



## Pencitraan Bulan Pada Saat Konjungsi

Muhammad Yusuf<sup>1</sup>, Mochamad Irfan<sup>1</sup>, dan Yatny Yulianty<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Observatorium Bosscha, FMIPA, Institut Teknologi Bandung

Metode pengamatan Bulan sabit muda tipis di siang hari telah dikembangkan oleh Observatorium Bosscha sejak tahun 2013. Metode deteksi dengan kamera CCD (*Charge-Coupled Device*) dan filter *Bessel I* telah memberikan hasil yang positif dengan berhasilnya deteksi sabit bulan dengan elongasi kurang dari 5 derajat. Pada tulisan ini akan dipaparkan bagaimana pendeteksian sabit muda berhasil diamati hingga pada saat konjungsi.

**Kata Kunci:** Bulan sabit, Olah citra, Hilal.

### 1. PENDAHULUAN

Sebagai institusi pendidikan dan penelitian, Observatorium Bosscha telah berkecimpung secara resmi dalam pengamatan bulan sabit muda atau hilal dengan aktif sejak tahun 2007 [1]. Dalam kerjasama yang dipayungi oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, jejaring pengamatan hilal yang diikuti oleh sejumlah institusi pendidikan, kementerian keagamaan di daerah, BMKG, dan ormas-ormas Islam melakukan pengamatan secara simultan dengan metode *live stream*. Pengamatan menggunakan teleskop optik dan detektor kamera digital dengan format video dilakukan untuk mendapatkan gambar sabit muda bulan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan peralihan bulan Ramadhan dan Syawal pada sidang isbat yang diselenggarakan oleh Kementerian Agama RI. Terlepas dari perbedaan kriteria yang muncul di masyarakat, keberhasilan teramatinya Bulan sabit muda yang tipis secara astronomis merupakan kombinasi dari banyak faktor penentu, antara lain, posisi relatif Bulan terhadap Matahari dari posisi tertentu permukaan Bumi, usia Bulan, porsi kecerahan Bulan (iluminasi), dan tentu saja kondisi langit dan cuaca di sekitar horizon.

Faktor mayor lainnya yang menentukan keberhasilan pengamatan adalah penggunaan instrumen, metode pengamatan yang tepat, dan olah data yang tepat pula.

Motivasi jejaring dengan mode pengamatan *live stream* dilakukan atas dasar upaya dalam menyediakan data kenampakan hilal yang dapat divalidasi sebagai *hard evidence* sebagai data pendukung penetapan awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijah pada kalender Islam. Rangkaian pengamatan bulan sabit oleh Observatorium Bosscha merupakan penelitian untuk meneliti batas visibilitas (penampakan) bulan sebagai fungsi dari elongasi (sudut pisah di langit) dan ketebalan sabit bulan. Observatorium Bosscha menerapkan metode pendeteksian sabit bulan di siang hari dengan harapan bulan yang telah terdeteksi dari siang hari dapat terus diikuti pergerakannya oleh teleskop hingga terbenam di ufuk barat.

Pengamatan benda langit pada jarak zenith kecil cenderung lebih mudah jika dibandingkan dengan pengamatan benda langit yang berada di dekat horizon. Pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan teleskop dan detektor kamera berbasis CCD yang dilanjutkan dengan proses pengolahan citra.

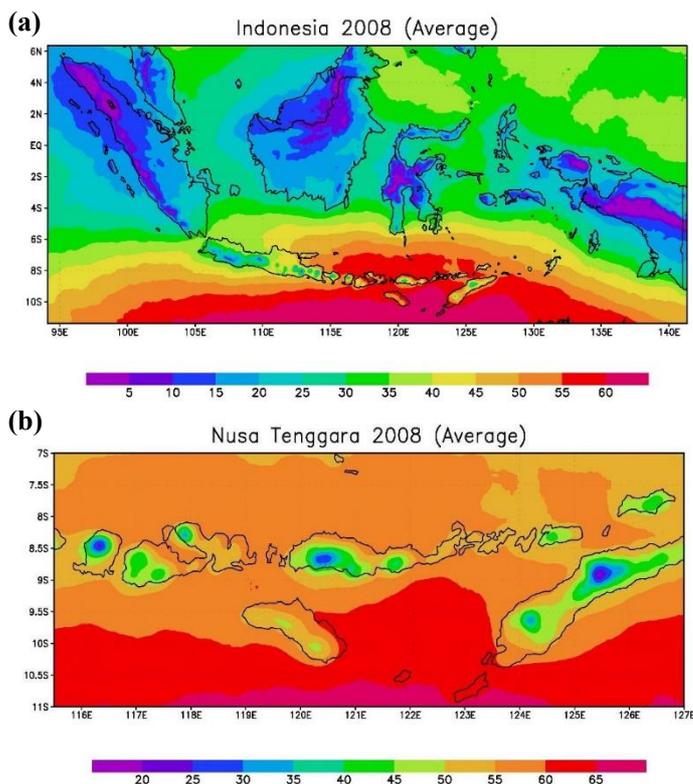
\*Email Address: yusuf@as.itb.ac.id

Langkah ini diambil setelah melakukan pengamatan dengan instrumen teleskop dan kamera saku dan DSLR dari tahun 2007 hingga 2012. Eksperimen dilakukan pada beberapa aspek penting yang dianggap sangat mempengaruhi kemungkinan kesuksesan pengamatan, mulai dari pemilihan lokasi pengamatan yang ideal, kombinasi instrumen optik dan detektor, metode olah citra untuk menaikkan kontras gambar yang dihasilkan, serta penggunaan *baffle* dan penggunaan rumah-teleskop yang dapat mengurangi tingkat gangguan angin pada teleskop. Pada tulisan ini akan dipaparkan metode dan hasil pengamatan pencitraan Bulan sabit pada saat konjungsi.

## 2. METODOLOGI PENGAMATAN

### 2.1 Lokasi

Disadari pengamatan bulan sabit yang selama ini dilakukan banyak terhambat oleh kondisi cuaca di sekitar horizon oleh awan maupun kabut dan polusi udara. Pengamatan bulan dilakukan di kota Kupang yang memiliki karakteristik cuaca yang paling baik secara rata-rata lihat Gambar 1(a) dan (b) [2].



**Gambar 1.** (a) Fraksi kecerlangan langit rata-rata seluruh Indonesia dan (b) Fraksi kecerlangan langit rata-rata Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat pada tahun 2008.

Pengamatan bulan sabit yang selama ini dilakukan dengan teleskop portabel dan dilakukan di area terbuka yang memungkinkan pengamatan benda langit dari horizon timur hingga horizon barat. Hal ini memberikan tantangan yaitu kondisi angin yang mengganggu stabilitas posisi teleskop. Penggunaan rumah teleskop yang didesain dan dikembangkan oleh tim memberikan dampak yang besar menjaga posisi teleskop tetap stabil. Rumah teleskop dibuat dengan bahan polikarbonat dengan jendela yang dapat diputar.

### 2.2 Instrumen Pengamatan

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal digunakan instrumen yang memiliki kualitas tinggi. Berikut instrumen pengamatan yang digunakan oleh Observatorium Bosscha untuk mendapatkan citra Bulan pada saat konjungsi:

- Teleskop: Takahashi FSQ-106 ( $D=106\text{mm}$ ,  $f=530\text{mm}$ )
- Mounting: Paramount MYT
- Filter: *Bessel I*
- Kamera: Skyris 445M (ukuran pixel=3,75mikron, resolusi=1280px x 960px)
- Baffle* sepanjang 1,2 meter.

Kombinasi instrumen pada gambar 2, menghasilkan medan pandang sebesar 31,13 menit busur x 23,35 menit busur dengan resolusi 1,46 detik busur/pixel. Medan pandang tersebut terbilang kecil untuk pengamatan Bulan yang memiliki ukuran 30 menit busur. Oleh karena itu dibutuhkan akurasi *pointing* dari mounting yang sangat akurat. Dengan melakukan metode *polar alignment* dan *pointing model* sistem di atas memiliki akurasi *pointing* hingga 1 menit busur. Dengan akurasi tersebut dapat dipastikan bentuk Bulan sabit akan berada pada pusat medan pandang. Kamera yang dipilih adalah kamera CCD monokrom dengan mode video 30 *frame per second* (fps). Filter *Bessel I* dipilih karena filter ini akan memberikan kontras yang paling tinggi [3]. *Baffle* yang digunakan berbentuk selongsong sepanjang 1,2 meter yang di dalamnya berisi kisi-kisi dengan jarak pisah 5 cm [4].



**Gambar 2.** Kombinasi instrumen setelah terpasang di dalam rumah teleskop.

### 2.3 Penghitungan posisi Bulan sabit

Bulan sabit yang diamati pada tulisan ini adalah Bulan sabit pada tanggal 9 Oktober 2019. Dari perhitungan Bulan sabit 9 Oktober 2019 akan mengalami konjungsi geosentris dengan Matahari pada pukul 03:47 UT atau pukul 11:47 WITA. Pada saat itu Bulan akan memiliki elongasi dengan Matahari sebesar 4 derajat 55 menit dengan iluminasi hanya sebesar 0,2%.

### 2.4 Pengamatan Bulan sabit

Pengamatan dan pengambilan data dimulai sejak Bulan terbit dan diakhiri pada saat Bulan terbenam. Data yang diambil berupa data citra video mentah yang kemudian diolah secara *real-time* menggunakan perangkat lunak tertentu yang telah dikembangkan di Observatorium Bosscha. Untuk menjaga tingkat keyakinan terhadap akurasi *pointing*, teleskop diarahkan ke obyek Matahari, planet, dan bintang terang yang berada di dekat posisi Bulan. Pada proses ini juga dilakukan pengecekan citra fokus, karena fokus teleskop akan berubah bergantung pada temperatur pada saat pengamatan. Sebelum mengambil citra Bulan, diambil citra kalibrator berupa citra medan datar. Citra medan datar diambil dengan mengarahkan teleskop sebesar 1 derajat menjauh dari posisi Bulan pada arah deklinasi. Citra medan datar ini kemudian digunakan untuk mengkalibrasi citra mentah Bulan.

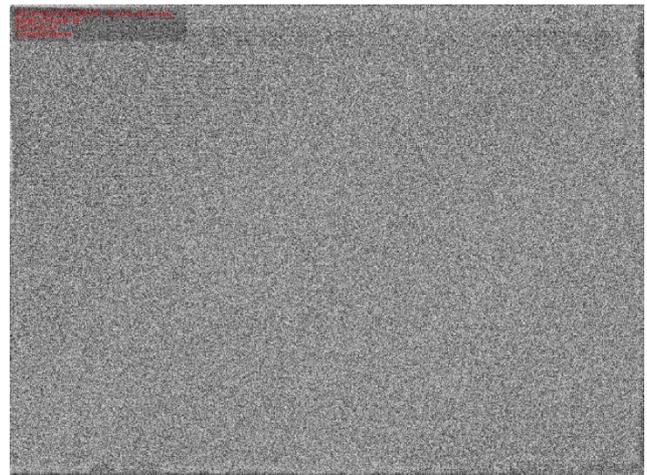
## 3. OLAH DATA, HASIL, DAN DISKUSI

### 3.1 Olah data

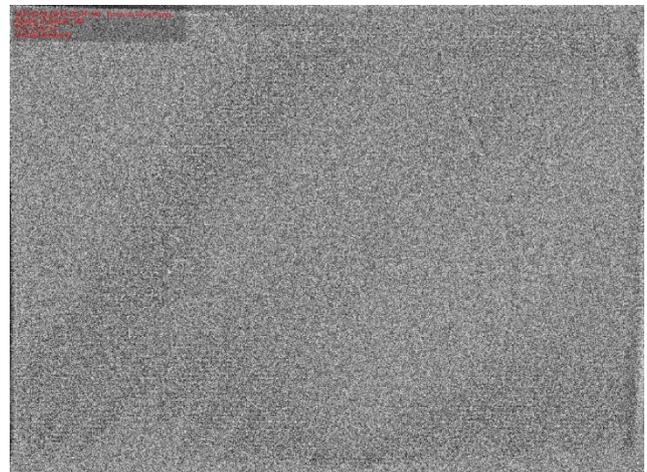
Citra setiap *frame* video mentah dibersihkan dengan cara membaginya dengan citra kalibrator medan datar yang telah dinormalisasi. Citra bersih kemudian ditumpuk dan dirata-ratakan setiap 300 *frame*. Citra rata-rata ini kemudian ditingkatkan kontrasnya dengan metode *linear stretching* dan CLAHE [5]. Proses olah data ini dilakukan secara *real time* dengan menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan Observatorium Bosscha. Proses seluruhnya untuk setiap sekuens (300 *frames* dengan kamera 30 fps) memakan waktu sekitar 10 detik. Hasil olah citra akan ditampilkan langsung ke layar komputer pengguna.

### 3.2 Hasil

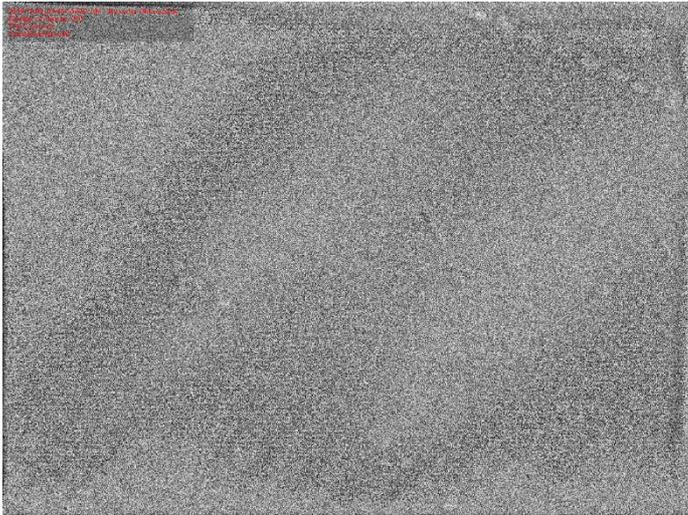
Hasil pengamatan dan olah data ditampilkan pada Gambar 3 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f). Metode pengamatan yang telah dikembangkan terbukti dapat mendeteksi sabit bulan hingga umur 0 jam 0 menit pada elongasi 4 derajat 55 menit. Tampak kondisi bulan yang semakin menipis dan kontras yang semakin rendah seiring dengan semakin dekatnya waktu konjungsi.



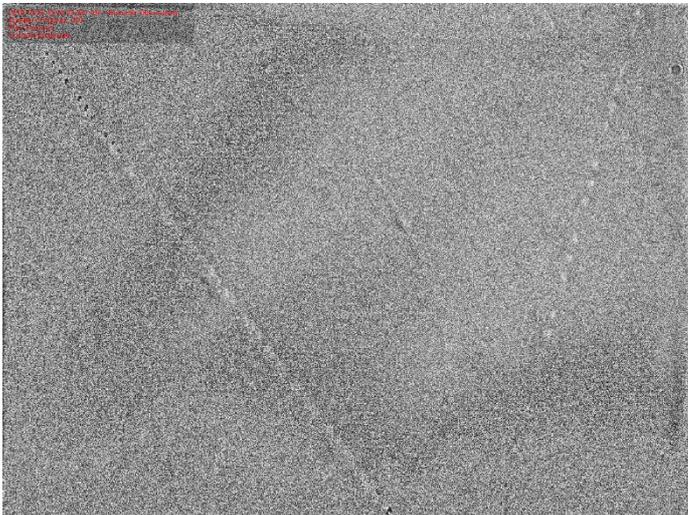
**Gambar 3. (a)** Citra Bulan sabit dengan umur -4 jam dengan elongasi 5 derajat 25 menit.



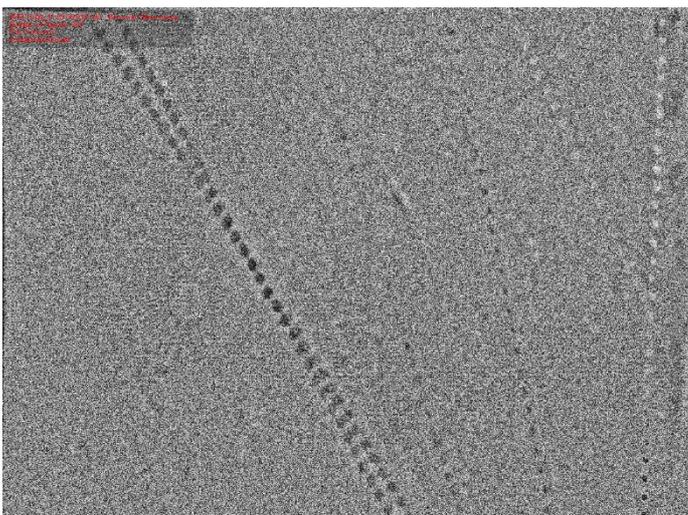
**(b)** Citra Bulan sabit dengan umur -3 jam dengan elongasi 5 derajat 16 menit.



(c) Citra Bulan sabit dengan umur -2 jam dengan elongasi 5 derajat 8 menit.



(d) Citra Bulan sabit dengan umur -1 jam dengan elongasi 5 derajat 1 menit.



(e) Citra Bulan sabit dengan umur -15 menit dengan elongasi 4 derajat 57 menit.



(f) Citra Bulan sabit dengan umur 0 jam 0 menit dengan elongasi 4 derajat 55 menit.

Keberhasilan deteksi sabit bulan pada saat konjungsi (usia 0 jam) menunjukkan hal positif akan bekerjanya sistem pengamatan kami dengan baik. Lebih jauh, pencitraan bulan saat konjungsi masih dapat dikembangkan lebih lanjut baik dari sisi instrumentasi, pengamatan, maupun olah data. Hasil ini kemudian dapat digunakan untuk mencari batas elongasi terdekat di mana Bulan sabit *pasca* Matahari terbenam masih dapat dideteksi. Data yang terkumpul kemudian dapat digunakan sebagai bahan menentukan kriteria visibilitas Hilal yang akan digunakan untuk penentuan pergantian bulan baru pada sistem kalender Hijriah. Selain itu metode ini berfungsi untuk mendeteksi Bulan sedini mungkin, ketika Bulan masih berada jauh di atas horizon. Bulan yang telah terdeteksi kemudian dapat diikuti hingga Matahari terbenam. Kami sangat berharap metode pengamatan ini dapat dikembangkan dan diterapkan pada beberapa lokasi ideal untuk mendapatkan semakin banyak data pengamatan hilal.

#### 4. KESIMPULAN

Metode pengamatan Bulan sabit muda tipis di siang hari telah dikembangkan oleh Observatorium Bosscha telah berhasil mendeteksi Bulan pada saat konjungsi. Metode ini dapat juga digunakan pada pengamatan hilal.

#### Referensi

1. Hidayat, T., et. al. (2010), "Developing Information System on Lunar Crescent Observations", ITB Journal of Sciences Vol. 42, 2010 pp. 67-80.
2. Hidayat, T., et. al. (2012), "Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Vol. 427, issue 3 pp. 1903-17.
3. Mahasena, P., et. al. (2019), "CCD observation of daylight crescent moon at Bosscha observatory", Journal of Physics: Conference Series Vol. 1127, pp. 012049.

4. Herdiwijaya, D., et. al., (2010), "Developing Telescope Baffle For Increasing Contrast Of The Very Young Lunar Crescent Visibility", Proceedings of the Thrid International Conference on Mathematical and Natural Sciense. Bandung. Indonesia, pp. 1214-20.
5. Zuiderveld, K., (1994), "Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization", Graphics Gems IV)ed P S Heckbert, Cambridge MA: Academic Press chapter VIII.5, pp. 474-485

Received: 09 Apr 2019, Accepted: 16 May 2019