

Project BEACON: Program Pengamatan Okultasi di Observatorium Bosscha

A. T. P. Jatmiko^{1*}

¹Observatorium Bosscha, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

*E-mail: agustriono.pj@gmail.com

ABSTRAK

Okultasi merupakan peristiwa tertutupnya suatu obyek langit oleh obyek langit lain yang memiliki ukuran sudut lebih besar. Peristiwa okultasi memungkinkan astronom untuk mendapatkan resolusi sudut tinggi, yang biasanya diperoleh dengan teknik interferometri, sehingga astronom dengan instrumen yang *modest* bisa melakukan pengukuran separasi sudut yang sangat kecil, bahkan lebih kecil dari nilai *seeing* sebuah tempat pengamatan, misalnya pengukuran diameter sudut dari suatu obyek langit, deteksi kegandaan atau multiplisitas sebuah bintang ataupun deteksi cincin atau satelit dari sebuah asteroid (lihat pekerjaan Braga-Ribas, 2014). Pada pekerjaan ini akan dipaparkan perkembangan metode pengamatan okultasi yang dilakukan oleh Observatorium Bosscha sejak 2011 sampai sekarang, yang dikemas dalam 'Project BEACON' (*Bosscha Eclipse and Occultation Observation*) beserta beberapa hasil terkini yang berhasil diperoleh, termasuk kampanye pengamatan okultasi di tahun 2020 dan 2021. Pekerjaan ini juga memaparkan hasil dari pengamatan okultasi dan transit dari satelit-satelit galilean Jupiter dalam program PHEMU21 (*Phenomenes Mutuels 2021*) yang diinisiasi oleh *Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides* (IMCCE), Perancis. (Pratt and Wunsche, 2021).

Kata Kunci: Okultasi – Bintang ganda – PHEMU21

1 PENDAHULUAN

Peristiwa okultasi merupakan salah satu fenomena astronomi tertua selain gerhana yang pernah direkam oleh manusia. Peristiwa ini terjadi saat benda langit yang memiliki ukuran sudut lebih besar menutupi benda langit dengan ukuran sudut lebih kecil, misalnya peristiwa tertutupnya bintang oleh piringan Bulan, planet, ataupun asteroid.

Pengamatan okultasi memiliki beberapa kelebihan, yaitu tahan terhadap polusi cahaya, sehingga pengamatan bisa dilakukan dari perkotaan, meskipun tempat yang minim polusi cahaya akan memperbesar kemungkinan obyek redup bisa diamati dengan kualitas data yang baik. Selain itu, pengamatan okultasi memberikan resolusi sudut yang tinggi dengan orde mili detik busur, jauh lebih kecil daripada resolusi sudut yang dibolehkan dengan adanya turbulensi udara.

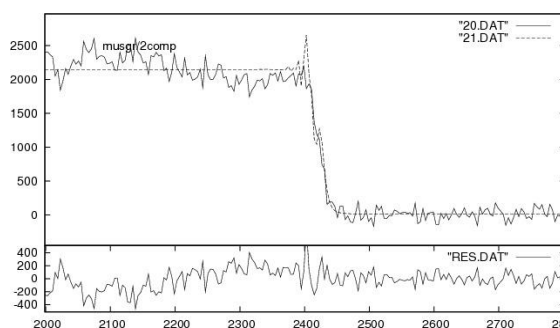
Beberapa batasan dari pengamatan okultasi di antaranya adalah bahwa peristiwa ini merupakan

peristiwa yang *fixed* dan obyek yang diokultasi akan berbeda pada setiap waktu. Selain itu, satu pengamatan okultasi dari sebuah tempat hanya memberikan informasi searah pergerakan benda penutupnya, misalnya separasi sudut bintang ganda, atau morfologi asteroid, sehingga diperlukan pengamatan simultan dari berbagai titik untuk mendapatkan informasi yang lebih komprehensif tentang separasi sudut benar dari sebuah bintang ganda maupun bentuk dari sebuah asteroid.

2 INSTRUMEN DAN PENGAMATAN

Instrumen yang digunakan untuk pengamatan okultasi di Observatorium Bosscha mengalami perkembangan yang cukup signifikan sejak 2011, terutama dari sisi detektor. Pada awalnya pengamatan dilakukan dengan kamera CCD SBIG ST – 9 XE dengan teknik *drift scanning* dipadukan dengan teleskop GOTO 45cm. Konfigurasi ini memberikan skala plat sekitar $0,76''/\text{pixel}$, oleh karena itu kami melakukan *binning* vertikal 3×4 sehingga skala plat yang dihasilkan mampu menampung bintang dalam satu pixel untuk mengatasi sintilasi. Saat itu, bintang μ Sgr berhasil diamati dan diperoleh proyeksi separasi antara kedua komponen adalah $9,5 \pm 5,6$ milidetikbusur (*milliarcseconds*, mas), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. (Jatmiko, 2012).

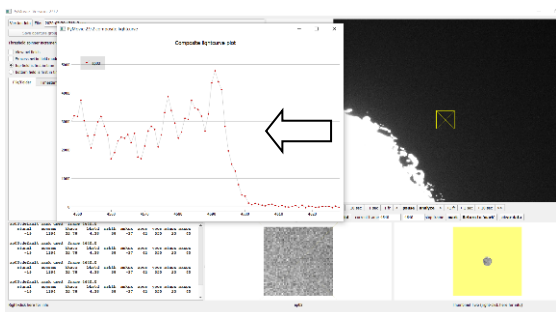
Masalah utama dari pengamatan okultasi adalah akurasi *timing* yang digunakan haruslah akurat sampai orde milidetik, bahkan mikrodetik. Penggunaan *Network Time Protocol*, atau NTP adalah cara termudah untuk menghasilkan resolusi waktu yang akurat. Namun hal tersebut bergantung pada kondisi jaringan internet yang digunakan serta



Gambar 1. Hasil *fitting* kurva cahaya μ Sgr. Bintang ini terdeteksi ganda dengan proyeksi separasi $9,5 \pm 5,6$ mas.

konfigurasi perangkat keras pada komputer. Secara umum, penggunaan NTP dengan *Windows Time* di sistem operasi Windows 10 menghasilkan galat yang cukup besar, yaitu 100 – 450 ms. Penggunaan perangkat lunak sinkronisasi waktu seperti *Dimension4* mengurangi galat ini menjadi sekitar 220 ms (Pavlov & Gault, 2020).

Tahun 2019, Observatorium Bosscha mendapatkan kamera CMOS dengan GPS terintegrasi, yaitu QHY 174M GPS, yang secara teoritis memiliki galat waktu sampai di bawah 1 ms. Namun, dari hasil penggunaan di Observatorium Bosscha, galat waktu tipikal yang dihasilkan sekitar 10 – 20 ms. Ada dugaan bahwa konfigurasi perangkat keras yang digunakan, yaitu komputer/laptop yang digunakan, memberikan andil dalam galat waktu saat perekaman. Penggunaan *hard disk* bertipe SSD sangat direkomendasikan untuk memastikan proses perekaman yang lebih lancar. Salah satu hasil pengamatan okultasi pada kampanye pengamatan tahun 2020, yaitu bintang HD 159731, ditampilkan pada Gambar 2. Tampak ada kemungkinan terdeteksi salah satu komponen ganda (ditunjukkan oleh tanda panah).



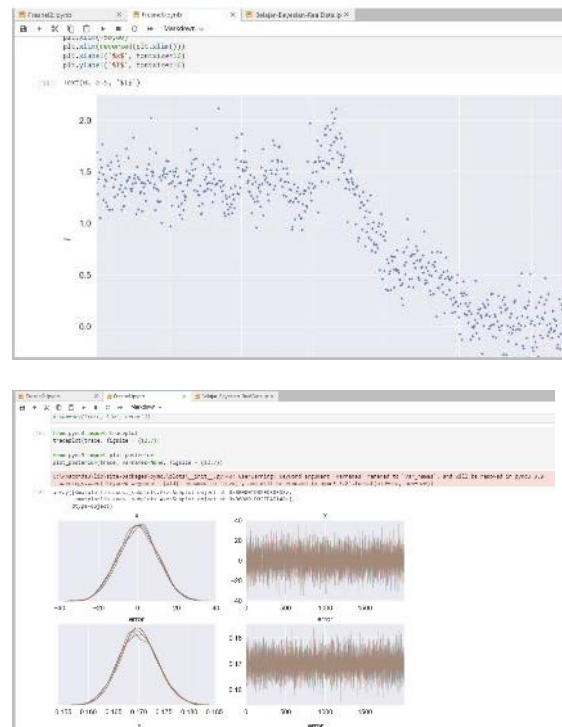
Gambar 2. Okultasi bintang HD 159731 oleh Bulan tanggal 29 Juli 2020.

Pada tahun 2021 Observatorium Bosscha menjadwalkan turut melakukan pengamatan simultan okultasi dan transit satelit galilean Jupiter, yang diinisiasi oleh *Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides* (IMCCE), Perancis dalam kampanye pengamatan PHEMU21. Sampai saat tulisan ini dibuat, data masih dalam proses pengecekan.

3 PENGEMBANGAN CODE UNTUK FITTING KURVA CAHAYA

Bersamaan dengan kampanye pengamatan okultasi, Observatorium Bosscha juga mengembangkan kode pemrograman untuk *fitting*

kurva cahaya okultasi dengan menggunakan Python dan MCMC. Langkah – langkah yang dilakukan adalah membuat data sintetik berdasarkan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya, kemudian di-*fit* ulang untuk mendapatkan kembali parameter yang ditentukan tersebut. Setelah hasilnya konsisten, barulah program ini diaplikasikan ke data sebenarnya. Saat ini kode masih dalam tahap awal pengembangan (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Snapshot kode untuk *fitting* kurva cahaya okultasi yang sedang dikembangkan Observatorium Bosscha

Ucapan Terima Kasih

Kamera QHY 174M GPS berhasil diadakan menggunakan dana Lab ASIIN. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada Ibu Premana W. Premadi, Ph.D selaku Kepala Observatorium Bosscha FMIPA ITB yang telah mendukung keikutsertaan kami dalam kegiatan Seminar Panorama Antariksa 2021.

4 PUSTAKA

- Braga-Ribas, F. et al. 2014, *Nature*, 508, 72-75
- Pratt, A. & Wunsche, N., 2021, *JOA* Vol. 11 no. 1, 3-9
- Jatmiko, A. T. P. 2012, 2nd SEAYAC Meeting
- Pavlov, H. & Gault, D., 2020, *JOA* Vol. 10 no. 2, 10-19