

# Fotometri Diferensial Bintang Variabel VW Ari (HD 15165)

Salman Al Farisi

Program Studi Astronomi

Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

**Abstrak.** – Bintang variabel adalah bintang yang kecerlangannya berubah sepanjang waktu. Penyebab perubahan kecerlangan ini menjadi dasar penggolongan jenis bintang variabel, yaitu bintang variabel intrinsik dan ekstrinsik. Bintang variabel dalam sistem biner BDS 1269 adalah VW Ari (HD 15165), dikategorikan sebagai bintang variabel  $\delta$  Scuti. Dalam mengukur perubahan kecerlangan instrumental dari bintang variabel ini, digunakan bintang pembanding. Pengukuran ini disebut sebagai fotometri diferensial, yaitu mengukur perbedaan kecerlangan antara objek utama dan objek pembanding. Dari pengukuran fotometri diferensial, diperoleh kurva cahaya dari bintang variabel tersebut yang merupakan 0,139 bagian dari satu siklus periode VW Ari.

**Kata kunci:** Fotometri diferensial; Bintang variabel;  $\delta$  Scuti; VW Ari (HD 15165); Kurva cahaya; Periode.

## 1. Pendahuluan

Suatu bintang dikategorikan sebagai bintang variabel jika kecerlangan yang terlihat dari Bumi berubah sepanjang waktu. Terdapat dua jenis dasar bintang variabel, yaitu bintang variabel intrinsik dan ekstrinsik. Bintang variabel dikatakan intrinsik jika kecerlangan dari fluks yang dihasilkan bintang tersebut benar-benar berubah, dan ekstrinsik jika perubahan kecerlangan terjadi pada perubahan jumlah cahaya yang sampai ke Bumi.

Riset pada bintang variabel memberikan informasi tentang sifat-sifat bintang seperti massa, radius, luminositas, temperatur, struktur internal dan eksternal, komposisi, dan evolusi.

Fotometri diferensial berprinsip pada adanya bintang pembanding untuk memperoleh nilai rata-rata terbobot sebagai “titik nol” tiap gambar. “Titik nol” ini digunakan untuk mengukur perbedaan

magnitudo dari objek target dan tiap bintang pembandingnya. Diasumsikan bahwa objek targetnya adalah bintang variabel. Dari perbedaan kecerlangan bintang tersebut, dapat dibangun kurva cahaya, yang dapat menggambarkan periode bintang tersebut dari siklusnya.

VW Ari (HD 15165) adalah bintang variabel pada sistem biner BDS 1269, dengan tipe bintang variabel  $\delta$  Scuti. Koordinat ekuatorial – RA  $02^h26^m45,64^s$  – Deklinasi  $+10^\circ33'55.06''$ .

Dalam pengamatan ini akan ditentukan periode dari bintang variabel tersebut berdasarkan kurva cahaya, dan mengkonfirmasi periodenya dengan pengamatan terdahulu. Bintang ini diketahui sebagai bintang variabel pada survey yang dilakukan McMillan et al. pada 1974. Pengamatan ini menghasilkan periode bintang ganda sebesar 2,1 jam pada 12

Desember dan 2,4 jam pada 15 Desember. Bintang ini dikategorikan sebagai bintang variabel dengan amplitudo rendah.

Star	HD	V	b-y	m <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
Variabel	15165	6,70	0,185	0,102	0,858
Pendamping	15164	8,34	0,190	0,162	0,687
Pembanding	15095	7,32	0,353	0,177	0,324
A*	-	11,86	0,50	0,44	0,36

Tabel 1 – Data 4 warna untuk bintang di sekitar medan pandang HD 15165 yang dignakan Ruciński. A adalah bintang redup yang berada di selatan dengan jarak sudut sebanding dengan HD 15164. <sup>[1]</sup>

Pada pengamatan terdahulu yang menjadi referensi, Ruciński (1978) melalui pengamatan fotometri diferensial di tahun 1976, berlokasi di *Kitt Peak National Observatory*, mengambil bintang pembanding dan pendamping dari VW Ari (HD 15165), dengan teleskop 40 cm dan filter *uvby*. Penelitian ini menghasilkan periode primer  $0,16 \pm 0,01$  hari.

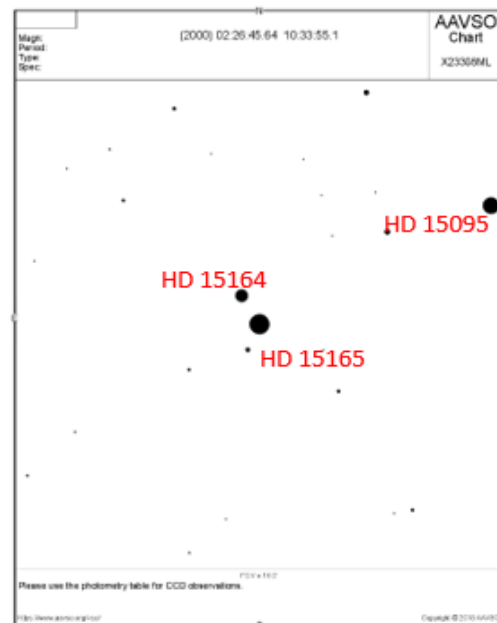
## 2. Metode

Pengamatan bintang variabel VW Ari dilaksanakan pada 21-22 September 2018 di Observatorium Bosscha ( $6^{\circ}49'28''$  LS,  $107^{\circ}37'00''$  BT). Digunakan teleskop STEVia (*Survey Telescope for Exoplanet and Variable Star*), bertipe Schmidt – Cassegrain, diameter 2790 mm, panjang fokus 1760 mm, rasio fokal f/6,3. Selain itu sebagai detektor digunakan CCD SBIG ST-8 XME dengan filter BVRI (pita sempit) dan LRGB (pita lebar). Luas medan pandang  $26,8 \times 17,9$  menit busur.

Pengamatan fotometri diferensial direncanakan akan melakukan pengambilan citra CCD dari bintang objek VW Ari, dengan bintang pembanding HD 15164 dan

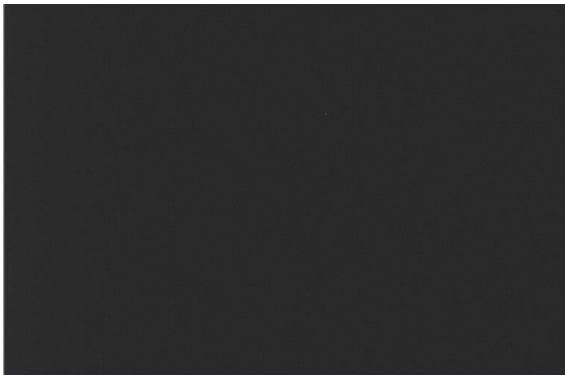
HD 15095 seperti pada pengamatan yang dilakukan Ruciński.

Pengamatan dimulai pada saat objek berada pada ketinggian  $30^{\circ}$ . Kondisi cuaca pada saat pengamatan tidak terlalu baik, sehingga tidak memperoleh citra objek dalam 1 siklus.

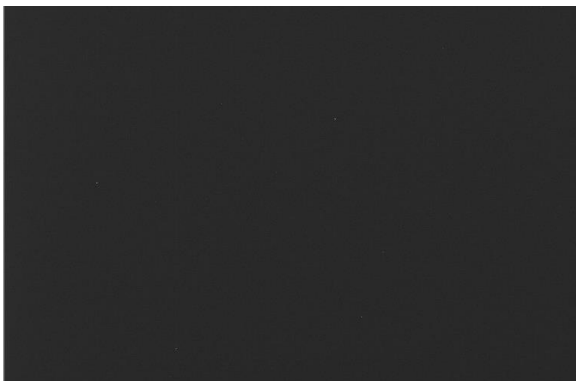


Gambar 1 – Finding chart bintang variabel VW Ari (HD 15165) dan bintang pembanding, dibuat melalui website American Association of Variable Star Observers (<https://www.aavso.org/apps/vsp/>)

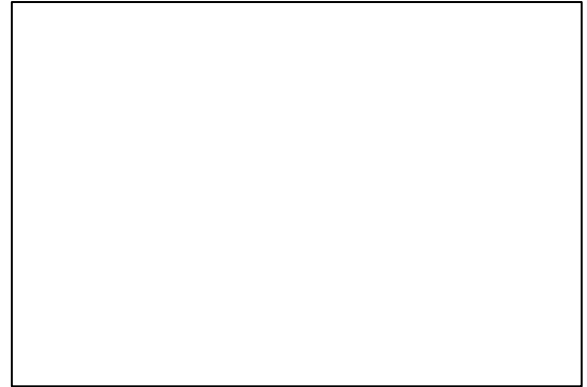
Sebelum pengamatan, diambil citra *bias*, *dark*, dan *flat* untuk mereduksi citra CCD. Proses reduksi dilakukan dengan piranti IRAF. *Bias* adalah gangguan yang disebabkan oleh adanya arus listrik pada CCD. *Dark* atau *dark current* adalah gangguan disebabkan oleh adanya elektron yang terakumulasi di CCD, juga disebabkan karena efek temperatur. Sedangkan *flat field* adalah koreksi dikarenakan variasi sensitivitas piksel CCD.



*Gambar 2 – Sampel citra bias*



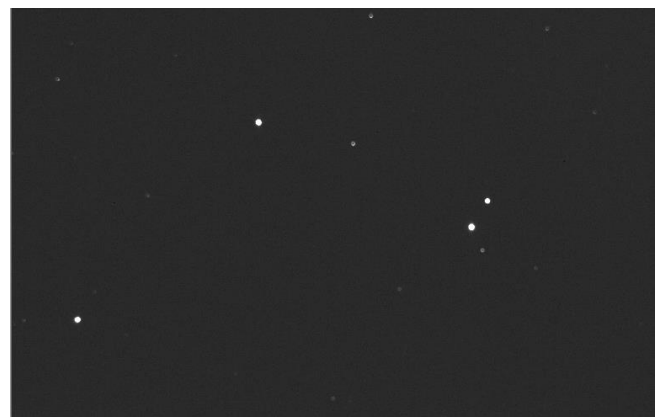
*Gambar 3– Sampel citra dark*



*Gambar 4 – Sampel citra flat field*

Gambar bersih dapat dinyatakan sebagai berikut:

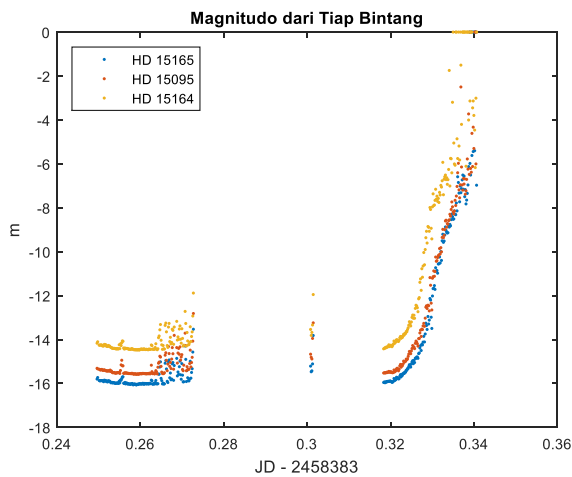
$$clean = \frac{(raw - dark) - (dark - bias)}{(flat - dark)}$$



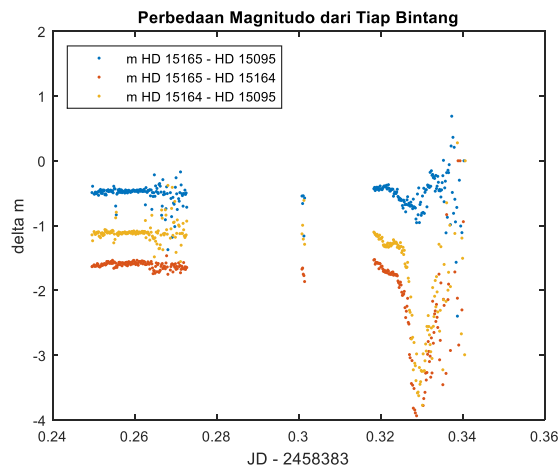
*Gambar 5 – Citra sebelum direduksi (atas) dan citra setelah direduksi (bawah)*

Dari 293 gambar yang baik, gambar tersebut diregistrasi agar memperoleh posisi piksel

bintang yang sama. Setelah *melakukan aperture photometry* pada tiap frame, diperoleh data magnitudo instrumental tiap bintang, dan disusun kurva cahaya dengan plot perbedaan magnitudo dari HD 15165 dibandingkan dengan HD 15095 dan HD 15165 dibandingkan dengan HD 15164. Hasil perhitungan magnitudo dari fotometri diferensial ini diperoleh dengan piranti IRIS. Proses data hasil dari fotometri diferensial tersebut diproses dengan pemrograman Matlab sehingga menghasilkan dua plot, yaitu magnitudo instrumental bintang dan perbedaan magnitudo instrumental.



Gambar 6 – Magnitudo instrumental bintang

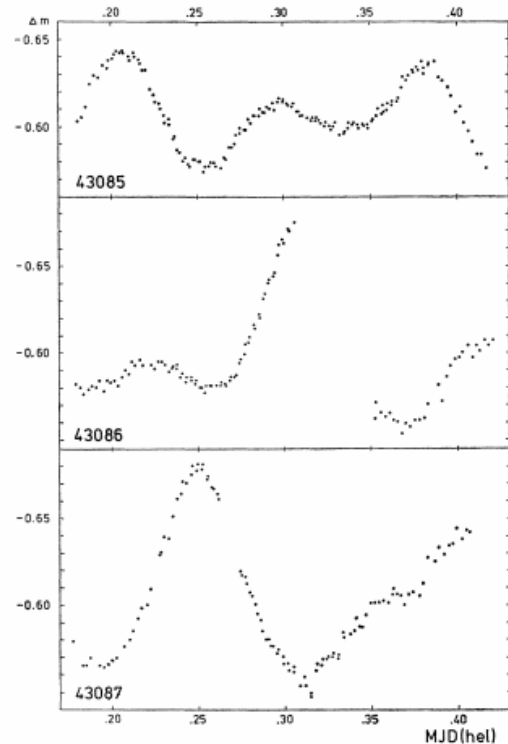


Gambar 7 – Perbedaan magnitudo bintang

### 3. Diskusi

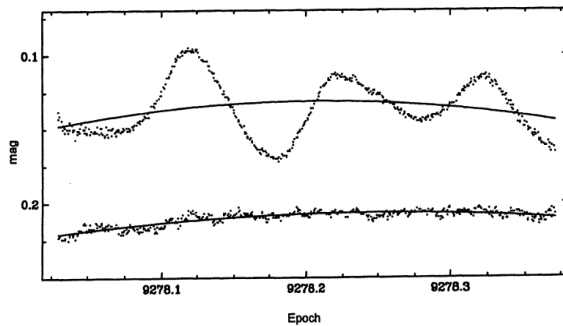
Dari hasil pengamatan, belum diperoleh satu siklus bintang ganda, karena kurva cahaya tidak lengkap disebabkan waktu pengamatan yang belum mencapai waktu periodenya dikarenakan cuaca yang kurang baik, dan juga bintang ini merupakan bintang variabel dengan amplitudo rendah, dan pada pengamatan ini seperti ditunjukkan pada gambar 7 hanya didapatkan 1 kali perubahan amplitudo. Namun, dari pengamatan tersebut diperoleh sebagian kurva cahaya untuk dibandingkan dengan bentuk kurva cahaya pada pengamatan sebelumnya.

Dari beberapa pengamatan sebelumnya diperoleh kurva cahaya sebagai berikut:

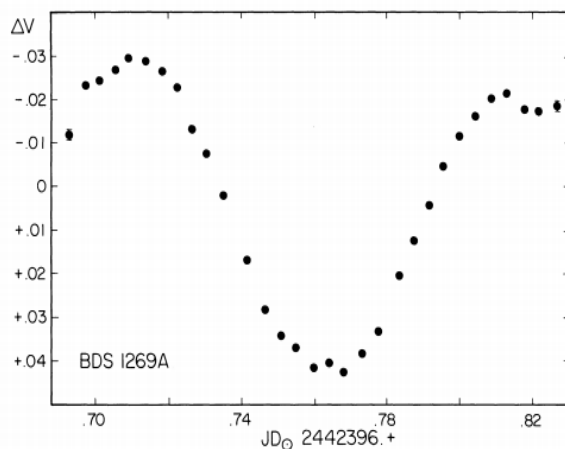
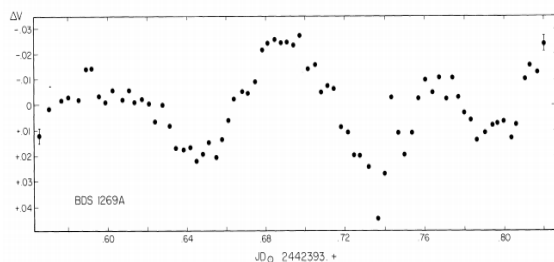


Gambar 9 – Kurva Cahaya dari pengamatan sebelumnya yang dilakukan oleh Y.Y. Liu, et al., pada 17 Oktober 1993. Bagian atas adalah magnitudo instrumental sistem bintang BDS 1269A(VW Ari) dan bagian bawah

menunjukkan magnitudo instrumental HD 15095.<sup>[2]</sup>



Gambar 9 – Kurva Cahaya dari pengamatan sebelumnya yang dilakukan oleh Y.Y. Liu, et al., pada 17 Oktober 1993. Bagian atas adalah magnitudo instrumental sistem bintang BDS 1269A (VW Ari) dan bagian bawah menunjukkan magnitudo instrumental HD 15095.<sup>[2]</sup>



Gambar 8 – Kurva Cahaya BDS 1269A dari pengamatan McMillan et al. (1976).<sup>[3]</sup>

Perubahan magnitudo instrumen pada gambar 7 terlihat namun belum dapat

ditentukan pada bagian mana dikarenakan harus diketahui kelanjutannya.

#### 4. Kesimpulan

Diketahui periode bintang variabel dari referensi yaitu 3,84 jam (Ruciński, 1978), atau 0,16 hari. Dari pengamatan, diperoleh kurva cahaya dalam rentang waktu JD 2458383,24961 – 2458383,3406134, atau secara keseluruhan dalam waktu 0,0910034 hari, namun terdapat bagian yang terpotong seperti pada gambar 6 dan 7 dimana tidak diketahui magnitudonya. Bagian yang memperlihatkan perubahan magnitudo instrumental ditunjukkan pada waktu antara JD 2458383,31833 – 2458383, 3406134. Waktu tersebut memiliki rentang 0.0222834 hari, atau 0,139 bagian waktu periode satu siklus. Diharapkan akan diadakan lagi pengamatan bintang variabel HD 15165 atau VW Ari untuk melengkapi kurva cahaya tersebut dan mengkonfirmasi periode pada pengamatan sebelumnya.

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen Lab Astronomi Dasar 2, Dr. Mahasena Putra dan Evan Irawan Akbar, M.Si., yang juga membimbing kami pada praktikum pengamatan, serta kepada pembimbing pengamatan Observatorium Bosscha – Mas Muhammad Yusuf, Mas Irfan Imaduddin, dan terutama kepada Bapak Denny Mandey yang membimbing saya dalam pengamatan bintang variabel ini.

#### 5. Referensi

- [1] Ruciński, S.M., 1978, *The Unique Visual Binary BDS 1269*. Acta Astronomica Vol. 28: 545-553.
- [2] Liu, Y.Y., et al, 1996, *On the Multiperiodicity of the  $\delta$  Scuti Star BDS 1269A (VW Arietis)*, A&A Supplement Series 120: 179-186.

[3] McMillan, R.S., et al., 1976, *A Survey for Small-Amplitude Variability Among Population II Stars*, Publication of Astronomical Society of the Pacific 88: 495-506.

[4] Boyd, David, 2007, *Differential CCD Photometry using Multiple Comparison Stars*. Society for Astronomical Sciences: 119.

[5] Dorokhova, T.N., et al., 1997. *Photometry of Low Amplitudes  $\delta$  Scuti Type Star VW Ari*, Odessa Astronomical Publications, vol 10: 104-108.

[6] *Variable Stars*, Australia Telescope National Facility. (diakses di [http://www.atnf.csiro.au/outreach/education/senior/astrophysics/variable\\_types.html](http://www.atnf.csiro.au/outreach/education/senior/astrophysics/variable_types.html) pada 12 Desember 2018)

[7] Owentooke. 2017. *Variables: What Are They and Why Observe Them?*, AAVSO. (diakses di <https://www.aavso.org/variables-what-are-they-why-observe-them> pada 12 Desember 2018)