

# Populasi Bintang

Ferry M. Simatupang

Populasi bintang adalah kelompok bintang-bintang dalam skala galaktik, yang memiliki kesamaan *usia*, *lokasi*, *kinematik*, dan *komposisi kimia* (terutama metalisitasnya). Karakteristik pertama, *usia*, adalah yang paling penting. Usia tiap populasi menyimpan informasi tentang sejarah pembentukan galaksi, karena masing-masing populasi lahir pada epoch yang berbeda. Begitu juga dengan karakteristik kedua, *lokasi*. Tiap populasi menempati posisi yang berbeda dalam galaksi.

Karakteristik ketiga, *kinematik*, berkaitan erat dengan lokasinya. Tiap populasi memiliki kinematika yang berbeda. Gerak bintang dalam galaksi kita digambarkan oleh tiga komponen kecepatan:  $U$ ,  $V$ , dan  $W$ . Pemecahan kecepatan bintang dalam tiga komponen UVW ini pertama kali digunakan oleh Karl Schwarzschild (1873-1916), seorang astronom Jerman. Schwarzschild memecah kecepatan gerak bintang menjadi 3 komponen tersebut dengan  $U$  menyatakan kecepatan bintang dalam arah menjauhi pusat galaksi,  $V$  menyatakan kecepatan searah rotasi galaksi, dan  $W$  menyatakan kecepatan ke arah utara bidang galaksi.

Gambar 1. Wilhelm Heinrich Walter Baade (1893-1960)



Sementara itu untuk mendeskripsikan karakteristik ke-4 (komposisi kimia) bintang, astronom menggunakan notasi  $X$ ,  $Y$ , dan  $Z$ .  $X$  adalah fraksi massa hidrogen,  $Y$  adalah fraksi massa Helium, dan  $Z$  adalah fraksi massa unsur-unsur lainnya. Dalam astronomi, unsur-unsur selain hidrogen dan helium disebut sebagai *unsur berat* atau *metal*. Sedikit atau banyaknya kandungan metal ( $Z$ ) ini dalam komposisi unsur sebuah bintang disebut *metalisitas* bintang tersebut.

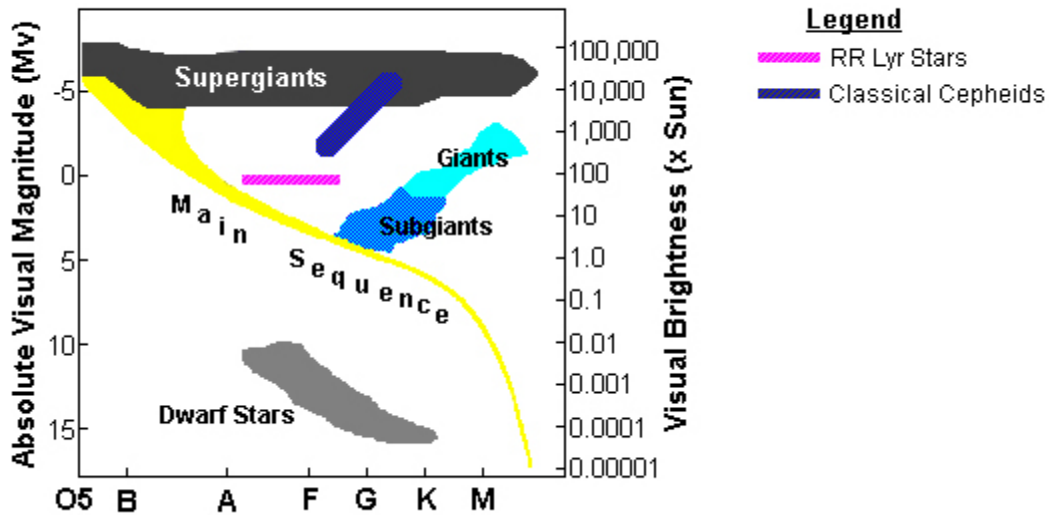
Bintang-bintang dibagi menjadi 3 populasi:

- Populasi I
- Populasi II
- Populasi III

Pembagian populasi (I dan II) ini pertama kali dilakukan oleh astronom Amerika kelahiran Jerman: Wilhelm Heinrich Walter Baade (1893-1960) pada tahun 1944. Baade membedakan populasi I terhadap populasi II untuk membedakan bintang-bintang muda yang berada di piringan galaksi dan bintang-bintang tua yang tersebar dalam galaksi dan gugus bola. Sedangkan populasi III muncul saat astronom ingin menjelaskan asal metalisitas dalam alam semesta.

Gambar 2. Diagram Hertzsprung-Russell

## Hertzsprung-Russell Diagram



### A. Populasi I

Bintang-bintang yang termasuk dalam populasi I adalah bintang-bintang yang kaya kandungan metal (*metal-rich*), yaitu sekitar 2-3%. Bintang-bintang populasi I adalah bintang-bintang generasi ke-2 yang lahir dalam galaksi kita. Bintang-bintang ini lahir dari awan antarbintang / nebula yang telah diperkaya dengan unsur-unsur berat (metal) yang berasal dari bintang generasi sebelumnya melalui angin bintang atau ledakan bintang dalam proses kematiannya. Karena itu komposisi kimia bintang-bintang ini mengandung fraksi metal yang tinggi.

Dalam galaksi Bima Sakti, bintang-bintang populasi I berada dalam piringan galaksi dan memiliki orbit yang berbentuk lingkaran (atau hampir lingkaran) dengan inklinasi yang rendah. Bintang-bintang populasi I adalah bintang-bintang muda yang berumur beberapa miliar tahun.

Bintang-bintang populasi I dibagi menjadi 2 sub kelas:

- Extreme Population I
- Intermediate Population I

#### 1. Extreme Population I

Bintang-bintang EP-I ini adalah bintang-bintang yang paling kaya-metal. Dalam piringan galaksi spiral, bintang-bintang ini hanya terdapat dalam lengan-lengan spiral. EP-I tersebar dalam kelompok-kelompok, dan memiliki orbit yang sirkular. Mereka adalah bintang-bintang yang paling muda dalam galaksi kita. Yang termasuk dalam populasi ini adalah:

- bintang-bintang Cepheid klasik  
Cepheid adalah bintang yang kecerlangannya berubah-ubah karena fisik bintang yang

mengembang dan mengerut dengan teratur yang diakibatkan oleh suatu mekanisme seperti katup. Semakin besar massa sebuah bintang Cepheid, semakin panjang periode pulsasinya. Hubungan ini dikenal dengan istilah hubungan periode-luminositas (*period-luminosity relation*). Dari hubungan inilah, astronom dapat menggunakan Cepheid sebagai lilin penentu jarak.

- gugus terbuka (*open cluster*) yang berumur muda  
Gugus terbuka atau yang disebut juga gugus galaktik (*galactic cluster*) adalah kumpulan bintang-bintang yang berjumlah beberapa ratus sampai beberapa ribu bintang. Gugus bintang ini berada di piringan galaksi. Contoh gugus terbuka adalah gugus Pleiades, yang di Indonesia dikenal sebagai Bintang Tujuh.
- bintang-bintang kelas spektrum O dan B, dan asosiasi OB
- bintang-bintang T Tauri  
Bintang jenis ini adalah bintang-bintang yang sedang dalam proses kelahirannya (*pre-main sequence star*), yang memiliki massa berkisar dari kecil sampai menengah, dengan usia beberapa miliar tahun.
- bintang-bintang maha raksasa (*supergiant*)

## 2. Intermediate Population I

Bintang-bintang IP-I ini adalah bintang-bintang yang sedikit kurang kaya-metal. Dalam piringan galaksi spiral, bintang-bintang ini tersebar dalam piringan galaksi. IP-I tersebar agak berkelompok dan memiliki orbit yang cukup sirkular dan agak terkonsentrasi ke arah pusat galaksi. Yang termasuk dalam populasi ini adalah:

- gugus terbuka (*open cluster*) yang berumur tua
- Matahari  
Komponen kecepatan gerak Matahari mengelilingi galaksi:  $U=-9$  km/s,  $V=+12$  km/s, dan  $W=+7$  km/s. Komposisi kimia Matahari:  $X=0,735$  (73,5% Hidrogen),  $Y=0,248$  (24,8% Helium),  $Z=0,023$  (2,3% metal).
- bintang-bintang raksasa (*giant*)

## B. Populasi II

Bintang-bintang yang termasuk dalam populasi II adalah bintang-bintang yang miskin kandungan metal (*metal-poor*), hanya berkisar 0,001-0,1%. Bintang-bintang populasi II adalah bintang-bintang generasi pertama yang lahir dalam galaksi kita. Bintang-bintang ini lahir dari awan antar bintang / nebula yang relatif masih murni. Karena itu, bintang-bintang populasi II ini memiliki metalisitas rendah.

Dalam galaksi kita, bintang-bintang yang termasuk dalam populasi II ini adalah bintang-bintang yang berada dalam halo galaksi, dan bintang-bintang yang berada dalam *bulge*. Bintang-bintang ini memiliki orbit yang berbentuk elips dan inklinasi yang besar dan beragam. Bintang-bintang populasi II adalah bintang-bintang tua yang berumur 2-14 miliar tahun.

Bintang-bintang populasi II dibagi menjadi 2 sub kelas:

- Extreme Population II
- Intermediate Population II (Halo Population II)

## 1. Extreme Population II

Bintang-bintang populasi ini adalah bintang-bintang yang paling miskin-metal. Mereka ditemukan dalam halo galaksi dan dalam gugus bola (*globular cluster*). EP-II memiliki distribusi yang merata dan memiliki orbit sangat eksentrik, dan terkonsentrasi kuat ke arah pusat galaksi. Mereka ini adalah bintang-bintang yang paling tua dalam galaksi kita. Yang termasuk dalam populasi ini adalah:

- gugus bola  
Gugus bola adalah gugus bintang yang berjumlah  $10^4$ - $10^6$  bintang, dan berbentuk sferis dengan radius dari belasan sampai sekitar tiga ratus tahun cahaya. Dalam sebuah gugus bola, semakin ke arah pusat gugus, kerapatan bintang semakin tinggi. Gugus-gugus bola ini tersebar dalam galaksi dengan pusat distribusinya berada pada pusat galaksi. Dalam galaksi Bima Sakti, terdapat sekitar 150 gugus bola. (Lihat juga model 3D VRML: [Gugus Bola Bima Sakti](#).)
- bintang-bintang variabel RR Lyrae yang memiliki periode lebih dari 0,4 hari  
Bintang variabel RR Lyrae adalah bintang raksasa kelas spektrum A yang mengalami variabilitas pada intensitas cahayanya karena fisik bintang yang mengembang dan mengerut, mirip seperti [Cepheid](#), tapi dengan periode yang lebih pendek dan luminositas yang lebih rendah. Bintang ini memiliki massa sekitar 0,5-0,8 massa Matahari, dengan radius rata-rata 5 radius Matahari. Periode pulsasi bintang variabel RR Lyrae berkisar antara 0,25-1,2 hari.
- bintang-bintang [Cepheid](#) Tipe II (W Virginis)  
Bintang W Virginis meski memiliki hubungan periode-luminositas seperti bintang Cepheid klasik, tetapi memiliki titik nol yang berbeda. Untuk sebuah periode yang sama, bintang W Virginis 4 kali lebih redup dari bintang Cepheid klasik (beda magnitudo sekitar 1,5). Jika Cepheid klasik ditemukan di lengan-lengan galaksi, W Virginis ditemukan dalam gugus bola.

## 2. Intermediate Population II (Halo Population II)

Bintang-bintang populasi ini adalah bintang-bintang yang sedikit lebih kaya-metal dibandingkan dengan EP-II, tetapi lebih miskin-metal dibandingkan dengan IP-I. Bintang-bintang populasi ini ditemukan dalam *bulge* galaksi. IP-II memiliki distribusi yang merata dengan orbit eksentrik dan terkonsentrasi kuat ke arah pusat galaksi. Yang termasuk dalam populasi ini adalah:

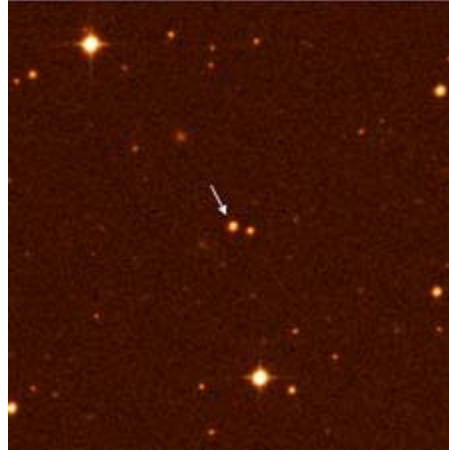
- bintang-bintang berkecepatan tinggi (*high velocity stars*)  
Bintang-bintang ini terlihat bergerak cepat dibandingkan gerak Matahari mengelilingi galaksi. Relatif terhadap Matahari dan bintang-bintang tetangga Matahari, bintang-bintang berkecepatan tinggi ini memiliki kecepatan diatas 65 km/s. Bintang-bintang ini adalah sisa-sisa tahap paling awal dari evolusi galaksi kita.
- bintang-bintang variabel berperiode panjang (*Long Period Variable - LPV*)  
Bintang LPV adalah bintang variabel yang memiliki siklus perubahan kecerlangan yang tidak teratur, dengan periode antara 100-1000 hari.

## C. Populasi III

Bintang-bintang populasi III adalah bintang-bintang yang pertama lahir dalam alam semesta. Bintang-bintang ini lahir dalam protogalaksi, yang komposisi bahan pembentuknya murni

berasal dari komposisi materi yang dihasilkan dari *big bang*. Karena itu metalisitas bintang-bintang populasi III ini amat sangat rendah.

**Gambar 3. Bintang di rasi Phoenix, yang memiliki metalisitas 1/200.000 metalisitas Matahari (Courtesy European Southern Observatory)**



Bintang-bintang ini (dari simulasi) adalah bintang-bintang yang sangat massif. Dengan radius 4-14 radius Matahari, bintang-bintang populasi III ini memiliki massa 100-1000 massa Matahari. Karena massanya yang sangat besar, bintang-bintang ini sangat panas dan umurnya sangat singkat, hanya 3 juta tahun (bandingkan dengan Matahari kita yang telah berumur ~5 miliar tahun, dan akan tetap bertahan seperti sekarang sampai ~5 miliar tahun ke depan). Bintang-bintang populasi III inilah yang meledak menjadi *supernova* dan memperkaya kandungan metal dalam awan-awan antar bintang yang kelak membentuk bintang populasi II.

**Tabel 1. Perbandingan karakteristik Matahari dan bintang populasi III**

Karakteristik	Matahari	Populasi III
Massa	$1,989 \times 10^{30}$ kg	100-1000 kali massa Matahari
Radius	696.000 km	4-14 kali radius Matahari
Luminositas	$3,85 \times 10^{23}$ kW	1-30 juta kali luminositas Matahari
Umur	10 miliar tahun	3 juta tahun

Sampai saat ini, keberadaan bintang-bintang populasi III masih belum didukung oleh hasil observasi. Keberadaan mereka saat ini diambang batas dapat diamati dengan teleskop. Dalam sebuah potret gugus galaksi Abell 2218, memang ditemukan sebuah objek yang oleh sebagian astronom diduga sebagai populasi III, tetapi perlu penelitian lebih lanjut. Karena itu astronom amat menantikan peluncuran *Next Generation Space Telescope* (NGST) yang akan menggantikan *Hubble Space Telescope* (HST). NGST ini diyakini akan dapat mengamati bintang-bintang yang pertama kali lahir dalam alam semesta kita.

Dwingaloo/Groningen, 11 Oktober 2002