'rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam*, Jakarta: Gaung Persada Press, 2010.
- Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, Jakarta: Amythas Publicita, 2007.
- Ahmad Asrof Fitri, "Menjembatani Visibilitas Hilal dan Wujudul Hilal untuk Unifikasi Kalender Hijriyah (Upaya Penyatuan dengan Teleskop Inframerah)" dalam *Penyatuan Kalender Hijriyah (Sebuah Upaya Pencarian Kriteria Hilal yang Obyektif Ilmiah)*, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2012.
- Susiknan Azhari, *Kalender Islam: Ke Arah Integrasi Muhammadiyah-NU*, Yogyakarta: Museum Astronomi Islam, 2012.

- Yahya bin Syaraf An-Nawawi, *Shahih Muslim bi Syarhi an-Nawawi*, Beirut: Dar Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1995.
- Muhammad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad bin Rushd al Qurthubiy al-Andalusiy, *Bidayat al-Mujtahid wa Nihayat al-Muqtashid Juz I*, Beirut: Dar Ibn Ashshaashah, 2005.
- Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007.
- Dr. H. Abd. Salam, ILMU FALAK PRAKTIS (Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah), (Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya, tt).
- Robbin Kerrod, *Bengkel Ilmu Astronomi*, diterjemahkan oleh Syamaun Peusangan dari *Get a Grip on Astronomy*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2005.
- Agustinus Gunawan Admiranto, *Menjelajahi Bintang Galaksi dan Alam Semesta*, Yogyakarta: Kanisius, 2009.
- E. Roy dan D. Clarke, *Astronomy: Principles and Practices*, Bristol: J. W. Arrowsmith, 1978.
- PHILIP'S ASTRONOMY ENCYCLOPEDIA*, British Library: Octopus Publishing Group, 2002.
- Santoso, Didik R. *Pengukuran Stress Mekanik Berbasis Sensor Piezoelektrik: Prinsip Desain dan Implementasi*. Malang: UB Press. 2017.

Jurnal dan Skripsi

- Ahmad Asrof Fitri, *Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*, Semarang: Skripsi Jurusan Ilmu Falak-FSH UIN Walisongo, 2013.
- H. Abbas Padil, “*DASAR-DASAR ILMU FALAK DAN TATAORDINAT: Bola Langit dan Peredaran Matahari*” *al-daulah* Vol. 2, No. 2, Desember 2013.
- Mohammad Hafiz Shaikh et al., “*Celestial Object Tracker using Automated Equatorial Mount for Astrophotography*”, *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 29, No. 8s, 2020, pp. 4898 - 4908.
- Gaurav V. Bhawde et al., “*Design, Fabrication and Analysis of Automatic Telescopic Mount*”, *International Journal of Analytical, Experimental and Finite Element Analysis (IJAEFEA)*, Issue. 1, Vol. 5, March 2018.
- M. Burhanuddin Latief et al., “*Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler*” *Jurnal Fisika Indonesia* No: 54, Vol XVIII, Edisi Desember 2014.
- Baso Intang Sappaile, “*KONSEP INSTRUMEN PENELITIAN PENDIDIKAN*”, *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, No. 066 Tahun Ke-13, Mei 2007.
- Irvan, Leo Hermawan, “*Mengenal Jenis-Jenis Teleskop dan Penggunaannya*”, *AL-MARSHAD: JURNAL ASTRONOMI ISLAM DAN ILMU-ILMU BERKAITAN* Vol. 5, No. 1 Juni 2019.
- William Tobin, “*EVOLUTION OF THE FOUCAULT-SECRETAN REFLECTING TELESCOPE*”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(2), 106–184 (2016).

Website dan Artikel

<https://adi2003.files.wordpress.com/2008/11/kalibrasi.pdf>

<https://adoc.pub/kata-kunci-piggyback-teleskop-utama-teleskop-pemandu.html>

https://id.wikipedia.org/wiki/Teleskop_optik

https://id.wikipedia.org/wiki/Teleskop_radio

https://en.wikipedia.org/wiki/Setting_circles#cite_note-1

Najamudin, article, *KALIBRASI DAN PENGGUNAAN ALAT UKUR*, *tt.*

<https://adi2003.files.wordpress.com/2008/11/kalibrasi.pdf>

https://elib.unikom.ac.id/files/disk1/592/jbptunikompp-gdl-melvinieka-29563-9-unikom_m-i.pdf

<https://skywatcheraustralia.com.au/product/90-eq2-refractor/>

<https://oif.umsu.ac.id/2020/09/kelebihan-aplikasi-stellarium/>

<https://id.wikipedia.org/wiki/Paralaks>

Lampiran

Kegiatan observasi menguji metode eksperimen.



Kegiatan observasi dengan target objek *orion nebula* dan dokumentasi hasil proses kalibrasi *setting circle* untuk objek target *orion nebula* menggunakan *smartphone* xiaomi redmi note 3 pro.



Hasil dokumentasi hasil proses kalibrasi *setting circle* untuk beberapa objek benda langit.

Jupiter (and two of its satellites, Europa 'top' and Io 'bottom')

Type: Jovian Planet
Magnitude: - 2.12
Distance: 4.33437560 AU
Hour angle/DE: 21h59m33s / - 22°33'24"
Illuminated: 99.9%
Friday (Wage), May 24 2019
22:53 WIB UTC+7
Kudus, Central Java
Xiaomi Redmi Note 3 Pro + 90mm Refractor

M. Auфа Anis Ar Rofif



HIMPUNAN ASTROFISIKA
AMATIR SEMARANG

Saturn

Type: Jovian Planet
Magnitude: 0.52
Distance: 9.33239876 AU
Hour angle/DE: 20h20m14s / - 21°34'17"
Illuminated: 99.9%
Friday (Wage), May 24 2019
23:17 WIB UTC+7
Kudus, Central Java
Xiaomi Redmi Note 3 Pro + 90mm Refractor

M. Auфа Anis Ar Rofif



HIMPUNAN ASTROFISIKA
AMATIR SEMARANG



Kegiatan observasi dokumentasi dan pengujian eksperimen dengan objek target planet Venus.



"Venus" 18:39 WIB, 13 Mei 2020 Xiaomi Redmi Note 3 Pro + Refractor 90mm © Aufa Anis Ar Rofif

Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2*.



Teleskop *Skywatcher 90/910 EQ2* menggunakan filter matahari.



Dokumentasi objek matahari dilihat melalui teleskop menggunakan solar filter *Black Polymer*.



Komponen Mounting *Skywatcher 90/910 EQ2*



(gambar skala lingkaran deklinasi pada mounting EQ2)



(gambar skala lingkaran sudut jam pada mounting EQ2)

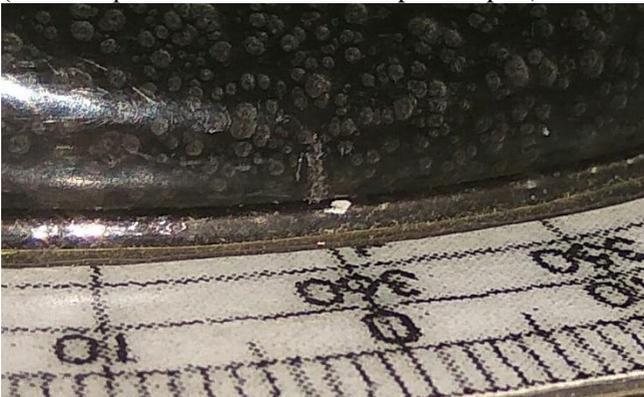


(gambar skala *latitude* pada mounting EQ2)

Komponen tambahan Mounting *Skywatcher 90/910 EQ2*



(Gambar penambahan skala 360° pada tripod)



(Gambar penambahan *Polar Pointer* sederhana)

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. Aufa Anis Ar Rofif
Tempat & Tgl. Lahir : Kudus, 31 Agustus 1996
Alamat : Dusun Geneng RT 03 RW 02, Gang
Candi Asri I, Desa Singocandi
Kecamatan Kota Kabupaten Kudus
Nomor HP. : 081548308646

Pendidikan Formal

SD NU Nawa Kartika Kudus	2002-2009
MTs NU TBS Kudus	2009-2012
MA NU TBS Kudus	2012-2015
UIN Walisongo Semarang	

Pendidikan non Formal

-

Pengalaman Organisasi

Himpunan Astronomi Amatir Semarang
Salvator Kudus Semarang

Semarang, 22 Juni 2022
Penulis,



M. Aufa Anis Ar Rofif
NIM 1502046073