

Menghitung Diameter Mare Bulan dengan Menggunakan Teleskop dan Kamera CCD

Singgih Prana Putra^{1*}

¹ University of Chinese Academy of Sciences

^{1*} Email: singgihpranaputra@outlook.com

Abstract

Bulan merupakan satu-satunya satelit alami bumi di luar angkasa yang memiliki banyak variasi profil permukaan. Profil ini adalah Kawah dan Maria. Lunar maria dan kawah sangat bervariasi dalam ukuran dari kecil hingga besar. Jurnal ini bertujuan untuk mengukur diameter *mare* bulan menggunakan perbandingan nilai piksel gambar dan layar laptop serta spesifikasi teleskop refraktor dan kamera CCD. Cara ini juga bertujuan untuk digunakan dengan atau tanpa teleskop seperti hanya menggunakan kamera DSLR. Maria yang kami ukur diameternya adalah Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis dan Vaporum. Maria ini dekat dengan pusat lingkaran bulan untuk menghindari efek penggelapan. Diameter kuda betina Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis dan Vaporum masing-masing adalah 380,5 km, 651,5 km, 439,9 km dan 323,1 km, dengan rentang kesalahan 3,38 – 49,77 %.

Kata kunci : *Pengamatan Bulan: Maria, Instrumentasi: Teleskop Refraktor dan kamera CCD, perangkat lunak IRIS*

Abstrak

The moon is the only natural satellite of the earth in space that has many variety of surface profiles. These profiles are Crater and Maria. Lunar maria and craters vary widely in size from small to large. This journal aims to measure the diameter of the lunar mare using a comparison of the pixel values of the image and laptop screen as well as the specifications of the refractor telescope and CCD camera. This method also aims to be used with or without a telescope like using only DSLR cameras. The Maria that we measured its diameter were Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis and Vaporum. These Maria are close to the center of the lunar circle to avoid the darkening effect. The diameters of the mare Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis and Vaporum are 380.5 km, 651.5 km, 439.9 km and 323.1 km, respectively, with an error range of 3.38 – 49.77 %.

Keywords: Lunar Observation: Maria, Instrumentation: Refractor Telescope and CCD camera, IRIS software

Artikel Info

Received:

17 Agustus 2021

Revised:

23 Oktober 2021

Accepted:

28 November 2021

Published:

13 Desember 2021

A. Pendahuluan

Bulan merupakan satelit alami Bumi yang memiliki diameter sekitar 0.27 kali diameter Bumi atau memiliki diameter di ekuator dan kutubnya masing-masing sebesar 3476 km di ekuator atau 3472 km di kutubnya¹. Sisi terdekat bulan (sisi yang menghadap ke bumi) memiliki kontur permukaan yang unik yakni terdapat kawah dan lautan (mare) seakan-akan seperti 'bekas jerawat' merupakan hasil tabrakan meteoroid. Kawah dapat ditemukan di dalam mare ataupun di dataran tingginya. Mare memiliki karakteristik yakni memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan bagian bulan lainnya karena mengandung unsur kaya besi yang berasal dari basalt. Basalt merupakan batuan yang berasal pendinginan lava cair di permukaan bulan. Aliran lava tersebut diduga akibat hantaman meteoroid yang cukup besar sehingga membuat kerak bulan terbuka sehingga magma keluar ke permukaan bulan lalu mendingin sehingga menghasilkan mare. Ketika lava mendingin membentuk mare, sedikitnya kawah benturan meteor mengindikasikan usia mare yang lebih muda.

Bentuk mare yang cenderung berbentuk lingkaran dengan diameter yang beragam dan memiliki nama-nama yang

berhubungan dengan sifat lautan dan keadaan pikiran. Mare yang berada di bagian terdekat bulan adalah Mare Nectaris, Humorum, Imbrium, Insularum, Nubium, Spumans, Undarum, Vaporum, Australe, Orientale, Cognitum, Marginis, Crisium, Serenitatis dan Smythii. Di antara mare tersebut, hanya mare Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis dan Vaporum yang diamati dan diukur diameternya. Hal ini disebabkan untuk menghindari efek penggelapan. Efek tersebut mengakibatkan bagian ujung gambar menjadi lebih gelap sehingga memengaruhi nilai perhitungan. Kajian penelitian relevan yaitu Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan, penelitian ini mengukur kawah Tycho, Copernicus, Schiller dan Kepler²

Dalam makalah ini, kami akan memperkirakan diameter maria yang disebutkan pada paragraf sebelumnya menggunakan metode observasional yang dapat diterapkan dengan menggunakan instrumen yang berbeda. Bagian kedua adalah metodologi kami yang mencakup prosedur dan proses penelitian kami. Bagian selanjutnya adalah hasil kami. Kami akan memberikan kesimpulan kami pada bagian terakhir.

¹ R A Freedman and W J Kaufmann III *Universe 8th edition*, 2008, hlm. 237

² Hidayat, M. dkk. Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan. MUST: Journal of

Mathematics Education, Science and Technology Vol. 6, No. 1, Juli 2021 Hal 121-132

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode astrofotografi dengan menggunakan instrumen seperti yang tertera pada tabel 1. Metode astrofotografi harus memerhatikan instrumen yang digunakan dengan objek yang akan diamati. Jika objek tata surya dekat (bulan) kita bisa menggunakan kamera DSLR yang dipasang lensa, jika objek tatasurya jauh (planet, asteroid dan sebagainya) teleskop kecil dan kamera CCD dengan spesifikasi ringan sudah bisa digunakan, sedangkan untuk objek deep sky teleskop besar dan kamera CCD spesifikasi tinggi yang bisa digunakan.

Hubungan antara teleskop dan kamera CCD bisa menentukan nilai skala gambar dan besarnya bidang pandang. Skala gambar (S) merupakan skala yang bisa didapatkan teleskop dengan bukaan atau diameter lensa objektif dengan panjang fokus (F) tertentu terhadap ukuran piksel CCD (u) yang digunakan. Bidang pandang (FOV) merupakan besarnya bidang yang didapatkan oleh satu atau beberapa kumpulan instrumen pada saat pengamatan dilakukan. FOV teleskop yang dihubungkan dengan kamera CCD sangat bergantung kepada resolusi CCD (R) tersebut dan juga skala gambar (S). Persamaan skala gambar dan bidang pandang dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2.

Pada kedua persamaan dapat

disimpulkan bahwa jika melakukan pengamatan dengan objek yang memiliki diameter sudut yang kecil, kita perlu menggunakan instrumen yang memiliki FOV kecil dengan R kamera CCD kecil dan S yang kecil. S kecil akan memerlukan f teleskop besar atau konstan dan u CCD yang kecil atau konstan. Ukuran piksel CCD dapat dibuat sekecil mungkin dengan menggunakan teknologi saat ini sedangkan untuk fokus teleskop dibuat lebih besar lebih banyak hal negatif dibandingkan manfaatnya dan biaya produksi yang mahal. Teleskop yang cocok untuk pengamatan objek deep sky biasanya memiliki nilai f /ratio yang kecil. Nilai f /ratio dipengaruhi oleh nilai panjang fokus (F) dan diameter (D) lensa objektif teleskop. Persamaan f /ratio dapat dilihat pada persamaan 3. f /ratio didapatkan apabila F kecil atau konstan dengan D besar atau konstan. f /ratio kecil Nilai F /rasio kecil dapat digunakan pada objek yang lebih redup namun memiliki masalah misalnya chromatic and spherical aberration sehingga diperlukan solusi yang sesuai misalnya dipasang komponen pengoreksi warna setelah objektif.

3

$$S = \frac{206265'' \times u(mm)}{F(mm)} \quad (1)$$

$$FOV = R \times S \quad (2)$$

$$f/ratio = \frac{F(mm)}{D(mm)} \quad (3)$$

Persamaan 1 dan 2 bisa juga digunakan dengan penggunaan kamera DSLR dengan lensa kamera. Lensa kamera biasanya dapat mengatur fokus dan pembesaran secara manual sehingga dapat diketahui fokus lensanya tersebut. Lensa kamera sebagai pengganti teleskop sedangkan CCD kamera DSLR berfungsi sebagai medium sensitif cahaya dan juga sebagai penangkap citra. Fokus kamera DSLR yang tergolong kecil dibandingkan fokus teleskop, hanya dapat menangkap gambar dengan FOV yang besar dan hanya dapat memotret dan meneliti bulan. Penelitian bintang atau objek lain di tata surya perlu menggunakan teleskop untuk mendapatkan citra yang lebih jelas.

Pengambilan citra bulan dilakukan untuk penelitian ini dilakukan pada Juni 2021 pada saat fase purnama. Hal ini dilakukan agar dapat memudahkan dalam menghitung diameter mare. Mare yang dipilih adalah

mare Nectaris, Serenitatis, Tranquilitatis dan Vaporum. Foto mosaik bulan yang diambil dan digabungkan beserta mare yang diukur diameternya ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar mosaik Bulan selama pengamatan pada Juni 2021

Selama melakukan penelitian, kami mengambil sebanyak 99 gambar yang mana ke-99 gambar tersebut kami olah dan reduksi dengan menggunakan program perangkat lunak IRIS. Putraga menjelaskan metode pengolahan citra dengan perangkat lunak IRIS dari data mentah hingga citra yang bias digunakan untuk penelitian.⁴ Iris juga dapat digunakan untuk mengukur Magnitudo objek benda langit⁵

³ M. K. Gainer *Real Astronomy with Small Telescopes Step-by-Step Activities for Discovery: Patrick Moore's Practical Astronomy Series* 2007 hlm 23

⁴ Putraga H *Astronomi Dasar*. (Medan: CV Prima Utama, 2016)

⁵ Hidayat, M. dkk. Measuring the Apparent Magnitude of Planet Mars on August 1st and October 2nd, 2018 at the Falak Observatory at Muhammadiyah University of North Sumatera. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*. Vol. 3, No 1, June 2020, pp . 6-10

Tabel 1. Instrumen yang digunakan

No	Instrumen	Spesifikasi
1	Teleskop: William Optics Gt 102	<ul style="list-style-type: none"> Objective lens diameter: 102 mm Focal length: 703 mm
2	Kamera CCD: QHY 5-II	<ul style="list-style-type: none"> Pixel array size: 3.75 x 3.75 μm Image resolution: 1280 x 1024 BW image

Setelah diolah dan direduksi, Mare pada citra bulan tersebut diukur diameternya dalam satuan piksel dengan menggunakan perangkat lunak MB-Ruler. Nilai piksel yang didapatkan dari MB-Ruler hanya berupa nilai piksel layar bukan nilai piksel yang sebenarnya sehingga perlu dikonversikan ke jumlah piksel yang sebenarnya. Setelah didapatkan nilai piksel yang sebenarnya, maka didapatkan nilai 'lebar pandang' mare dengan mengonversikan dengan nilai FOV yang didapatkan sebelumnya dalam "°".

Setelah didapat nilai lebar pandang, maka kita dapat menentukan diameter mare dengan menggunakan nilai diameter bulan sebesar 3476 km di ekuator atau 3472 km di kutubnya. Hasil akhir yang didapatkan adalah diameter mare dalam arah horizontal (arah ekuator) dan dalam arah vertikal (kutub) dalam satuan "km".

C. Hasil dan Pembahasan

Diameter masing-masing mare di sepanjang ekuator dan kutub dapat dilihat pada tabel 2. Hasil yang diperoleh memiliki rentang eror dari 3.38 hingga 49.77 % dengan eror terendah merupakan mare Serenitatis sedangkan eror tertinggi adalah Mare Tranquilitatis.

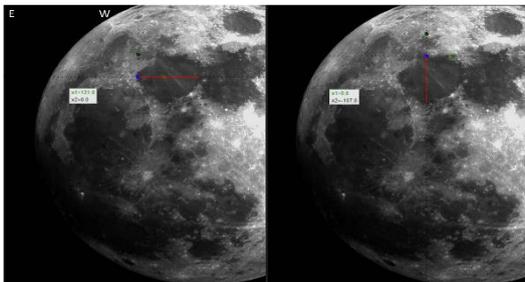
Ada satu alasan kuat kenapa eror diameter mare Vaporum dan Transquilitatis memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan diameter mare lainnya. Alasan tersebut adalah morfologi kedua mare tersebut tidak jelas. Mare Tranquilitatis tidak terlihat lingkaran, misalnya sisi barat daya mare Tranquilitatis memiliki sambungan yang menyatu dengan bagian utama mare Tranquilitatis dan juga sisi timur mare Tranquilitatis berhubungan dengan mare Serenitatis sehingga batas mare tersebut menjadi tidak jelas. Mare Vaporum beberapa sisi dari mare tersebut tidak ditemukan adanya dataran yang lebih tinggi yang cukup signifikan, misalnya pada sisi barat dan barat laut mare Vaporum yang terlihat lebih landai bila dibandingkan sisi timurnya.

Mare Serenitatis terlihat berbentuk lingkaran dan memiliki tepi yang jelas walaupun di sisi baratnya berhubungan dengan mare Tranquilitatis. Mare Nectaris terlihat lebih jauh bila dibandingkan ketiga

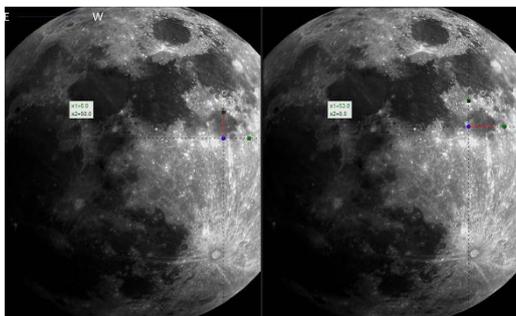
sistem mare tersebut. Mare Nectaris juga tidak berbatasan dengan mare manapun sehingga batas mare tersebut terlihat jelas sehingga mudah untuk diukur diameternya. Proses pengukuran dari mare Serenitatis, Nectaris, Tranquilitatis dan Vaporum masing-masing ditunjukkan pada gambar 2, 3, 4 dan 5.

Tabel 2. Diameter Maria

No	Maria	Horizontal Diameter (km)	Vertical Diameter (km)	Ref (Horizontal Diameter (km)) [6]	Error (%)
1	Serenitatis	651.5	366.8	674.28	3.38
2	Nectaris	380.5	386.6	339.39	12.11
3	Tranquilitatis	439.9	613.1	875.75	49.77
4	Vaporum.	323.1	157.9	242.46	33.3



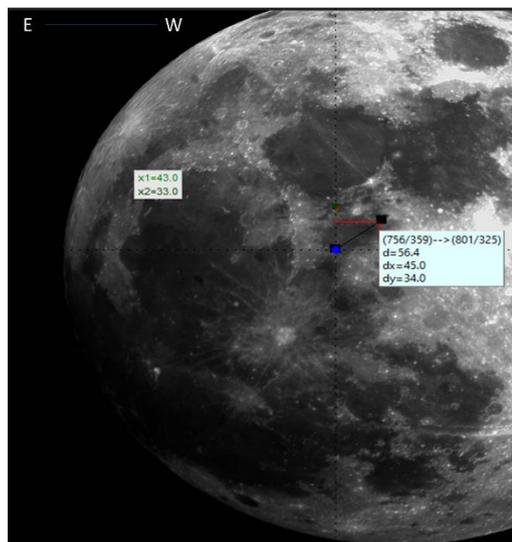
Gambar 2. Pengukuran mare Serenitatis dengan garis merah dari MB-Ruker



Gambar 3. Pengukuran mare Nectaris dengan garis merah dari MB-Ruker



Gambar 4. Pengukuran mare Tranquilitatis dengan garis merah dari MB-Ruker



Gambar 5. Pengukuran mare Vaporum dengan garis merah dari MB-Ruker

D. Kesimpulan

Penentuan diameter maria bulan dapat menggunakan metode perbandingan jumlah piksel seperti pada paper ini. Error diameter bulan yang tergolong kecil pada mare Serenitatis lebih disebabkan karena bentuk dan morfologi mare tersebut jelas. Ketiga mare lainnya lebih disebabkan karena bentuknya tidak begitu jelas dan batas mare tidak terlihat jelas.

Metode ini bisa digunakan dengan menggunakan instrumen lainnya bahkan menggunakan kamera DSLR yang sudah dikenal luas oleh masyarakat sehingga khalayak umum dapat mengukur diameter kawah bulan dengan menggunakan peralatan yang ada tanpa menggunakan alat yang canggih.

Putraga H *Astronomi Dasar*. (Medan: CV Prima Utama, 2016)

Ratledge D *Digital astrophotography : the state of the art: Patrick Moore's Practical Astronomy Series* (London: Springer, 2005)

Daftar Pustaka

Freedman R A dan Kaufmann III W J
Universe 8th edition (New York W. H. Freeman and Company: 2008)

Gunawan A A *Tata Surya Dan Alam Semesta*. (Yogyakarta: Kanisius. 2000)

Gainer M. K. *Real Astronomy with Small Telescopes Step-by-Step Activities for Discovery: Patrick Moore's Practical Astronomy Series* (London: Springer. 2007)

Hidayat, M. dkk. Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan. MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology Vol. 6, No. 1, Juli 2021 Hal 121-132

Hidayat, M. dkk. Measuring the Apparent Magnitude of Planet Mars on August 1st and October 2nd, 2018 at the Falak Observatory at Muhammadiyah University of North Sumatera. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*. Vol. 3, No 1, June 2020, pp . 6-10