

***RANCANG BANGUN AUTO POINTING PADA
HILAL***

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat guna Memperoleh
Gelar Magister dalam Program Pascasarjana Ilmu Falak



Oleh:

IKHSAN MAHAENDRA

2102048019

**PRODI PASCASARJANA ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang betanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ikhsan Mahaendra

NIM : 2102048019

Program Studi : Ilmu Falak – S2

Fakultas : Syari'ah dan Hukum

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

RANCANG BANGUN AUTO POINTING PADA HILAL

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

Semarang, 17 February 2024

IKHSAN MAHAENDRA

NIM. 2102048019

PENGESAHAN HASIL UJIAN TESIS



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

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

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : **Ikhсан Mahaendra**

NIM : 2102048019

Judul : **RANCANG BANGUN AUTO POINTING PADA HILAL**

telah dilakukan revisi sesuai saran dalam Sidang Ujian Tesis pada tanggal 27 Maret 2024 dan layak dijadikan syarat memperoleh Gelar Magister dalam bidang Ilmu Falak.

NAMA

Dr. Novita Dewi Masvitoh, MH.
Ketua Majelis

TANGGAL

2/4 2024

TANDA TANGAN

Prof. Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Sekertaris

Dr. Mahsun, M.Ag.
Penguji 1

2/4 - 2024

Dr. Ahmad Syifaul Anam, MH.
Penguji 2

2/4 - 24.

NOTA DINAS

Semarang, 25 Januari 2024

Kepada
Yth. Direktur Pascasarjana
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

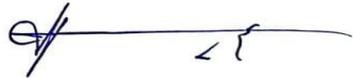
Nama : **Ikhsan Mahaendra**
NIM : 2102048019
Program Studi : Ilmu Falak – S2
Fakultas : Syari'ah dan Hukum
Judul : ***Focusing Hilal Pada Aplikasi Stellarium Menggunakan Teleskop***

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum Pascasarjana UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Semarang, 25 Januari 2024

Pembimbing I,



Dr. Tolkah, M.A.
NIP: 196905071996031005

NOTA DINAS

Semarang, 25 Januari 2024

Kepada
Yth. Direktur Pascasarjana
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : **Ikhsan Mahaendra**

NIM : 2102048019

Program Studi : Ilmu Falak – S2

Fakultas : Syari'ah dan Hukum

Judul : *Focusing Hilal Pada Aplikasi Stellarium Menggunakan Teleskop*

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum Pascasarjana UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Semarang, 25 Januari 2024

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP: 197205121999031003

PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan kepada dua orang terhebat dalam hidup saya, Ayah dan Ibu yang tercinta. Atas do'a, harapan, dan semangat kepada saya yang tak pernah putus.

Keduanyaalah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap ini.

Kepada saudara-saudaraku yang tercipta dari mimpi yang akan menjadi kenyataan

Kepada semua orang yang telah lama menunggu hilal di awal bulan mulai yang tampak sampai yang tidak tampak. Namun tetap mencari hilal dimanapun kau berada.

MOTO

Merantaulah ...

Orang berilmu dan beradab tidak akan diam di kampung halaman

Tinggalkan negerimu dan merantaulah ke negeri orang

Merantaulah ...

Kau akan dapatkan pengganti dari kerabat dan kawan

Berlelah-lelahlah, manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang.

Aku melihat air menjadi rusak karena diam tertahan

Jika mengalir menjadi jernih, jika tidak, kan keruh mengenang

Singa jika tak tinggalkan sarang tak akan dapat mangsa

Anak panah jika tidak tinggalkan busur tak akan kena sasaran

Jika matahari di orbitnya tidak bergerak dan terus diam, tentu manusia bosan padanya dan enggan memandang

Bijih emas bagaikan tanah biasa sebelum digali dari tambang

Kayu gaharu tak ubahnya seperti kayu biasa Jika didalam hutan

Imam Syafi'I, dalam *Mahfudzat*

ABSTRAK

Judul : **RANCANG BANGUN AUTO PONTING PADA HILAL**

Penulis : Ikhsan Mahaendra

NIM : 2102048019

Beberapa alat seperti theodolite dan gawang lokasi memiliki beberapa kekurangan dari segi menentukan dari segi pergerakan dan penetapan posisi hilal, hal ini disebabkan karena alat-alat tersebut masih berbasis manual. *Auto pointing pada hilal* dirancang untuk mencari dan menunjukkan, serta memfokuskan posisi dan visibilitas bulan pada teleskop. Peneliti sangat tertarik membahasnya dalam bentuk tesis yang berjudul “Rancang Bangun *Auto Pointing Pada Hilal*”.

Jenis penelitian ini adalah penelitian *R&D*. Penelitian pengembangan ini berupaya melakukan pengkajian sistematis terhadap pendesaian, pengembangan dan evaluasi terhadap instrument *auto pointing pada hilal* guna dapat difungsikan dalam rukyat hilal.

Adapun kesimpulan pada penelitian ini, sebagai berikut: (1) Faktor yang menjadi kekurangan instrument rukyatul hilal dalam hal ini theodolite dan gawang lokasi yaitu: pertama, theodolit yang digunakan masih memiliki kekurangan dari segi teropong, traking, dan prosesor, kedua, gawang lokasi tidak dapat digunakan ke dalam pengamatan dengan keakurasian tinggi, serta membutuhkan perhitungan dengan akurasi tinggi. (2) Rancang bangun *Auto pointing pada hilal* memiliki beberapa tahapan yang harus dilalui sehingga terciptanya *Auto pointing pada hilal*, Adapun tahapan sebagai berikut: pertama, menyiapkan komponen-komponen *Hardware*. kedua, membuat diagram alur atau tahapan pembuatan. ketiga, membuat rancangan schematic atau alur pergerakan alat dan rancangan konfigurasi *software* dan *hardware*. keempat, membuat *flowchart* atau alur fungsi alat. kelima, membuat script pemrograman dengan aplikasi Arduino. keenam, membuat aplikasi input data koordinat altitude dan azimuth dengan aplikasi kadular, yang terdiri dari derajat, menit dan detik. (3) Ketiga pengamatan uji akurasi *Auto pointing* masing-masing tidak memiliki selisih antara *Auto pointing*

dan mounting altazimuth ioptron. dan dari sudut pandang perhitungan pengambilan nilai tidak memiliki selisih. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dari segi data perhitungan tidak terdapat selisih.

Kata kunci: *Auto Pointing, Rukyatul Hilal, Instrument*

ABSTRACK

Title : **DESIGN AND CONSTRUCT AUTO POINTING SYSTEM FOR HILAL**

Author : Ikhsan Mahaendra

NIM : 2102048019

Some tools such as theodolites and location goals have several shortcomings in terms of determining the movement and position of the crescent moon, this is because these tools are still manual based. Auto pointing on the crescent moon is designed to find and show, as well as focus the position and visibility of the moon in the telescope. Researchers are very interested in discussing it in the form of a thesis entitled "Design and Development of Auto Pointing on the Hilal".

This type of research is R&D research. This development research seeks to carry out a systematic study of the design, development and evaluation of auto pointing instruments on the hilal so that they can be used in rukyat hilal.

The conclusions of this research are as follows: (1) Factors that cause deficiencies in the rukyatul hilal instrument, in this case theodolite and location goal, are: first, the theodolite used still has shortcomings in terms of binoculars, tracking and processor, second, the location goal does not can be used for observations with high accuracy, and requires calculations with high accuracy. (2) The design of Auto pointing on the hilal has several stages that must be gone through to create Auto pointing on the hilal. The stages are as follows: first, prepare the Hardware components. second, create a flow diagram or manufacturing stages. third, create a schematic design or tool movement flow and software and hardware configuration design. fourth, create a flowchart or flow of tool functions. fifth, create a programming script with the Arduino application. sixth, create an altitude and azimuth coordinate data input application using a cadular application, which consists of degrees, minutes and seconds. (3) The three Auto pointing accuracy test observations each have no difference between Auto pointing and ioptron altazimuth mounting. and from the point of view of calculating the value there is no difference. So it can be concluded that in terms of calculation data there is no difference.

Keyword: Auto Pointing, Rukyatul Hilal, Instrument

PEDOMAN TRANSLITRALI

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No	Arab	Latin
1	ا	Tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	ṡ
5	ج	j
6	ح	h
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	ẓ
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	ṡ
15	ض	ḍ

No	Arab	Latin
16	ط	ṡ
17	ظ	ẓ
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
22	ك	k
23	ل	l
24	م	m
25	ن	n
26	و	w
27	ه	h
28	ء	,
29	ي	y

2. Vokal Pendek

.... = a	كَتَبَ	kataba
.... = i	سُئِلَ	su'ila
.... = u	يَذْهَبُ	yazhabu

3. Vokal Panjang

أ... = ā	قَالَ	qāla
آي = ī	قِيلَ	qīla
أُو = ū	يَقُولُ	yaqūlu

4. Diftong

أَيُّ = ai	كَيْفَ	kaifa
أَوْ = au	حَوْلَ	ḥaula

Catatan:

Kata sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyah ditulis [al-] secara konsisten supaya selarah dengan teks arabnya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT pencipta alam semesta dan segala isinya, yang telah menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan, serta mengendalikan bintang-bintang dengan keanggunan dan kehendakNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Rancang Bangun *Auto Pointing pada Hilal*”.

Salam rindu dan shalawat penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pembawa risalah keislaman, idola, dan teladan hidup. Salam ini pula ditujukan kepada para keluarga beliau, sahabat beliau, dan seluruh umat manusia sepanjang masa yang teguh pada ajaran-ajaran Allah SWT yang diajarkan oleh beliau.

Penulis menyadari tesis ini selesai tak mutlak merupakan usaha penulis sendiri. Banyak andil dari orang-orang di sekitar penulis yang membantu dalam prosesnya, baik secara langsung dan tidak langsung. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Rochmadi dan Ibunda Nurseha, yang telah memberikan support dari segala aspek, menjadi sekolah pertama penulis, hingga membiayai pendidikan penulis hingga sejauh ini. Juga kepada saudara kandung penulis, Nuzulul Dwi Utami, dan Singgih Mahasin, yang menjadi sumber semangat penulis. Kepada

- istri tercinta Siti Nurkasanah yang selalu sabar menemani dan selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Tolkah selaku pembimbing 1 tesis penulis yang telah banyak memberikan arahan selama penulisan tesis.
 3. Bapak Prof. Dr. K.H. Ahmad Izzuddin, M.Ag selaku pembimbing 2 tesis penulis yang telah banyak memberikan arahan selama penulisan tesis.
 4. Bapak Dr. Mahsun M.Ag, Bapak Ahmad Adib Rofiuddin M.SI, sebagai ketua program studi dan sekretaris program studi pascasarjana Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, beserta semua staff dan jajarannya.
 5. Bapak Dr. Ahmad Syifa'ul Anam selaku Kepala Laboran Planetarium dan Observatorium UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ruang berkarya, mengabdikan dan selalu menjadi motivator penulis saat menempuh perkuliahan.
 6. Bapak M. Ihtirozun Ni'am MH., Bapak Muhammad Nurkhanif SHI., MSI., dan Bapak Irman Said Prastyo M.Sc., sebagai dosen yang banyak berdiskusi dengan penulis terkait problematika tesis penulis selama di Planetarium.
 7. Seluruh Dosen Fakultas Syariah dan Hukum, terkhusus Dosen Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

8. Teman-teman seangkatan di prodi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.
9. Teman-teman asisten laboran Planetarium & Observatorium UIN Walisongo Semarang, rekan magang Planetarium & Observatorium UIN Walisongo Semarang.
10. Himpunan Astronomi Amatir Semarang (HAAS) yang menjadi wadah penulis menemukan dan mengembangkan ketertarikan lebih besar terkait dunia astronomi yang menjadi salah satu batu loncatan dalam kehidupan penulis.
11. Semua pihak yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah berjasa dalam karir akademik penulis.

Demikian tesis yang dapat penulis susun. Semoga tesis yang penulis susun ini dapat bermanfaat bagi kepentingan akademis dan praktis, serta memberikan sumbangsih besar bagi masyarakat dan khazanah keilmuan falak di seluruh dunia.

Semarang, 17 Februari 2024

Penulis

Ikhsan Mahaendra
NIM: 2102048019

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PENGESAHAN HASIL UJIAN TESIS	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
PERSEMBAHAN	v
MOTO.....	vi
ABSTRAK	vii
PEDOMAN TRANSLITRALI.....	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Manfaat dan Tujuan Penelitian	7
D. Spesifikasi Produk	7
E. Asumsi Pengembangan.....	8
F. Kajian Pustaka	9
G. Metode Penelitian	14
H. Sistematika Pembahasan.....	20
BAB II RUKYATU HILAL, INSTRUMENTASI DAN PENGAPLIKASIANNYA.....	22
A. Rukyatul Hilal.....	22
1. Pengertian Rukyatul hilal.....	22

2.	Dasar Hukum Rukyatulhilar.....	29
3.	Konsep Rukyatul Hilal.....	35
4.	Perkembangan Rukyatulhilar	47
B.	Mounting Teleskop	56
BAB III PROSES PERANCANGAN AUTO POINTING PADA HILAL.....		59
A.	AUTO POINTING.....	59
1.	Pengertian Auto Pointing	59
2.	Komponen-Komponen Auto Pointing	60
3.	Perancangan dan Pemograman Auto Focuser.....	69
B.	Pengujian.....	92
C.	Instrument Rukyat hilal.....	96
BAB IV ANALISIS AUTO POINTING PADA HILAL 100		
A.	Analisis Faktor Kekurangan Instrumen Manual Dalam Rukyatul Hilal.....	100
B.	Analisis Fungsional <i>Auto Pointing</i> Pada <i>Hilar</i>	106
C.	Uji Akurasi <i>Auto Pointing</i> Pada <i>Hilar</i>	114
BAB V PENUTUP.....		122
A.	Kesimpulan	122
B.	Implikasi Hasil Penelitian	125
C.	Saran	126
D.	Kata Penutup.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....		129
LAMPIRAN.....		134
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		150

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Instrumen Kuisisioner UAT

Tabel 3.2 Skala Likert

Tabel 3.3 Kriteria Penilaian

Tabel 4.1 Jumlah Perhitungan Kuisisioner

Tabel 4.2 Jumlah pesentase

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1: Periode sideris dan sinodis
- Gambar 2.2: *Lunar perigee* dan *Lunar apogee*
- Gambar 2.3: fase-fase bulan
- Gambar 2.4: gawang lokasi
- Gambar 2.5: Binokuler
- Gambar 2.6: Theodolite
- Gambar 2.7: Teleskop
- Gambar 2.8: Astrolabe
- Gambar 2.9: Rubu' Mujayyab
- Gambar 2.10: Mounting teleskop altazimuth dan equatorial
- Gambar 3.1. ESP32
- Gambar 3.2. Motor Servo
- Gambar 3.3. Baterai Lippo
- Gambar 3.4. Braket servo
- Gambar 3.5. Tripot penyangga mounting
- Gambar 3.6. Kabel Jumper
- Gambar 3.7. PCB
- Gambar 3.8. Saklar on dan off
- Gambar 3.9. Aplikasi Arduino
- Gambar 3.10. Aplikasi Kodular.i0
- Gambar 3.11. diagram alur metodologi penelitian

Gambar 3.12. schematik dan rancangan konfigurasi

Gambar 3.13. Tampilan layar aplikasi

Gambar 3.14. Blok pembuatan panel pada aplikasi

Gambar 3.15. Blok pembuatan koneksi Bluetooth

Gambar 3.16. Blok pembuatan input nilai azimuth dan altitude

Gambar 3.17. alur operasi alat

Gambar 3.18. Hardware *auto focuser* secara full

Gambar 3.19. Hardware Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

Gambar 3.21. Hardware Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

Gambar 3.21. Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

Gambar 4.1. kondisi ufuk Observatorium UIN Walisongo Semarang

Gambar 4.2. Bluetooth yang menghubungkan antara *Auto pointing* pada *hilal* dengan *smartphone*

Gambar 4.3. input data benda langit

Gambar 4.4. Pengamatan hilal dengan *auto pointing* pada *hilal*

Gambar 4.5. Pengamatan hilal dengan *auto pointing* pada *hilal*

Gambar 4.9. penampakkan hilal 29 Jumadil Akhir 1445 H
dengan *auto pointing* pada *hilal*

Gambar 4.10. penampakkan tanggal 1 Rajab 1445 H dengan
auto pointing pada *hilal*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hilal atau biasa disebut bulan sabit merupakan istilah yang biasa dikenal dalam dunia astronomi khususnya di bidang ilmu falak. Dalam penentuan awal bulan hijriah pergantian bulan ditandai dengan munculnya hilal setiap tanggal 29 hijriah. Oleh sebab itu para praktisi falak selalu mengadakan observasi atau rukyatulhilal di daerah masing-masing.

Penampakan (visibility) hilal ini sangat penting untuk menentukan awal bulan kamariah, sebelum ilmu falak berkembang. Metode melihat hilal secara visual dikenal sebagai rukyat. Metode ini menginterpretasikan hadis Nabi SAW yang menyatakan bahwa melihat hilal harus secara visual. Namun, ada banyak masalah yang menghalangi penglihatan hilal secara visual, antara lain:

1. Kondisi cuaca (mendung, tertutup awan, dsb);
2. Ketinggian hilal dan Matahari;
3. Jarak Bulan dan Matahari (bila terlalu dekat, meskipun Matahari telah tenggalam di bawah ufuk, berkas sinarnya masih menyilaukan sehingga hilal tidak akan tampak);

4. Kondisi atmosfer Bumi (asap akibat polusi, kabut, dsb);
5. Kualitas mata pengamat;
6. Kualitas alat (optik) untuk pengamatan;
7. Kondisi psikologis pengamat (perukyat);
8. Waktu dan biaya
9. Transparansi proses.¹

Untuk mencapai tujuan dan maksud pelaksanaan rukyatulhilar secara efektif, diperlukan persiapan yang cermat tentang psikologis dan mental para perukyat, penyediaan data hilal (hasil hisab), dan ketersediaan instrumen dan perlengkapan yang cukup.² Beberapa instrumen yang dapat digunakan untuk rukyatulhilar adalah:

Pertama, gawang lokasi adalah alat sederhana untuk memperkirakan posisi hilal selama pelaksanaan rukyat. Alat ini terdiri dari dua bagian: (1) tiang pengincar, sebuah tiang tegak dari besi tingginya sekitar satu sampai satu setengah meter dengan lubang

¹ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab* (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 87.

² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 173-174.

kecil di puncaknya untuk mengincar hilal; (2) gawang lokasi, dua tiang tegak terbuat dari besi berongga, semacam pipa. Untuk menggunakan alat ini, kita harus sudah memiliki hasil perhitungan tinggi dan azimuth hilal dan arah mata angin yang jelas.³

Kedua, alat yang disebut binokular dipegang dengan tangan dan digunakan untuk membesarkan benda jauh dengan melewati tampilan dua rentetan lensa dan prisma yang berdekatan. Untuk mengembalikan tampilan dan memantulkan cahaya melalui refleksi internal total, prisma digunakan. Binokular, yang dapat disebut sebagai binokular karena dua teleskop digabungkan menjadi satu, memberikan penglihatan tiga dimensi kepada pemakainya.⁴

Ketiga, theodolite adalah alat yang digunakan untuk mengukur tinggi dan azimuth suatu benda langit. Dalam ilmu falak, theodolite digunakan untuk

³ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012) Cet. II, 70-71.

⁴ Risya Himayatika, “*Teknik Rukyatul Hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul Hilal Muhammad Inwanuddin)*” Tesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2019), 25, tidak dipublikasikan.

mengukur sudut arah kiblat, ketinggian Matahari, dan pengamatan benda langit. Theodolit memiliki kelebihan bahwa itu dapat mengetahui arah hingga skala detik busur ($1/3.600^\circ$). Selain itu, alat ini dilengkapi dengan teropong dengan berbagai pembesaran lensa yang dapat melihat benda langit dari jarak jauh.⁵

Keempat, alat untuk melihat benda yang jauh (tele) disebut teleskop atau teropong. Mereka bekerja dengan mengumpulkan radiasi elektromagnetik dan membentuk citra dari benda yang diamati. Misalnya, jika Anda menggunakan teropong dengan pembesaran lima kali lipat, benda akan terlihat lima kali lebih dekat daripada jika Anda melihatnya dengan mata telanjang.⁶

Beberapa alat yang telah dijelaskan di atas memiliki beberapa kekurangan dari segi menentukan dari segi pergerakan dan penetapan posisi hilal, hal ini disebabkan karena alat-alat tersebut masih berbasis

⁵ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017), 263.

⁶ Nofran Hermuzi, "Uji Kelayakan Bukit Cermin Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau Sebagai Tempat Rukyatulhilar (Analisis Geografis, Meteorologis Dan Klimatologis)" Skripsi UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2018), 31, tidak dipublikasikan.

manual, sehingga tidak dapat mengikuti pergerakan benda langit terutama hilal. Semisal posisi hilal pada ketinggian 5° dan alat-alat di atas telah mengarah pada ketinggian 5° , disaat hilal telah bergeser pada lebih rendah maka alat harus dapat mengikuti, akan tetapi pergeseran sedikit saja akan berubah secara drastis, dan hanya para ahli yang dapat menentukan secara spesifik terhadap perubahan alat. Oleh sebab itu diperlukan adanya pembaharuan alat yang dapat digunakan secara maksimal dalam pengamatan hilal.

Salah satu alat atau instrumen yang baru dalam rukyatulhilal adalah *auto pointing pada hilal*, yaitu sebuah instrumen yang berbasis robotik dengan bantuan mikrokontroler yang bisa diaplikasikan dalam pelaksanaan rukyatulhilal. Dalam hal ini, peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino⁷.

⁷ Arduino adalah mikrokontroler single-board yang bersifat open-source. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan software-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware Arduino dan membangunnya. Arduino sering digunakan dalam Robotika, CNC, sistem otomasi dan lain-lainnya. Lihat dalam Deni Kurnia, Belajar Sendiri Arduino Tingkat Dasar(tt: ttp, tth), 2.

Seperti dengan namanya, *auto pointing pada hilal* dirancang untuk mencari dan menunjukkan, serta memfokuskan posisi dan visibilitas bulan pada teleskop. Pemrograman instrumen ini berdasarkan Sistem Koordinat melalui aplikasi astronomi yang sudah ada seperti *stellarium*, *draft moon* dan lain sebagainya.

Auto pointing pada hilal diharapkan dapat menjawab tantangan zaman yang semakin terus maju dan berdasarkan latar belakang di atas peneliti sangat tertarik membahasnya dalam bentuk tesis yang berjudul “Rancang Bangun *Auto Pointing pada Hilal*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang dipaparkan peneliti diatas, maka pada penelitian ini peneliti mengerucutkan ke dalam dua pokok pembahasan guna tidak terlalu melebar ke pembahasan lain. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Apa faktor kekurangan instrumen manual dalam rukyatul hilal?
2. Bagaimana rancang bangun *auto pointing* pada *hilal*?
3. Bagaimana akurasi *auto pointing* pada *hilal*?

C. Manfaat dan Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui faktor kekurangan instrumen manual dalam rukyatul hilal.
2. Mengetahui rancang bangun *auto pointing* pada *hilal*.
3. Mengetahui akurasi *auto pointing* pada *hilal*.

D. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan ini sebagai berikut:

1. Sistem *auto pointing* pada *hilal* dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino UNO.
2. Beberapa komponen yang digunakan terdiri dari Arduino UNO, ESP32, Motor Servo TD-8120 MG, Teleskop, Baterai Lipo 2200 mAH, Frame Mounting, Tripod dan box perangkat komponen. Adapun penghubung komponen yang satu dengan yang lainnya menggunakan kabel jumper.
3. Sebagai instrument elektronik, *auto pointing* pada *hilal* membutuhkan arus listrik berupa baterai atau *power bank* sebagai sumber daya.

4. *Auto pointing* pada *hilal* berbentuk mounting Altazimut yang dikoneksikan melalui bluetooth ke *smartphone* dan memiliki bentuk yang praktis.
5. Pemograman *auto pointing* pada *hilal* dilakukan di *text editor* Arduino yaitu IDE (*Integrated Development Environment*) dengan menggunakan bahasa C++, dan untuk penyambung perangkat *Smartphone* ke Arduino UNO menggunakan pemograman SQL *Server* (*Standard Query Language*).

E. Asumsi Pengembangan

Asumsi penelitian dan pengembangan Sistem Pelacak Hilal sebagai instrument rukyatulhilal awal bulan adalah sebagai berikut:

1. *Auto pointing* pada *hilal* digunakan sebagai instrument modern kontemporer dalam pengamatan hilal pada masa ini.
2. Penelitian menggunakan aplikasi stellarium. Aplikasi ini memudahkan penggunaanya dan bisa digunakan setiap orang karena mudah di download dan di akses.
3. Pemograman pencarian objek bulan yang digunakan bersifat global, karena *auto pointing* pada *hilal* sehingg hilal dapat digunakan di mana

saja serta bentuknya yang ergonomis sehingga dapat dibawa dengan mudah ke mana saja.

F. Kajian Pustaka

kajian pustaka merupakan langkah awal yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui secara pasti, apakah penelitian yang telah dipilih memang benar-benar belum pernah dikaji dan diteliti oleh orang-orang sebelumnya, dengan kajian pustaka juga akan mempermudah peneliti dalam menyelesaikan penelitiannya, karena peneliti perlu dan diharuskan untuk mengacu pada pengetahuan, dalil, atau konsep yang sudah ada sebelumnya.

Peneliti melakuakn beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun penelitian tersebut sebagai berikut:

Afif Aulia Rahman, Muhammad Rivai, dan Tasripan dalam jurnalnya, “Sistem Otomatisasi Pelacak Objek Astronomi Menggunakan Teleskop Berdasarkan Stellarium”. Rancangan teleskop yang dibuat oleh Afif Aulia Rohman dan kawan-kawan, berupa sistem yang digunakan untuk melacak objek astronomi yang diambil dari *shoftware stellarium* sebagai *database* objek. Otak yang menjalankan sistem teleskop ialah Arduino dan kemudian dilanjutkan ke

komponen lain yaitu servo, motor DC, sensor derajat, dan teleskop, dalam pengambilan citra objek menggunakan kamera USB dan menampilkan di layar computer. Adapun hasil dari pembuatan alat memiliki kemelencengan 0.6 derajat, mounting yang digunakan ialah Alta-zimuth dengan penyangga monopod permanen. Adapun perbedaan dari apa yang peneliti teliti yaitu dari segi sistem pelacak objek yang dicari, peneliti hanya mencari objek bulan sabit, dan penyangga yang digunakan bersifat fleksibel yaitu mudah dibawa keman-mana.⁸

Risyah Himayatika dalam tesisnya “Teknik Rukyatul hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul hilal Muhammad Inwanuddin”. Studi ini menunjukkan bahwa hasil analisis rukyatulhilal Muhammad Inwanuddin untuk posisi hilal kurang dari 2 derajat sangat sulit untuk diamati secara astronomis. Sebagaimana ditunjukkan dalam penentuan awal Muharram 1439 H, dengan umur hilal 4 jam 55 menit, bentuk hilal tipis rentan terganggu oleh gangguan. Meskipun nilai elongasi telah mencapai batas

⁸ Afif Aulia Rahman, Sistem Otomatisasi Pelacak Objek Astronomi Menggunakan Teleskop Berdasarkan Stellarium, *Jurnal Teknik ITS* vol. 6, No 2 (2016).

minimum 3 derajat (kriteria imkanur rukyat), kondisi langit di ufuk barat tertutup awan rendah. Matahari sudah tidak terlihat sebelum terbenam karena cahaya syafaq dan awan lebih kuat dari cahaya Bulan, sehingga objek yang terlihat hanyalah suara (gangguan) dari hamburan sinar matahari mengenai awan.⁹

M. Burhanuddin Latief, Muchlas dan Yudhiakto Pramudya dalam jurnalnya “Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler”. M. Burhanuddin dkk membuat sistem kendali motor *stepper* yang berfungsi menggerakkan teleskop yang dapat mengikuti pergerakan bulan dan bintang dengan program CodeVisionAVR berbasis mikrokontroler. Adapun hasil yang didapat ialah objek yang diamati selalu berada di tengah teleskop karena mengambil pusat objek yang menjadi patokan, sehingga pembeda dari apa yang ingin diteliti dari segi posisi objek langit.¹⁰

⁹ Risya Himayatika, *Teknik Rukyatul hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul hilal Muhammad Inwanuddin)*, Tesis UIN Walisongo (Semarang: UIN Walisongo).

¹⁰ M. Burhanuddin Latief, Muchlas dan Yudhiakto Pramudya, “Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada

Moh Yusuf Faizin dalam tesisnya “Inovasi Diafragma Pada Teleskop Handmade Untuk Rukyatul Hilal”. Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf ini merupakan inovasi teleskop pada bagian optik yang dirubah menggunakan lensa fotocopy, sehingga pada hasil yang didapat memiliki tingkat kontras cahaya dan menjadikan hilal terlihat.¹¹

Georg Zotti, dkk, dalam jurnalnya “*The Simulated SKY: Stellarium for Cultural Astronomy Research*”. Georg Zotti melakukan penelitian mengenai *SKY Culture* pada aplikasi stellarium yang memberikan gambaran tentang kondisi stellarium saat ini, adapun yang menjadi sorotan mengenai fitur-fitur astronomi budaya dalam diskusinya menerangkan bahwa ada beberapa kesalahan yang kurang sesuai dengan apa yang ada dilapangan.¹²

Dewi Mutia dan Aprilia dalam jurnalnya “*A Study of Ethnoastronomy in Ciptagelar Civilizations,*

Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler”. *Jurnal Fisika Indonesia* No: 54, Vol XVIII (2014)

¹¹ Moh Yusuf Faizin dalam tesisnya “Inovasi Diafragma Pada Teleskop Handmade Untuk Rukyatul Hilal”. *Tesis UIN Walisongo* (Semarang: UIN Walisongo).

¹² Georg Zotti, dkk, “*The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research*”, *arXiv:2104.01019*, Cornell University(2021).

Sukabumi Regency, West Java, Indonesia: Relation of Full Moon Phase with Javanese Calendar and Hijriyah Calendar”, Dewi Mutia dan Aprilia meneliti tentang upacara adat yang ada di Kabupaten Sukabumi Jawa Barat, adat tersebut bernama Mapag Purnama yang dilaksanakan pada tanggal 13 sampai 14 pada bulan jawa, untuk menemukan fase bulan purnama Dewi Mutia dan Aprilia menggunakan beberapa aplikasi diantaranya Fred Espenak, NASA, dan Stellarium yang kemudian dikonversi ke kalender Jawa dan Hijriah yang menggunakan koseksi 120 tahun untuk perbedaan siklus dan jumlah lompatan tahun. Akan tetapi setelah 2010 M dapat diketahui bahwa koreksi tersebut tidak berlaku sehingga hasil yang ditemukan ialah kalender jawa satu hari lebih lambat dari kalender hijriah.¹³

Berdasarkan penelusuran peneliti dari beberapa referensi di atas, belum ada penelitian atau tulisan yang membahas secara spesifik tentang sistem yang memposisikan hilal ke posisi tengah teleskop

¹³ Dewi Muthia, Aprilia, “A Study of Ethnoastronomy in Ciptagelar Civilizations, Sukabumi Regency, West Java, Indonesia: Relation of Full Moon Phase with Javanese Calendar and Hijriyah Calendar”, In *EPJ Web of Conferences*, vol. 240, p. 07007. EDP Sciences, 2020

dalam Rukyatul hilal, sehingga peneliti menilai bahwa penelitian tentang metode ini layak untuk diteliti dan didalami lebih lanjut.

G. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang penulis ambil adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development*.¹⁴ Penelitian ini juga merupakan penelitian lapangan serta pengembangan dalam upaya melakukan pengkajian sistematis, terhadap pendesaian, pengembangan dan evaluasi terhadap instrument *auto focuser* pada *pointing hilal* beberapa instrument manual guna dapat difungsikan dalam rukyat hilal. Rincian metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Model Pengembangan

Model pengembangan yang peneliti akan lakukan adalah mengembangkan mikrokontroler arduino agar dapat digunakan sebagai instrumen

¹⁴ Penelitian Pengembangan *Research and Development* (R&D). Dalam bidang pendidikan dan pembelajaran, penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan dan pembelajaran yang efektif dan adaptabel. Produk dari model penelitian ini diharapkan dapat dipakai untuk meningkatkan dan mengembangkan mutu pendidikan dan pembelajaran. Tim Perumus, Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah Pascasarjana UIN Walisongo, (Semarang: Pascasarjana UIN Walisongo, 2021), 24.

rukyat hilal. Pengembangan instrumen ini meliputi pemrograman Arduino sebagai otak dari instrumen ini, aplikasi stellarium yang memberikan data koordinat bulan. Semuanya diprogram didalam text editor yang bernama IDE (*Integrated Development Environment*). Modifikasi juga dilakukan dengan menambahkan motor servo yang menjadi penggerak teleskop.

2. Sumber Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini, peneliti mendapat kan data dari dua sumber yaitu sumber data primer dan sekunder. Sumber data primer merupakan data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya. Sumber data primer yang peneliti ambil melalui observasi lapangan yaitu pengamatan hilal, serta menelaah terhadap alat-alat manual yang biasa digunakan dalam pelaksanaan rukyatul hilal dalam hal ini ialah theodolit dan gawang lokasi. Adapun sumber data Skunder dalam penelitian ini meliputi berasal dari buku *introduction to Arduino, A piece of cake*. Karya Alan G. Smith, yang berisi struktur-struktur

dasar pemograman dan perancangan Arduino.¹⁵ Serta buku-buku tentang perhitungan awal bulan yang akan dijadikan dasar pembuatan program Arduino dan kitab-kitab, buku-buku, jurnal-jurnal, artikel-artikel, karya tulis dan seluruh dokumen yang berkaitan dengan penelitian.

3. Prosedur Pengembangan

Tahap pertama yaitu studi pendahuluan, langkah awal ini menjadi acuan dalam perumusan masalah dan penajaman fokus penelitian, pemantapan teori, dan pemahaman kondisi empirik di lapangan.¹⁶ Tahap ini, peneliti mengumpulkan literatur mengenai perancangan arduino serta pengaplikasiannya dalam penentuan posisi hilal. selain itu, peneliti juga mengumpulkan literatur mengenai model-model skema rancangan arduino dan algoritma pemogramannya.

Tahap kedua adalah Pengembangan Prototipe. Pada tahap ini, peneliti terlebih dahulu merancang skema eletronika Arduino

¹⁵ Alan G. Smith, *Introduction to Arduino, A piece of cake*, (California: Create Space, 2011).

¹⁶ Tim Perumus, *Panduan Penulisan*, 43

menggunakan protheus, hal ini dilakukan agar memudahkan menghubungkan antara Arduino dan komponen-komponen yang digunakan seperti kompas digital, bluetooth dan *Smartphone*. Setelah itu peneliti membuat flowchart¹⁷ yang bertujuan memudahkan peneliti dalam perancangan dan pemrograman sistem pelacak hilal. Dan terakhir peneliti melakukan pemrograman alat Arduino (*IDE Integrated Development Environment*).

Tahap ketiga adalah uji akurasi. Tahap ini peneliti membandingkan anatara hasil perhitungan *auto focuser* pada *pointing hilal* dengan perhitungan falak menggunakan rumus penentuan awal bulan. Hal ini dimaksudkan untuk menguji kesesuaiann hasil perhitungan alat dan hasil perhitungan awal bulan. Kemudian peneliti juga melakukan pegujian lapangan yaitu observasi

¹⁷ Flowchart adalah diagram yang menampilkan Langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkag digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. Baca selengkapnya di Rony Setiawan, "Flowchart adalah: Fungsi, Jenis, Simbol dan Contohnya", di akses 12 Desember 2021, <https://www.dicoding.com/blog/flowchart-adalah/>.

atau penentuan posisi hilal menggunakan sistem *auto pointing* pada *hilal* serta penentuan posisi hilal menggunakan teleskop yang menggunakan mounting robotik. Dengan membandingkan hasil pengukuran dari dua instrumen tersebut dapat diketahui tingkat akurasi posisi hilal menggunakan *auto pointing* pada *hilal* berdasarkan data aplikasi astronomi.

Tahap keempat yaitu diseminasi dan sosialisasi, pada tahap ini peneliti menyampaikan hasil pengembangan Arduino berupa sistem *auto pointing* pada *hilal* berdasarkan data. kepada para ahli falak dan pegiat ilmu falak.

4. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penelitian yang dapat dipertanggungjawabkan, peneliti menggunakan beberapa metode pengumpulan data. Beberapa metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

a. Dokumentasi

Metode dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan dan menelaah dokumen-dokumen tertulis berupa buku maupun artikel penelitian yang memiliki relevansi dengan

tema penelitian ini. Dalam hal ini, dokumen yang berkaitan dengan alat penentuan posisi hilal dijadikan sebagai sumber data primer.

b. Observasi

Observasi peneliti lakukan adalah mengamati sistem pelacak hilal berdasarkan data stellarium menggunakan teleskop dengan teleskop yang peneliti buat. Serta membandingkan hasil pengukuran dari dua instrumen tersebut dapat diketahui tingkat akurasi posisi hilal menggunakan sistem pelacak hilal berdasarkan stellarium menggunakan teleskop.

5. Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan peneliti adalah deskriptif analitis. Yaitu suatu teknik analisis data dengan menggambarkan suatu peristiwa suatu hal yang berkenaan dengan data yang didapatkan.¹⁸ Dalam hal ini, peneliti akan menggambarkan sebuah metode secara deskriptif

¹⁸ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2001), Cet. III, 35

mengenai perancangan dan pengaplikasian *auto pointing* pada *hilal*.

Peneliti juga menggunakan metode komparatif atau perbandingan yang dilakukan dengan cara membandingkan *auto pointing* pada *hilal* dan teleskop yang menggunakan mounting robotik. Dengan metode komparatif ini peneliti akan dapat diketahui keakurasian sistem pelacak *hilal* berdasarkan stellarium menggunakan teleskop.

H. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penulisan penelitian ini terbagi dalam 5 (lima) bab yang di dalamnya terdiri atas sub-sub pembahasan. Berikut adalah sistematika penulisannya:

BAB I merupakan pendahuluan yang berisi tentang uraian latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, spesifikasi produk, asumsi pengembangan, kajian pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II adalah tinjauan umum rukyat *hilal*. Dalam bab ini mulai dijelaskan secara umum terkait rukyat *hilal*, yang meliputi sub bab pembahasan, pengertian rukyat *hilal*, dasar hukum rukyatul *hilal*,

instrumen-instrumen yang digunakan dalam rukyatu; hilal dan aplikasi stellarium.

BAB III adalah rancang bangun *auto pointing* pada *hilal* dalam penentuan posisi hilal. Bab ini membahas beberapa sub pembahasan meliputi, pengertian Arduino, komponen pelcak hilal, dan pemograman *auto pointing* pada *hilal* dalam penentuan posisi hilal, serta pemograman aplikasi stellarium dalam mencari objek bulan.

BAB IV adalah analisis *auto pointing* pada *hilal*, yang berisi tentang pokok pembahasan dari penelitian, adapun pembahasannya ialah analisis faktor ketidak efisienan alat manual, analisis rancang bangun dan analisis akurasi *auto pointing* pada *hilal* dalam penentuan posisi hilal serta implementasinya.

BAB V adalah penutup. Dalam bab ini memuat tentang kesimpulan, saran-saran dan penutup.

BAB II

RUKYATU HILAL, INSTRUMENTASI DAN PENGAPLIKASIANNYA

A. Rukyatul Hilal

1. Pengertian Rukyatul hilal

Pergerakan rotasi bumi, bulan, dan matahari merupakan sistem yang digunakan umat Islam dalam pembentukan kalender hijriah, yaitu Ketika bumi, bulan, dan matahari berada pada posisi sejajar dalam istilah falak disebut ijtimak atau konjungsi, dari peristiwa tersebut maka munculah bulan sabit muda yang biasa disebut dengan hilal. Hilal inilah yang dijadikan acuan dalam penentuan awal dan akhir bulan pada kalender hijriah.

Kata hisab dan rukyat sangat identik dengan penentuan awal bulan hijriah.¹⁹ Hipotesis yang diambil dari hasil hisab atau perhitungan dalam menentukan waktu, posisi, dan kondisi hilal yang akan muncul. Kemudian dilakukan

¹⁹ Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 69

rukyat sebagai verifikasi dari hipotesis yang dilandasi oleh perhitungan sebelumnya.²⁰ Metode rukyat penentuan awal bulan hijriah telah dilakukan oleh umat Islam sejak zaman nabi Muhammad SAW yang dibuktikan dengan adanya dalil al Qur'an dan Hadis.²¹

Secara bahasa “rukyat” berasal dari kata رأى-يرى-أرأى-رؤية, yang artinya melihat, menyangka, menduga.²² Pemakaian kata “*ra'a*” memiliki tiga pengertian. Pertama pemakaian melihat sesuatu yang tampak (ابصر). Kedua pemakaian melihat dengan akal pikiran (ادرك/علم). Ketiga pemakaian melihat dengan hati (حسب/ظن).²³ Sedangkan kata “hilal” dalam Bahasa arab artinya bulan baru,

²⁰ Ahmad Izzudin, Fiqih Hisab Rukyat, (Jakarta: Erlangga, 2007), 6- 10

²¹ Abd. Salam, Penentuan Awal Bulan Islam dalam Tradisi Fiqh Nahdlatul Ulama, (Surabaya: Pustaka Intelektual, 2009), 43.

²² Ahmad Warson Munawwir, Kamus al-Munawwir, Cet. XIV (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), 494 – 495.

²³ Pendapat Ahmad Ghazalie Masroerie dalam Musyawarah Kerja dan Evaluasi hisab Rukyah tahun 2008 yang diselenggarakan oleh Badan Hisab Rukyah departemen Agama RI tentang Rukyat al-Hilal, Pengertian dan Aplikasinya, 27-29 Februari 2008, 1-2.

dalam istilah Indonesia disebut dengan bulan sabit (*crescent*) yang pertama muncul setelah terjadi ijtimak (konjungsi)²⁴.

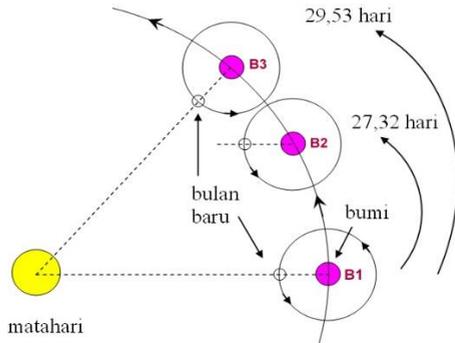
Objek utama dalam pelaksanaan rukyah ialah bulan, merupakan satelit alami yang dimiliki bumi, berdiameter 2.160 mil atau 3.476 km, jika dibandingkan dengan bumi memiliki ukuran seperempat ukuran bumi. Selain jarak yang dekat dengan bumi, bulan jika diamati dari bumi memiliki ukuran yang terlihat sama dengan matahari, padahal diameter matahari 400 kali dari diameter bulan. Hal tersebut disebabkan oleh jarak matahari ke bumi sangat jauh sekitar 150 juta km.²⁵

Waktu yang dibutuhkan bulan mengelilingi bumi 27 hari 7 jam 43 menit 11 detik atau sekitar $27 \frac{1}{3}$ hari yang disebut dengan periode sideris. Sedangkan fase yang dibutuhkan bulan dari fase awal sampai ke awal lagi ialah 29

²⁴ Ijtimak terjadi setiap 29,531 hari sekali, atau disebut pula *satu bulan sinodik*.

²⁵ Robert H. Baker, *Astronomy A Textbook For University And College Student* (New York: D. Van Nostrand Company, 1955), 113.

hari 12 jam 44 menit 2 detik, yang disebut periode sidonis. Periode sidonis inilah yang menjadi landasan penentuan awal bulan hijriah. Hal ini lah yang menyebabkan bervariasinya umur bulan antara 29 atau 30 hari.²⁶

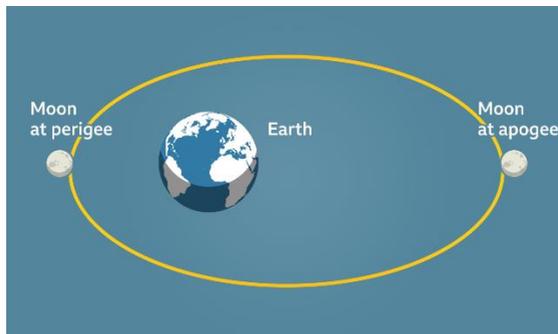


Gambar 2.1: Periode sideris dan sinodis.

Sementara orbit Bulan pada Bumi berbentuk elips, orbitnya tidak bulat. Oleh karena itu, selama siklus perputarannya, ada dua siklus di mana Bulan berada pada jarak terdekat dengan Bumi, yang disebut Lunar perigee, dan satu lagi di mana Bulan berada pada jarak terjauh dengan Bumi, yang disebut Lunar apogee. Pada masa

²⁶ *Ibid*, 119-120.

Lunar apogee, Bulan tampak lebih kecil daripada pada masa Lunar perigee. Beberapa ilmuwan telah membuktikannya dengan memotret Bulan dengan teleskop. Lunar perigee menunjukkan peristiwa mendekatnya Bulan dengan Bumi; saat mendekat, jaraknya bisa hanya 360.000 km, sementara ketika Bulan berada pada titik apogee, jaraknya bisa mencapai 405.000 km.²⁷

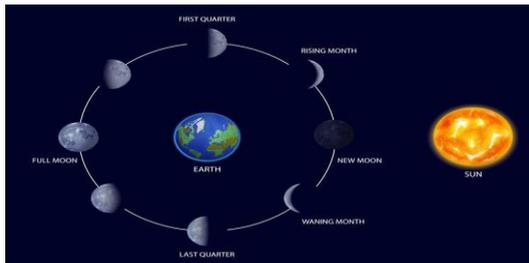


Gambar 2.2: *Lunar perigee* dan *Lunar apogee*.

Sebagai benda langit, bulan tidak menghasilkan cahaya sendiri. Pantulan cahaya matahari menghasilkan cahaya bulan. Bentuk dan cahaya Bulan selalu berubah sesuai dengan

²⁷ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam Peradaban Tanpa Penanggalan, Inilah Pilihan Kita?* (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013), 27.

fasenya, yang terulang setiap sekitar 29,5 hari, atau waktu yang diperlukan Bulan untuk mengelilingi Bumi. Fase Bulan terdiri dari empat fase utama: waktu Bulan Baru atau Ijtima'/Konjungsi, Seperempat Pertama, Bulan Purnama, dan Seperempat Terakhir.²⁸



Gambar 2.3: fase-fase bulan.

Secara astronomis, hilal terjadi ketika Bulan berada dalam fase wane (al-mahāq), yang dikenal sebagai proses ijtimak atau konjungsi. Karena itu, Hilal telah muncul, meskipun terkadang tidak terlihat oleh mata.²⁹ Secara astronomis, saat memasuki Bulan Baru (juga

²⁸ Jean Meus, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willmann Bell. Inc, 1991), 319.

²⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika Penentuan Awal Bulan, Diskursus Antara Hisab dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014), 48

dikenal sebagai hilal atau bulan baru), yaitu semenjak berlakunya ijtimak, Bulan sama sekali tidak terlihat dari permukaan Bumi. Ini karena seluruh permukaan Bulan yang disinari Matahari membelakangi Bumi dan menghadap ke bagian Bulan yang sama sekali tidak terkena sinaran Matahari.³⁰ Seiring waktu, permukaan Bulan yang bercahaya secara bertahap akan mulai Dari sini jelas bahwa faktor penampakan (visibilitas) adalah sudut elongasi dan ijtimak atau konjugsi.

Sebagaimana telah penulis paparkan di atas, bahwa hilal yang menjadi acuan utama masuknya awal bulan kamariah memiliki beberapa karakteristik, yaitu:

- a. Terbenamnya bulan lebih dahulu dari matahari (posisi hilal berada di bawah ufuk). Dapat dipastikan bahwa hilal tidak terlihat dan setiap kesaksian yang menyatakan melihat akan ditolak.
- b. Terbenamnya matahari lebih dahulu dari bulan. Kemungkinan hilal akan terlihat, tergantung ketinggian hilal di atas ufuk.

³⁰ *Ibid*, 49.

- c. Setelah terbenamnya matahari hilal terlihat sebelum terjadinya konjungsi, hal ini belum dihitung sebagai hilal akhir bulan (fenomena ini jarang sekali terjadi).
- d. Konjungsi terjadi saat matahari terbenam dalam keadaan tertutup atau Ketika terjadi gerhana matahari, dapat dipastikan hilal tidak akan terlihat dikarenakan kontras cahaya matahari.
- e. Terbenamnya bulan setelah matahari terbenam, sedangkan di wilayah lain sebaliknya. Maka keberlakuan hukum berdasarkan wilayah masing-masing.

2. *Dasar Hukum Rukyatulhilal*

Praktik rukyatul hilal adalah upaya untuk menentukan kapan bulan baru dalam kalender hijriah akan dimulai. Kegiatan ini telah dilakukan oleh umat Islam sejak zaman nabi Muhammad SAW dan terus dilakukan sampai saat ini. Sangat penting untuk melakukan rukyatulhilal dengan cara yang sesuai dengan perintah Allah SWT yang ditemukan dalam al Qur'an dan Hadis. Berikut ini

adalah beberapa ayat dari al Qur'an dan Hadis yang menjelaskan tentang rukyatulhلال.

a. Al Qur'an

1) Q.S Al-Baqarah ayat 185:

شَهْرَ رَمَضَانَ الَّذِي أُنزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ
مِّنْهُدًى وَالْفُرْقَانِ ؕ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۗ
وَمَن كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَى سَفَرٍ فَعِدَّةٌ مِّنْ أَيَّامٍ أُخَرَ ۗ يُرِيدُ اللَّهُ
بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ وَلِتُكْمِلُوا الْعِدَّةَ وَلِتُكَبِّرُوا
اللَّهَ عَلَىٰ مَا هَدَاكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: (beberapa hari yang ditentukan itu ialah) bulan Ramadhan, bulan yang di dalamnya diturunkan (permulaan) Al Quran sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang hak dan yang bathil). Karena itu, barangsiapa di antara kamu hadir (di negeri tempat tinggalnya) di bulan itu, Maka hendaklah ia berpuasa pada bulan itu, dan barangsiapa sakit atau dalam perjalanan (lalu ia berbuka), Maka (wajiblah baginya berpuasa), sebanyak hari yang ditinggalkannya itu, pada hari-hari yang lain. Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu. dan hendaklah kamu mencukupkan bilangannya dan hendaklah kamu mengagungkan Allah atas petunjuk-Nya yang diberikan kepadamu,

*supaya kamu bersyukur (QS. Al-Baqarah: 185).*³¹

Dalam tafsir Jalalain, (فمن شهد) faman syahida dalam surat Al-Baqarah ayat 185 diartikan dengan “barang siapa yang hadir” , yakni ada (di rumah, tidak bepergian), sehingga puasa Ramadhan hanya diwajibkan kepada mereka yang pada bulan itu ada di rumah (tidak bepergian), dalam ayat ini kata “syahida” tidak diartikan dengan melihat/menyaksikan hilal (rukyat al-hilal).³²

Sedangkan M. Quraish Shihab dalam tafsir al-Mishbah menjelaskan bahwasannya “maka barang siapa di antara kamu hadir pada bulan itu” jika ia berada di negara asalnya atau mengetahui awal bulan Ramadhan tanpa terhalang oleh halangan agama, maka ia harus berpuasa.³³ Penggalan ayat ini juga dapat berarti, "Barang siapa di

³¹ Departemen Agama Republik Indonesia, al-Quran dan terjemahnya, Bandung: CV Penerbit Jamanatul Ali-ART, 2005, 23.

³² Ali As'ad, Tafsir Jalalain, Terjemah gandul dan Indonesia, Yogyakarta: Kota Kembang, 1986, Juz I+II, 251.

³³ M. Quraish Shihab, Tafsir al-Misbah, (Jakarta: Lentera Hati, 2000), volume 1, hlm. 404.

antara kamu mengetahui kehadiran bulan itu, dengan melihatnya sendiri atau melalui informasi dari yang dapat dipercaya, maka hendaklah ia berpuasa."³⁴

Jika seseorang mengetahui keberadaannya dengan melihat melalui mata kepala atau dengan perhitungan, maka ia harus berpuasa. Jika seseorang tidak dapat melihatnya dengan cara ini, maka ia juga harus berpuasa. Jika seseorang yang tidak dapat melihatnya dengan cara ini juga harus berpuasa. Melihat atau mengetahui bulan sabit Ramadhan adalah tanda bahwa Anda harus berpuasa, dan melihat bulan sabit Syawal adalah tanda bahwa puasa Ramadhan telah berakhir.

2) Q.S Al-Baqarah ayat 189:

³⁴ M. Quraish Shihab, Tafsir al-Misbah, (Jakarta: Lentera Hati, 2000), volume 1, hlm. 404.

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۗ وَكَانَ
الْأَبْرُ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْأَبْرَ مِنْ آتَقَى ۗ
وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَاعِهَا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

Artinya: Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.(QS. Al-Baqarah: 189).³⁵

Dalam ayat ini selain dijelaskan mengenai fase-fase bulan, juga dijelaskan bahwasannya (peredaran) bulan sabit merupakan tanda-tanda waktu bagi manusia, seperti mengetahui waktu bercocok tanam, berdagang, iddah Wanita-wanita, puasa dan saat mereka berbuka, jadi tanpa melihat adanya bulan sabit (rukyat al-hilal), manusia tidak akan mengetahui masuknya waktu-waktu tersebut termasuk waktu puasa.

³⁵ Departemen Agama Republik Indonesia, al-Quran dan terjemahnya, Bandung: CV Penerbit Jamanatul Ali-ART, 2005, 91.

b. Al-Hadis

1) Hadis tentang perintah berpuasa apabila melihat hilal

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ، عَنْ مَالِكٍ عَنْ نَافِعٍ : عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ ، وَلَا تَفْطَرُوا حَتَّى تَرَوْهُ، فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَاقْدُرُوا لَهُ)³⁶

“Abdullah bin Musallamah telah bercerita kepada kami, dari Malik dari Nafi’: dari Abdullah bin Umar R.A: sesungguhnya Rasulullah SAW telah mengingatkan terkait bulan Ramadhan lalu bersabda:: (Janganlah berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah berbuka sampai kalian melihatnya pula, dan jika hilal terhalangi awan di atasmu, maka perkirakanlah).”(HR. al-Bukhārī).

2) Hadis tentang menetapkan bulan yang sedang berjalan

حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ يَحْيَى أَجْبَرَنَا إِبرَاهِيمُ بْنُ سَعْدٍ عَنْ ابْنِ شِهَابٍ عَنْ سَعِيدِ بْنِ السَّيِّبِ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا

³⁶ Al-BukhārīAbī Abdillāh Muhammad bin Isma’il, Sahih al-Bukhārī, (Riyadh: Dār alSalam, 1997), 37

رَأَيْتُمْ الْهِلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا فَإِنْ غُمَّ
عَلَيْكُمْ فَصُومُوا ثَلَاثِينَ يَوْمًا (رواه مسلم)³⁷

“Yahya bin Yahya bercerita kepada kami: Ibrahim bin Sa’d memberi kabar kepada kami: dari Ibnu Syihab, dari Sa’id bin Musayyab, dari Abi Hurairah ra., ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: “Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka berpuasalah selama 30 hari.” (HR. Muslim)

3. **Konsep Rukyatul Hilal**

Keberhasilan dalam rukyatul hilal dapat terjadi karena beberapa faktor yang ditinjau dari teori astronomi, baik secara tradisional yaitu menggunakan mata telanjang ataupun menggunakan alat bantu optik seperti teleskop. Faktor-faktor ini perlu diketahui guna menghasilkan rukyatulhilal yang ilmiah dan berkualitas. Adapun faktor astronomi ini penulis bagi menjadi dua, yaitu:

³⁷ Muslim bin Hajjaj, Shahih Muslim, Juz II, (Beirut: Dār Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1992),762

a. Faktor perhitungan astronomi

Perhitungan astronomi menjadi sangat penting dalam menunjang keberhasilan melihat hilal, karena dengan perhitungan yang akurat akan memudahkan mengidentifikasi hilal secara posisi dan pergerakannya yang meliputi waktu terjadinya konjungsi, terbit atau terbenamnya bulan dan matahari, secara konfigurasi posisi bulan dan matahari³⁸.

Sebelum melaksanakan rukyat, perukyat harus dapat memprediksi bahwa secara astronomi hilal dapat diidentifikasi keberadaannya terlihat atau tidak, jika hilal terlihat maka harus memenuhi syarat dasar antara lain; bulan telah mengalami ijtimak, ketinggian hilal telah di atas ufuk dan minimal terbukti secara ilmiah yang bersumber dari sebuah perhitung (hisab astronomi) dengan melihat faktor-faktor ketampakan hilal. Hal ini dilakukan demi keberhasilan pengamatan

³⁸ Benda langit akan dikatakan terbit dan terbenam jika adanya perubahan posisi dari bawah horoizon menjadi atas horizon dan begitu juga sebaliknya.

hilal, jika dalam sebuah pengamatan benda langit dalam hal ini hilal, tidak dilandaskan dengan perhitungan yang matang akan menyebabkan ke rancuan di dalam pengamatan, kerana tidak mungkin hanya langsung pengamatan tanpa mengetahui posisi benda yang diamati.

Kemungkinan hilal akan terlihat dapat ditinjau dari faktor-faktor dalam ilmu astronomi yang biasa disebut dengan variabel visibilitas hilal. Variabel visibilitas hilal tidak dapat diprediksi jika hanya menggunakan parameter tunggal, dikarenakan banyak faktor yang saling berhubungan terhadap keberadaan hilal saat terbenam setelah ijtimak. Terdapat beberapa kriteria yang penulis lihat dari para pakar astronom, kurang lebih terdapat lima parameter untuk Menyusun kriteria visibilitas hilal, yaitu:

- 1) Umur bulan

Umur bulan adalah waktu antara matahari dan bulan terjadi konjungsi

sampai matahari terbenam pertama setelah terjadinya konjungsi tersebut. Umur bulan ini sangat berpengaruh terhadap kecerahan hilal.³⁹

2) Ketinggian hilal atau altitude bulan

Ketinggian hilal atau bulan pada saat terbenamnya matahari dihitung sepanjang lingkaran vertikal dari ufuk sampai ke bulan atau hilal.⁴⁰

³⁹ Umur Bulan terkecil yang berhasil didokumentasikan dalam data astronomi Hilal pengamatan langsung adalah 22,15 jam (naked eye) dan 23,37 jam (binokular). Keduanya jauh di atas nilai umur bulan minimum 8 jam, yang merupakan salah satu syarat kriteria MABIMS atau LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) (Dirbinapera, 2000 dalam Djamaluddin, 2000).

⁴⁰ Ketinggian Bulan baru atau Hilal bertanda positif (+) apabila berada di atas ufuk, dan bertanda negatif (-) apabila berada di bawah ufuk. Ketinggian Hilal selalu menjadi parameter yang urgen dikalangan astronom sebagai patokan dalam melihat dan mendokumentasikan Hilal. Hal ini dikarenakan semakin jauh jarak Bulan terhadap horizon, semakin sedikit pula pengaruh hamburan cahaya senja terhadap Hilal. Semakin tinggi posisi Hilal, maka akan semakin lama Hilal di atas ufuk bersamaan semakin hilangnya hamburan cahaya senja. Ketinggian Hilal, di dunia astronomi selalu menjadi detektor utama dalam membuat suatu formulasi kriteria visibilitaas Hilal, seperti yang diperaktekkan oleh kriteria Istanbul (ketinggian tidak kurang dari 5 derajat), SAAO (The South African Astronomical Observatory), atau LAPAN (tinggi harus mencapai 4 derajat) dan lain sebagainya.

3) Cahaya hilal

Cahaya hilal merupakan pemantulan cahaya dari matahari ke bulan sampai ke bumi sehingga membentuk sabit tipis sesuai dengan besaran pantulan sampai ke mata pengamat.⁴¹

4) Selisih azimuth matahari dan bulan

Azimuth yang merupakan nilai suatu sudut untuk benda langit yang dihitung sepanjang horizon dari titik utara ke timur searah jarum jam.⁴² Beda azimuth matahari dan bulan ialah selisih nilai antara azimuth matahari dan azimuth

⁴¹ Menurut Djamaluddin (2010), visibilitas Hilal ditentukan oleh kecerlangan Hilal yang terkait dengan fraksi sabit atau umur Hilal saat maghrib atau bisa juga diindikasikan dari jarak Bulan–Matahari. Permasalahan umum yang sangat permanen dalam pengamatan Hilal adalah permasalahan pada kontras atau beda lihat antara kecerlangan (brightness) Hilal dan kecerlangan cahaya langit senja (syafaq) pada sore hari. Kecerlangan langit senja bervariasi dari waktu ke waktu, karena hal ini dipengaruhi oleh distribusi kecerlangan langit senja yang bergantung pada posisi Matahari. Ketika Matahari menjauh dari titik horizon, distribusi cahaya senja semakin berkurang, dan ketika posisi Matahari menjauh dari titik horizon distribusi cahaya senja semakin meredup.

⁴² Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 40.

bulan, hal ini berpengaruh terhadap ketampakan hilal.

5) Elongasi

Elongasi merupakan besaran sudut atau jarak sudut yang terbentuk oleh dua benda langit dalam hal ini ialah bulan dan matahari.⁴³ Elongasi yang dimaksud peneliti merupakan besaran yang dibentuk oleh bulan dan matahari. Besaran ini akan menentukan apakah hilal dapat dilihat atau tidak. Besaran ini juga sangat mempengaruhi defiasi cahaya hilal dan piringan cahaya senja yang dibentuk matahari.⁴⁴

⁴³ Muhyidin Khazin, Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2010), 61.

⁴⁴ Pemakaian elongasi sebagai suatu kriteria ketampakan Hilal, mulai terkenal setelah penelitian Danjon. Ia mengumpulkan beberapa pengamatan Bulan sabit muda dan memunculkan kriteria visibilitas Hilal berdasarkan jarak sudut Bulan dan Matahari ($aL = \text{arc of light} = \text{ArcL}$). Menurut Danjon cahaya Hilal akan habis (tidak mungkin terlihat) jika aL kurang dari 7 derajat. Parameter aL minimal 7 derajat ini terkenal dengan kriteria limit Danjon. Limit Danjon ini diperbaiki oleh Ilyas menjadi 10.5 derajat. Penggunaan elongasi sebagai formulasi kriteria ini juga dipakai pada resolusi Istanbul dengan nilai aL tidak kurang dari 8 derajat (Purwanto, 1992: 28),

Selain perhitungan di atas, dalam praktiknya, pengamat juga harus memperhatikan dan perhitungankan sebagai manual pelaksanaan rukyat yaitu equational, deklinasi matahari dan bulan, sudut waktu, azimuth matahari dan bulan, kerendahan ufuk, semidiameter bulan, horoon paralaks, posisi hilal dan lama hilal di atas ufuk.

Semua hal di atas menjadi sangat urgen dalam pelaksanaan rukyat, hal tersebut akan mempermudah dalam mengarahkan ke posisi hilal yang akan dilihat, dan mejadi sarana pedoman hakim

begitu juga al-Khwarizmi memelopori visibilitas Hilal dengan mendeduksi Hilal sebagai Bulan dengan aL minimal bernilai $9,5^\circ$. Elongasi secara teori perhitungan memberikan hasil prediksi jauh lebih baik dari pada penggunaan cahaya Hilal. Prediksi ini dikarenakan tebal Hilal (w), akan meningkat bersamaan dengan meningkatnya nilai elongasi. Meskipun demikian, masih terdapat ketidak-tepatannya, yaitu untuk elongasi yang sama, nilai tebal Hilal akan maksimum bila Bulan sedang pada posisi perigee (posisi Bulan dekat ke Bumi), dan minimum bila bulan pada posisi apogee (posisi Bulan jauh dari Bumi), sehingga formulasi terbaik yang berhubungan dengan kecerlangan (cahya-Bulan) adalah langsung mengacu pada tebal- Hilal. Hendro Setyanto (2008:10) mengemukakan bahwa tinggi dan elongasi Hilal merupakan parameter penting dalam penampakan Hilal (visibilitas Hilal).

dalam mempertimbangkan kesaksian seseorang Ketika melihat hilal untuk diambil sumpahnya.

b. Faktor alat bantu rukyat

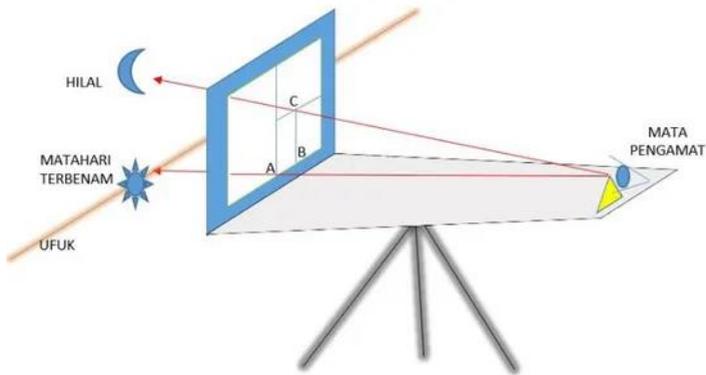
Bentuk hilal yang sangat tipis dan mempunyai defiasi rendah dengan cahaya sekitarnya, sehingga menyulitkan pengamat untuk melihat hilal. Oleh sebab itu para pengamat dapat menggunakan alat bantu yang telah dikembangkan oleh para astronom dan ahli falak. Alat bantu yang digunakan juga berfungsi sebagai penentuan ketepatan posisi serta memfokuskan penglihatan terhadap objek yang dituju. Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam pelaksanaan rukyatulhulal antara lain:

1) Gawang lokasi

Gawang lokasi merupakan alat yang digunakan khusus untuk mengarahkan kepada posisi hilal.⁴⁵

⁴⁵ Alat ini terdiri dari dua bagian yaitu: tiang pengincar dan gawang lokasi. Untuk mempergunakan alat ini, diharuskan

Kinerja alat ini tidak memerlukan lensa tambahan karena penggunaan alat ini berdasarkan arah mata angin yang sudah ditentukan sebelumnya berdasarkan data perhitungan posisi hilal.



Gambar 2.4: gawang lokasi.

Penggunaan gawang lokasi cukup meletakkan alat di depan pengamat saat matahari dan pengamat akan melihat ke arah bingkai yang bisa

menghitung tentang tinggi dan azimuth Hilal dan pada tempat tersebut harus sudah terdapat arah mata angin yang cermat.

diatur mengikuti pergerakan hilal sampai hilal terlihat.⁴⁶

2) Binokuler

Binokuler merupakan alat bantu yang digunakan untuk melihat benda yang jauh. komponen yang digunakan binokuler adalah lensa dan prisma. Selain melihat objek yang jauh, alat ini juga memperjelas objek pandang sehingga dapat digunakan untuk pelaksanaan rukyulhilal.



⁴⁶ Susiknan Azhari, Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 28.

Gambar 2.5: Binokuler

3) Theodolite

Theodolite merupakan salah satu alat yang modern dan sistem kerjanya dapat mengukur azimuth dan altitude secara teliti dibandingkan Kompas. Theodolit juga dilengkapi LCD yang menampilkan data posisi secara digital dan teropong pengintai yang cukup kuat.⁴⁷



Gambar 2.6: Theodolite

⁴⁷ Alat ini mempunyai dua buah sumbu, yaitu sumbu vertikal untuk melihat skala ketinggian benda langit, dan sumbu horizontal, untuk melihat skala azimuth-nya. Dengan demikian teropong yang digunakan untuk mengincar benda langit dapat bebas bergerak ke semua arah.

4) Teleskop

Teleskop pada era ini sangat cocok dalam pengamatan rukyatulhilar, karena dilengkapi dengan lensa atau cermin dengan diameter yang cukup besar, sehingga dapat menangkap cahaya yang masuk lebih banyak.



Gambar 2.7: Teleskop.

Beberapa alat yang penulis sampaikan di atas, memerlukan perhatian terhadap operasionalnya. Penggunaan alat seperti

teleskop, theodolite, binokuler dan lain-lain harus mengikuti petunjuk pemakaian yang benar, mulai dari posisi alat dan pengaturan alat. Jika petunjuk ini diabaikan maka akan berpengaruh terhadap keberhasilan melihat hilal bahkan akan salah dalam mengidentifikasi hilal.

4. *Perkembangan Rukyatulhilal*

a. Klasik

Pelaksanaan rukyatulhilal dalam sejarahnya dimulai pada masa nabi Muhammad SAW. Penggunaan metode hisab dalam menentukan awal bulan komariah pada masa itu belum populer dikalangan umat Islam. Sehingga untuk menentukan awal bulan komariah hanya menggunakan metode melihat hilal secara langsung tanpa alat bantu dan data perhitungan.⁴⁸

Metode rukyah yang dilakukan pada masa nabi Muhammad SAW termasuk ke

⁴⁸ Ditjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, Selayang Pandang Hisab Rukyat, (Jakarta: KEMENAG, 2004), 17.

dalam metode rukyat *bil fi'li*, yaitu dengan cara mengamati hilal secara alami tanpa alat bantu apapun. Metode rukyat pada masa nabi sangatlah sederhana hanya dengan melakukan pengamatan hilal pada akhir bulan hijriah dan pandangan mengarah ke langit bagian ufuk barat pada saat matahari terbenam.

Meskipun metode rukyat pada masa nabi cukup sederhana sampai ada salah satu sahabat nabi bernama Ibnu Umar bin Arabi bersaksi bahwa dapat melihat hilal pada masa itu.⁴⁹ Penentuan waktu dimulainya rukyatulhilal dilakukan pada hari ke 29 bulan hijriah dan begitu juga untuk mengetahui awal dan akhir bulan hijriah, jika tidak terlihat hilal pada hari ke 29 maka di *istikmal* atau menggenapkan jumlah hari menjadi 30 hari. Menggenapkan menjadi 30 hari ini memiliki syarat jika hilal tidak terlihat siapapun.⁵⁰

⁴⁹ Ditjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, Selayang Pandang Hisab Rukyat, (Jakarta : KEMENAG, 2004), 95.

⁵⁰ Sakirman, Respons Fikih terhadap Perkembangan Teknologi Rukyat, Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam, Vol. 14 No.1 Juni 2020, 75.

b. Kontemporer

Semakin berkembangnya peradaban Islam salah satunya di bidang ilmu pengetahuan, maka mulai bermunculan ilmu astronomi dan matematika yang dikaji oleh para cendekiawan muslim, yang berdampak pada perkembangan rukyatulhilar. Bukti adanya perkembangan praktik rukyatulhilar dapat dilihat dengan ditemukannya ilmu hisab atau perhitungan tentang posisi hilal, pastinya dapat membantu perukyat dalam memfokuskan pandangan saat mengamati hilal.

Ilmu hisab mengalami perkembangan yang sangat pesat pada masa dinasti Abbasiya (749M-1258M). salah satu tokoh yang sangat berkontribusi dalam ilmu hisab bernama Ulugh Beik dengan menciptakan table astronomi yang berisi data koreksi perhitungan posisi benda-benda langit.⁵¹ Hal tersebut menjembatani para astronomi Islam untuk

⁵¹ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007), 51

melakukan inovasi dalam membuat sebuah alat yang dapat membantu perukyat dalam mengamati hilal. Beberapa alat hisab rukyat yang dikembangkan oleh para ahli astronomi islam antara lain:

1) Astrolabe

Nama astrolabe merupakan gabungan dari dua kata aster dan *lambenein (labein)*. Kedua kata tersebut berasal dari bahasa Yunani yang artinya, *aster* adalah bintang sedangkan *lambanein (labein)* bermakna menentukan atau memperkirakan. Astrolabe merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mencari posisi benda-benda langit termasuk juga hilal.⁵² Menurut penjelasan Hajji Khalifah dalam bukunya yang berjudul *kasyf azh-Zhunun* menerangkan fungsi astrolabe untuk menentukan keadaan benda-benda langit secara lebih mudah dan teliti. Beberapa

⁵² James E. Morrison, *The Astrolabe*, (DE USA : Janus Rehoboth Beach, 2007), 1

kegunaan dari astrolabe antara lain mengukur ketinggian Matahari, mengetahui waktu terbenam dan terbitnya Matahari, mengukur azimuth kiblat, mencari nilai koordinat suatu tempat, dan lain-lain.⁵³



Gambar 2.8: Astrolabe.

Menurut sejarah, astrolabe merupakan sebuah alat yang dikembangkan oleh seorang ahli astronomi muslim yang bernama

⁵³ Hajji Khalifah, *Kasyf azh-Zhunûn ‘an Asâmy al-Kutub wa alFunûn*, Juz 1, (Beirut: Dâr Ihyâ,, at-Turâts al-,Araby, t.t), 106.

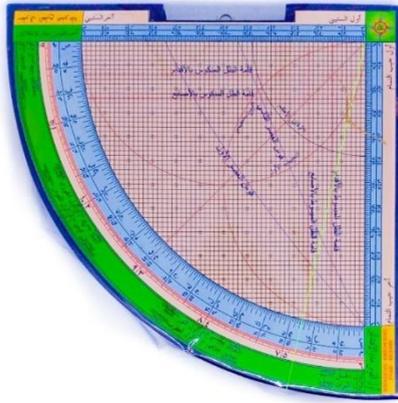
Ibrahim al-Fazari, yang berfungsi sebagai alat bantu dalam mengamati benda-benda langit.⁵⁴

2) Rubu' Mujayyab

Quadrant sinus atau yang lebih dikenal dengan rubu⁵⁴ mujayyab berasal dari bahasa Arab, terdiri dari kata rubu' yang artinya adalah seperempat dan mujayyab yang berarti sinus. Menurut Ensiklopedi Hisab Rukyat, rubu mujayyab adalah mesin yang dapat melakukan perhitungan fungsi goniometris dan dapat memproyeksikan peredaran benda di langit pada lingkaran vertikal.⁵⁵

⁵⁴ Ehsan Hidayat, "Sejarah Perkembangan Hisab dan Rukyat", *ElFalaky : Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 3, No. 1 tahun 2019, 6

⁵⁵ Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), 181-182.



Gambar 2.9: Rubu' Mujayyab.

Berdasarkan catatan sejarah, al-Khawarizmi dan Ibn Shatir adalah ahli astronomi dan ilmuwan Islam yang mengembangkan rubu' mujayyab, yang merupakan bentuk penyederhanaan dari bentuk astrolabe, yaitu lingkaran penuh (360°), dan digunakan untuk memecahkan masalah astronomi bola yang berkaitan dengan posisi benda langit atau perhitungan arah kiblat.

Ilmu hisab dan rukyat hilal, yang diciptakan oleh para ilmuwan muslim pada

masa keemasan Islam, berfungsi sebagai pedoman bagi para pegiat ilmu falak di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Salah satu contohnya adalah Muhammad Manshur al-Batawi, seorang ahli falak Indonesia yang menulis kitab falak yang sangat populer di Indonesia, Sullamun Nayyirain. Ilmuwan muslim Ulugh Beik membangun kitab tersebut menggunakan tabel astronomis yang dia pelajari dari para ulama ahli falak di jazirah Arab.⁵⁶ Beberapa ahli falak Indonesia juga mampu membuat alat dan metode hisab yang membantu rukyat hilal. Misalnya, Saa'doeddin Djambek membuat alat bantu rukyat yang disebut Gawang Lokasi; Abu Hamdan Abdul Jalil membuat kitab Farhur al Ra'uf al Manan; KH. Zubair Umar Jailani membuat kitab Al-khulasoh Wafiyah; dan KH. Noor Ahmad membuat kitab Syams al Hilal. Karya-karya tersebut pasti dibuat sebagai hasil dari inovasi

⁵⁶ Ahmad Izzuddin, Fiqh Hisab Rukyah, Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penetapan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha, Jakarta: Erlangga, 2007, 22.

terhadap ide-ide para ilmuwan ahli falak sebelumnya.

Seiring kemajuan ilmu sains yang masuk pada era modern ini, pengembangan alat-alat astronomi atau falak sudah memiliki kemajuan di bidang instrumentasi. Pemanfaatan berbagai perangkat teknologi dalam kegiatan rukyatulhلال bertujuan membantu dan mempermudah perukyah mengamati hilal. Adapun salah satu instrument yang biasa digunakan ialah teleskop. Teleskop merupakan alat yang dikembangkan oleh ilmuan barat bernama Galileo Galilei pada abad ke 17 M.⁵⁷ secara umum teleskop memiliki dua fungsi utama, pertama sebagai penguat cahaya yang dikumpulkan dari area yang luas, kemudian difokuskan pada suatu titik penglihatan yang lebih sempit, yang berefek kepada kejelasan objek yang redup menjadi jelas. Kedua

⁵⁷ Ahmad Musonnif, Ilmu Falak, (Yogyakarta : Teras, 2011),
26.

melakukan pembesaran terhadap objek yang jauh.⁵⁸

B. Mounting Teleskop

Maounting atau penggerak teleskop memiliki dua tipe, yaitu *mounting* altazimuth dan *mounting* equatorial. Kedua tipe ini memiliki kesamaan yaitu sebagai penggerak teleskop, Adapun perbedaannya dari sistem gerak dalam mengikuti pergerakan objek langit.



Gambar 2.10: Mounting teleskop altazimuth dan equatorial.

- a) *Mounting* altazimuth menggunakan sistem koordinat horizon dimana koordinat horizon merupakan sebuah garis lurus yang membatasi wilayah atas dan wilayah bawah

⁵⁸ Agustinus Gunawan Admiranto, *Menjelajahi Bintang Galaksi dan Alam Semesta*, (Yogyakarta: Kanisius, 2009), 8.

dan terbentang 360° yang terbagi menjadi dua yaitu azimuh dan altitude.⁵⁹

- b) *Mounting equatorial* menggunakan sistem koordinat *equatorial* yang didesain posisinya sejajar dengan arah rotasi bumi.⁶⁰ Tidak hanya mengikuti rotasi bumi, *mounting equatorial* juga mengikuti pergerakan benda langit⁶¹ dengan acuan pada deklinasi dan asensio rekta.⁶² Asensio rekta (sudut jam) adalah lingkaran equator yang dihitung mulai titik aries ke arah timur sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator dengan lingkaran deklinasi yang melalui benda langit itu.⁶³ Sedangkan untuk deklinasi merupakan jarak benda langit sepanjang lingkaran deklinasi yang dihitung dari equator sampai benda langit. Benda langit yang berada

⁵⁹ Rizal Suryana dkk, "Sistem Robotika Pada Teleskop Celestron" Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa, 245.

⁶⁰ Rizal Suryana dkk, Sistem Robotika Pada Teleskop Celestron, Lapan: Bandung, 2016, 244.

⁶¹ Vixen Company, Vixen Instruction Manual for SX/SXD Equatorial Mount, Saitama: Vixen Co., Ltd., 2000, 4.

⁶² Vixen Company, Vixen Instruction Manual for SX/SXD Equatorial Mount, Saitama: Vixen Co., Ltd., 2000, 39.

⁶³ Slamet Hambali, Pengantar Ilmu Falak, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012, 302.

di sebelah utara equator bernilai positif (+)
dan benda langit di sebelah selatan equator
bernilai negative (-).⁶⁴

⁶⁴ Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak, Kalasan
Yogyakarta, 2005, 51

BAB III

PROSES PERANCANGAN AUTO POINTING PADA HILAL

A. AUTO POINTING

1. *Pengertian Auto Pointing*

auto pointing pada *hilal* dapat didefinisikan sebagai instrument dalam menentukan posisi hilal yang berbasis teknologi. Sebutan dari *auto pointing* pada *hilal* ini terinspirasi dari berbagai masalah terhadap instrument-instrumen pengamatan hilal yang belum dapat memfokuskan posisi hilal dengan tepat. *auto pointing* pada *hilal* juga merupakan sebuah inovasi baru terhadap pengembangan instrument falak yang dapat digunakan di mana pun dan kapan pun, dikarenakan instrument ini menggunakan aplikasi asatronomi sebagai data yang kemudian di input ke perangkat *auto pointing* pada *hilal*.

Proses perancangan dan pemrograman *auto pointing* pada *hilal* menggunakan metode *physical computing*. Yaitu sebuah konsep pembuatan sistem perangkat fisik yang menggabungkan antara perangkat *hardware* dan *software* sehingga

memiliki sifat interaktif. Pengaplikasiannya dapat digunakan dalam alat atau proyek yang menggunakan mikrokontroler. Adapun dalam hal ini penulis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan menggunakan IDE (*Integrated Development Enviroment*) sebagai tempat pemogramannya, sedangkan Bahasa pemograman menggunakan Bahasa C++ yang cukup mudah dipahami dibandingkan dengan Bahasa pemograman yang lainnya.

2. ***Komponen-Komponen Auto Pointing***

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. *Hardware* (Perangkat Keras)

1) ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System* dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 yaitu terdapat Wifi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga akan mempermudah pembuatan sistem IoT yang memerlukan koneksi

wireless. Fitur-fitur tersebut tidak ada di dalam ESP8266, sehingga ESP32 merupakan sebuah *upgrade* dari ESP8266.



Gambar 3.1. ESP32.

2) Servo TD-8120MG

Motor Servo TD-8120MG merupakan Motor Servo yang digunakan untuk menggerakkan sebuah komponen, dengan komposisi material gearbox terbuat full metal, sehingga motor servo ini dapat menahan beban mencapai 20 kg.



Gambar 3.2. Motor Servo.

- 3) Stapper down DC
- 4) Baterai Lipo 2200mAH 12V



Gambar 3.3. Baterai Lippo.

- 5) Frame Mounting



Gambar 3.4. Braket servo.

6) Tripot Camera



Gambar 3.5. Tripot penyangga mounting.

7) Kabel Jumper



Gambar 3.6. Kabel Jumper.

keras (Hardware). Software adalah program yang isi intruksinya dapat diubah dengan mudah. Software pada umumnya digunakan untuk mengontrol perangkat keras (yang sering disebut device driver), melakukan proses perhitungan, berinteraksi dengan Software yang lain dan lebih mendasar (seperti sistem operasi, dan bahasa pemrograman), dan lain-lain.⁶⁵

1) Arduino IDE 2.0.3 untuk pemrograman board ESP32

IDE itu merupakan kependekan dari Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks

⁶⁵ Rahman, Wilman. “Alfaizi, Farhan. Mengenal Berbagai Macam Software”. *Surya University, Tangerang*, 2014.

pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler arduino telah ditanamkan suatu 20 program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. arduino IDE ini dikembangkan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan

disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti cutting/paste dan seraching/replacing sehingga memudahkan user dalam menulis kode program. Pada software arduino ide, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, compile, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan sotware arduino ide, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.⁶⁶



Gambar 3.9. Aplikasi Arduino.

- 2) Kodular.i0 untuk develop aplikasi android

⁶⁶ Delfino, Fachri. “Perancangan Aplikasi Buka Pintu Rumah Otomatis Menggunakan Bluetooth Berbasis Adnroid”, *Iain Batusangkar*. 2018.

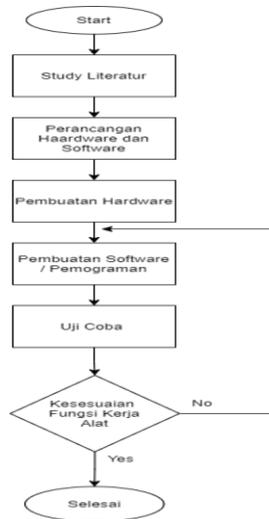
Kodular merupakan situs web yang menyediakan tools yang menyerupai MIT App Inventor untuk membuat aplikasi Android dengan menggunakan block programming. Sehingga tidak perlu menetik kode program secara manual untuk membuat aplikasi Android. Kodular juga menyediakan beberapa kelebihan fitur yakni Kodular Store dan Kodular Extension IDE (sekarang menjadi AppyBuilder Code Editor) yang bisa memudahkan developer melakukan unggah (upload) aplikasi Android ke dalam Kodular Store, melakukan dalam pembuatan blok program extension IDE sesuai dengan keinginan developer.



Gambar 3.10. Aplikasi Kodular.i0

3. *Perancangan dan Pemrograman Auto Focuser*

Berikut tahapan yang dilakukan dalam pembuatan, digambarkan dalam diagram alir gambar 11.



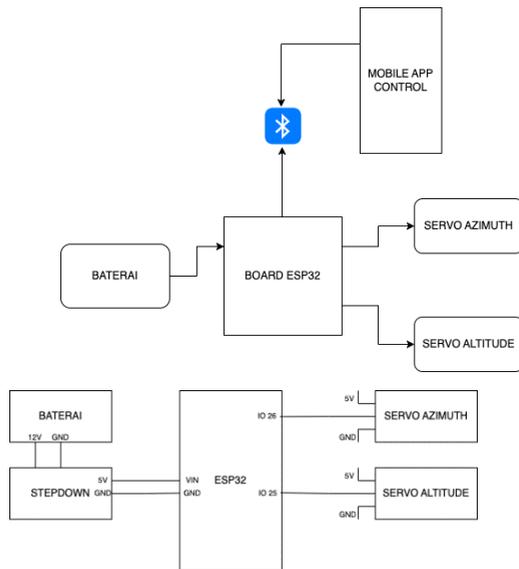
Gambar 3.11. diagram alur metodologi penelitian

a. Studi Literatur

Tahap pertama adalah start atau mulai, penelitian dimulai dengan melakukan study literature untuk mengetahui penelitian serupa yang pernah dilakukan serta untuk menentukan metode pembuatan, alat dan bahan yang akan digunakan.

b. Perancangan *Software*

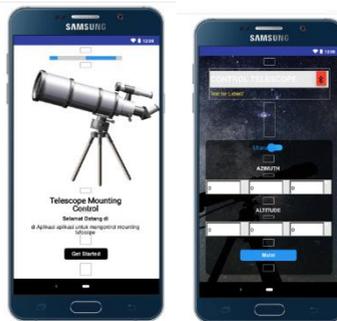
Perancangan *Hardware* dilakukan sebagai tahap membuat desain sebelum direalisasikan. Pada tahap ini mempersiapkan rancangan konfigurasi antar komponen, Schematic, *board control*, rancangan casing mounting, perancangan mekanik alat. Setelah perancangan siap, selanjutnya merealisasikan rancangan. Berikut adalah hasil rancangan dari *Mounting Telescope*.



Gambar 3.12. schematik dan rancangan konfigurasi

- c. Pembuatan software dan pemrograman

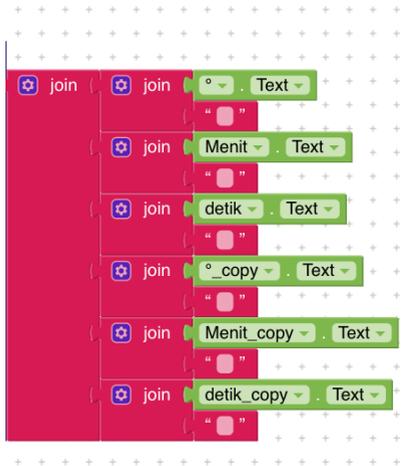
- 1) Pembuatan aplikasi, Berikut merupakan proses pembuatan aplikasi menggunakan kodular.io untuk membentuk aplikasi control mounting telescope: pertama Buka Kodular.io dan buat proyek baru untuk aplikasi, kedua Desain antarmuka pengguna (UI) aplikasi. Buat elemen-elemen seperti teks input untuk azimuth dan altitude, tombol "Mulai", dan elemen lain yang dibutuhkan.



Gambar 3.13. Tampilan layar aplikasi.

Ketiga, Pastikan telah menambahkan komponen Bluetooth pada proyek Kodular. Komponen ini diperlukan untuk mengatur koneksi Bluetooth dengan ESP32. Keempat Input Data Azimuth dan Altitude dengan cara buat blok kode untuk

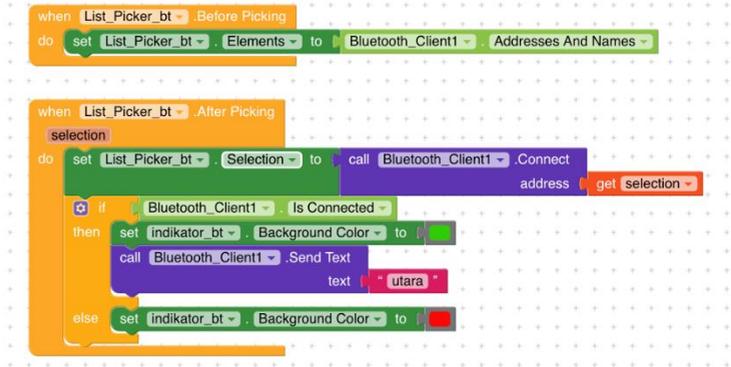
mengambil input pengguna dalam bentuk nilai azimuth dan altitude dari teks input.



Gambar 3.14. Blok pembuatan panel pada aplikasi

Kelima Validasi Input, Pastikan untuk melakukan validasi pada input yang diterima dari pengguna. Pastikan nilai yang dimasukkan sesuai dengan rentang yang diperlukan, keenam Koneksi Bluetooth, Buat blok kode untuk menginisialisasi dan menghubungkan ke perangkat Bluetooth (ESP32). Peneliti perlu menentukan alamat

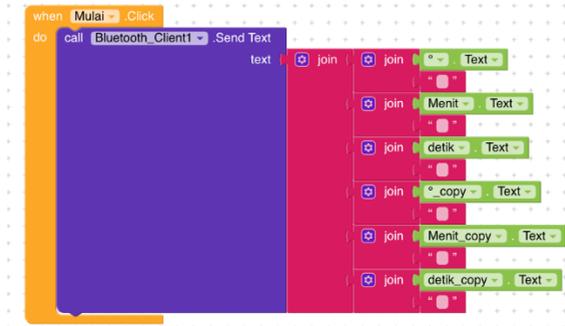
atau nama perangkat ESP32 yang akan digunakan.



Gambar 3.15. Blok pembuatan koneksi bluetooth

Ketujuh, pengiriman Data Bluetooth, Setelah koneksi Bluetooth didirikan, buat blok kode untuk mengirim data azimuth dan altitude ke ESP32. Peneliti harus mengirim data ini dalam bentuk yang dapat diinterpretasikan oleh ESP32. Misalnya, peneliti bisa mengirimkan data sebagai string JSON atau format khusus lainnya. Kedelapan Mengatur Tombol "Mulai", Buat blok kode yang akan dijalankan saat tombol "Mulai" ditekan. Dalam blok kode ini, peneliti perlu mengambil nilai azimuth dan altitude yang

diinputkan oleh pengguna, lalu mengirim data ini melalui koneksi Bluetooth.



Gambar 3.16. Blok pembuatan input nilai azimuth dan altitude

Kedelapan Respon dari ESP32, Pertimbangan untuk menerima respon dari ESP32 setelah mengirim data. Ini bisa berupa konfirmasi bahwa data telah diterima dengan sukses atau informasi lain yang relevan. Kesembilan, penanganan kesalahan, Sertakan mekanisme penanganan kesalahan. Misalnya, jika koneksi Bluetooth gagal atau data tidak dapat dikirim, berikan pesan kesalahan kepada pengguna. Kesepuluh, uji coba aplikasi, Sebelum aplikasi digunakan secara luas, pastikan untuk menguji semua fungsi,

termasuk pengiriman data Bluetooth, dengan ESP32 yang sesuai.

- 2) Pembuatan program *focusing* hilal, Untuk mempermudah dalam pembuatan program maka diperlukan perancangan flowchart program kerja dari alat. Flowchart program dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 3.17. alur operasi alat

berikut script pemograman pada aplikasi
arduino:

```
#include <ESP32Servo.h>
#include <BluetoothSerial.h>

Servo azimuthServo;
Servo altitudeServo;

BluetoothSerial SerialBT; // Use
the built-in Bluetooth

int currentMode = 1; // Initial
mode (mode 1)
int lastaz = 90;
int lastal = 180;
int azimuthPosition = 0;
int altitudePosition = 0;

// Function to convert degrees,
minutes, and seconds to degrees
float degreesFromDMS(int degrees,
int minutes, int seconds) {
```

```
return degrees + (minutes / 60.0)
+ (seconds / 3600.0);
}
```

```
void setup() {
Serial.begin(115200);          //
Initialize serial communication
for debugging
```

```
SerialBT.begin("ESP32_BT_Control"
); // Start Bluetooth SPP with a
specific name
azimuthServo.attach(25);      //
Attach servo to GPIO 25
altitudeServo.attach(26);    //
Attach servo to GPIO 26
setAzimuthAndAltitude(0, 0, 0,
0, 0, 0);
}
```

```
void setAzimuthAndAltitude (int
azimuthDegrees,             int
azimuthMinutes,            int
```

```

azimuthSeconds,           int
altitudeDegrees,         int
altitudeMinutes,         int
altitudeSeconds) {
int azimuthServoDegrees = 0;
int altitudeServoDegrees = 0;

//utara
if (currentMode == 1) {
    // Mode 1: Map 270-359 to 0-89
    and 0-90 to 90-180
    if (azimuthDegrees >= 270 &&
azimuthDegrees < 360) {
        azimuthServoDegrees = 180 -
(azimuthDegrees - 270);
    } else {
        azimuthServoDegrees = 90 -
azimuthDegrees;
    }
    // Invert altitude angle by
subtracting the input value from
180 degrees

```

```
altitudeServoDegrees = 180 -  
altitudeDegrees;
```

```
//Selatan
```

```
} else if (currentMode == 2) {  
    // Mode 2: Map 90-270 to 0-180  
    azimuthServoDegrees = 270 -  
azimuthDegrees;  
    altitudeServoDegrees = 180 -  
altitudeDegrees;  
}
```

```
// Constrain the azimuth angle  
within the desired range (0 to 180)  
azimuthServoDegrees =  
constrain(azimuthServoDegrees, 0,  
180);
```

```
// Constrain the altitude angle  
within the desired range (0 to 180)  
altitudeServoDegrees =  
constrain(altitudeServoDegrees, 0,  
180);
```

```
    // Map the constrained azimuth
angle to the servo position
    azimuthPosition          =
map(azimuthServoDegrees, 0, 180,
0, 180);
```

```
    // Map the constrained altitude
angle to the servo position
    altitudePosition          =
map(altitudeServoDegrees, 0, 180,
0, 180);
```

```
    if (lastaz<=azimuthPosition){
    for(lastaz                ;
lastaz<=azimuthPosition;
lastaz++){
        azimuthServo.write(lastaz);
        delay(20);
    }}
```

```
    if (lastaz>=azimuthPosition){
```

```
    for(lastaz;
lastaz>=azimuthPosition; lastaz--
){
    azimuthServo.write(lastaz);
    delay(20);
}}

if (lastal<=altitudePosition){
for(lastal;
lastal<=altitudePosition;
lastal++){
    altitudeServo.write(lastal);
    delay(20);
}}

if (lastal>=altitudePosition){
for(lastal;
lastal>=altitudePosition; lastal--
){
    altitudeServo.write(lastal);
    delay(20);
}}
```

```
    // Move the azimuth and altitude
servos to the desired positions
    //
    azimuthServo.write(azimuthPosition);
    //
    altitudeServo.write(altitudePosition);

    lastaz = azimuthPosition;
    lastal = altitudePosition;

    // Print the current azimuth and
altitude angles
    Serial.print("Current    Azimuth
Value: ");
    Serial.print(azimuthDegrees);
    Serial.print(" degrees ");
    Serial.print(azimuthMinutes);
    Serial.print(" minutes ");
    Serial.print(azimuthSeconds);
    Serial.println(" seconds");
```

```

        Serial.print("Current  Altitude
Value: ");
        Serial.print(altitudeDegrees);
        Serial.print(" degrees ");
        Serial.print(altitudeMinutes);
        Serial.print(" minutes ");
        Serial.print(altitudeSeconds);
        Serial.println(" seconds");
        Serial.print("Azimuth      Servo
Position: ");

        Serial.println(azimuthPosition);
        Serial.print("Altitude      Servo
Position: ");

        Serial.println(altitudePosition);
    }

void loop() {
    if (SerialBT.available()) {
        // Read input from the
Bluetooth connection

```

```

        String      input      =
SerialBT.readStringUntil('\n');

        if (input == "utara") {
            currentMode = 1; // Switch
to Mode 1 (Utara)
            Serial.println("Switched to
Mode 1 (Utara)");
        } else if (input == "selatan")
{
            currentMode = 2; // Switch
to Mode 2 (Selatan)
            Serial.println("Switched to
Mode 2 (Selatan)");
        } else {
            // Parse the input into
azimuth degrees, minutes, seconds,
altitude degrees, minutes, seconds
            int      azimuthDegrees,
azimuthMinutes,   azimuthSeconds,
altitudeDegrees,  altitudeMinutes,
altitudeSeconds;

```

```

        sscanf(input.c_str(), "%d %d
        %d %d %d %d", &azimuthDegrees,
        &azimuthMinutes, &azimuthSeconds,
        &altitudeDegrees,
        &altitudeMinutes,
        &altitudeSeconds);

        // Set mapped azimuth and inverted
        altitude angles using the parsed
        values and the current mode

        setAzimuthAndAltitude(azimuthDegr
        ees,          azimuthMinutes,
        azimuthSeconds,  altitudeDegrees,
        altitudeMinutes, altitudeSeconds);

        Serial.print("Switched to
        Mode ");

        Serial.println(currentMode);
    }
}
}

```

Program yang peneliti berikan adalah program Arduino yang digunakan untuk mengendalikan servomotor pada azimuth dan altitude teleskop dengan input melalui koneksi Bluetooth. Berikut ini merupakan penjelasan tentang fungsi setiap bagian kode:

- a) `#include <ESP32Servo.h>` dan `#include <BluetoothSerial.h>`: mengimpor Pustaka yang diperlukan untuk mengakses komponen ESP32 dan Bluetooth.
- b) `Servo azimuthServo:` dan `Servo altitudeServo:` membuat objek servomotor untuk mengontrol azimuth dan altitude.
- c) `BluetoothSerial SerialBT:` membuat objek `BluetoothSerial` mengontrol koneksi Bluetooth.
- d) `int currentMode = 1;` Variabel yang menyimpan mode saat ini. Mode 1 digunakan untuk utara dan mode 2 digunakan untuk Selatan.

- e) `int lastaz:` dan `int lastal:`, variable yang digunakan untuk menyimpan posisi terakhir dari servomotor azimuth dan altitude.
- f) `Float degreesFromDMS(int degrees, int minutes, int second):`, fungsi yang mengonversi nilai derajat, menit dan detik menjadi format desimal.
- g) `Void setup():`, fungsi yang dijalankan saat perangkat diinisialisasi.
- `Serial.begin(115200):`, inisialisasi komunikasi serial untuk debugging.
 - `SerialBT.Begin("ESP32_BT_Control")` :, memulai koneksi Bluetooth serial port profile (SPP) dengan nama tertentu.
 - `azimuthServo.attach(25):`, menghubungkan servomotor azimuth ke pin GPIO 25.
 - `altitudeServo.attach(26):`, menghubungkan servomotor altitude ke pin GPIO 26.

- h) void setAzimuthAndAltitude(int azimuthDegrees, int azimuthMinutes, int azimuthSeconds, int altitudeDegrees, int altitudeMinutes, int altitudeSecond);, fungsi yang menguiah input derajat, menit, dan detik menjadi posisi servomotor yang sesuai.
- Terdapat logika untuk menghitung posisi yang benar berdasarkan mode (utara atau Selatan) yang sedang berlaku.
 - Mengonstrain posisi azimuth dan altitude dalam rentan 0 hingga 180.
 - Melakukan mapping dari derajat ke posisi servo dan menggerakkan servo ke posisi yang diinginkan.
 - Menyimpan posisi terakhir dari servomotor azimuth dan altitude.
- i) void loop();, fungsi yang dijalankan dalam loop terus-menerus.
- Menerima input dari koneksi Bluetooth jika tersedia.

- Mengecek apakah mode yang diberikan adalah utara atau Selatan dan memperbarui variable `currentMode` sesuai.
- Jika input bukan mode, maka dianggap sebagai input nilai azimuth dan altitude, sehingga fungsi `setAzimutAnd Altitude` digunakan untuk mengatur posisi servomotor.

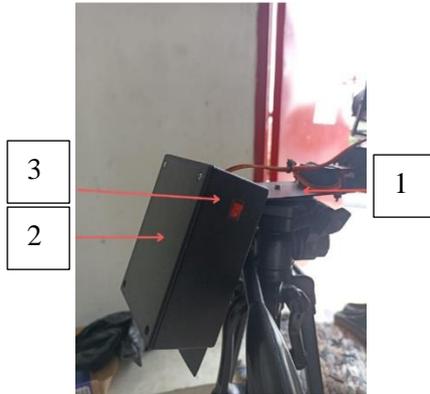
d. Desain *auto focuser*

Berikut adalah hasil hardware yang sudah jadi tampak atas ditunjukkan pada gambar 3.18. Terdapat kotak yang melindungi perangkat sistem (1) serta tripod yang menjaga mounting (2), Pada bagian atas merupakan teleskop yang digunakan untuk pengamatan (3).



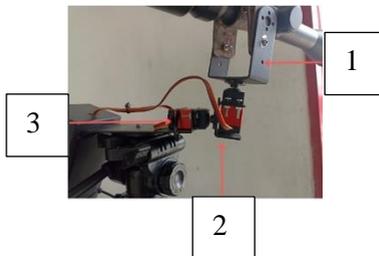
Gambar 3.18. Hardware *auto focuser* secara full

Pada gambar 3.19. terdapat baracket yang menghubungkan antara tripod, mounting dan kotak sistem (1), pelindung sistem operasi menggunakan kotak secara menyeluruh (2), dan terdapat tombol switch on/off dibagian samping kotak (3).



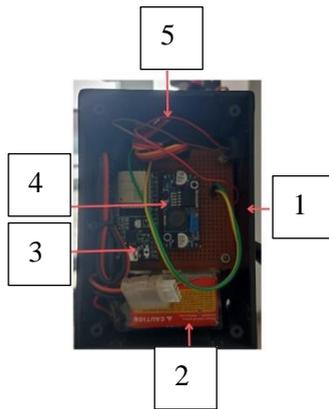
Gambar 3.19. Hardware Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

Pada gambar 3.20. terdapat bracket yang menyangga antara mounting dan teleskop (1), bagian penggerak azimuth (2), dan bagian penggerak altitude (3).



Gambar 3.21. Hardware Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

Pada gambar 3.21. terdapat papan PCB sebagai penghubung aliran listrik (1), power supply/baterai (2), mikrokontroler arduino (3), stap down dc (4), dan kabel jumper (5)



Gambar 3.21. Hardware *auto pointing* pada *hilal* secara full

B. Pengujian

Tahap pengujian ini merupakan tahap eksekusi sistem perangkat lunak yang telah dikembangkan, untuk menentukan apakah sistem ini layak diterapkan dan dapat berjalan sesuai di lingkungan yang diinginkan. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *User Acceptance Test* (UAT)

Pengujian sistem menggunakan *user acceptance test* (UAT), dilakukan untuk menguji sistem dengan meminta user untuk mengisi angket kuisisioner yang difokuskan pada fungsionalitas sistem dengan menggunakan instrumen alat berupa dokumen kuisisioner *user acceptance test* sebagai bukti bahwa sistem tersebut dapat diterima dengan baik oleh user.⁶⁷ Berikut table instrumen dari kuisisioner user acceptance test sebelum dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas.

Tabel 3.1 Instrumen Kuisisioner UAT

Sumber: (Yusmita, 2020)

Kode Soal	Pertanyaan
	Aspek Fungsionalitas
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?
	Aspek Komunikasi Visual

⁶⁷ Trisnanti,. Sistem Informasi Penjualan Pada Sutrisno Konveksi, 2020.

Kode Soal	Pertanyaan
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?
Aspek Rekayasa Perangkat	
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?
Q10	Apakah sistem cukup responsif?

Skala pengukuran yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini yaitu skala likert. pada skala ini indikator dari variable yang akan diukur dijadikan sebagai titik tolak untuk item-item instrumen berupa pernyataan atau pertanyaan. Skala likert sendiri memiliki gradasi dari sangat positif sampai dengan

sangat negative.⁶⁸ Berikut skala likert yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3.2 Skala Likert

Sumber: (Sugiyono, 2018)

Kategori	Nilai
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (KB)	2
Tidak Baik (TB)	1

Perhitungan skor hasil pengujian menggunakan kuisioner *user acceptance test* dengan skala likert sebagai skala pengukurannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$p = \text{Total} / n\text{Max} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus diatas maka total terdiri dari jumlah seluruh jawaban kuisioner dikali dengan skor pada skala likert, lalu dibagi dengan nMax yang

⁶⁸ Sugiyono, Metode penelitian kuantitatif. ALFABETA, 2018.

diperoleh dari jumlah responden dikali dengan nilai tertinggi dari skala pengukuran.⁶⁹

Setelah dilakukan perhitungan skor maka kemudian dilakukan identifikasi dengan kriteria penilaian yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Kriteria Penilaian

Sember: ((Ferico, 2019)

% Jumlah	Kriteria
20,00% - 36,00%	Tidak Baik
36,01% - 52,00%	Kurang Baik
52,01% - 68,00%	Cukup
68,01% - 84,00%	Baik
84,01% - 100%	Sangat Baik

C. Instrument Rukyat hilal

Perkembangan instrument rukyatul hilal sudah memiliki nanyak variasi dan inovasi mulai dari tradisional sampai modern. Akan tetapi tidak dapat

⁶⁹ Tristanti,. Sistem Informasi Penjualan Pada Sutrisno Konveksi, 2020.

dipungkiri seiring perkembangnya zaman, akan terus ada inovasi dan terobosan baru pada instrument-instrumen rukyatul hilal yang sudah ada. Hal ini didasarkan untuk memperbaiki maupun memperbaharui kekurangan-kekurangan dari instrument sebelumnya.

Metode rukyatul hilal yang paling sederhana yaitu dengan mengamati fase-fase bulan, metode ini termasuk metode alamiah yaitu dengan dengan memanfaatkan keadaan alam, dalam hal ini fase bulan. Fase-fase bulan dapat digunakan sebagai penentuan awal bulan hijriah, namun metode ini bisa dikatakan kurang akurat dikarenakan metode ini hanya sebatas perkiraan dan waktu yang dibutuhkan hanya pada malam hari saja.

Adapun instrument rukyatul hilal seperti gawang lokasi, dan tehodolit dalam pengaplikasiannya memiliki beberapa kekurangan seperti:

1. Pengaplikasiannya masih bergantung pada keakurasian perhitungan tentang posisi hilal, hal ini membutuhkan ketelitian yang sangat akurat, salah sedikit saja maka instrument yang

digunakan tidak akan dapat mengetahui posisi hilal sehingga menyebabkan hilal tidak terlihat.

2. Lokasi pengamatan yang memiliki kelembatan tinggi akan membuat cuaca mendung terutama dibagian ufuk barat, hal ini menyebabkan instrument yang digunakan sangat sulit digunakan dengan maksimal.
3. Pembidikan posisi hilal hanya terbatas pada posisi perhitungan hilal muncul, jadi saat hilal bergerak terbenam instrument sangat sulit untuk mengamati dan diharuskan menerka posisi hilal.

Selanjutnya teleskop dengan mounting robotik, yang dianggap sebagai instrument rukyatul hilal yang memiliki keakurasian tinggi dalam menentukan posisi hilal secara *realtime*. Namun faktanya dilapangan instrument ini membutuhkan seting awal yang tepat dan pembidikan matahari yang digunakan sebagai acuan keakurasian posisi hilal pada *center* teleskop. Oleh sebab ini lah jika pada seting awal tidak presisi maka hilal tidak akan terlihat. Terlebih harga yang cukup mahal yang menyebabkan tidak setiap orang atau instansi dapat memiliki

instrument teleskop robotik ini secara cepat dan mudah.

Berdasarkan masalah di atas, penulis mencoba melakukan inovasi dan terobosan baru, dengan memanfaatkan perangkat *smartphone* yang di hubungkan dengan mikrokontroler sebagai instrument rukyatul hilal.

BAB IV

ANALISIS AUTO POINTING PADA HILAL

A. Analisis Faktor Kekurangan Instrumen Manual Dalam Rukyatul Hilal

Sebelum adanya alat pengamatan hilal yang canggih atau yang berbasis robotik, pastilah telah ada alat sebelumnya yang dalam penggunaannya masih bersifat manual. Penggunaan alat-alat manual seperti theodolit dan gawang lokasi secara umum sudah layak digunakan dalam pengamat hilal. Akan tetapi dari hasil penelusuran peneliti, alat-alat tersebut memiliki beberapa kelemahan, berikut faktor ketidak efisienan theodolite dan gawang lokasi yang peneliti temukan dilapangan.

1. Theodolite

Pada prinsipnya, cara kerja theodolit adalah sebuah pembidik (teleskop) yang dipasang padaudukan (mounting) yang dapat bergerak secara vertikal untuk menghitung tinggi benda (altitude) dan horisontal untuk menghitung sudut arah (azimuth). Oleh sebab itu sistem dudukan theodolit

ini sering disebut sebagai sistem dudukan altazimuth.

Dalam praktek penggunaan theodolit terdapat 2 (dua) acuan pengukuran sudut. Yang pertama adalah sudut vertikal (vertical angle= VA) acuannya adalah titik Zenith yaitu titik yang berada tepat di atas kepala. Sehingga jika benda berada di titik Zenith ini maka sudut vertikalnya adalah nol ($VA=0^\circ$) sedangkan jika benda berada di titik horizon maka sudut vertikalnya (VA) adalah 90°

Karena tinggi benda (altitude) dihitung menggunakan acuan titik horison sebagai nol derajat (0°) dan titik Zenith bernilai 90° maka:
Tinggi benda (Altitude) = $90^\circ - VA$

Sedangkan acuan pengukuran sudut azimuth /sudut horisontal (horizontal angle = HA) adalah titik Utara Sejati dihitung memutar searah jarum jam. Sehingga jika benda berada di Utara $HA=0^\circ$, di Timur $HA=90^\circ$, di Selatan $HA=180^\circ$ di Barat $HA=270^\circ$. Walau demikian ada sebagian negara yang menggunakan acuan titik Selatan. Untuk mengetahui posisi benda secara tepat theodolit

dilengkapi dengan teleskop pembidik dengan tanda silang (+) pada lensa pembidiknya. Cara membidiknya adalah dengan membidik benda tepat pada tanda silang (crosshair) yang terlihat melalui teleskop.

Menurut pengamatan peneliti bahwa ada beberapa kekurangan dari instrument theodolite saat digunakan dalam rukyatul hilal, adapun kekurangan tersebut sebagai berikut:

- a. Theodolit memiliki keterbatasan dalam rentan pengamatan vertical, terutama Ketika mengamati objek langit yang berada pada sudut tinggi, seperti bulan atau planet yang berada di atas kepala pengamat. Keterbatasan ini dapat menghambat pengamatan objek-objek tersebut dengan akurat.
- b. Theodolit memiliki sensitifitas terhadap gertan dan gerakan, terutama jika digunakan di lingkungan yang tidak stabil atau jika tidak terpasang dengan baik. Getaran atau Gerakan mengakibatkan ketidak akuratan dalam pengukuran sudut yang diambil. contoh saat mengamati Bintang dengan theodolite di dekat

jalan yang ramai, getaran yang ditimbulkan dari kendaraan dapat menyebabkan ketidakstabilan alat dan mengganggu pengukuran.

- c. Hasil pengukuran atau pengamatan dipengaruhi oleh cahaya, karena theodolite memiliki teropong yang digunakan untuk membidik ke arah target, oleh sebab itu memerlukan pencahayaan yang cukup guna proses pengukuran atau pengamatan efisien.
- d. Theodolit tidak memiliki sistem prosesor, dimana prosesor ini digunakan untuk menghitung koordinat dan tinggi benda secara langsung.
- e. Theodolit memiliki *field of view* atau luas pandang yang sempit tergantung objek yang diamati.
- f. Theodolit tidak memiliki sistem pergerakan otomatis, sehingga jika di aplikasikan dalam pengamatan hilal maka hanya dapat digunakan pada titik awal. Semisal teropong theodolite mengarah pada ketinggian lima derajat maka jika hilal dapat di amati pada saat berada pada ketinggian lima deraja, jika hilal sudah berubah posisi maka teropong harus mencari dan hal

tersebut sangat sulit untuk dilakukan, dikarenakan luas pandang theodolite hanya sebesar satu derajat.

Beberapa kekurangan di atas, peneliti dapat mengambil kesimpulan bahwa theodolit yang digunakan sebagai instrumen rukyatul hilal masih memiliki kekurangan dari segi teropong, traking, dan prosesor sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut.

2. Gawang lokasi

Sistem gawang lokasi atau alat pembidik langit, merupakan alat sederhana yang digunakan untuk megarahkan pandangan ke langit dengan presisi tertentu. Meskipun dapat membantu dalam mengedintifikasikan lokasi benda langit secara kasar, tetapi gawang lokasi memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan dalam pengamatan benda langit terkhusus hilal. Berikut beberapa kekuranga yang peneliti temukan pada alat gawang lokasi:

- a. Terdapat keterbatasan presisi dan akurasi, biasanya gawang lokasi tidak memberikan

presisi atau akurasi yang tinggi dalam menentukan posisi benda langit. Hal ini disebabkan alat yang dirancang untuk memudahkan pengamat menemukan benda langit, bukan untuk melakukan pengukuran sudut dengan presisi tinggi.

- b. Penggunaan gawang lokasi dalam penentuan posisi benda langit memiliki perhitungan yang cukup rumit, seperti harus adanya jarak antara pengamat dan gawang lokasi, sehingga perbedaan besar dan kecilnya alat, dan perbedaan tinggi dan rendahnya ukuran pengamat mempengaruhi jarak dalam menggunakan gawang lokasi.

Beberapa kekurangan di atas, peneliti dapat menarik kesimpulan bahwa gawang lokasi tidak dapat digunakan ke dalam pengamatan dengan keakurasian tinggi.

B. Analisis Fungsional *Auto Pointing* Pada *Hilal*

Sesuai dengan garis besar tujuan penelitian yang dilakukan yaitu menghasilkan instrument *Auto pointing* pada *hilal*. Setelah melalui tahap demi tahap pembuatan, hasil dari penelitian ini adalah sebuah *Auto pointing* pada *hilal* dengan hasil optimal sehingga menghasilkan responsive yang baik. Terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian dalam penentuan posisi hilal menggunakan *Auto pointing* pada *hilal*, diantaranya:

1. Lokasi pengamatan

Lokasi pengamatan pada penelitian ini ialah di Planetarium dan Observatorium KH. Zubair Umar Al-Jailani, yang berada di kampus 3 UIN Walisongo Semarang. Observatorium UIN Walisongo memiliki ketinggian 81 MDPL (meter di atas permukaan laut) dan memiliki ufuk yang tidak terhalang oleh bangunan dan benda apapun, sehingga layak dijadikan tempat rukyatul hilal.



Gambar 4.1. kondisi ufuk Observatorium UIN Walisongo
Semarang

2. Waktu penggunaan

Penggunaan alat *Auto pointing* pada *hilar* hanya dapat bertahan selama kurang lebih 4 jam pemakaian, hal ini disebabkan daya tampung baterai yang kurang besar, akan tetapi dalam penggunaan alat untuk rukyatul hilar sudah layak digunakan, karena posisi hilar di atas ufuk dengan kriteria neo MABIMS yaitu 3 derajat dan elongasi 6,4 derajat, sehingga saat matahari terbenam posisi hilar berada di atas ufuk memiliki waktu 12 menit sampai terbenam. Hal ini dapat di asumsi

kan bahwa alat dapat beroperasi secara optimal selama 4 jam dapat digunakan sebagai alat rukyatul hilal.

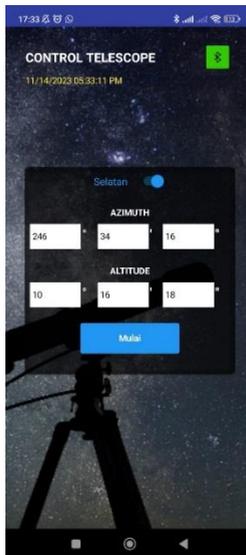
Tahapan penggunaan *Auto pointing* pada *hilal* sebagai berikut:

Pertama posisikan alat pada arah Selatan atau utara tergantung posisi benda langit apa yang dicari, kedua hidupkan *Auto pointing* pada *hilal* dan akan secara otomatis pada posisi parking, ketiga koneksikan *Auto pointing* pada *hilal* dengan *smartphone* menggunakan bluetooth.



Gambar 4.2. Bluetooth yang menghubungkan antara *Auto pointing* pada *hilal* dengan *smartphone*

Keempat setelah terkoneksi maka masukkan data koordinat benda langit yang ingin di cari, jika posisi benda langit berada disebelah timur, maka *Auto pointing* pada *hilal* menghadap ke utara, dan jika posisi benda langit berada di barat maka *Auto pointing* pada *hilal* menghadap ke selatan. Hal ini disebabkan karena mounting *Auto pointing* pada *hilal* terbatas pada 180 derajat putaran.



Gambar 4.3. input data benda langit

Pengujian fungsional *Auto pointing* pada *hilal*, dilakukan pada pengamatan alat terbentuk sebagai berikut:

- a. Sebelum pengujian di lapangan *Auto pointing* pada *hilal* memiliki beberapa kendala yaitu dari segi pengerjaan. Pengerjaan pembuatan *Auto pointing* pada *hilal* berjalan kurang lebih 8 bulan, hal ini disebabkan karena *bluetooth smartphone* dan *bluetooth Auto pointing* pada *hilal* tidak dapat terkoneksi, oleh sebab itu peneliti membuat aplikasi pihak ketiga untuk dapat mengaktifkan dan mengkoneksikan *Bluetooth*, sehingga alat dapat berfungsi sebagaimana mestinya.
 - b. *Auto pointing* pada *hilal* saat pengujian dilapangan mulai dari pengoneksian, kemudian input data azimuth dan altitude, dan mengarah ke objek benda langit dalam hal ini *hilal*, telah berfungsi dan tidak ada kendala dari segi sistem pengoprasiannya.
3. Hasil pengujian *user acceptance test* (UAT)

Metode *user acceptance testing* (UAT) berguna untuk mengetahui tanggapan dari seorang

responden atau user terhadap sistem yang telah dibangun dengan cara menggunakan kuesioner.

Berikut adalah daftar penguji sistem yang terdapat pada tabel 4.1, Adapun diantaranya yaitu mahasiswa ilmu falak dan asisten laboran planetarium dan observatorium UIN Walisongo Semarang.

Setelah pengumpulan data kuisisioner selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah membuat perhitungan dari semua jawaban kuisisioner. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$p = \text{Total} / n\text{Max} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus diatas maka nilai max adalah 5 x 5 (sangat baik) = 25. Hasil perhitungan kuisisioner ditampilkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2

Tabel 4.1 Jumlah Perhitungan Kuisisioner

Respon den	Jawaban										Jumlah
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	

M. Affan Ridull ah	5	4	4	5	4	5	4	4	3	3	41
Mutiara Temba ng Langit	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
Fika Afham ul Fusch a	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
M. Rizki Dungi gio	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	48
Kurnia wati	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	36
M. Said Fadhel	4	5	4	3	3	4	4	5	4	5	41

Khoiri l Zulha m	4	5	3	3	5	5	4	5	3	5	42
---------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Tabel 4.2 Jumlah pesentase

Responden	Persentase	Kriteria
R1	82%	Baik
R2	80%	Baik
R3	100%	Sangat Baik
R4	96%	Sangat Baik
R5	72%	Baik
R6	82%	Baik
R7	84%	Baik
Rata-Rata	85%	

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada tabel 4.1, diketahui bahwa hasil pengujian UAT didapatkan rata-rata presentase sebesar 85% yang mana berada dalam kriteria penilaian yang sangat baik.

C. Uji Akurasi *Auto Pointing* Pada *Hilal*

Dalam mencari posisi hilal, diperlukan Tingkat akurasi suatu alat dalam menentukan posisi utama. *auto pointing* pada *hilal* sebagai alat memfokuskan posisi hilal tentunya memerlukan tahapan uji akurasi untuk mengetahui seberapa akurat kinerja alat dalam mengetahui posisi hilal. Pengujian *auto pointing* pada *hilal* dilakukan oleh peneliti dengan beberapa cara, yaitu pertama, melakukan beberapa kali pengamatan yang berlokasi di Planetarium dan Observatorium UIN Walisongo Semarang, kedua, menentukan posisi *auto pointing* pada *hilal* dengan acuan mounting altazimuth ioptron. Adapun alasan alat yang digunakan peneliti dalam menentukan tingkat keakurasian dalam pengamatan hilal ini ialah karena alat yang biasa digunakan para praktisi falak dalam pengamatan hilal dan dipercaya memiliki keakurasian yang tinggi.

Pada praktik yang dilakukan penulis menggunakan perhitungan excel dengan data Ephemeris sebagai acuan dalam penentuan awal bulan. Untuk penginputan data hilal pada *auto pointing* pada *hilal*, peneliti menggunakan data astronomi dan membandingkan dengan data mounting ioptron Altazimuth.

Pengamatan menggunakan *auto pointing* pada *hilal* dilakukan pada awal bulan Jumadil Awal, dan Jumadil Akhir, Adapun uji akurasi *auto pointing* pada *hilal* sebagai berikut:

1. Uji Akurasi pertama tanggal 13 Desember 2023
M/29 Jumadil Awal 1445 H

Data astronomi

- Matahari terbenam = 18:4:53 WIB
- Azimuth matahari = $246^{\circ}29'52,8''$
- Tinggi matahari = $-1^{\circ}00'9,6''$
- Tinggi bulan = $3^{\circ}59'11,0''$
- Azimuth bulan = $242^{\circ}19'27,7''$
- Bulan terbenam = 18:14:47 WIB



Gambar 4.4. Pengamatan hilal dengan *auto pointing* pada
hilal

2. Uji akurasi kedua tanggal 11 Januari 2024 M/28
Jumadil Akhir 1445 H

Data astronomi

- Matahari terbenam = 18:17:49 WIB
- Azimuth matahari = $247^{\circ}48'39,8''$
- Tinggi matahari = $-1^{\circ}00'6,6''$
- Tinggi bulan = $-0^{\circ}58'18,5''$
- Azimuth bulan = $242^{\circ}54'11,4''$
- Bulan terbenam = 18:17:58 WIB

3. Uji akurasi ketiga tanggal 12 Januari 2023/29

Jumadil Akhir 1445 H

Data astronomi

- Matahari terbenam = 18:18:7 WIB
- Azimuth matahari = $247^{\circ}58'14,5''$
- Tinggi matahari = $-1^{\circ}00'1,2''$
- Tinggi bulan = $11^{\circ}33'6,1''$
- Azimuth bulan = $247^{\circ}4'4,9''$
- Bulan terbenam = 19:18:13 WIB



Gambar 4.5. Pengamatan hilal dengan *auto pointing* pada
hilal

Untuk tanggal 11 Januari 2023, menurut metode hisab dikarenakan ijtima' sesudah matahari terbenam, maka tanggal 12 Januari 2024 masuk tanggal 29 Jumadi Akhir 1445 Hijriah, Jika dengan metode rukyat, melihat dari bulan sebelumnya, maka tanggal 11 masih masuk tanggal 28 Jumadil Akhir dan 29 Jumadil Akhir masuk pada tanggal 12 Januari 2023 dengan ketinggian 12 derajat.

Tiga kali uji akurasi yang dilakukan oleh peneliti dimulai dari 13 Desember 2023 M/29 Jumadil Awal 1445 H, dan 12 Januari 2024 M/29 Jumadil Akhir 1445 H, mendapatkan hasil bahwa pada tanggal 29 Jumadil Awal peneliti sempat melihat hilal akan tetapi hilal yang dilihat masih meragukan, hal ini juga dikuatkan dengan hasil wawancara dengan satu orang yang menggunakan alat peneliti bahwa melihat hilal tetapi masih meragukan, sehingga peneliti mengambil kesimpulan bahwa hilal tidak terlihat, hal ini dikarenakan faktor cuaca yang tidak mendukung.

Pada tanggal 29 Jumadil Akhir peneliti mendapatkan hilal, hal ini dibuktikan dengan kesaksian para pengamat yang menggunakan alat *auto pointing* pada *hilal*. Hilal yang terlihat pada ketinggian empat derajat.



Gambar 4.9. penampakan hilal 29 Jumadil Akhir 1445 H dengan *auto pointing* pada *hilal*

Pada tanggal 1 Rajab peneliti melakukan uji akurasi guna memverifikasi bahwa *auto pointing* pada *hilal* telah benar-benar berfungsi sesuai dengan apa yang ingin peneliti capai.



Gambar 4.10. penampakkan tanggal 1 Rajab 1445 H dengan *auto pointing* pada *hilal*

Dari ketiga pengamatan uji akurasi *Auto focuser* di atas, masing-masing tidak memiliki selisih antara kedua alat tersebut. untuk pengukuran uji akurasi pertama (13 Desember 2023) tidak memiliki selisih, pengukuran uji akurasi kedua (11 Januari 2024) tidak memiliki selisih, pengukuran uji akurasi ketiga (12 Januari 2024) tidak memiliki selisih dan dari sudut pandang perhitungan pengambilan nilai tidak memiliki selisih. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dari segi data perhitungan tidak terdapat selisih,. Untuk pengukuran dilapangan dari posisi *auto pointing* pada *hilal* dengan mounting ioptron altazimuth tidak ada

selisih. Oleh karena itu penulis menarik kesimpulan bahwa *auto pointing* pada *hilal* sudah dapat melihat hilal sehingga layak untuk dijadikan alat rukyatul hilal sebagaimana fungsinya.

Adapun kelebihan dan kekurangan *auto pointing* pada *hilal* yang sudah dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

a. Kelebihan

- 1) Bentuk yang ergonomis
- 2) Membantu para perukyat menemukan posisi hilal dengan mudah
- 3) Bisa digunakan di daerah yang minim jaringan internet karena berbasis offline
- 4) Mudah di gunakan kerana pengoperasiannya yang sederhana
- 5) Bisa digunakan tidak hanya objek bulan tetapi dapat melihat objek lainnya

b. Kekurangan

- 1) Dalam pengamatan rukyat tidak bisa di gunakan pada lokasi yang tidak layak
- 2) Alat tidak bisa digunakan ditempat yang tidak rata atau miring
- 3) Karena daya baterai yang terbatas mempengaruhi fungsi kerja alat

- 4) Memerlukan kalibrasi dengan kompas setiap pengoprasian
- 5) Harus mengetahui posisi benda langit berada di timur atau barat
- 6) *Auto pointing* pada *hilal* tidak dapat tracking mengikuti benda langit

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang penulis jelaskan di atas, maka selanjutnya penulis akan mengambil kesimpulan sebagai jawaban dari pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Faktor yang menjadi kekurangan instrument rukyatul hilal dalam hal ini theodolite dan gawang lokasi sebagai berikut: pertama, theodolit yang digunakan sebagai instrumen rukyatul hilal masih memiliki kekurangan dari segi teropong, traking, dan prosesor sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut, kedua, gawang lokasi tidak dapat digunakan ke dalam pengamatan dengan keakurasian tinggi, serta membutuhkan perhitungan dengan akurasi tinggi.
2. Rancang bangun *Auto focuser* pada *pointing hilal* memiliki beberapa tahapan yang harus dilalui sehingga terciptanya *Auto focuser* pada *pointing hilal*, Adapun tahapan sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan komponen-komponen *Hardware*.

- b. Membuat diagram alur atau tahapan pembuatan.
 - c. Membuat rancangan schematic atau alur pergerakan alat dan rancangan konfigurasi *software* dan *hardware*.
 - d. Membuat *flowchart* atau alur fungsi alat.
 - e. Membuat script pemrograman dengan aplikasi Arduino.
 - f. Membuat aplikasi input data koordinat altitude dan azimuth dengan aplikasi kadular, yang terdiri dari derajat, menit dan detik.
3. Ketiga pengamatan uji akurasi *Auto focuser* masing-masing tidak memiliki selisih antara *Auto focuser* dan mounting altazimuth ioptron. untuk pengukuran uji akurasi pertama (13 Desember 2023) tidak memiliki selisih, pengukuran uji akurasi kedua (11 Januari 2024) tidak memiliki selisih, pengukuran uji akurasi ketiga (12 Januari 2024) tidak memiliki selisih dan dari sudut pandang perhitungan pengambilan nilai tidak memiliki selisih. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dari segi data perhitungan tidak terdapat selisih,. Untuk pengukuran dilapangan dari posisi *Auto focuser* dengan mounting ioptron altazimuth tidak

ada selisih. Oleh karena itu penulis menarik kesimpulan bahwa *Auto focuser* sudah dapat melihat hilal sehingga layak untuk dijadikan alat rukyatul hilal sebagaimana fungsinya.

Dari awal perancangan mulai dari pembuatan schematic, rancangan alur sistem, sketsa penempatan komponen *Auto focuser*, dan pemrograman sampai dengan akhir pengujian alat, semuanya berfungsi sesuai dengan apa yang telah di rancang, sehingga peneliti dapat melihat kelebihan dan kekurangan pada alat *Auto focuser*, sebagai berikut :

a. Kelebihan

- 1) Bentuk yang ergonomis
- 2) Membantu para perukyat menemukan posisi hilal dengan mudah
- 3) Bisa digunakan di daerah yang minim jaringan internet karena berbasis offline
- 4) Mudah di gunakan kerena pengoprasiaannya yang sederhana
- 5) Bisa digunakan tidak hanya objek bulan tetapi dapat melihat objek lainnya

b. Kekurangan

- 1) Dalam pengamatan rukyat tidak bisa di gunakan pada lokasi yang tidak layak
- 2) Alat tidak bisa digunakan ditempat yang tidak rata atau miring
- 3) Karena daya baterai yang terbatas mempengaruhi fungsi kerja alat
- 4) Memerlukan kalibrasi dengan kompas setiap pengoprasian
- 5) Harus mengetahui posisi benda langit berada di timur atau barat

B. Implikasi Hasil Penelitian

Linier dengan apa yang telah disampaikan di dalam hadis yang diriwayatkan oleh al-Bukhari dan muslim, bahwasanya melihat hilal merupakan tanda masuknya awal bulan, hal ini merupakan petunjuk bagi umat muslim bahwa melihat hilal merupakan keharusan yang perlu diperhatikan dengan cermat. Dalam kajian ini peneliti memberikan kontribusi bagi umat muslim dalam pengamatan hilal, seiring berkembangnya teknologi dan keadaan langit yang semakin memburuk, sehingga diperlukannya alat-alat yang berkompeten di dalam bidang pengamatan hilal.

Dengan adanya perkembangan alat yang semakin modern dalam melakukan pengamatan, sehingga para praktisi falak seharusnya memberikan kontribusi berupa terobosan-terobosan, tidak hanya dibidang hisab, akan tetapi dibidang instrumensasi yang dapat memfokuskan pengamatan hilal. Jika semua praktisi dapat berfikiran modern, ada kemungkinan kedepannya kendala cuaca tidak akan menjadi halangan dalam melakukan pengamatan.

Auto focuser pada *pointing hilal* merupakan salah satu alat yang dapat dijadikan sarana dalam melakukan pengamatan hilal, dikarenakan mata yang menjadi focuser yang menyesuaikan pada bidang objek langit, sehingga tidak akan ada lagi alasan bahwa alat yang digunakan tidak dapat memfokuskan ke objek hilal, dan kemudahan dalam mencari koordinat hilal dengan penginputan data melalui *smartphone* yang setiap orang punya menjadikan solusi yang efisien dalam pengaplikasiannya.

C. Saran

1. Pengembang alat *Auto focuser* pada *pointing hilal* dapat digunakan sebagai alternatif penentuan arah

posisi hilal, dengan syarat meminimalisir kendala-kendala yang ada.

2. Perlu dilakukan pengembangan terhadap alat-alat yang berbasis robotik lainnya sebagai acuan dalam menentukan posisi hilal karena begitu banyak ide-ide yang perlu di kembangan dalam pengamatan hilal mulai dari kurikulum, ekstrakurikuler, atau seminar dan pelatihan-pelatihan yang berhubungan dengan instrumensasi rukyat hilal. Sehingga memperbanyak khazanah keilmuan dalam perkembang pengamatan hilal dan lain-lainnya.

D. Kata Penutup

Motivasi personal dari penelitian “*Autofocuser* pada *pointing hilal*” adalah agar dapat diimplementasikan sebagaimana fungsi utamanya sebagai referensi pembuatan instrument rukyat hilal oleh siapa pun sebagai dampak praktisnya. Selain itu, peneliti sangat berharap agar metode pembuatan instrument rukyat pada penelitian ini bisa masuk ke dalam kurikulum atau bahan ajar ilmu falak di sekolah maupun perguruan tinggi sebagai dampak akademisnya.

Semoga segala yang peneliti curahkan pada penelitian ini tidak hanya sekedar menjadi syarat kelulusan pendidikan peneliti saja, namun juga bisa

bermanfaat dan membawa dampak positif praktis dan akademis dalam masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto, Agustinus Gunawan, *Menjelajahi Bintang Galaksi dan Alam Semesta*, (Yogyakarta: Kanisius, 2009)
- Al-Bukhārī Ab̄ ḡAbdillah Muhammad bin Isma'īl, *Sahīh al̄ - Bukhārī*, (Riyadh: Dār alSalam, 1997)
- Aprilia, Dewi Muthia, , “*A Study of Ethnoastronomy in Ciptagelar Civilizations, Sukabumi Regency, West Java, Indonesia: Relation of Full Moon Phase with Javanese Calendar and Hijriyah Calendar*”, In *EPJ Web of Conferences*, vol. 240, p. 07007. EDP Sciences, 2020
- As'ad, Ali, *Tafsir Jalalain, Terjemah gandhul dan Indonesia*, Yogyakarta: Kota Kembang, 1986, Juz I+II
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005)
- , *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007)
- Azwar, Saifuddin, *Metode Penelitian* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2001), Cet. III
- Baker, Robert H, *Astronomy A Textbook For University And College Student* (New York: D. Van Nostrand Company, 1955)
- Bashori, Muh. Hadi, *Penanggalan Islam Peradaban Tanpa Penanggalan, Inilah Pilihan Kita?* (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013)

- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, *Problematika Penentuan Awal Bulan, Diskursus Antara Hisab dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014)
- Company, Vixen, *Vixen Instruction Manual for SX/SXD Equatorial Mount*, Saitama: Vixen Co., Ltd., 2000
- Delfino, Fachri. “Perancangan Aplikasi Buka Pintu Rumah Otomatis Menggunakan Bluetooth Berbasis Adnroid”, *Iain Batusangkar*. 2018.
- Departemen Agama Republik Indonesia, *al-Quran dan terjemahnya*, Bandung: CV Penerbit Jamanatul Ali-ART, 2005
- Ditjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, (Jakarta: KEMENAG, 2004)
- Ehsan Hidayat, “Sejarah Perkembangan Hisab dan Rukyat”, *ElFalaky : Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 3, No. 1 tahun 2019
- Faizin, Moh Yusuf, “Inovasi Diafragma Pada Teleskop Handmade Untuk Rukyatul Hilal”. *Tesis UIN Walisongo* (Semarang: UIN Walisongo).
- Hajjaj, Muslim bin, *Shahih Muslim*, Juz II, (Beirut: Dār Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1992),762
- Hambali, Slamet, *Pengantar Ilmu Falak*, Banyuwangi :Bismillah Publisher, 2012
- Hermuzi, Nofran, “*Uji Kelayakan Bukit Cermin Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau Sebagai Tempat Rukyatulhilar (Analisis Geografis, Meteorologis Dan Klimatologis)*” Skripsi UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2018)

Himayatika, Risyah, *Teknik Rukyatul hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul hilal Muhammad Inwanuddin)*, Tesis UIN Walisongo (Semarang: UIN Walisongo).

<https://groups.google.com/d/topic/fr.sci.astronomie.amateur/O T7K8yogRII/discussion>

Izzuddin, Ahmad, *Fiqh Hisab Rukyah, Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penetapan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha*, (Jakarta: Erlangga, 2007)

Khalifah, Hajji, *Kasyf azh-Zhunûn ‘an Asâmy al-Kutub wa alFunûn, Juz 1*, (Beirut: Dâr Ihyâ,, at-Turâts al-,Araby, t.t), 106.

Khazin Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005)

_____, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004)

Latief, M. Burhanuddin, Muchlas dan Yudhiakto Pramudya, “Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler”. *Jurnal Fisika Indonesia* No: 54, Vol XVIII (2014)

Meus, Jean, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willmann Bell. Inc, 1991)

Morrison, James E, *The Astrolabe*, (DE USA: Janus Rehoboth Beach, 2007)

Munawwir, Ahmad Warson, *Kamus al-Munawir, Cet. XIV* (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997)

- Musonnif , Ahmad, Ilmu Falak, (Yogyakarta : Teras, 2011)
- Qulub, Siti Tatmainul, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017)
- Rahman, Afif Aulia, Sistem Otomatisasi Pelacak Objek Astronomi Menggunakan Teleskop Berdasarkan Stellarium, *Jurnal Teknik ITS* vol. 6, No 2 (2016)
- Rahman, Wilman. “Alfaizi, Farhan. Mengenal Berbagai Macam Software”. *Surya University, Tangerang*, 2014.
- Sakirman, “Spirit Budaya Islam Nusantara dalam Konstruksi Ruhu” Mujayyab”, *Endogami : Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi*, No. 1 Vol. 2 (2018)
- , Respons Fikih terhadap Perkembangan Teknologi Rukyat, *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, Vol. 14 No.1 Juni 2020
- Saksono, Tono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab* (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 87.
- Salam, Abd, Penentuan Awal Bulan Islam dalam Tradisi Fiqh Nahdlatul Ulama, (Surabaya: Pustaka Intelektual, 2009)
- Setiawan, Hasrian Rudi, dan Hariadi Putruga. "Stellarium & Google Earth (Simulasi Waktu Salat Dan Arah Kiblat)." *Kumpulan Buku Dosen* (2020)
- Smith, Alan G., *Introduction to Arduino, A piece of cake*, (California: Create Space, 2011)

Suryana, Rizal, dkk, “Sistem Robotika Pada Teleskop Celestron” Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa,

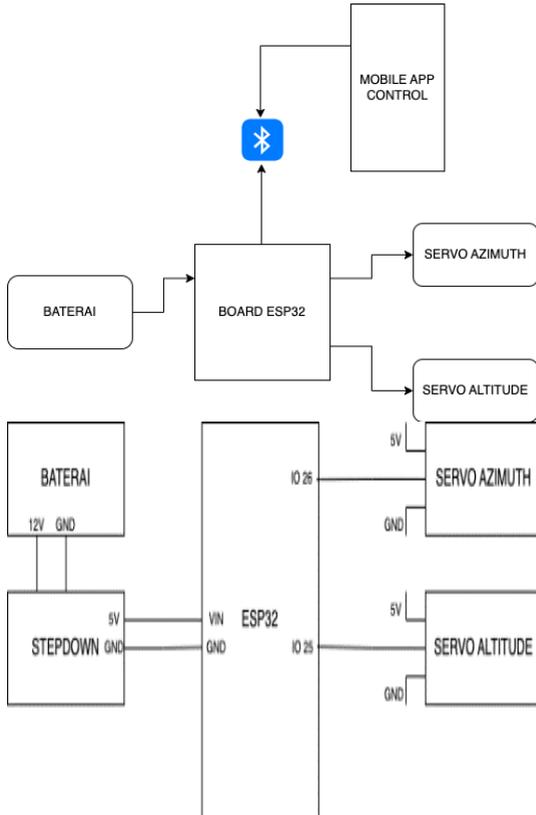
Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012) Cet. II, 70-71.

Zotti, Geor, dkk, “*The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research*”, *arXiv:2104.01019*, Cornell University(2021).

Zotti, Georg, Alexander Wolf, Stellarium 23.1 User Guide, STELLARIUM.ORG, 2023.

LAMPIRAN

Rancangan schematic dan rancangan konfigurasi

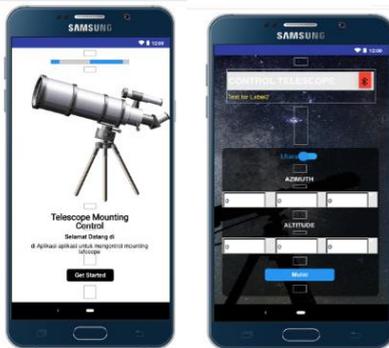


Blok pembuatan aplikasi mounting

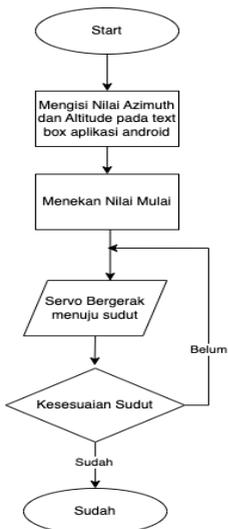
The image displays three segments of Scratch code blocks:

- Top Segment:** A large red 'join' block containing seven smaller 'join' blocks. Each smaller 'join' block contains a 'Text' block with a specific label: 'Menit', 'detik', '_copy', 'Menit_copy', and 'detik_copy'.
- Middle Segment:** A 'when List_Picker_bt is clicked Before Picking' block with a 'do' block containing 'set List_Picker_bt Elements to Bluetooth_Client1 Addresses And Names'. Below it is a 'when List_Picker_bt is clicked After Picking' block with a 'selection' block containing a 'do' block. This 'do' block includes: 'set List_Picker_bt Selection to call Bluetooth_Client1 Connect address get Selection', an 'if Bluetooth_Client1 Is Connected' block with a 'then' block (setting 'Indikator_bt Background Color' to green and calling 'Bluetooth_Client1 Send Text' with text 'utara'), and an 'else' block (setting 'Indikator_bt Background Color' to red).
- Bottom Segment:** A 'when Mulat is clicked' block with a 'do' block containing 'call Bluetooth_Client1 Send Text text'. This is followed by a large red 'join' block containing seven smaller 'join' blocks, each with a 'Text' block labeled 'Menit', 'detik', '_copy', 'Menit_copy', and 'detik_copy'.

Tampilan aplikasi mounting



Alur operasi *focusing* hilal



Script pemograman arduino

```
#include <ESP32Servo.h>
#include <BluetoothSerial.h>
Servo azimuthServo;
Servo altitudeServo;
BluetoothSerial SerialBT; // Use the built-in Bluetooth

int currentMode = 1; // Initial mode (mode 1)
int lastaz = 90;
int lastal = 180;
int azimuthPosition = 0;
int altitudePosition = 0;

// Function to convert degrees, minutes, and seconds to degrees
float degreesFromDMS(int degrees, int minutes, int seconds) {
    return degrees + (minutes / 60.0) + (seconds / 3600.0);
}

void setup() {
    Serial.begin(115200); // Initialize serial communication for
    debugging

    SerialBT.begin("ESP32_BT_Control"); // Start Bluetooth
    SPP with a specific name

    azimuthServo.attach(25); // Attach servo to GPIO 25
```

```

altitudeServo.attach(26); // Attach servo to GPIO 26

setAzimuthAndAltitude(0, 0, 0, 0, 0, 0);
}

void setAzimuthAndAltitude(int azimuthDegrees, int
azimuthMinutes, int azimuthSeconds, int altitudeDegrees, int
altitudeMinutes, int altitudeSeconds) {

    int azimuthServoDegrees = 0;

    int altitudeServoDegrees = 0;

    //utara
    if (currentMode == 1) {
        // Mode 1: Map 270-359 to 0-89 and 0-90 to 90-180
        if (azimuthDegrees >= 270 && azimuthDegrees < 360) {
            azimuthServoDegrees = 180 - (azimuthDegrees - 270);
        } else {
            azimuthServoDegrees = 90 - azimuthDegrees;
        }

        // Invert altitude angle by subtracting the input value from
        180 degrees
        altitudeServoDegrees = 180 - altitudeDegrees;

        //selatan
    } else if (currentMode == 2) {
        // Mode 2: Map 90-270 to 0-180
        azimuthServoDegrees = 270 - azimuthDegrees;
    }
}

```

```

    altitudeServoDegrees = 180 - altitudeDegrees;
}
// Constrain the azimuth angle within the desired range (0 to
180)
    azimuthServoDegrees = constrain(azimuthServoDegrees, 0,
180);
// Constrain the altitude angle within the desired range (0 to
180)
    altitudeServoDegrees = constrain(altitudeServoDegrees, 0,
180);
// Map the constrained azimuth angle to the servo position
    azimuthPosition = map(azimuthServoDegrees, 0, 180, 0,
180);
// Map the constrained altitude angle to the servo position
    altitudePosition = map(altitudeServoDegrees, 0, 180, 0, 180);
    if (lastaz<=azimuthPosition){
    for(lastaz ; lastaz<=azimuthPosition; lastaz++){
        azimuthServo.write(lastaz);
        delay(20);
    }
    if (lastaz>=azimuthPosition){
    for(lastaz; lastaz>=azimuthPosition; lastaz--){
        azimuthServo.write(lastaz);
        delay(20);

```

```

}}
if (lastal<=altitudePosition){
for(lastal; lastal<=altitudePosition; lastal++){
  altitudeServo.write(lastal);
  delay(20);
}}
if (lastal>=altitudePosition){
for(lastal; lastal>=altitudePosition; lastal--){
  altitudeServo.write(lastal);
  delay(20);
}}
// Move the azimuth and altitude servos to the desired
positions
// azimuthServo.write(azimuthPosition);
// altitudeServo.write(altitudePosition);
lastaz = azimuthPosition;
lastal = altitudePosition;
// Print the current azimuth and altitude angles
Serial.print("Current Azimuth Value: ");
Serial.print(azimuthDegrees);
Serial.print(" degrees ");
Serial.print(azimuthMinutes);

```

```

Serial.print(" minutes ");
Serial.print(azimuthSeconds);
Serial.println(" seconds");
Serial.print("Current Altitude Value: ");
Serial.print(altitudeDegrees);
Serial.print(" degrees ");
Serial.print(altitudeMinutes);
Serial.print(" minutes ");
Serial.print(altitudeSeconds);
Serial.println(" seconds");
Serial.print("Azimuth Servo Position: ");
Serial.println(azimuthPosition);
Serial.print("Altitude Servo Position: ");
Serial.println(altitudePosition);
}
void loop() {
  if (SerialBT.available()) {
    // Read input from the Bluetooth connection
    String input = SerialBT.readStringUntil('\n');
    if (input == "utara") {
      currentMode = 1; // Switch to Mode 1 (Utara)
      Serial.println("Switched to Mode 1 (Utara)");
    }
  }
}

```

```

} else if (input == "selatan") {
    currentMode = 2; // Switch to Mode 2 (Selatan)
    Serial.println("Switched to Mode 2 (Selatan)");
} else {
    // Parse the input into azimuth degrees, minutes, seconds,
    altitude degrees, minutes, seconds

    int azimuthDegrees, azimuthMinutes, azimuthSeconds,
    altitudeDegrees, altitudeMinutes, altitudeSeconds;

    sscanf(input.c_str(), "%d %d %d %d %d %d",
    &azimuthDegrees, &azimuthMinutes, &azimuthSeconds,
    &altitudeDegrees, &altitudeMinutes, &altitudeSeconds);

    // Set mapped azimuth and inverted altitude angles using
    the parsed values and the current mode

    setAzimuthAndAltitude(azimuthDegrees,
    azimuthMinutes, azimuthSeconds, altitudeDegrees,
    altitudeMinutes, altitudeSeconds);

    Serial.print("Switched to Mode ");

    Serial.println(currentMode);

}

}

}

```

Kuesioner

KUESIONER

Nama: *Bhanu Zaldy*
 Pekerjaan: *Adminis User (Comunic)*

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas					
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?		✓			
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?	✓				
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?			✓		
	Aspek Komunikasi Visual					
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?			✓		
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?	✓				
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?	✓				
	Aspek Rekayasa Perangkat					
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?		✓			
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?	✓				
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?			✓		
Q10	Apakah sistem cukup responsif?	✓				

KUESIONER

Nama: Kumawati

Pekerjaan: Asisten laboratorium

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas		✓			
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?			✓		
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?		✓			
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?		✓			
	Aspek Komunikasi Visual		✓			
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?			✓		
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?		✓			
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?		✓			
	Aspek Rekayasa Perangkat					
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?			✓		
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?		✓			
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?			✓		
Q10	Apakah sistem cukup responsif?		✓			

KUESIONER

Nama: *Moff. Rizki Durnagro*

Pekerjaan: *Mahasiswa*

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas					
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?	✓				
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?	✓				
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?		✓			
	Aspek Komunikasi Visual					
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?	✓				
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?	✓				
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?		✓			
	Aspek Rekayasa Perangkat					
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?	✓				
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?	✓				
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?	✓				
Q10	Apakah sistem cukup responsif?	✓				

KUESIONER

Nama: Mch Affan Ridhella

Pekerjaan: Mahasiswa

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas					
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?	✓				
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?		✓			
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?		✓			
	Aspek Komunikasi Visual					
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?	✓				
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?		✓			
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?	✓				
	Aspek Rekayasa Perangkat					
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?		✓			
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?		✓			
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?			✓		
Q10	Apakah sistem cukup responsif?			✓		

KUESIONER

Nama: *Teubang*

Pekerjaan: *Mahasiswa*

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas		✓			
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?		✓			
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?		✓			
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?		✓			
	Aspek Komunikasi Visual		✓			
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?		✓			
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?		✓			
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?		✓			
	Aspek Rekayasa Perangkat		✓			
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?		✓			
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?		✓			
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?		✓			
Q10	Apakah sistem cukup responsif?		✓			

KUESIONER

Nama: Fiva

Pekerjaan: Mahasiswa

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB)	Baik (B)	Cukup (C)	Kurang Baik (KB)	Tidak Baik (TB)
		5	4	3	2	1
	Aspek Fungsionalitas					
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?	✓				
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?	✓				
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?	✓				
	Aspek Komunikasi Visual					
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?	✓				
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?	✓				
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?	✓				
	Aspek Rekayasa Perangkat					
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?	✓				
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?	✓				
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?	✓				
Q10	Apakah sistem cukup responsif?	✓				

KUESIONER

Nama: MUHAMMAD SAID RAHHEL

Pekerjaan: ASSISTEN LABORAN

Kode Soal	Pertanyaan	Kategori Nilai				
		Sangat Baik (SB) 5	Baik (B) 4	Cukup (C) 3	Kurang Baik (KB) 2	Tidak Baik (TB) 1
	Aspek Fungsionalitas		✓			
Q1	Apakah user dapat mengkoneksikan dengan baik?		✓			
Q2	Apakah user dapat melakukan pengamatan dengan baik?	✓				
Q3	Apakah sistem dapat bekerja dengan baik?		✓			
	Aspek Komunikasi Visual	✓				
Q4	Apakah seluruh interface sistem sudah baik?			✓		
Q5	Apakah kombinasi warna pada tampilan sistem sudah cukup baik?			✓		
Q6	Apakah form input data sudah cukup baik?		✓			
	Aspek Rekayasa Perangkat			✓		
Q7	Apakah fitur-fitur dalam sistem berjalan lancar saat digunakan?		✓			
Q8	Apakah sistem mudah digunakan?	✓				
Q9	Apakah pergerakan alat cukup halus?		✓			
Q10	Apakah sistem cukup responsif?	✓				

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Ikhsan Mahaendra

Tempat, Tanggal Lahir : Ketapang, 18 September 1998

Alamat : Jl. Gatot Subroto RT 6 RW
1, Desa Paya Kumang, Kec. Delta
Pawan, Kab. Ketapang,
Kalimantan Barat

Domisili : Jl. Pring Mas, RT 17 RW 2, Kel.
Wonosari, Kec. Ngaliyan, Kota
Semarang, Jawa Tengah

E-Mail : ikhsanmahendra1245@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

TK Pembina (2004-2005)

MIN Ketapang (2005-2011)

MTS Darul Ulum Lido Bogor (2011-2014)

MA Darul Ulum Lido Bogor
(2014-2017)

S1-Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2017-2021)

C. Pengalaman Organisasi

Ketua PSTD INA Rayon Semarang Barat (2017-2020)

Pengurus PSTD INA Cabang Kota Semarang (2017-2020)

Divisi Instrumentasi Himpunan (2018-2021)

Astronomi Amatir Semarang (HAAS)

Ketua Divisi Rumah Tangga (2018-2019)
RACANA UIN Walisingo Semarang

Anggota PMII Rayon Syari'ah (2017-2021)
UIN Walisongo Semarang

Asisten Laboran Planetarium (2023-Sekarang)
& Observatorium UIN Walisongo
Semarang

Semarang, 17 Februari 2024

Penulis

Ikhsan Mahaendra
NIM: 2102048019

