

Mengkonstrain parameter kosmologi dari pengamatan

1. Buatlah diagram Hubble menggunakan data supernova tipe Ia (sampai $z \sim 2$, silahkan tambahkan data dari sumber lain) dan lakukan fitting menggunakan beberapa model kosmologi! Berikan komentar terhadap hasil yang didapat! Apakah alasan data supernova tipe Ia lebih sering digunakan untuk mengkonstrain parameter kosmologi dibandingkan dengan tipe lainnya? Tentukan konstanta Hubble dari diagram Hubble!
2. Dengan mengombinasikan data supernova tipe Ia dan data pengamatan lain (lensa gravitasi kuat dan Cosmic Microwave Background), buatlah plot kontur parameter kosmologi untuk Ω_Λ vs. Ω_M pada kasus Λ CDM, w vs. Ω_M pada kasus w CDM! Berikan komentar terhadap hasil yang didapat!

Hint: Kalian dapat menghitung likelihood dari hasil observasi dibandingkan hitungan teori menggunakan MCMC untuk sampling parameter kosmologi.

Untuk kasus supernova: bandingkan $(m - M)_{obs}$ dengan $(m - M)_{teori}(\mathbf{p})$ dengan \mathbf{p} adalah parameter kosmologi.

Untuk kasus lensa gravitasi kuat:

Dengan menggunakan pengukuran radius Einstein, dispersi kecepatan, serta redshift lensa dan sumber, melalui hubungan berikut:

$$\theta_E = 4\pi \frac{\sigma_{SIS}^2}{c^2} D^{obs} \quad \text{dimana} \quad D^{obs} = \frac{D_{\ell s}}{D_s} \quad (1)$$

dapat dituliskan kembali

$$D^{obs} = \frac{c^2 \theta_E}{4\pi \sigma_{SIS}^2} \quad (2)$$

kemudian dibandingkan dengan

$$D^{teori} = \frac{D(z_\ell, z_s, \mathbf{p})}{D(z_s, \mathbf{p})}. \quad (3)$$

Data CMB yang digunakan merupakan hasil perhitungan parameter kosmologi sehingga dapat langsung digunakan dalam plot sebagai perbandingan.

Catatan: Laporan ditulis dengan menambahkan teori dasar dan bagaimana perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan plot tersebut.

Sumber data dan referensi:

1. Supernova Ia
The Open Supernova Catalog
<https://sne.space/>
2. Lensa gravitasi kuat
158 sistem lensa gravitasi kuat
Leaf K., Melia F., 2018, *Model selection with strong-lensing systems*, MNRAS, 478, 5104-5111
3. Cosmic Microwave Background
Planck Legacy Archive
<http://pla.esac.esa.int/pla/#cosmology>

Waktu pengumpulan Senin, 16 Juli 2018. Jika ada pertanyaan dan kesulitan dalam pengerjaan. Silahkan untuk menghubungi Anton T. Jaelani.

—Selamat Mengerjakan—