



## Variasi Profil V/R Spektrum Bintang Be di Belahan Langit Selatan

(Variation of V / R Profile of the B Star Spectrums in the Southern Sky Hemisphere)

Evaria Puspitaningrum<sup>1</sup>, Robiatul Muztaba<sup>1</sup>, Geavani E. Ramadhani<sup>1</sup>, M. Irfan<sup>2</sup>, Aprilia<sup>1</sup> dan Hakim L. Malasan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Astronomi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Observatorium Bosscha, Insitut Teknologi Bandung, Indonesia  
e-mail: [evaria.p@gmail.com](mailto:evaria.p@gmail.com)

### ABSTRAK

#### Riwayat Artikel:

Diterima: 19-11-2015  
Direvisi: 16-10-2016  
Disetujui: 19-10-2016  
Diterbitkan: 24-10-2016

#### Kata kunci:

Metode: observasi,  
teknik: spektroskopi,  
bintang: Be.

Pengamatan spektroskopi optik resolusi menengah dari 29 bintang Be dengan menggunakan refraktor ganda Zeiss, *Bosscha Compact Spectrograph* (BCS) dan kamera CCD ST-8XME telah dilakukan di Observatorium Bosscha pada tahun 2008 – 2009. Spektrum yang didapatkan berada pada rentang panjang gelombang 6300 Å – 6800 Å dengan titik tengah adalah panjang gelombang diperkirakan garis emisi H $\alpha$  muncul. Terdapat 13 bintang yang menunjukkan profil garis emisi puncak ganda H $\alpha$  dengan nilai perbandingan V/R (*Violet to Red*) yang dapat diukur. Mekanisme pembentukan piringan pada bintang Be dapat berbeda dari satu bintang ke bintang lainnya dan menyebabkan variasi karakteristik spektrum piringan bintang. Dari data pengamatan, nilai perbandingan V/R merentang dari 0,7 sampai 1,2. Untuk dapat menentukan evolusi piringan bintang Be, data pengamatan telah dibandingkan dengan data dari BeSS (*Be Star Spectral*) database.

### ABSTRACT

#### Keywords:

Method: observation,  
technical: spectroscopy,  
star: Be.

Optical spectroscopic intermediate resolution observations of 29 Be star with the Zeiss Double Refractor, Bosscha Compact Spectrograph (BCS) and ST-8XME CCD camera at Bosscha Observatory were conducted in 2008 and 2009. The obtained spectra are in the range 6300 Å – 6800 Å with the middle point associated with the appearance of H $\alpha$  emission line. Within the sample, 13 stars show double-peaked emission line profile of H $\alpha$  with measurable V/R ratio. Mechanism of the disk formation in Be star may differ from one star to another and cause variations in the circumstellar disk's spectral characteristics. The variability of V/R ratio exhibits an evolutionary stage of Be star's disk. From the observational data, the V/R ratio range from 0.7 up to 1.2. In order to determine Be stars disk evolution, the observational data had been compared with the BeSS data.

### 1. Pendahuluan

Bintang B-emisi didefinisikan sebagai bintang kelas B yang memiliki emisi pada garis

Balmer tahap awal (H $\alpha$  dan H $\beta$ ), dan terkadang emisi juga terjadi pada garis helium netral tanpa garis absorpsi yang tajam. Sementara pada

bintang *Be-shell*, selain terdapat emisi garis Balmer, spektrumnya juga menunjukkan garis absorpsi yang tajam di tengah garis Balmer dan juga pada beberapa garis metal. Perbedaan antara kedua bintang tersebut awalnya diduga karena perbedaan sudut inklinasi yang dibentuk antara sumbu rotasi bintang dan pengamat. Namun, dari hasil pengamatan ditemukan bintang B-emisi menunjukkan evolusi pada spektrumnya atau berganti fase dari Be ke *Be-shell* atau sebaliknya. Hal tersebut menyebabkan pemikiran tentang fenomena Be maupun *Be-shell* yang disebabkan oleh perbedaan sudut inklinasi tidak lagi digunakan karena besar sudut inklinasi tidak akan berubah. Fenomena bintang Be dan *Be-shell* sekarang dipercaya sebagai fenomena spektroskopik yang disebabkan oleh pembentukan selubung (*envelope*) di sekitar bintang B yang berotasi dengan sangat cepat.

Durasi perubahan fase dari Be ke *Be-shell* atau Be ke B normal atau B ke *Be-shell* bervariasi dari satu bintang ke bintang lainnya. Periode perubahan fase dapat berlangsung dari beberapa bulan sampai bertahun-tahun. Terdapat beberapa bintang yang periode perubahan fasenya sampai 10 tahun.

Perubahan dari fase Be ke B atau sebaliknya dapat dijelaskan secara mudah, salah satu contohnya disebabkan oleh pembentukan dan peleburan selubung yang mengelilingi bintang. Sedangkan perubahan fase dari Be ke *Be-shell* atau sebaliknya masih menjadi area penelitian yang menarik. Salah satu teori yang menjelaskan perubahan ini diajukan oleh Kogure (1989). Berdasarkan teori yang diajukan Kogure, perubahan ini disebabkan oleh proses peleburan selubung bintang yang tidak terjadi secara langsung, sehingga sisa peleburan tersebut masih ada di beberapa bagian selubung yang terkonsentrasi di sekitar ekuator bintang. Selubung yang terkonsentrasi di sekitar ekuator membentuk garis spektrum (*shell*). Namun, tidak semua karakteristik bintang Be sesuai dengan teori ini.

Spektroskopi bintang Be diperlukan untuk memahami perubahan fase dari Be ke *Be-shell*. Pada pekerjaan ini, pengamatan spektroskopik bintang Be dilakukan di belahan langit selatan dari tahun 2008 – 2009. Kemudian dari hasil pengamatan tersebut dilakukan pengukuran perbandingan *V/R* (*Violet to Red*) pada bintang Be yang memiliki profil garis emisi puncak

ganda. Selain itu, spektrum hasil pengamatan juga dibandingkan dengan spektrum dari *BeSS (Be Star Spectra) database* untuk melihat perubahan spektrumnya dari waktu ke waktu.

## 2. Landasan Teori

Variasi *V/R* adalah perubahan intensitas relatif komponen *Violet (V)* dan komponen *Red (R)* terhadap waktu pada profil garis emisi puncak ganda. Variasi *V/R* secara spektroskopi diinterpretasikan oleh dua model:

1. Selubung yang berotasi dan berpulsasi secara simetri.  $V = R$  jika selubung hanya berotasi,  $V < R$  jika selubung mengembang, dan  $V > R$  jika selubung mengerut. Pengamatan menunjukkan beberapa bintang Be memiliki profil  $V < R$ . Hal tersebut berlawanan dengan teori ini karena pada bintang Be terdapat angin bintang yang seharusnya menyebabkan terjadinya pengembangan pada selubung.
2. Piringan eliptik atau model cincin. Jika gas berotasi mengikuti hukum gerak Kepler maka partikel gas akan bergerak lebih cepat ketika berada di dekat periastron dibandingkan di apastron. Pengamat akan melihat variasi *V/R* jika gas berotasi mengelilingi bintang dengan periode yang panjang.

Perbandingan *V/R* mendeskripsikan emisi puncak ganda pada bintang Be dan distribusi massa pada piringannya.

Banyak model yang diajukan untuk menjelaskan fenomena terbentuknya bintang Be. Ada dua mekanisme pembentukan bintang Be:

1. Bintang Be adalah sebuah bintang ganda dan fenomena Be disebabkan oleh piringan akresi yang terjadi karena adanya transfer materi bintang sekunder. Walaupun transfer massa bervariasi terhadap waktu, namun emisi garis *H $\alpha$*  dapat terlihat
2. Mekanisme Be, yaitu suatu mekanisme fisis yang tidak diketahui dan menyebabkan munculnya angin yang tidak simetri bola.

## 3. Data dan Metode

Spektroskopi 29 bintang Be di belahan langit selatan telah dilakukan dari tahun 2008 sampai 2009 menggunakan refraktor ganda Zeiss, *Boscha Compact Spectrograph (BCS)* dan kamera CCD SBIG ST-8XME. Hasil pengamatan berada pada panjang gelombang 6300 Å – 6800 Å. Namun, pada makalah ini tidak semua bintang Be yang berhasil diamati akan dibahas. Seluruh

spektrogram yang didapatkan telah direduksi dengan menggunakan IRAF dari *National Optical Astronomical Observatories* (NOAO). Prosedur standard dalam menggunakan IRAF dapat dilihat di <http://iraf.noao.edu/>.

Spektrogram yang telah direduksi kemudian dijadikan spektrum 1-D (satu dimensi). Spektrum –spektrum tersebut ditinjau profil garis emisinya untuk diklasifikasikan seperti yang dijelaskan pada pendahuluan, diukur nilai kecepatan rotasi, nilai  $V/R$  dan selisih puncak ganda (km/s) pada bintang tersebut. Hasil pengukuran spektrokopik yang didapatkan kemudian dibuat grafik untuk melihat korelasi antara keduanya.

#### 4. Pembahasan

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan dari tahun 2008 sampai 2009, sebanyak 13 bintang memiliki profil garis emisi  $H\alpha$  puncak ganda. Sebanyak 9 bintang diklasifikasikan sebagai bintang Be dengan puncak ganda dan 4 bintang sebagai bintang Be-shell. Kemudian kecepatan rotasi ( $v \sin i$ ), nilai  $V/R$ , dan selisih puncak ganda ( $\Delta v$ ) dalam km/s untuk tiap bintang diukur. Hasil pengukuran profil garis bintang Be dapat dilihat pada Tabel 4-1 dengan  $V$  merupakan magnitude semu bintang.

Tabel 4-1

Hasil Pengukuran Profil Garis Emisi

HR	V	Kelas Spektrum	$v \sin i$ (km/s)	$V/R$	$\Delta v$ (km/s)
4123	5,59	B8,5Ive	307	1	173
4696	5,22	B8Ve	250	1,1	103
5683	4,27	B8Ve	278	0,9	198
5941	4,93	B8IIe	390	1,1	301
6422	6,37	B5Vne	180	1,2	334
6451	5,24	B2IIIne	340	1	229
7106	3,52	B7Ve	120	0,7	319
8260	4,50	B3Vpe	225	0,9	345
8386	5,62	B8Ve	320	1	254
8402	4,70	B7IVe	280	0,9	214
8407	4,74	B1.5Vnne	379	1	239
8628	4,18	B8Ve	200	~0,8	176
8731	5,42	B3IVpe	265	1,2	255

Dari hasil pengukuran tersebut dibuat grafik hubungan antara nilai  $V/R$  terhadap dengan sampel 13 bintang Be yang dapat dilihat pada Gambar 4-1. Terlihat ada kecenderungan positif yaitu ketika nilai meningkat, nilai  $V/R$  juga meningkat. Hal tersebut diduga karena rotasi

bintang yang sangat cepat sampai mendekati *break up velocity*, sehingga membuat emisi  $H\alpha$  terpisah. Untuk melihat bagaimana hubungan antara  $V/R$  dengan diperlukan sampel yang lebih banyak lagi.

*Equivalent width* (EW) garis emisi  $H\alpha$  mencapai maksimum pada kelas spektrum B2 dan menurun pada bintang Be kelas akhir. Hal ini menunjukkan bahwa bintang Be kelas awal memiliki selubung yang lebih mengembang dibandingkan dengan bintang Be kelas akhir (Kogure dan Leung, 2007).

Grafik hubungan antara nilai  $V/R$  terhadap kelas spektrum ditunjukkan pada Gambar 4-2. Namun, dapat dilihat bahwa tidak terdapat hubungan antara nilai  $V/R$  dan kelas spektrum. Grafik hubungan selisih puncak ( $\Delta v$ ) terhadap juga dibuat dan ditunjukkan pada Gambar 4-3. Namun tidak terlihat juga adanya hubungan antara nilai  $\Delta v$  dengan.

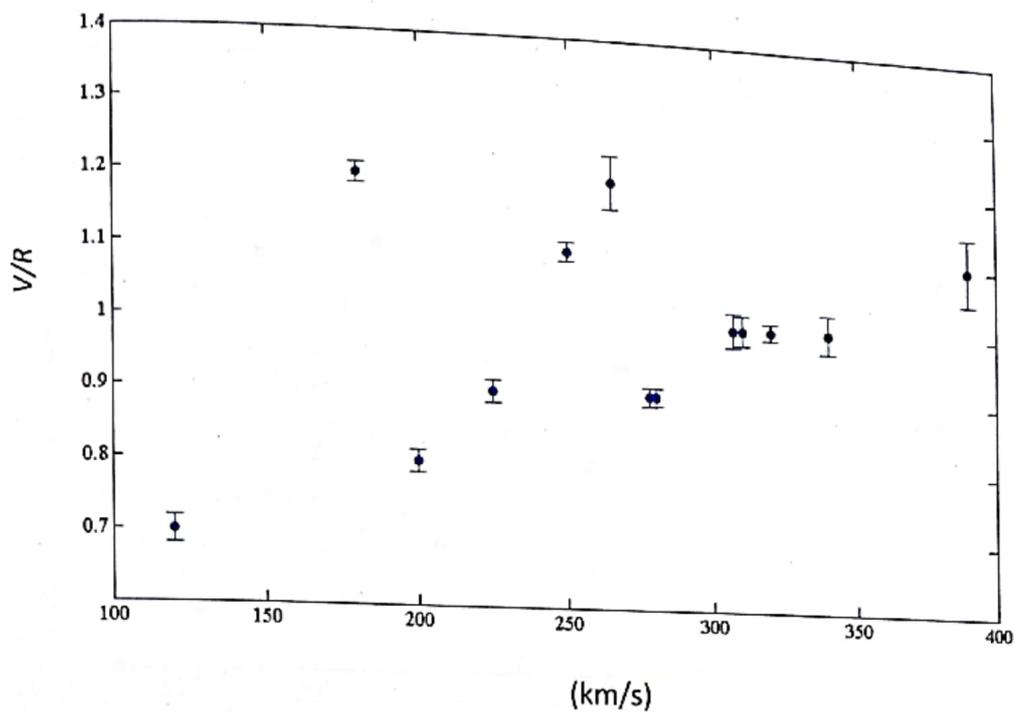
Hasil pengamatan bintang Be juga dibandingkan dengan data dari BeSS untuk melihat variasi  $V/R$  dan perubahan fasenya terhadap waktu. Namun, tidak semua bintang Be dalam Tabel 4-1. memiliki data pengamatan pada BeSS seperti bintang HR 6422 dan HR 6451 sehingga tidak akan dibahas secara detail dalam makalah ini. Berikut penjelasan untuk masing – masing bintang.

Bintang program yang termasuk dalam fase Be puncak ganda adalah:

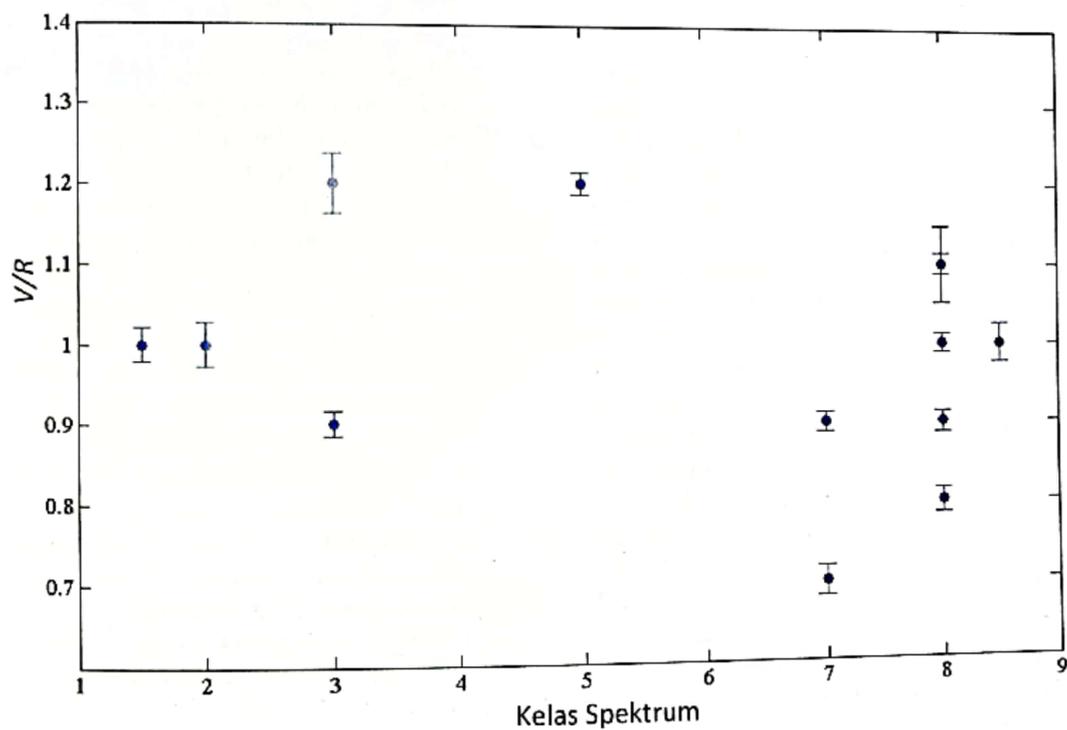
1. **HR 8407/HD 200120:** Menurut Doazan *et al.* (1985) bintang ini telah mengalami tiga perubahan fase sejak diamati pertama kali pada tahun 1904: (i) Dari fase Be ke B normal dari tahun 1904 – 1916, (ii) Dari tahun 1917 ke 1977, berubah dari fase B normal ke fase Be. Dan (iii) dari 1977 – 1978, terdapat perubahan variasi nilai  $V/R$  pada garis  $H\alpha$ . Hasil pengamatan yang dilakukan pada tanggal 8 Juli 2008 ( $V/R \sim 1$ ) kemudian dibandingkan dengan data BeSS dari tahun 2010 – 2014, terlihat variasi nilai  $V/R$  (Gambar 4-4).
2. **HR 4123:** Menurut Gosh *et al.* (1989), bintang ini mengalami peningkatan intensitas relatif emisi  $H\alpha$  pada Mei 1987, sedangkan separasi puncak ganda mengecil dan bentuk profil garisnya menjadi tidak simetri. Sebelumnya pada April 1987, profil puncak ganda pada bintang ini lebih terlihat dengan separasi puncak ganda yang lebih besar dan bentuknya simetri. Dari hasil pengamatan pada tanggal 24 April 2009, terlihat garis emisi  $H\alpha$  puncak ganda dengan nilai  $V/R \sim 1$ . Bintang ini pada kelas

spektrum B8.5IVe. Selain itu, dari data BeSS tahun 2010 – 2014 terlihat bintang ini tidak mengalami perubahan fase dari Be. Namun, terlihat kedalaman garis absorpsi

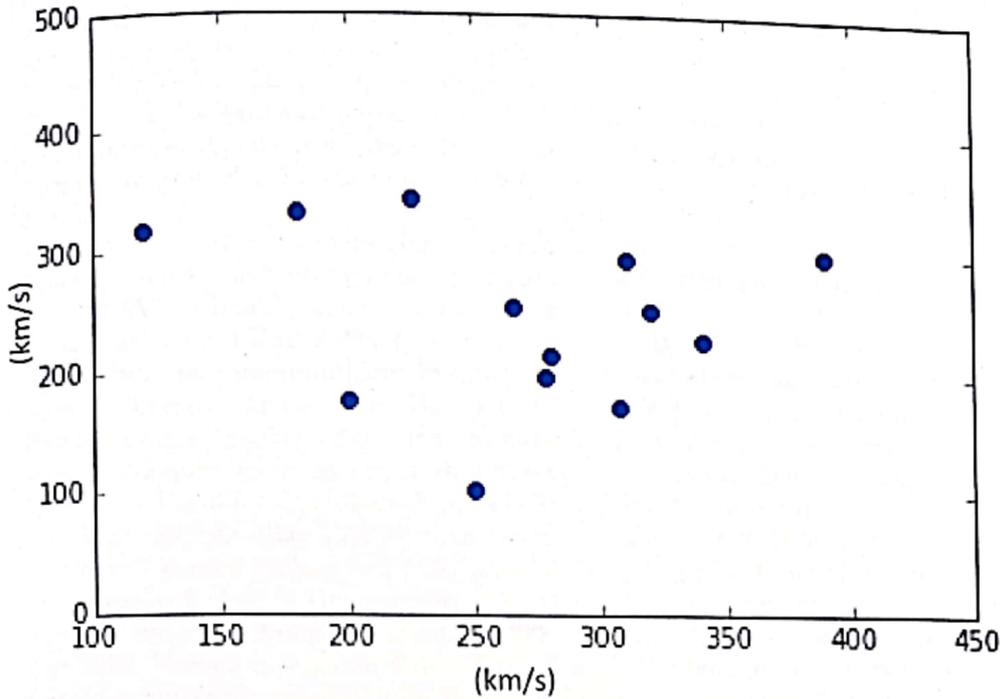
yang berada di tengah komponen *V* dan *R* semakin berkurang dari tahun 2011 ke 2014 (Gambar 4-5).



Gambar 4-1. Grafik hubungan antara nilai  $V/R$  terhadap dari 13 bintang Be hasil pengamatan.



Gambar 4-2. Grafik hubungan antara nilai  $V/R$  terhadap kelas spektrum dari 13 bintang Be hasil pengamatan.



Gambar 4-3. Grafik hubungan antara nilai  $\Delta v$  terhadap  $v \sin i$  dari 14 bintang Be hasil pengamatan.

3. **HR 4696:** Banerjee *et al.* (2000) menyimpulkan bintang ini menunjukkan garis emisi H $\alpha$  puncak ganda yang lemah. Dari hasil pengamatan pada tanggal 17 April 2009, terdapat emisi garis H $\alpha$  puncak ganda dengan nilai  $V/R$  adalah 1,1. Data BeSS tahun 2010 – 2014 menunjukkan adanya variasi nilai  $V/R$  pada bintang ini. Pada tahun 2009  $V/R > 1$ , tahun 2010  $V/R \sim 1$ ,  $V/R > 1$  pada tahun 2011, kemudian nilai  $V/R$  kembali  $\sim 1$  pada tahun 2012 – 2013, sedangkan pada tahun 2014 nilai  $V/R > 1$  (Gambar 4-6).
4. **HR 7106:** Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada 8 Juli 2008, bintang ini berada pada fase Be dengan garis emisi H $\alpha$  puncak ganda. Komponen R lebih besar dibandingkan dengan komponen V. Pada hasil pengamatan juga ditemukan garis He I dengan profil *shell*. BeSS mengklasifikasikan bintang ini pada kelas spektrum tipe B7Ve. Data BeSS tahun 2010 – 2014 pada Gambar 4-10. menunjukkan tidak ada perubahan fase pada bintang ini. Namun, terdapat variasi nilai V dan R dengan nilai R selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai V. Nilai  $V/R$  yang terukur dari pengamatan tahun 2008 adalah 0,7
5. **HR 8386:** Bintang ini diamati satu kali pada tanggal 26 Juni 2009. Dari hasil pengamatan, garis emisi H $\alpha$  puncak ganda memiliki nilai  $V/R \sim 1$ . Garis absorpsi Fe II muncul, namun garis He I tidak terlihat. Dari data BeSS tahun 2010, 2011 dan 2014 terlihat bintang ini tidak mengalami perubahan fase. Namun, kedalaman garis absorpsi di antara komponen V dan R semakin meningkat. Lebar garis emisi H $\alpha$  juga semakin meningkat dari tahun 2009 – 2011 dan 2014, sedangkan perubahan variasi  $V/R$  tidak terlihat cukup signifikan. (Gambar 4-7).
6. **HR 8402:** Garis Fe II dalam fase *Be-shell* didapatkan oleh Hanuschik (1996). Rivinius *et al.* (2006) juga menemukan hal yang sama untuk garis Mg II. Namun, dari hasil pengamatan yang dilakukan pada tanggal 9 Juli 2008 dan 27 Juni 2009 tidak ditemukan fenomena tersebut. Garis emisi H $\alpha$  puncak ganda muncul dengan nilai  $V/R$  untuk tahun 2008 dan 2009 sama yaitu 0,9. Garis Fe II dan He I tidak ditemukan juga. Profil spektrum tahun 2009 bergeser karena belum dikoreksi kecepatan radial.

Data BeSS dari tahun 2010 - 2014 menunjukkan bintang ini tidak mengalami perubahan fase (Gambar 4-8). Namun, kedalaman garis absorpsi di antara komponen  $V$  dan  $R$  mengalami peningkatan, sedangkan variasi nilai  $V/R$  tidak berubah secara signifikan. Diprediksi fase selanjutnya dari bintang ini adalah *Be-shell*.

7. **HR 8628:** BeSS mengklasifikasikan bintang ini sebagai bintang kelas spektrum tipe B8Ve. Hasil pengamatan yang dilakukan pada 1 Juli 2008, 12 Juni 2009 dan 2 Juli 2009 menunjukkan bintang ini sedang berada pada fase Be dengan ditemukannya garis emisi Ha puncak ganda. Namun, garis absorpsi di antara komponen  $V$  dan  $R$  tidak jelas sehingga sulit untuk mengukur nilai  $V/R$  dengan tepat. Dengan menggunakan IRAF, hasil pengukuran  $V/R \sim 0,8$ . Garis absorpsi Fe II dan He I muncul di pengamatan tahun 2008 dan 2009. Variasi komponen  $V$  dan  $R$  tidak terlalu signifikan terlihat di data BeSS dari tahun 2010 - 2014 (Gambar 4-9). Bintang ini belum mengalami perubahan fase.

Bintang program yang diklasifikasikan dalam fase *Be-shell* diindikasikan oleh munculnya garis absorpsi yang kuat dan kedalamannya berada di bawah atau sama dengan garis kontinum. Bintang yang berada dalam klasifikasi ini adalah:

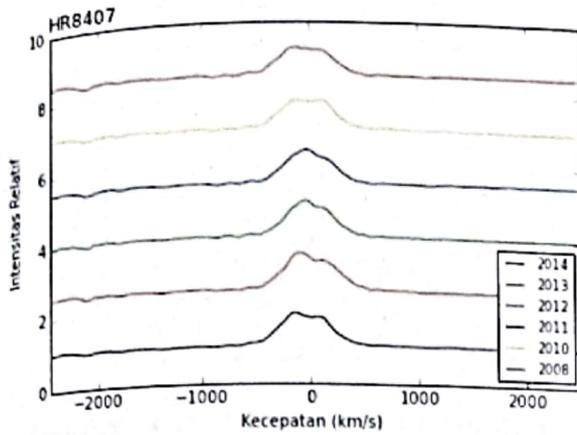
1. **HR 5941:** Berdasarkan Hanuschik *et al.* (1995), emisi garis Ha berbentuk puncak ganda dengan garis absorpsi yang kuat. Pada tahun 1985 nilai  $V/R < 1$ , kemudian pada tahun 1992 nilai  $V/R > 1$ . Menurut Okazaki (1997)  $V/R$  bervariasi dengan periode  $\sim 9$  tahun. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada tanggal 27 Juni 2009, nilai  $V/R$  pada garis emisi Ha puncak ganda bintang ini adalah 1,1. Sedangkan garis Fe II dan He I sangat lemah. Data BeSS dari tahun 2010 - 2014 menunjukkan bahwa terdapat variasi komponen  $V$  dan  $R$  pada bintang ini. Komponen  $R$  semakin kuat sampai tahun 2012, kemudian melemah pada tahun - tahun berikutnya (Gambar 4-10).
2. **HR 8260:** Menurut Rivinius *et al.* (2006), bintang ini adalah suatu bintang ganda dekat dengan periode orbit 128,5 hari. Bintang ini diamati pada tanggal 1 Juli 2008, 12 Juni 2009 dan 2 Juli 2009. Dari hasil pengamatan, garis absorpsi He I yang cukup kuat muncul, sedangkan garis

absorpsi Fe II cukup lemah. Garis Ha muncul dengan puncak ganda dan garis absorpsi di antara komponen  $V$  dan  $R$ . Dari data BeSS tahun 2010 - 2014 dan hasil pengamatan tahun 2008 dan 2009 terlihat kedalaman garis absorpsi pada garis Ha semakin meningkat. Bintang ini diprediksi akan mengalami fase B normal (Gambar 4-11).

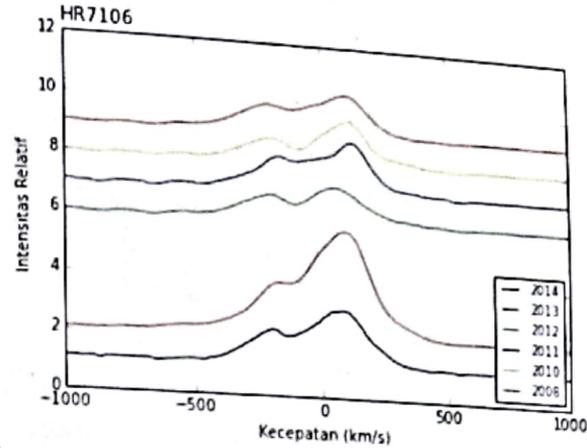
#### 4.1 Bintang Program Yang Berevolusi

Bintang - bintang program ini mengalami perubahan fase dalam kurun waktu 6 tahun (2008 - 2014). Beberapa bintang mengalami perubahan fase dari Be ke *Be-shell* atau sebaliknya dan ada yang mengalami perubahan dari Be ke B normal.

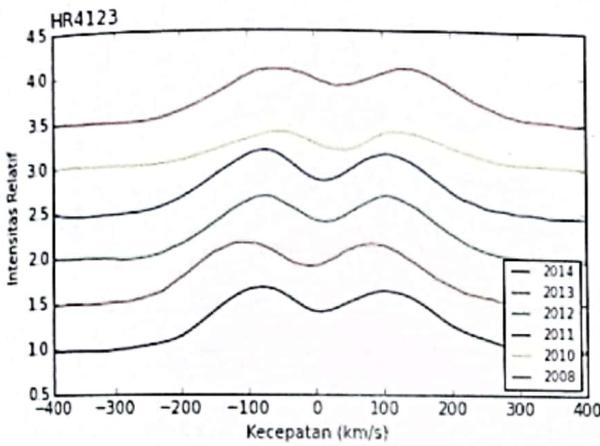
1. **HD 217050/HR 8731:** Hasil pengamatan pada tanggal 9 Juli 2008 menunjukkan bintang ini sedang berada pada fase Be. Garis emisi Ha puncak ganda muncul dengan komponen  $V$  lebih besar dari komponen  $R$ , nilai  $V/R$  terukur adalah 1,1. Garis Fe II dan He I tidak ditemukan. Data BeSS dari tahun 2010 - 2014 menunjukkan bahwa terdapat perubahan fase bintang ini dari fase Be ke *Be-shell*. Pada tahun 2010, bintang ini berada pada fase *Be-shell* dengan komponen  $R$  yang lebih kuat dibandingkan komponen  $V$  ( $V/R < 1$ ), kemudian kedalaman garis absorpsi di antara komponen  $V$  dan  $R$  meningkat sampai tahun 2012. Pada tahun 2013, kedalaman garis absorpsi berada sama dengan garis kontinum dan pada tahun 2014 terlihat komponen  $V$  mulai meningkat dibandingkan dengan komponen  $R$  ( $V/R > 1$ ). (Gambar 4-12).
2. **HR 7739:** Pengamatan bintang ini dilakukan pada tanggal 27 Juni 2009. BeSS mengklasifikasikan bintang ini pada kelas spektrum tipe B5III. Dari hasil pengamatan, bintang ini diklasifikasikan dalam fase B normal dengan garis absorpsi Ha. Garis absorpsi Fe II dan He I juga muncul pada hasil pengamatan. Berdasarkan data BeSS tahun 2010 - 2014, bintang ini mengalami perubahan fase dari B normal ke Be. Pada tahun 2011, garis emisi Ha puncak ganda muncul, kemudian kedalaman garis absorpsi di antara komponen  $V$  dan  $R$  meningkat terlihat pada tahun 2012. Bintang ini kembali ke fase B normal pada tahun 2013 dan masih pada fase B normal di tahun 2014 (Gambar 4-13).



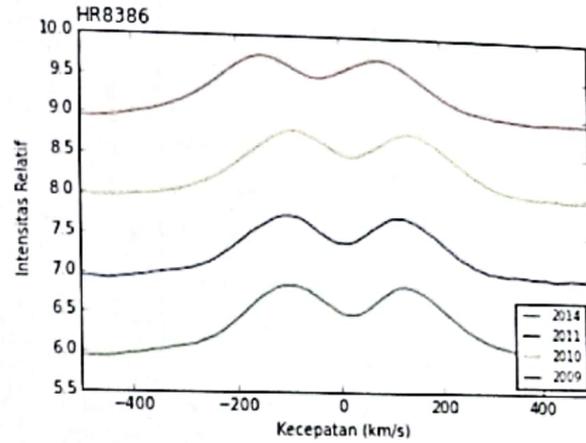
Gambar 4-7. Spektrum HR 8047/HD 200120 dari tahun 2008 dan 2010 – 2014



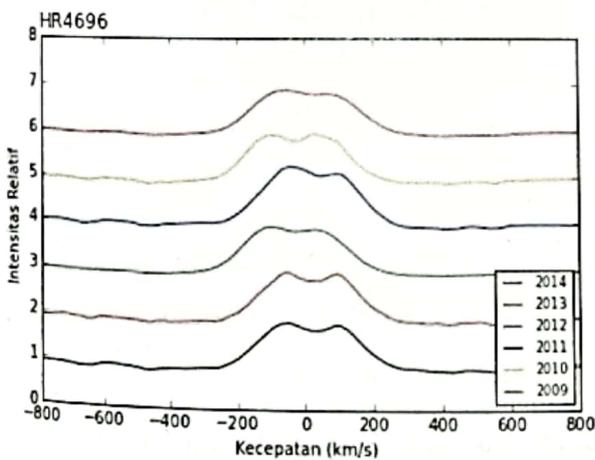
Gambar 4-10. Spektrum HR 7106 dari tahun 2008 dan 2010 – 2014



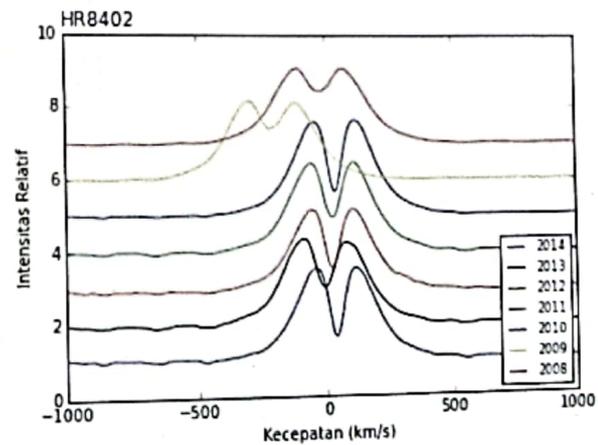
Gambar 4-8 Spektrum HR 4123 dari tahun 2008 dan 2010 – 2014



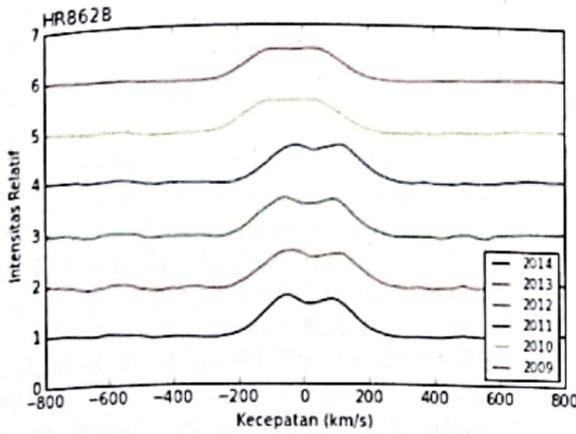
Gambar 4-11. Spektrum HR 8386 dari tahun 2009 – 2011 dan 2014



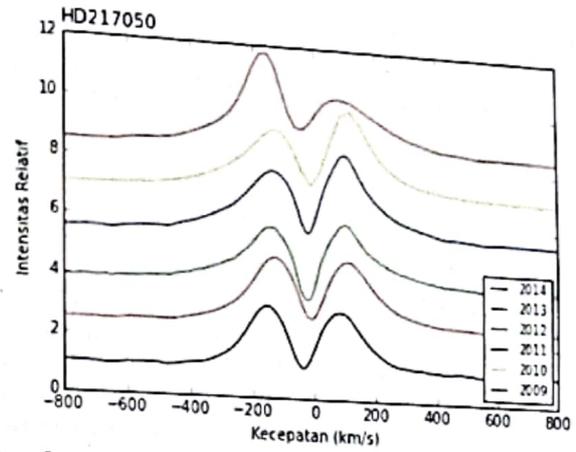
Gambar 4-9. Spektrum HR 4696 dari tahun 2009 – 2014



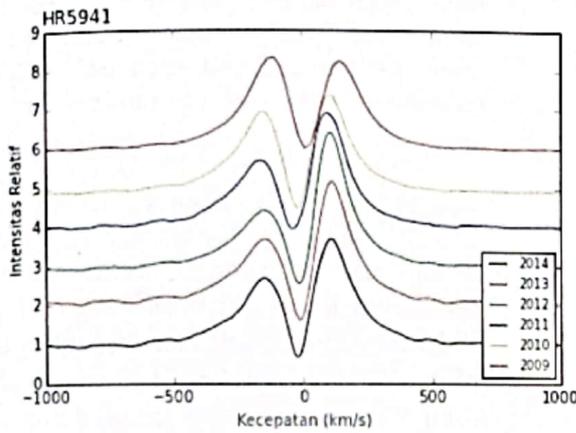
Gambar 4-12. Spektrum HR 8402 dari tahun 2008 – 2014



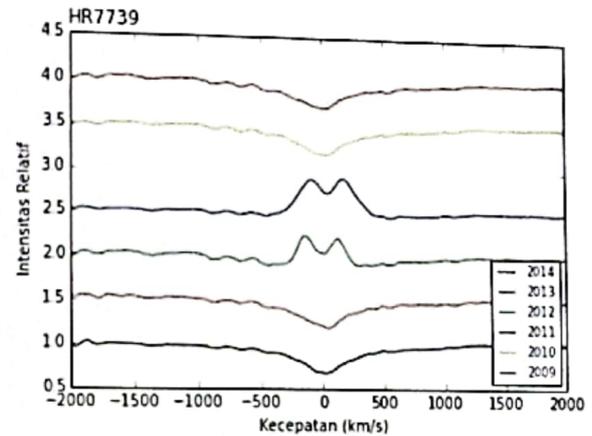
Gambar 4-13. Spektrum HR 8628 dari tahun 2008 – 2010 dan 2010 – 2014



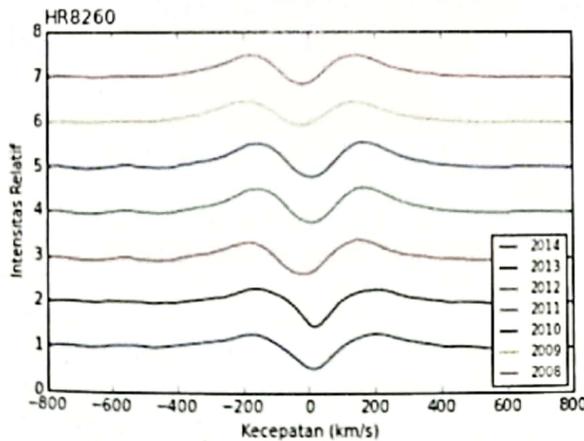
Gambar 4-16. Spektrum HR 8731/HD 217050 dari tahun 2008 dan 2011–2014



Gambar 4-14. Spektrum HR 5941 dari tahun 2009 – 2014



Gambar 4-17. Spektrum HR 7739 dari tahun 2009 – 2014



Gambar 4-15. Spektrum HR 8260 dari tahun 2008 – 2014

## 5 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan dan pengukuran variasi nilai  $V/R$  Seminar Nasional Sains Antariksa 2015 LAPAN Bandung, 22 November 2015

untuk 13 sampel bintang Be ditemukan adanya hubungan antara nilai  $V/R$  terhadap , yaitu semakin meningkat nilai  $V/R$  semakin meningkat pula nilai . Sampel bintang Be yang

lebih banyak diperlukan untuk menkorfirmasi kecenderungan positif tersebut. Sedangkan grafik antara nilai  $V/R$  terhadap kelas spektrum tidak ditemukan adanya hubungan. Hal yang sama terlihat pada grafik hubungan antara selisih puncak ganda  $\lambda$  terhadap yang menunjukkan tidak terlihat ada hubungan antara keduanya. Untuk melihat bagaimana selubung bintang Be berkembang sehingga menimbulkan perubahan pada spektrumnya perlu dibuat suatu model yang menggambarkan keadaan selubung bintang Be dari waktu ke waktu, sehingga hasil pengukuran profil garis emisi ini akan digunakan sebagai input pemodelan Bintang Be dengan menggunakan SHAPE (Steffen *et al.* 2010; <http://www.astrosen.unam.mx/shape>). Terdapat dua bintang yang terlihat mengalami perubahan fase ditinjau dari data hasil pengamatan dan data BeSS. Sebagian besar bintang mengalami variasi  $V/R$  terhadap waktu.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ITB atas bantuan dana penelitian melalui program riset dan inovasi KK ITB Batch II tahun 2015: 834a/I1.C01/PL/2015. Terima kasih kami sampaikan juga pada Monalisa Geovani dan Riga Anggarendra untuk pengamatan spektroskopik bintang-bintang Be sepanjang 2008-2009.

### Rujukan

- Banerjee, D.P.K., Rawat, S.D., and Janardhan, P. (2000). *Astronomy & Astrophysics*, 147, 229
- Doazan, V., Grady, C. A., Snow, T.P., *et al.* (1985). *Astronomy & Astrophysics*, 152, 182
- Ghosh K. K., Apparao, K. M. V., Tarafdar, S.P. 1989, *Astronomy & Astrophysics*, 344, 437
- Hanuschik, R.W., Hummel, W., Dietle, O., and Sutorius, E. (1995). *Astronomy & Astrophysics*, 300, 163
- Hanuschik, R.W. (1986). *Astronomy & Astrophysics*, 166, 185
- Kogure, T., & Leung, K -C. (2007). *The Astrophysics of Emission-Line Stars* (Berlin-Springer)
- Kogure, T. (1990). *Astrophysics & Space Science*, 163, 7
- Kogure, T., and Hirata, R. (1982). *PASI*, 10, 281

- Malasan, Hakim L., Irfan, M., Aprilia & Dawanas, D. 2014, *The Tenth Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics*, 482, 25
- Okazaki, A. T. (1997). *Astronomy & Astrophysics*, 318, 548
- Rivinius, T., Stefi, S., and Baade, D. (1999). *Astronomy & Astrophysics*, 348, 831
- Rivinius, T., Stefi, S., and Baade, D. (2006). *Astronomy & Astrophysics*, 459, 137
- Saad, S.M., Kubat, J., Koreakova, D., Koubsky, P., Skoda, P., Slechta, M., Kawka, A., Budovicova, A., Votruba, V., Sarauniva, L., Nouh, M.I. (2006). *Astronomy & Astrophysics*, 450, 427
- Steffen, W., Koning, N., Wenger, S., Morisset, C., and Magnor, M. (2010). *ArXiv e-prints*