

ANALISIS SISTEM TRACKING TELESKOP CELESTRON 80 LCM DAN HUBUNGANNYA DENGAN POTENSI KESALAHAN IDENTIFIKASI HILAL

Nurhazmah. S

Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang
nurhazmah06@gmail.com

M. Ihtirozun Ni'am

Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang
ihtirozun_n@walisongo.ac.id

Abstract

The tracking precision of each telescope used to see celestial objects, such as the crescent moon, varies. The purpose of this article is to assess the Celestron 80 LCM telescope's tracking accuracy when capturing photographs of the new moon and how it relates to possible mistakes in new moon identification. atop February 20, 2024, researchers used a Celestron 80 LCM telescope at the UIN Walisongo Observatory in Semarang to collect observation data. They also used an iPhone 13 smartphone camera, placed atop the telescope tube, with ISO 50 and 1/121 sec settings to take four pictures of the moon. A picture of the moon Astroimagej was then used to examine the measured light intensity values. The results were evaluated using the moving average approach to estimate the shift in the Moon's appearance until it exits the frame. According to the results of this study, the Moon object underwent an average shift of 40 pixels on the X axis and -171.9 pixels on the Y axis over the course of ten minutes. The Moon object will exit the frame based on the Y axis after 119,309 minutes, or the equivalent of the hilal height of 29.8° at the moment of rukyatul hilal, if the camera sensor has a size of 4,032 x 3024 pixels. After the azimuth value shifts by 159.75°, the crescent moon will vanish from the frame according to the X axis. The combination of the Celestron 80 LCM tracking telescope with the iPhone 13 camera sensor is therefore very important to use for observing the hilal with a height of less than 12°, and the image that appears is still in the frame.

Keywords: Telescope, Tracking 80 LCM Telescope, Identification, Rukyatul Hilal

A. Pendahuluan

Rukyatul hilal terdiri dari dua kata dalam bahasa Arab, yaitu *Rukyat* dan *Hilal*.¹ *Rukyat* berarti melihat, dan *Hilal* berarti Bulan sabit.² Hal ini sering digunakan dalam konteks penentuan awal Bulan kamariah atau kalender Islam yang selalu diidentifikasi oleh umat Islam pada saat penentuan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah.³ Dalam konteks fikih hilal diidentifikasi dengan menggunakan metode rukyat. Konsep rukyat sendiri mengarah pada metodologi untuk mengetahui hilal, yaitu ketika setelah matahari terbenam tanggal 29 di Bulan hijriah. Pada hakikatnya rukyat dalam mengidentifikasi hilal yang dilakukan sesuai dengan nash nabi yaitu hanya dengan melakukan pengamatan menggunakan mata telanjang tanpa bantuan alat apapun. Hilal yang ukurannya sangat tipis berbentuk Bulan sabit seringkali membuat pengamat kesulitan untuk melihat hilal yang diakibatkan oleh hamburan polusi cahaya (scattering) yang ada di atmosfer.

Perkembangan teknologi menyebabkan metode atau proses rukyatul hilal yang awalnya hanya menggunakan mata telanjang semakin berkurang, kini semakin berkembang dengan adanya alat bantu seperti teleskop yang dilengkapi dengan eyepiece untuk memudahkan penglihatan melihat hilal. Selain teleskop terdapat juga alat bantu canggih teknologi seperti kamera CCD, kamera CMOS, maupun kamera smartphone yang digunakan untuk *image processing* sehingga dapat menangkap citra dari objek hilal yang sangat tipis yang sulit untuk diidentifikasi.⁴

Astrofotografi adalah pengamatan yang dilakukan untuk mengabadikan fenomena-fenomena benda langit melalui foto yang sederhana menggunakan

¹Hastuti & M. Basithussyarop, Problematika Astrofotografi dalam Rukyatul Hilal. *Elfalaky*, 6, 1 (2022), h. 112.

²A. Rijal, *Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod untuk Rukyatul Hilal*. UIN Walisongo 2017, h. 1.

³M. Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Buana Pustaka (2008), h. 173.

⁴Latiief, M. B., & dkk, Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler. *Fisika Indonesia*, XVIII (2014), h. 54.

kamera smartphone kamera DSLR (*Digital Single Lens Refles*) hingga melalui teropong teleskop yang canggih.⁵ Untuk memperoleh hasil gambar citra hilal yang tajam, kuat, dan kontras maka dibutuhkan teknik *image processing*.⁶ Proses pengolahan gambar (*image processing*) adalah salah satu teknologi astrofotografi yang digunakan dalam rukyatul hilal.⁷

Sehingga untuk mengidentifikasi citra hilal yang tepat, dibutuhkan *tracking* teleskop yang bagus. Sistem tracking teleskop merupakan proses mounting robotik⁸ dan salah satu metode dalam pengamatan hilal pada penentuan awal bulan. Mounting terbagi dua yaitu mounting *Altazimuth* dan *Equatorial*.⁹ Dengan berkembangnya teknologi, jenis-jenis teleskop juga semakin beragam dan memiliki standar sistem trackingnya masing-masing. Jenis teleskop terdapat tiga macam yaitu reflektor, refraktor, dan catadioptrik. Adapun model teleskop yang paling sering digunakan dalam pengamatan hilal adalah teleskop model vixen dan celestron. Salah satu model teleskop yang akan peneliti coba gunakan pada penelitian ini terkait tracking teleskop untuk mengidentifikasi hilal yaitu teleskop celestron 80 LCM.

Teleskop celestron 80 LCM merupakan jenis teleskop yang menggunakan jenis refraktor yang terdiri dari beberapa kaca lensa yang berfungsi sebagai alat untuk menangkap cahaya dan melaksanakan fungsi teleskop. Perkembangan teknologi dan sistem pelacakan otomatis, metode tracking teleskop dapat meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam mendeteksi hilal. Meskipun

⁵Thierry Legault, *Pengantar Astrophotography*, Rocky Nook, (2014), h. 9.

⁶Ruskanda, F., & dkk, *Rukyah dengan Teknologi*. Gema Insani Press (1994), h. 29.

⁷Ardi Unggul Suryo, Viliditas Metode Image Processing Dime Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal. *Al-Mizan*, (2018), h. 142.

⁸M. A. Rofif, *Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses "Setting Circle" Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2 Untuk Keperluan Rukyat Hilal*. UIN Walisongo Semarang, (2022).

⁹A. Rahman dkk, Sistem Otomatisasi Pelacakan Objek Astronomi Menggunakan Teleskop Berdasarkan Stellarium. *Teknik ITS*, (2017), h. 521.

perkembangan teknologi tersebut memberikan keuntungan yang efisien, akan tetapi, terdapat pula potensi kesalahan yang perlu diperhatikan.

Teknologi *tracking* teleskop dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yang menyebabkan potensi kesalahan identifikasi hilal diantaranya: 1) ketidakpresisian sistem tracking pelacakan teleskop dalam mengikuti gerakan hilal (Bulan sabit). 2) kesalahan pemrosesan data yang dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi citra hilal yang diambil teleskop. 3) keterbatasan teknologi, teleskop dan sistem pelacakan atau tracking masih memiliki keterbatasan tertentu, yang mungkin kurang cukup tinggi untuk mengidentifikasi hilal dengan pasti.

Penelitian sebelumnya terkait uji kemampuan teleskop pada saat pengamatan rukyatul hilal serta potensi kesalahan ketika *tracking* teleskop. Misalnya Lukman Hakim & Yudhiakto Pramudya yang melakukan eksperimen dengan merekam pergerakan benda langit menggunakan metode *drift*, yang bertujuan memperbaiki kesalahan pada teleskop yang tidak mampu mengikuti secara akurat pergerakan objek.¹⁰ Kemudian dalam penelitian Frank Barrett menjelaskan beberapa hal yang dapat menjadi kesalahan pada alignment, sehingga dapat berkaitan dengan potensi kesalahan pada teleskop ketika beroperasi.¹¹ Moh Yusuf Faizin menyatakan ermasalahan kesalahan yang mungkin terjadi yaitu pada pemasangan alat, penyeimbangan alat, kemampuan alat menangkap objek dan kemampuan alat mengikuti objek, empat hal ini sangat perlu di perhatikan terkait dalam rukyatul hilal.¹²

Ahmad Asrof Fitri menjelaskan bahwa teleskop vixen sphinx layak digunakan untuk rukyatul hilal dan memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan teodolit Nikon NE-202. Tetapi dalam penelitian ini tidak

¹⁰H. Lukmanul & Yudhiakto, P. Pengukuran Ketetapan Alignment Sistem Penjejak Gerak Benda Langit dengan Metode Drift Berbantuan Tracker. *Jipfri*, (2020), h. 4.

¹¹B. Frank, *Measuring Polar Axis Alignment Error*, (2010).

¹²M. Y. Faizin, *Studi Komparasi Mounting Altazimuth dan Equatorial untuk Observasi Benda Langit (Relevansi dengan Pelaksanaan Ru'yah Al-Hilal)*. UIN Walisongo Semarang, (2019).

berhasil menangkap citra hilal atau mengidentifikasi hilal sebab tertutupi oleh awan mendung.(Fitri, 2013). Hariyadi Putra, dkk, terkait kelayakan teleskop iOptron Cube-G dalam kemampuan akurasi pointing, tracking, dan portabilitasnya. Dinyatakan bahwa tingkat akurasi pointing dan kemampuan tracking dari mounting iOptron Cube tidak begitu baik, bidang pandang posisi Matahari dan Bulan tidak konsisten. Kemelencengan Matahari diperkirakan 30 menit busur diameter piringan Matahari sedangkan kemampuan dalam tracking Bulan tidak dapat secara konsisten mengikuti pergerakan Bulan. Sehingga dapat disimpulkan iOptron Cube terkait akurasi pointing dan tracking tidak cukup baik, namun apabila dipadukan dengan konfigurasi yang tepat maka bisa ditoleransi dalam pengamatan langsung.¹³ Namun dalam penelitian ini belum secara detail memperhitungkan berapa pixel pergeseran Bulan dengan sekian menitnya, hanya mencoba membedah keakuratan motorik atau mounting pada teleskop iOptron Cube

Maka dari itu menurut peneliti, ketika melakukan rukyatul hilal perlunya diperhitungkan bagaimana kondisi hilal atau memperhitungkan durasi rukyatul hilal tergantung dari ketinggian hilalnya, sebab itu peneliti ingin mengetahui bagaimana sistem *tracking* objek teleskop Celestron 80 LCM dihubungkan dengan potensi kesalahan identifikasi hilal. Peneliti akan menggunakan pendekatan hasil dan proses pada pengoperasian teleskop. Pendekatan hasil adalah melihat kemampuan *tracking* dari *mounting* teleskop yang digunakan, sedangkan pendekatan proses adalah beberapa hal yang mendukung dalam proses pengoperasian teleskop saat pengamatan rukyatul hilal. Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk menguji keakuratan kalibrasi teleskop celestron 80 LCM dalam mengidentifikasi terhadap objek serta hubungannya dengan potensi kesalahan identifikasi hilal.

B. Metode Penelitian

¹³H. Putra & M. D., Firdaus, Uji Efektivitas Teleskop iOptron Cube-G untuk Pengamatan Hilal. *Al - Afaq*, (2022), h. 4.

Jenis penelitian yang digunakan peneliti adalah *field research* dengan proses pengambilan secara langsung di lapangan. Melakukan pengamatan Bulan pada tanggal 20 Februari 2024, yang dilakukan di Observatorium UIN Walisongo Semarang. Objek penelitian mengidentifikasi citra hilal dengan keakuratan sistem tracking teleskop 80 LCM di Observatorium UIN Walisongo Semarang.

Pengumpulan data yang dilakukan peneliti yaitu melakukan observasi menggunakan teleskop Celestron 80 LCM, dan mengambil beberapa citra hilal dengan menggunakan kamera smartphone jenis iPhone 13 yang dipasang pada tabung teleskop dengan settingan kamera 1/121sec dan ISO 50. Kemudian setelah mengambil beberapa citra hilal, akan di hitung berapa pixel pergeseran setiap menitnya.



Gambar 1.1. Teleskop yang digunakan pada pengamatan

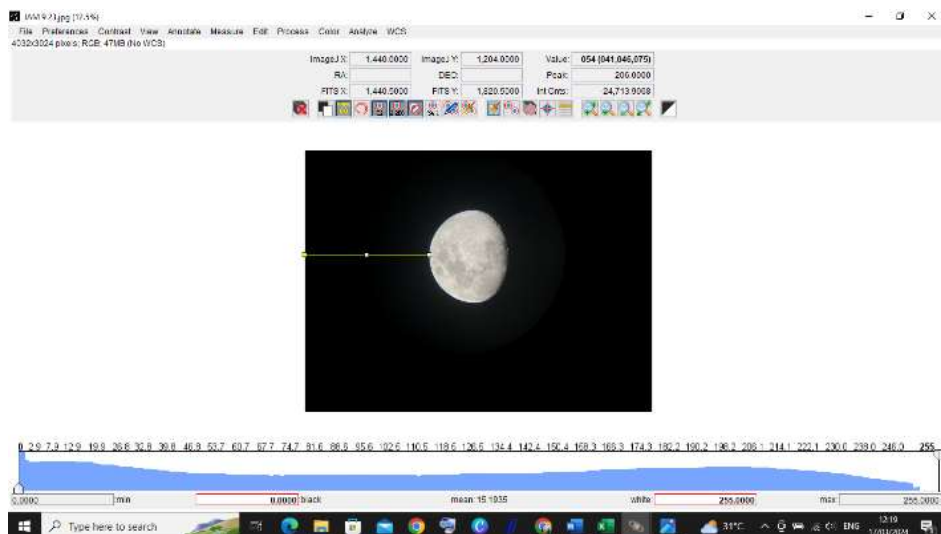
Spesifikasi Teleskop	
Design	Refractor
Aperture	80mm
Focal Length	90mm
Focal Ratio	f/11
Eyepiece	25mm (0.98")
Mount Type	Motorized Altazimuth
Tracking Modes	Alt-Az, EQ North and EQ South
Standar Eyepiece	1.2°



Gambar 1.2. Instrumen kamera yang dipakai saat pengumpulan data

Kemudian melakukan analisa data dengan mengambil beberapa potret citra Bulan, selanjutnya akan dihitung seberapa pixelkah pergeseran Bulan tersebut setiap selang 10 menitnya dengan metode *moving average*. Selanjutnya akan dilihat berapa lamakah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi tracking kembali apabila citra hilal/Bulan menyentuh bagian atas *frame*, setengah bagian Bulan masih di *frame* dan seluruh bagian Bulan sudah tidak dalam bidang pandang *frame* baik berdasarkan sumbu x maupun y.

Peneliti akan menganalisa data yang ada dengan menggunakan aplikasi AstroImageJ sehingga dapat diketahui jarak pixel pergeseran Bulan.



Gambar 1.3. Menggunakan Aplikasi AstroImageJ untuk mengukur pergeseran Bulan

C. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan dilaksanakan pada hari Selasa, 20 Februari 2024. Hasil pengamatan Bulan tersebut adalah:



Gambar 2.1
Align to Target Moon
(pukul 21:23)



Gambar 2.2
Tracking Moon 10 Minute
(Pukul 21:33)



Gambar 2.3
Tracking Moon 20 Minute
(Pukul 21:43)



Gambar 2.4
Tracking Moon 30 Minute
(Pukul 21:53)

Setelah melakukan percobaan untuk mengetahui tingkat akurasi kemampuan *tracking* dari mounting teleskop Celestron 80 LCM, peneliti dapat melihat bahwa tingkat akurasi tracking Bulan tidak secara konsisten mengikuti pergerakan Bulan. Durasi pengamatan yang dilakukan selama 30 menit, Bulan masih berada di dalam *frame* atau bidang pandang pada tabung teleskop, walaupun tidak pada posisi yang selalu tepat pada pixel yang sama. Sehingga untuk pengamatan rukyatul hilal menggunakan teleskop Celestron 80 LCM tidak menjadi masalah, akan tetapi diperlukan kalibrasi secara berulang selama 30 menit berlangsung ketika *tracking*.

Dari kemampuan *tracking* teleskop Celestron 80 LCM, hasil tersebut sudah termasuk sangat baik untuk pengamatan rukyatul hilal, sebab masih bisa mengikuti pergerakan benda-benda langit. Dalam pengamatan Bulan atau Hilal ada kemungkinan bahwa objek masih tetap berada di dalam bidang pandang (*frame*) teleskop walau masih diperlukan kalibrasi secara berulang-ulang.

1. Identifikasi Ukuran Frame di *AstrolmageJ* :

Diketahui ukuran frame citra hilal :

$$X = 4.032 \text{ pixel}$$

$$Y = 3.024 \text{ pixel}$$

Kemudian diukur setiap pergeseran Bulan menggunakan *AstrolmageJ* maka didapatkanlah pada tabel dibawah ini:

Image	Pukul	Sumbu X	Sumbu Y
Gambar 3.1	21.23	1.440 pixel	679.2570 pixel
Gambar 3.2	21.33	1.480 pixel	502.9114 pixel
Gambar 3.3	21.43	1.526,38 pixel	293.9093 pixel
Gambar 3.4	21.53	1.560 pixel	163.2829 pixel

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pergeseran Bulan menggunakan *astrolmageJ*

Selanjutnya dihitung berapa perubahan rata-rata pergeseran Bulan selang waktu 10 menit dan rata-rata per-menitnya dengan menggunakan metode *moving averange* :

Rumus:

$$MA = (n1 + n2 + n3 + ...) / n$$

Keterangan:

MA = **Moving Average**

n1 = data periode pertama

n2 = data periode kedua

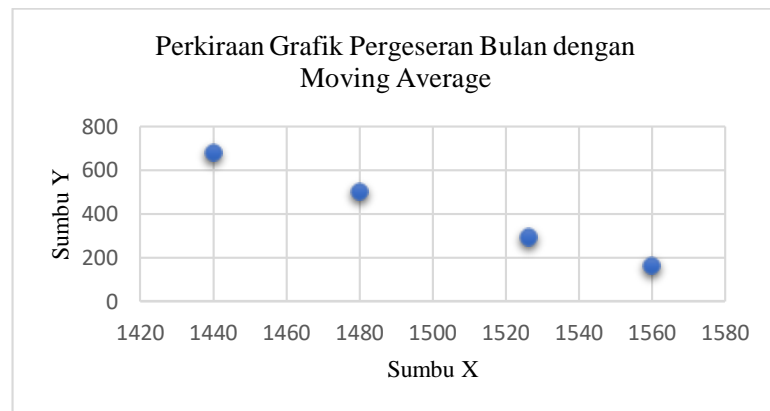
n3 = data periode ketiga dan seterusnya

n = jumlah periode rata-rata bergerak

Image	Pukul	Sumbu X pixel	Selisih X per 10 menit	Sumbu Y Pixel	Selisih Y per 10 menit
Gambar 3.1	21,38333333	1440		679,257	

Gambar 3.2	21,55	1480	40	502,9114	-176,3456
Gambar 3.3	21,71666667	1526,3844	46,3844	293,9093	-209,0021
Gambar 3.4	21,88333333	1560	33,6156	163,2829	-130,6264
Rata-rata per 10 menit			40		- 171,9913667
Perubahan rata-rata per-menit			4		- 17,19913667

Tabel 2. Perhitungan pergeseran Bulan menggunakan metode *average moving*



Tabel 3. Grafik Pergeseran Bulan Setiap selang 10 menit

2. Pengukuran Semidiameter Bulan di AstroimageJ



Gambar 2.1 Citra Bulan berada dalam Aparture 540

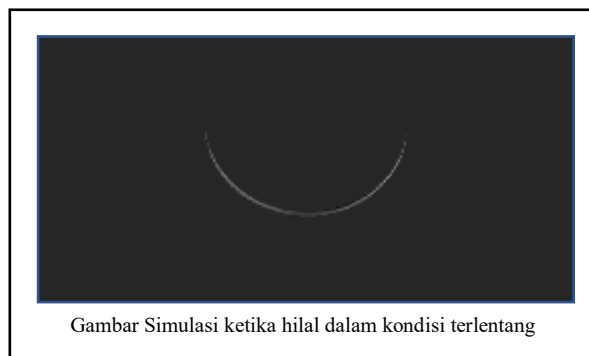


Gambar 2.2 Pengaturan Aperture pada Astrolmage!

3. Kondisi Hilal Saat Pelaksanaan Rukyatul Hilal

a. Kondisi terlentang

Saat rukyatul hilal, kondisi hilal bisa saja berada pada posisi miring ke utara, ke selatan, ataupun terlentang. Hal ini terjadi tergantung posisi relatif Matahari terhadap Bulan. Maka disini peneliti akan memberikan gambaran posisi ketika hilal dalam keadaan terlentang.



Gambar Simulasi ketika hilal dalam kondisi terlentang

4. Analisa Pergesaran Posisi Bulan Berdasarkan Sumbu Y

a. Ketika citra hilal berhimpit di *frame*

$$\frac{y}{y'} = Y$$

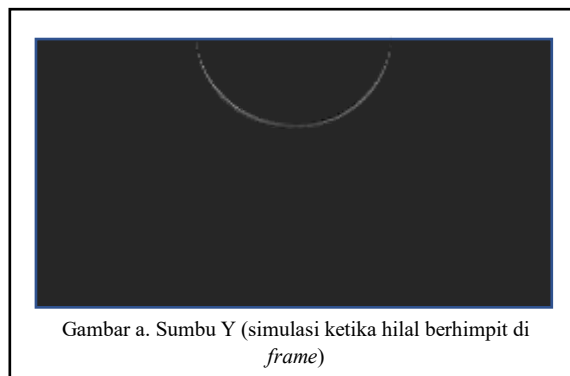
$$\frac{1512}{-17.199} = -87,9121 \text{ menit}$$

dimana:

y = ukuran *frame* dibagi 2

y' = pergeseran hilal sumbu y selang 10 menit

Y = hasil analisa ketika posisi hilal berhimpit



b. Ketika setengah bagian citra hilal masih berada di *frame*

$$\begin{aligned} Y &= (y + b) / y' \\ &= (1512 + 270) / -17.199 \\ &= -103,611 \text{ menit} \end{aligned}$$

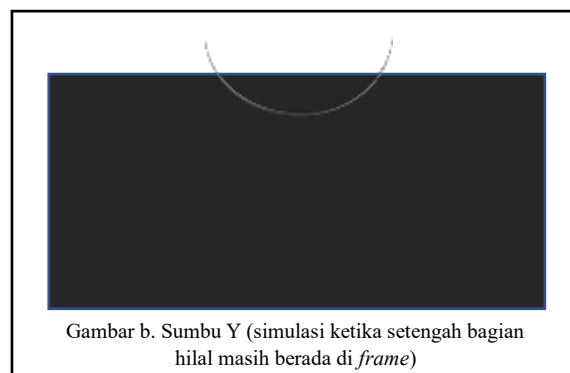
dimana:

y = ukuran *frame* dibagi 2

y' = pergeseran hilal sumbu y selang 10 menit

b = ukuran jari-jari hilal dibagi 2

Y = hasil analisa ketika setengah bagian hilal masih terlihat



c. Ketika citra hilal sudah hilang dari *frame*

$$\begin{aligned} Y &= (y + c) / y' \\ &= (1512 + 540) / -17.199 \end{aligned}$$

$$= -199,309 \text{ menit}$$

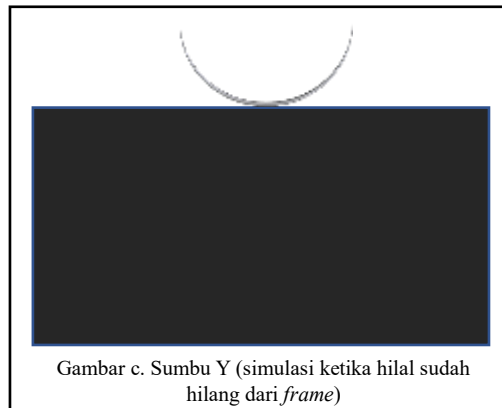
dimana:

y = ukuran *frame* dibagi 2

y' = pergeseran hilal sumbu y selang 10 menit

c = ukuran jari-jari hilal

Y = hasil analisa ketika citra hilal sudah tidak terlihat/hilang



5. Analisa Pergeseran Posisi Bulan Berdasarkan Sumbu X

a. Ketika citra hilal berhimpit di *frame*

$$\frac{x}{x'} = X$$

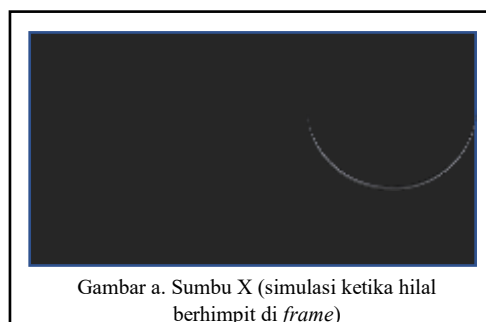
$$\frac{2016}{4} = 504 \text{ menit}$$

dimana:

x = ukuran *frame* dibagi 2

x' = pergeseran hilal sumbu x selang 10 menit

X = hasil analisa ketika posisi hilal berhimpit



b. Ketika setengah bagian citra hilal masih berada di *frame*

$$\begin{aligned} X &= (x + b) / x' \\ &= (2016 + 270) / 4 \\ &= 571,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

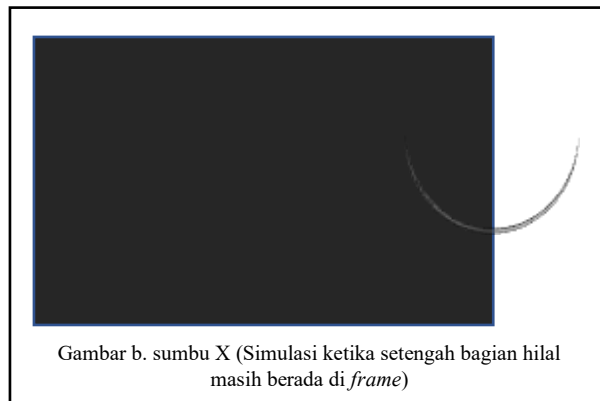
dimana:

x = ukuran *frame* dibagi 2

x' = pergeseran hilal sumbu x selang 10 menit

b = ukuran jari-jari hilal dibagi 2

X = hasil analisa ketika setengah bagian hilal masih terlihat



c. Ketika citra hilal sudah hilang dari *frame*

$$\begin{aligned} X &= (x + b) / x' \\ &= (2016 + 540) / 4 \\ &= 639 \text{ menit} \end{aligned}$$

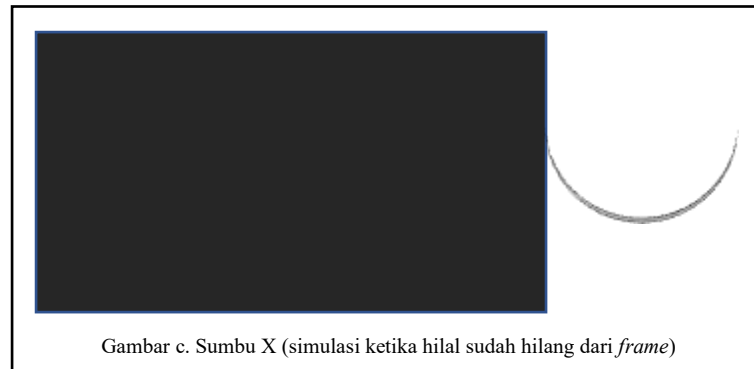
dimana:

x = ukuran *frame* dibagi 2

x' = pergeseran hilal sumbu x selang 10 menit

c = ukuran jari-jari hilal

X = hasil analisa ketika citra hilal sudah tidak terlihat/hilang



Perkiraan Posisi Pergeseran Hilal Sumbu Y	Nilai Ketinggian Hilal Y	Perkiraan Posisi Pergeseran Hilal Sumbu X	Nilai Azimuth Hilal X
Ketika citra hilal berhimpit di <i>frame</i>	$21,97802^\circ = -87,9121$ menit	Ketika citra hilal berhimpit di <i>frame</i>	$126^\circ = 504$ menit
Ketika setengah bagian citra hilal masih berada di <i>frame</i>	$21,97802^\circ = -103,611$ menit	Ketika setengah bagian citra hilal masih berada di <i>frame</i>	$142,875^\circ = 571,5$ menit
Ketika citra hilal sudah hilang/keluar dari <i>frame</i>	$29,82732^\circ = -199,309$ menit	Ketika citra hilal sudah hilang/keluar dari <i>frame</i>	$159,75^\circ = 639$ menit

Tabel 4. Analisa Perkiraan Pergeseran Hilal

6. Relevansi Tracking Teleskop dengan Nilai Ketinggian Hilal

Melakukan tracking teleskop dalam pengamatan hilal, hal ini memiliki relevansi yang berkaitan erat dengan nilai ketinggian hilal. Hilal merupakan salah satu benda langit yang berada di atas ufuk barat ketika masuknya awal Bulan. Hilal diamati ketika atau setelah terbenamnya matahari sesuai dengan zona waktu pengamat, untuk zona waktu lokasi pengamat yang berada di ekuator, dalam sistem siklus harian bumi selama 24 jam waktu matahari terbenam dapat dianalogikan dengan pukul 18.00 waktu lokal.¹⁴ Peneliti menggunakan teleskop

¹⁴N. Sopwan & M. Raharto, Umur Bulan Sebagai Parameter Visibilitas Hilal. *SNF*, (2019).

model celestron 80 LCM dalam pengamatan Bulan. Teleskop tersebut melakukan tracking dengan *mounting altazimuth* dengan tambahan instrument pengamatan menggunakan kamera smartphone tipe Iphone 13 untuk pengambilan beberapa citra Bulan yang kemudian akan diidentifikasi, lama waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan citra hilal pada saat rukyatul hilal.

Tracking teleskop menggunakan *mounting altazimuth* proses pengoperasiannya bagi pengamat pemula terbilang cukup mudah hanya dengan mengatur *set up*, *balancing*, *pointing* serta *tracking* pada teleskop. Disamping pengoperasian tracking teleskop, hal yang perlu diperhatikan yaitu potensi-potensi yang dapat menyebabkan kesalahan pada proses tracking teleskop, misalnya penginputan data pada remote kontrol teleskop. Dalam proses cara kerja tracking teleskop celestron 80 LCM memiliki kekurangan yaitu dalam mengikuti objek, masih kurang tepat untuk selalu mengikuti pergerakan atau pergeseran Bulan. Sehingga diperlukan kalibrasi secara berulang dalam jangka waktu tertentu.

Berdasarkan posisi ketinggian hilal ketika matahari terbenam yaitu 1 derajat = 4 menit.¹⁵ (Setyani, 2021). Peneliti menggunakan *astrolmageJ* untuk menganalisa nilai intensitas cahaya dari citra Bulan, kemudian untuk mendapatkan prediksi pergeseran citra Bulan hingga keluar dari *frame* teleskop, hasilnya dianalisa dengan metode *moving average*. Sehingga dapat peneliti prediksi pergeseran Bulan dalam rentang waktu 10 menit, citra Bulan akan mengalami pergeseran pada sumbu X rata-rata sebesar 40 pixel. Sedangkan pada sumbu Y rata-rata pergeserannya sebesar -171,9 pixel. Ukuran sensor kamera smartphone yang digunakan yaitu sebesar 4.032 x 3024 pixel, objek citra hilal berdasarkan sumbu Y setelah jangka waktu 119,309 menit atau setara dengan saat ketinggian hilal 29,8° akan keluar dari *frame* teleskop pada saat rukyatul hilal. Sedangkan berdasarkan sumbu X, citra hilal akan hilang dari *frame* teleskop setelah nilai

¹⁵D. W. Setyani, *Perhitungan Awal Waktu Salat Zuhur di Masjid Darul Desa Danaraja Kec. Purwanegara Kab. Banjarnegara*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto, (2021).

azimuthnya bergeser sebesar $159,75^\circ$ atau setara dengan jangka waktu 639 menit. Sehingga dengan perpaduan antara teleskop celestron 80 LCM dengan kamera Iphone 13 dalam melakukan *tracking* pengambilan citra hilal yang tingginya $\leq 12^\circ$ sudah cukup relevan untuk digunakan dalam pelaksanaan pengamatan rukyatul hilal.

D. Kesimpulan

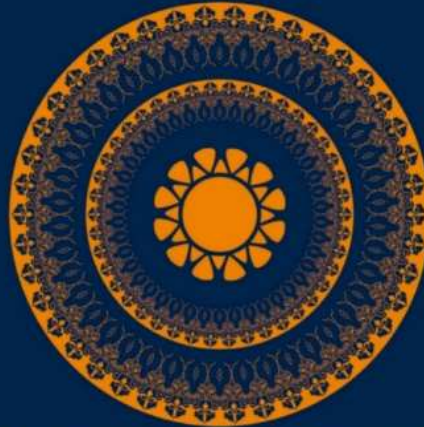
Dari pemaparan di atas dapat peneliti simpulkan bahwa setelah dianalisa menggunakan *astrolmageJ* dan metode *moving averange*, citra Bulan dapat diprediksi pergeserannya dalam rentang waktu 10 menit objek Bulan mengalami pergeseran pada sumbu X rata-rata sebesar 40 pixel sedangkan pada sumbu Y rata-rata waktu pergeserannya sebesar -171,9 pixel. Dengan menggunakan ukuran sensor kamera sebesar 4.032 x 3024 pixel, hasil analisa pergeseran objek Bulan akan keluar dari *frame* berdasarkan sumbu Y setelah 119,309 menit atau setara dengan saat ketinggian hilal $29,8^\circ$ pada waktu rukyatul hilal. Sedangkan berdasarkan sumbu X, hilal akan hilang dari *frame* setelah nilai azimuthnya bergeser sebesar $159,75^\circ$ atau setelah 639 menit. Sehingga perpaduan antara *tracking* teleskop celestron 80 LCM dengan kamera Iphone 13, untuk pengamatan dengan nilai ketinggian hilal sebesar $\leq 12^\circ$ sudah cukup relevan digunakan dan citra hilal masih berada di dalam *frame* teleskop. Dengan catatan tetap memperhatikan beberapa proses pengoperasian teleskop seperti pada *mounting*, *set up*, *pointing*, *balancing*, dan *tracking* untuk menghindari terjadinya potensi-potensi kesalahan pada saat *tracking* teleskop.

DAFTAR PUSTAKA

- Faizin, M. Y. (2019). *Studi Komparasi Mounting Altazimuth dan Equatorial untuk Observasi Benda Langit (Relevansi dengan Pelaksanaan Ru'yah Al-Hilal)*. UIN Walisongo Semarang.
- Fitri, A. A. (2013). *Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*. UIN Walisongo Semarang.
- Frank, B. (2010). *Measuring Polar Axis Alignment Error*.
- Hastuti, & M. Basithussyarop. (2022). Problematika Astrofotografi dalam Rukyatul Hilal. *Elfalaky*, 6(1).
- Khazin, M. (2008). *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Buana Pustaka.
- Latief, M. B., & dkk. (2014). Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler. *Fisika Indonesia*, XVIII(54).
- Lukmanul, H., & Yudhiakto, P. (2020). Pengukuran Ketetapan Alignment Sistem Penjejak Gerak Benda Langit dengan Metode Drift Berbantuan Tracker. *Jipfri*, 4(2).
- Putra, H., Firdaus, M. D., & dkk. (2022). Uji Efektivitas Teleskop iOptron Cube-G untuk Pengamatan Hilal. *Al - Afaq*, 4(2).
- Rahman, A. A., & Dkk. (2017). Sistem Otomatisasi Pelacakan Objek Astronomi Menggunakan Teleskop Berdasarkan Stellarium. *Teknik ITS*, 6(2).
- Rijal, A. (2017). *Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod untuk Rukyatul Hilal*. UIN Walisongo.
- Rofif, M. A. A. A. (2022). *Optimalisasi Instrumen Optik dan Pengaruhnya pada Kalibrasi Proses "Setting Circle" Teleskop Skywatcher 90/910 EQ2 Untuk Keperluan Rukyat Hilal*. UIN Walisongo Semarang.
- Ruskanda, F., & dkk. (1994). *Rukyah dengan Teknologi*. Gema Insani Press.
- Setyani, D. W. (2021). *Perhitungan Awal Waktu Salat Zuhur di Masjid Darul Desa Danaraja Kec. Purwanegara Kab. Banjarnegara*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Sopwan, N., & Raharto, M. (2019). Umur Bulan Sebagai Parameter Visibilitas Hilal. *SNF*.
- Thierry Legault. (2014). *Pengantar Astrophotography*. Rocky Nook.
- Unggul Suryo Ardi. (2018). Validitas Metode Image Processing Dime Astronomi CASA dalam Rukyatul Hilal. *Al-Mizan*, 14(1).

JURNAL

الفلك Elfalaky Jurnal Ilmu Falak



**ACCURACY ANALYSIS OF GPS TECHNOLOGY IN IDENTIFYING THE QIBLA DIRECTION OF
DARUSSALAM MOSQUE, MAKASSAR**

Dimas Syarief Hidayatullah, Fatmawati, Ahmad Adib Rofiuddin, Ahmad Sholih Zanuar

ANALISIS FATWA MUI TERHADAP WAKTU SALAT DI DAERAH KUTUB

PERSPEKTIF KAIDAH-KAIDAH FIQH

Hilyatul Uyuni, Nurul Wakia

**ANALISIS SISTEM TRAKCING TELESKOP CELESTRON 80 LCM DAN HUBUNGANNYA
DENGAN POTENSI KESALAHAN IDENTIFIKASI HILAL**

Nurhazmah. S, M. Ihtirozum Ni'am

**IMPLEMENTASI KREATIF MEDIA DESAIN DALAM MAJALAH DINDING FALAK "ALAMPEDIA"
SEBAGAI SARANA LITERASI ILMIAH**

Syamsul Alam, Muh. Rasywan Syarif, Sippah Chotban

OTORITAS ULIL AMRI DALAM PENENTUAN AWAL BULAN KAMARIAH

(Kajian terhadap Pandangan Nahdlatul Wathan)

Muh Izzat Ubaidi, Muhammad Saleh Sofyan

**PENGARUH INTEGRASI ILMU FALAK DALAM KURIKULUM TERHADAP KOMPTENSI SPASIAL-SYAR'I
MAHASISWA TEKNIK DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Mursyid Fikri

PROBLEMATIKA BENTUK BUMI (Studi Analisis Bentuk Bumi Bulat Perspektif Mufasssir)

Nur aisyah

TIPOLOGI FAJAR DALAM FIKIH DAN SAINS (Studi Integratif fajar Kazib dan Fajar Sadik)

Annisa Nurfadillah, Khairul Anam, Ahmad Izzuddin, Slamet Hambali

WAKTU AFDHAL SALAT ISYA PERSPEKTIF FIQH

(Kajian atas Prinsip al-Khuru'j min al-Khilaf al-Mustahabb)

Nurfadillah Surya, M. Basthoni, Ahmad Adib Rofiuddin

**YURISDIKSI MATHLA' WILAYATUL HUKMI INONESIA DALAM PENETAPAN
AWAL BULAN KAMARIAH BERDASARKAN HUKUM KEDAULATAN WILAYAH**

Novi Arisafitri, Rizal Ramadhan



PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR