

Pemanfaatan Kamera DSLR Canon 1200D untuk Pengamatan Fotometri Bintang Variabel

A. Wibowo^{1*} dan M. Putra²

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Subang

²Program Studi Magister Astronomi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

*E-mail: ariwibowo@unsub.ac.id

ABSTRAK

Pada umumnya sensor yang digunakan pada pekerjaan fotometri adalah sensor kamera yang berbasis CCD yang dilengkapi dengan filter pita sempit yang telah terbakukan. Seperti sistem Johnson-Cousins UBVRI. Namun dalam fotometri tidak terbatas hanya menggunakan kamera CCD saja, melainkan dapat juga menggunakan kamera DSLR. Adapun sensitivitas spektral cahaya pada sensor memiliki filter warna yang terdiri dari filter RGB. Hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian yang menunjukkan tren kurva cahaya yang sama dengan tren kurva cahaya penelitian sebelumnya yaitu Whitney (1950), Smith (1955), dan Danzier (1966). Bintang Variabel pada penelitian ini difokuskan pada bintang variabel VZ Cnc. Sedangkan teknik fotometri yang digunakan adalah fotometri diferensial.

Kata Kunci: DSLR – Fotometri diferensial – VZ Cnc

1 PENDAHULUAN

Pengamatan bintang variabel merupakan bidang yang paling memungkinkan bagi astronom amatir untuk berkontribusi dalam penelitian astronomi. Menurut AAVSO (*America Association of Variable Star Observers*), karena keterbatasan waktu dan alat yang dimiliki oleh astronom profesional sehingga tidak mampu meneliti semua bintang variabel. Oleh karena itu, disinilah kesempatan bagi astronom amatir untuk memberikan sumbangsih dalam perkembangan astronomi khususnya perkembangan fotometri bintang variabel. Selain itu pengamatan bintang variabel, dapat dimanfaatkan observatorium maupun astronom amatir sebagai kegiatan untuk membangun jiwa keingintahuan dalam melakukan suatu penelitian. Melakukan pengamatan dan pengolahan data secara mandiri tentunya akan melatih keterampilan dalam melakukan penelitian sesuai yang diharapkan. Bintang variabel juga dapat menjadi obyek yang bagus untuk kalangan siswa, sebab kegiatan ini nantinya dapat dijadikan proyek sains yang lebih lanjut.

Dengan melihat pertimbangan di atas, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian fotometri bintang variabel dengan menggunakan instrumen yang umum dan terjangkau adalah menggunakan kamera DSLR (*Digital Single Lens Reflex*). Adapun penggunaan kamera DSLR untuk kegiatan fotometri, memiliki keunggulan yaitu lebih familiar dibandingkan dengan kamera CCD (*Charge-Coupled Device*), lebih mudah dalam penggunaannya. Selain instrumen yang digunakan, dalam pengamatan bintang variabel ini juga digunakan beberapa perangkat lunak (*software*) seperti IRIS berbasis windows operating system. Selain dari instrumen dan perangkat tersebut, kami

juga mempertimbangkan pemilihan obyek bintang variabel yang memungkinkan untuk diamati, diteliti dan dianalisis. Sehingga hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan dalam usaha untuk memperkaya *khazanah* pengetahuan dan penelitian oleh observatorium swasta di Indonesia.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kamera DSLR (*Digital Single Lens Reflex*)

Secara teknis kamera DSLR memiliki kemiripan dengan CCD dalam penggunaan fotometri (Mulyanto, 2007). Penggunaan DSLR dalam pengamatan, memungkinkan para astronom amatir untuk melakukan kompensasi efek tertentu seperti warna bintang. Adapun warna bintang adalah faktor penghambat dalam memperkirakan keakuratan pengamatan visual dari suatu bintang. Penggunaan kamera DSLR juga dapat digunakan dalam pendeteksian variasi kecerahan suatu obyek. Juga efektif untuk melakukan perbandingan pengamatan terhadap detektor lain (Tjin, 2011).

2.2 Fotometri diferensial

Fotometri diferensial adalah mengukur perbesaran magnitudo dari bintang target dengan magnitudo sebuah bintang pembanding atau beberapa bintang. Keluaran dari teknik ini dapat juga disebut sebagai delta magnitudo. Fotometri diferensial lebih mudah daripada fotometri absolut dan sangat akurat ketika digunakan untuk mengukur variasi yang kecil. Rasio kecerlangan bintang atau fluks pancaran bintang, E_1 dan E_2 dapat dihubungkan dengan magnitudonya seperti pada persamaan 1 dengan m_1 dan m_2 masing-masing adalah magnitudo bintang 1 dan magnitudo bintang 2 dengan ditunjukkan pada persamaan di bawah ini.

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{-(m_1-m_2)} \quad (1)$$

Persamaan ini dikenal sebagai persamaan Pogson. Dengan $(2,512)^5 \approx 100$ dan tanda negatif di depan tanda kurung memiliki arti bahwa nilai magnitudo akan membesar jika fluks pancaran mengecil. Dengan mengambil logaritma dari persamaan 2.6 maka didapatkan persamaan (Roy and Clark, 2003) seperti pada persamaan 2 yaitu;

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log \frac{E_1}{E_2} \quad (2)$$

Dengan m_1 menyatakan magnitudo bintang 1, m_2 menyatakan magnitudo bintang 2, E_1 adalah fluks pancaran bintang 1, dan E_2 adalah fluks pancaran bintang 2.

2.3 Bintang Variabel Vz Cnc (Vz Cancri)

Bintang Vz Cnc digolongkan bintang variable pulsasi yang disebabkan oleh faktor internal. Perubahan kecerlangan dari bintang variabel pulsasi dapat berupa perubahan ukuran dan atau bentuk (Strohmeier, 1972). Keseluruhan bagian bintang bervibrasi, osilasi atau sebagian besar dapat diartikan sebagai berdenyut. Sehingga dapat menyebabkan radius dan temperatur efektif bintang berubah-ubah. Tipe Delta Scuti (AAVSO). Koordinat Equatorial : 8h40m52,09s/9°49'26,8'' serta memiliki kelas spektrum = A7III-F2III (Sinbad) dan $m_v = 0,02 - 0,25$ mag, $P = 0,01-0,2$ hari = 0,24 jam-4,8 jam. Nama lain dari Vz Cnc adalah HD 73857 (AAVSO).

3 METODE PENELITIAN

Instrumen yang digunakan dalam pengamatan bintang variabel ini adalah teleskop refraktor Williams Optic dengan Panjang focus 477,9 mm (f/5,9) diameter 81 mm dan kamera DSLR Canon 1200D dengan ukuran citra 5196 x 3464 piksel atau 22,3 x 14,9 mm sedangkan ukuran pikselnya 4,29 x 4,29 micron dan medan pandang optik 160,41' x 107,18'.

Secara umum metode penelitian bintang variabel dikelompokkan ke dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah pemilihan target bintang variabel yang akan diamati, tahap kedua adalah pengambilan data fotometri bintang variabel. Kemudian tahap ketiga adalah proses olah fotometri bintang variabel. Adapun penjelasan di masing-masing tahap adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan obyek bintang variabel. Secara garis besar diambil dari katalog ASAS (*All Sky Automatic Survey*). Dalam pemilihan obyek pengamatan dari katalog ASAS kemudian di Sort di Microsoft Excel dan dipilih bintang variabel dengan mempertimbangkan beberapa aspek

diantaranya: a). Letak koordinat target pengamatan, b). Magnitudo bintang target, c). Medan pandang kamera yang terdiri dari bintang target, bintang cek dan bintang pembanding, dan d). Periode bintang target.

2. Pengambilan data fotometri. Adapun tahapan pengambilan data yang dimaksud dilakukan dengan beberapa tahapan seperti; a). Pengambilan citra obyek, b) Uji pola Bintang, c). Pengambilan citra Bias, d). pengambilan citra Obyek bagian dua, e). pengambilan citra Dark, f). pengambilan citra Flat, g). Pengambilan citra Dark-Flat
3. Prosedur pengolahan data. Secara garis besar pengolahan data mentah menjadi citra yang siap diolah (decoding) maupun dekomposisi citra menggunakan IRIS 5.30 dan Microsoft Excel 2013. Adapun secara garis besar, langkah metode ini terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya ; a). Proses reduksi citra, b) *Aperture photometry* dan membangun kurva cahaya dengan menggunakan parameter waktu pengamatan dan intensitas atau fluks bintang hasil pengolahan data. Adapun nilai intensitas tersebut merupakan hasil penjumlahan dari *count* setiap piksel yang dilingkupi oleh cursor lingkaran *aperture photometry*. Intensitas yang dipakai adalah intensitas bintang target dengan intensitas bintang pembanding dan intensitas bintang cek guna mencari besarnya perbedaan magnitudo bintang (Δm) dengan persamaan sebagai berikut;

$$\Delta m = -2,5 \log \frac{\text{intensitas bintang obyek}}{\text{intensitas bintang pembanding}} \quad (3)$$

Kurva Cahaya Bintang yang dibuat dengan memplot Δm dengan skala waktu yang dapat berupa jam, JD (*Julian Date*) dan Fase. Adapun untuk menentukan fase menggunakan persamaan seperti berikut;

$$T = a + bE \quad (4)$$

Dengan T menyatakan waktu pengamatan dalam HJD, a adalah HJD saat kecerlangan bintang maksimum, E adalah banyaknya siklus yang terhitung dari JD.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian fotometri menggunakan kamera DSLR, dikelompokkan menjadi dua bagian hasil serta analisis diantaranya adalah

1. Uji Linieritas Kamera DSLR 1200D
Kurva Linieritas dapat menyatakan hubungan linieritas antara count citra dan waktu integritasi. Data untuk kurva ini diperoleh dari citra *flat-field* melalui penyetingan alat dan bahan. Kemudian langkah untuk mendapatkan data uji linieritas

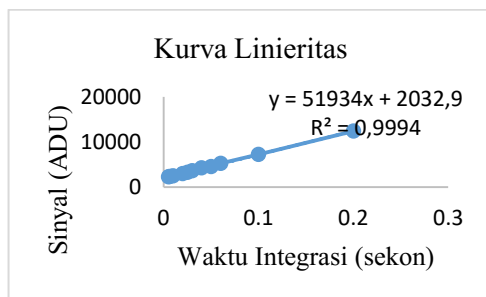
adalah dengan bervariasi waktu integrasi dari 1/200s, hingga 50s. Adapun untuk masing-masing waktu integrasi dilakukan 3 kali pengambilan citra. Selanjutnya ke tiga citra di masing-masing exposure time tersebut dijumlahkan dan dibuat sub-frame untuk dihitung rata-ratanya. Nilai rata-rata ini disebut sebagai sinyal. Kemudian dari data *exposure time* dan sinyal (dalam satuan ADU) dibuat grafik dengan waktu integrasi perekaman citra *flat-field* sebagai sumbu absis, sedangkan *count* rata-rata (sinyal) dari citra *flat-field* sebagai sumbu ordinatnya. Melalui kurva linieritas ini dapat dibuktikan respon linier kamera terhadap cahaya yang datang dan mengetahui batas saturasi dari kamera.

Berdasarkan data citra *flat-field* pada pembentukan kurva linieritas, maka hanya terdapat 11 data yang tidak mengalami saturasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kurva linieritas sinyal terhadap waktu integrasi.

No	waktu integrasi (s)	Sinyal (ADU)
1	0.005	2284.91
2	0.00625	2361.76
3	0.01	2520.05
4	0.02	3012.65
5	0.025	3261.36
6	0.03	3600.52
7	0.04	4258.8
8	0.05	4553.81
9	0.06	5264.1
10	0.1	7220.09
11	0.2	12392.2

Sedangkan Hasil fitting garis lurus pada kurva linieritas memberikan nilai gradien $m=51934$ dan konstanta $c=2032,9$. Adapun kurva linieritas sebagaimana dijelaskan di atas dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kurva linieritas sinyal kamera DSLR Canon 1200D terhadap waktu integrasi.

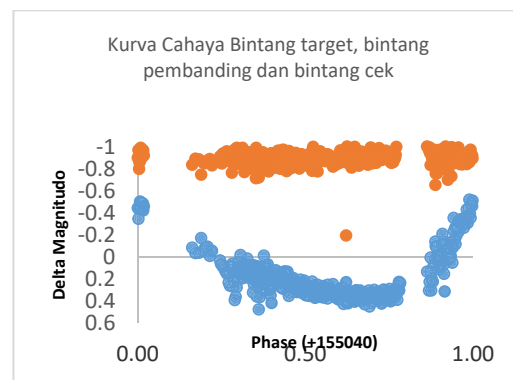
Informasi mengenai kurva linieritas ini dapat membantu pengguna dalam kesuksesan perekaman objek astronomi, khususnya fotometri bintang variabel. Oleh karena agar objek tidak

Tabel 2. Daftar Sebagian data pengamatan Vz Cnc dari waktu pengamatan dalam HJD, fase, siklus dan delta magnitudo.

HJD	Siklus	Fase	delta Mag
2458481.201	155040.2	0.24617	0.031
2458481.201	155040.2	0.249129	0.103
2458481.203	155040.3	0.257791	0.101
2458481.203	155040.3	0.260657	0.356
2458481.204	155040.3	0.263522	0.363
2458481.204	155040.3	0.266453	0.305
2458481.205	155040.3	0.269319	0.841
2458481.205	155040.3	0.272184	0.324
2458481.206	155040.3	0.275116	0.422
2458481.207	155040.3	0.280846	0.475
2458481.207	155040.3	0.283778	0.278
2458481.21	155040.3	0.298156	0.344
2458481.21	155040.3	0.29971	0.079
2458481.21	155040.3	0.301303	-0.153
2458481.211	155040.3	0.304434	0.142
2458481.211	155040.3	0.305967	0.415

mengalami saturasi dan supaya dapat meminimalisir tingkat derau dalam sebuah citra, disarankan perekaman suatu objek astronomi, sinyal maksimal sebesar 14228 ADU.

- Hasil pengamatan dan reduksi citra Setelah IRIS memproses *aperture photometry*, maka hasilnya akan muncul di Windows outputnya berupa JD, dan magnitudo bintang target dan bintang pembanding. Selanjutnya output tersebut disimpan dalam format text file. Untuk membuat kurva cahaya digunakan Ms. Excel dengan text file dibuka di excel dengan memilih opsi *space delimited* agar format data yang akan dimunculkan sesuai dengan satu cell untuk satu data dan tidak terpisah seperti pada Tabel 2.

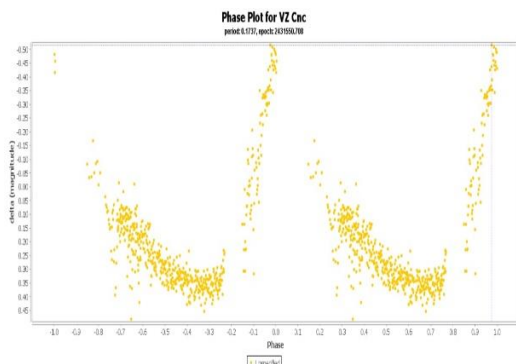


Gambar 2. Kurva cahaya dengan warna biru adalah Δm bintang target Vz Cnc dengan bintang pembanding sedangkan warna oranye bintang pembanding dengan bintang cek.

Setelah nilai E diperoleh, angka di belakang koma dari siklus tersebut adalah fase. Nilai fase dan delta magnitudo ini digunakan untuk membangun kurva cahaya seperti pada Gambar 2.

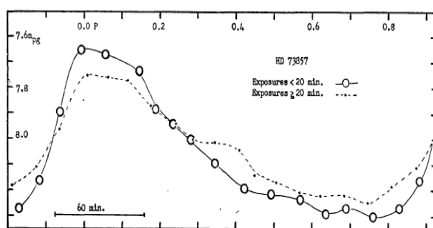
5 PENUTUP

Dalam pembentukan Kurva cahaya antara Δm dengan fase dapat juga digunakan tehnik lain yaitu dengan menggunakan software olah data bintang variabel yang disediakan oleh AAVSO yaitu *vstar*, akan terbentuk kurva hasil olah data menggunakan *vstar* seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva cahaya Vz Cnc yang dibuat dengan bantuan *vstar*.

Dari kurva cahaya Gambar 3 di atas, terlihat bahwa fase yang didapatkan pada saat pengamatan tidaklah lengkap. Hal ini menyebabkan bentuk kurva cahaya menjadi terputus. Namun bentuk kurva cahaya dari pengamatan bila dibandingkan dengan kurva cahaya yang diambil dari Whitney (1950) seperti pada gambar 4 memiliki kesamaan dan *trend* yang sama. Adapun kesamaannya di titik maksimumnya dan titik minimumnya. Walaupun secara keseluruhan kurva cahaya yang diperoleh dari data pengamatan terputus, namun dapat dipastikan sama dengan kurva cahaya dari Whitney (1950), dengan titik maksimumnya berada pada fase 0, sedangkan titik minimumnya berada tidak tepat pada fase 0,5 akan tetapi 0,7.



Gambar 4. Kurva cahaya Vz Cnc dari penelitian Whitney (1950)

Sehingga dapat disimpulkan pada pengamatan fotometri bintang variabel dengan menggunakan detektor berupa kamera DSLR Canon 1200D dapat dilakukan. Dari sebaran data delta magnitudo, untuk masing-masing pengamatan bintang cek dengan bintang pembanding, memiliki Deviasi Standar sebesar 0.08. Dengan demikian, kualitas data yang

diperoleh serta pengolahannya cukup baik, dan bisa menjadi rujukan untuk dilakukan penelitian yang sama. Hal ini dapat dilihat dari penyebaran magnitudo kurva cahaya yang diperoleh, dengan waktu bukaan yang lama maupun pendek, data delta magnitudonya tetap terfokus dan tidak menyebar.

Ucapan Terima Kasih

Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Sogiono SH.,MH.,MS., selaku Kepala Sekolah SMA Plus Astha Hannas yang telah memberikan ijin selama melakukan penelitian di Observatorium e-Maya.

Program Studi Magister Astronomi, FMIPA ITB beserta segenap civitas akademika atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menimba ilmu selama menjadi mahasiswa.

6 PUSTAKA

- Amrizal, 2005. Tugas Akhir. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Arifin, Z.M. 2013. Tugas akhir. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Brager, M. & Montgomery, M.H. 2000. ASP Conference series, Vol. 210.
- Guyon, O., & Martinache, F. 2012, in society of photo-Optical instrumentation Engineers (SPIE) conference series, Vol. 8444, Society of Photo-Optical Instrumentation engineers (SPIE) Conference series.
- Howell. 2006. Handbook of CCD Astronomy. Cambridge University Press, New York.
- Hytti, H.T. 2005. Proc. Of SPIE-IS&T electronic Imaging, SPIE Vol. 6059, 60590A. Finland
- Janesick, J. 2001. *Scientific Charge-Coupled Devices*, 95 (Bellingham:SPIE).
- Janesick, J. 2002. *Dueling Detectors*. OE Magazine, Edisi Februari.
- Macdonald, L., Ji, W., Bouzit, S., Findlater, K. 2002. Proc. Colour in Graphics, Imaging, and Vision Conf. Poitiers.
- Tjin, E. 2012. *Memilih Kamera Dan Lensa Yang Tepat*. Elex Media, Jakarta.
- M. Zhang, et al. 2015. Precision Multi-band Photometry with a DSLR Camera. Astro-ph-IM. 1506 V1.
- Park, W et al. 2015. arXiv:1501.04778v1.
- Samus, O.V. 2004. General Catalogue Of Variable Stars- Electronical Edition.
- The AAVSO DSLR Observing Manual
User manual from IRIS 5.30
- Vora, P.L., Farrell, Tietz, F.J.D., Brainard, D.H., 1997. *Digital Color Cameras Spectral Response*. HP Technical Report 97-54.
- Widjanarko, T. 1995. Tugas akhir. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Whitney, B. 1950. Publication of the Astronomical Society of the pacific. Vol. 62, No. 364