

# Pemodelan dan Simulasi Astronomi

## Apa itu Astronomi?

Astronomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang benda langit. Astronomi berasal dari kata *astro* yang artinya luar dan *nomos* yang artinya ilmu. Secara sederhana, astronomi mempelajari tentang benda-benda yang ada di luar bumi kita. ini berbeda dari astrologi yang merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana benda-benda di luar bumi dapat mempengaruhi kehidupan yang terjadi di bumi. Astronomi membahas posisi, bentuk, rupa, dan aktivitas-aktivitas dari setiap entitas yang berada di luar bumi.

Pemodelan dan simulasi yang akan dibahas di artikel ini terdiri dari Celeste dan planetarium, sebagai model dan simulasi untuk menggambarkan posisi dan pergerakan objek-objek langit di alam semesta.

## Berkenalan dengan Celeste: Latar Belakang

Manusia sejak zaman dahulu dibekali dengan keinginan untuk melihat angkasa luar, memahami bagaimana pada malam hari terbentuk suatu pemandangan indah yang terbentuk jauh di atas sana. Mereka ingin menunjukkannya kepada orang-orang agar mereka bisa mengetahui keadaan apa yang terjadi. Mereka ingin membuat suatu memori tentang kejadian tersebut, tetapi untuk menggambarkan objek-objek langit secara jelas dengan tingkat keakuratan yang tinggi itu sulit. Salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan foto antariksa.



Gambar 1. Gambar orang yang penasaran dengan dunia antariksa

Foto antariksa bukanlah sekedar foto dengan menggunakan kamera biasa yang sering kita gunakan. Foto antariksa dibuat dengan kamera detektor khusus penangkap foton dan gelombang cahaya. Setiap detektor memiliki tingkat cahaya tertentu yang dapat ditangkap (biasanya berdasarkan panjang gelombangnya) dengan tingkat keakuratan yang berbeda-beda. Ketika cahaya dengan panjang gelombang tertentu masuk ke dalam teleskop, ia akan ditangkap oleh detektor pada teleskop tersebut sesuai dengan panjang gelombangnya dan sensitivitas dari teleskop tersebut.



Gambar 2. Foto Antariksa

Terkadang, foto antariksa diambil untuk mengamati suatu objek langit tertentu. Permasalahan yang dapat timbul adalah objek langit tersebut berada pada jarak yang sangat jauh sehingga sulit untuk ditangkap oleh detektor, dan di antara objek langit tersebut dengan detektor terdapat objek-objek langit lainnya. Objek-objek langit yang bersinar akan memancarkan foton yang dapat menimbulkan inferensi pembiasan cahaya pada detektor, dan bisa menghasilkan gambar yang bervariasi detailnya, tergantung dari detektor yang digunakan. Padahal, foto antariksa diharapkan detil untuk semakin menggambarkan objek langit yang difoto. Misalkan ada dua benda dengan jumlah pelepasan foton yang mendekati satu sama lain, ada kemungkinan dalam foto antariksa yang terbentuk hanya terdapat satu objek saja, padahal seharusnya dua objek. Pengurangan objek inilah yang membuat foto antariksa yang terbentuk tidak menjadi akurat.

### **Berkenalan dengan Celeste: Berkenalan dengan Bintang dan Galaksi**

Didefinisikan dua jenis benda langit yang menyumbang pelepasan foton, yaitu bintang dan galaksi. Bintang adalah benda langit yang bercahaya, sedangkan galaksi adalah alam semesta. Bintang pada umumnya lebih terang daripada galaksi, meskipun bintang mengalami fluktuasi pelepasan foton yang menyebabkan kita sering melihat bintang berkelap-kelip di langit. Ukuran bintang jauh lebih kecil daripada galaksi, sehingga sering digambarkan sebagai titik dalam foto antariksa.

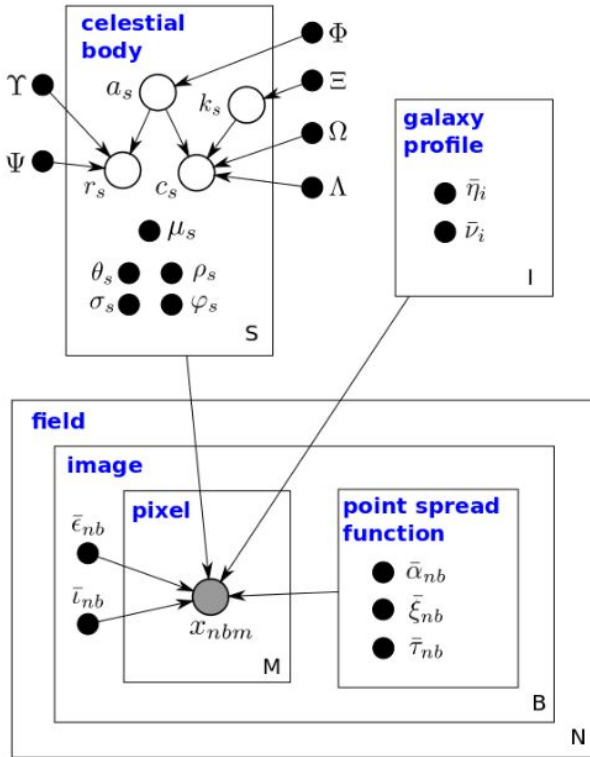


Gambar 3. Gambar Galaksi

## Berkenalan dengan Celeste: Melihat Model Celeste

Sekelompok ahli yang terdiri dari Jeffrey Regier, University of California; Andrew Miller, Harvard University; Jon McAuliffe, University of California; Ryan Adams, Harvard University; Matt Hoffman, Adobe Research; Dustin Lang, Carnegie Mellon University; David Schlegel, Lawrence Berkeley National Laboratory; dan Prabhat, Lawrence Berkeley National Laboratory mengusulkan suatu model yang dinamai Celeste. Model ini menggunakan prinsip variabel random Bernoulli dalam penentuan setiap pixelnya, membagi objek-objek astronomi menjadi bintang dan galaksi saja (mengabaikan objek astronomi yang bukan kedua jenis ini). Untuk menyatakan tingkat pelepasan foton (untuk mempermudah disebut kecerlangan), digunakan sistem fotometrik dibandingkan dengan magnitudo. Magnitudo dapat bernilai berbeda untuk panjang gelombang yang berbeda sehingga nilainya dapat bervariasi sesuai dengan panjang gelombang dari foton yang dipancarkan oleh bintang, sedangkan sistem fotometrik memiliki cakupan yang lebih luas, yaitu magnitudo, perbedaan warna dan *passband*. *Passband* adalah frekuensi dan panjang gelombang dari suatu cahaya yang dapat melewati filter pada CCD detektor. *Passband* dibagi menjadi 3 berdasarkan panjang gelombangnya, yaitu: *wide band* yang setidaknya memiliki ketebalan  $400\text{\AA}$ , *intermediate band*, yang berada di antara 70 and  $400\text{\AA}$ , *narrow band* di bawah  $70\text{\AA}$ .

Celeste memanfaatkan sistem fotometrik yang digabungkan dengan sistem warna dengan distribusi menggunakan Gaussian multivariat. Bintang dimodelkan dengan titik, sedangkan galaksi dimodelkan dengan kecerlangan untuk setiap filternya, dan "*light kernel*", yaitu distribusi radiasi dari sebuah galaksi di langit yang terdiri dari prototipe eksponensial untuk pemodelan galaksi spiral dan de Vaucouleur untuk pemodelan galaksi eliptikal dan secara matematis digambarkan dengan Gaussian yang terdiri dari *mean* dan matriks kovariansi yang berbeda sesuai dengan ukurannya.



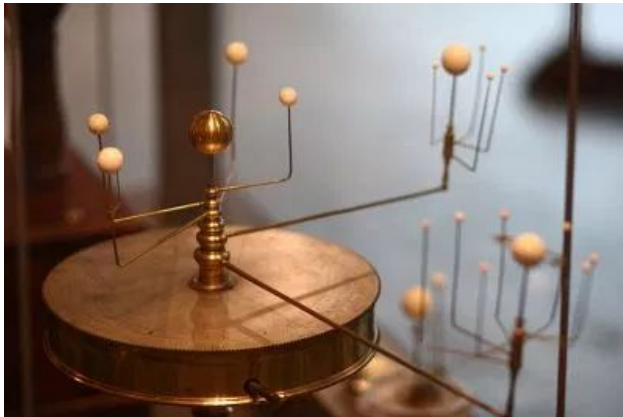
Gambar 4. Model Celeste

Model Celeste digambarkan seperti pada gambar 4. *Field* menyatakan bagian dari langit yang sedang menjadi pembicaraan. Langit terdiri dari beberapa *field* yang dapat saling tumpang-tindih satu sama lainnya. Untuk setiap *field*, difoto beberapa kali, sekali untuk setiap filter yang digunakan. Hasil dari foto tersebut terdiri dari beberapa pixel yang menggambarkan kecerlangan dari langit yang sedang difoto dalam *field*. Kecerlangan latar belakang langit dalam foto antariksa dimodelkan sebagai proses Poisson yang homogen untuk setiap foto dan independen terhadap bintang dan galaksi. Efek “blur” yang berada pada foto antariksa dimodelkan dengan *point spread function* (PSF) yang dibagi menjadi beberapa model Gaussian sehingga dapat mempengaruhi beberapa pixel yang berdekatan pada foto antariksa.

Inferensi dilakukan dengan teknik *variational inference* terhadap besaran-besaran yang ada, baik dengan *maximum likelihood*, maupun dengan prior dan analisis numerik.

## Planetarium : Sejarah

Pada zaman dahulu, manusia membuat suatu alat peraga mekanik untuk mensimulasikan dan memperlihatkan pergerakan benda-benda langit khususnya sistem tata surya seperti matahari, planet, bulan dan bintang. Alat peraga ini merupakan contoh pemodelan dan simulasi pergerakan benda-benda langit pada zaman dahulu.



Gambar 5: Alat peraga mekanik sistem tata surya

Seiring perkembangan zaman, alat ini berkembang menjadi sebuah ruangan dengan atap berbentuk kubah untuk mensimulasikan keadaan langit yang sebenarnya dipandang dari segala tempat di Bumi dan segala waktu. Ruangan berkubah ini disebut planetarium. Pertama kali sistem planetarium yang dibuat masih menggunakan sistem mekanik dan dibuat oleh Eise Eisinga, seorang tukang pembuat *wool* pada abad ke 18. Planetarium Eisinga masih hanya berupa simulasi bagaimana sistem tata surya kita bergerak. Planetarium Eisinga ini menjadi planetarium tertua yang terletak hanya di sebuah ruang tamu kecil dari dua rumah yang menyatu di sebuah kota bernama Franeker, Belanda.



Gambar 6 : Planetarium Eisinga

Saat ini, planetarium bekerja mensimulasikan pergerakan benda-benda langit menggunakan proyektor dan layar yang berupa kubah dari planetarium itu sendiri. Layar berupa kubah setengah lingkaran ini dibuat agar hasil simulasi yang diperlihatkan terlihat lebih nyata dan lebih menyerupai langit-langit bumi (yang pada dasarnya juga merupakan setengah lingkaran).

## Proyektor Planetarium

Pada planetarium, proyektor berfungsi untuk memperagakan pergerakan benda-benda langit sesuai dengan waktu dan lokasi. Proyektor planetarium mempunyai desain dasar dengan 3 komponen utamanya yaitu :

1. Sistem proyeksi planet

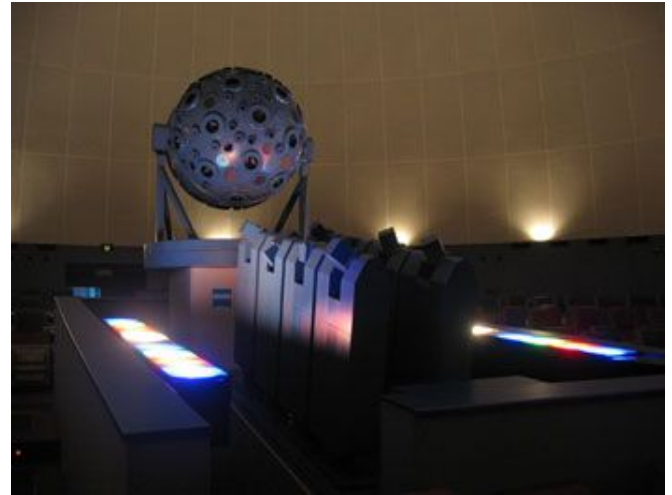
Planet-planet diproyeksikan melalui sistem tersendiri yaitu analog mekanikal. Analog mekanikal berupa model miniatur dari karakteristik orbit planet-planet (satu analog untuk setiap proyektor planet), bumi, matahari, dan posisi planet secara mekanis ditampilkan. Operator dapat memilih baik dari sudut pandang bumi maupun sudut pandang matahari untuk tampilan gerakan planet-planet.

2. Lampu bintang

Memproyeksikan milyaran bintang-bintang angkasa. Lampu bintang merupakan sebuah alat yang menghasilkan titik-titik intensitas sumber cahaya yang kecil. Cahaya ini difokuskan melalui ribuan lensa individual dan lubang-lubang kecil yang diproyeksikan ke kubah.

3. Penggunaan komputer

Komputer digunakan untuk menyambungkan tiga jenis gerakan sumbu yang memungkinkan operator untuk memutar bola langit pada titik manapun yang memungkinkan observasi langit dari planet manapun dalam tata surya atau dari titik manapun di antariksa. Sistem ini mendemonstrasikan sudut pandang normal bumi ke langit melalui konsep Copernicus atau Galileo dan mengatur keseluruhan gerakan untuk dianalisa pengamat. Pertunjukan berlangsung dengan diiringi musik. Materi pertunjukan bisa berbeda-beda tergantung pada judul pertunjukan dan jadwal.



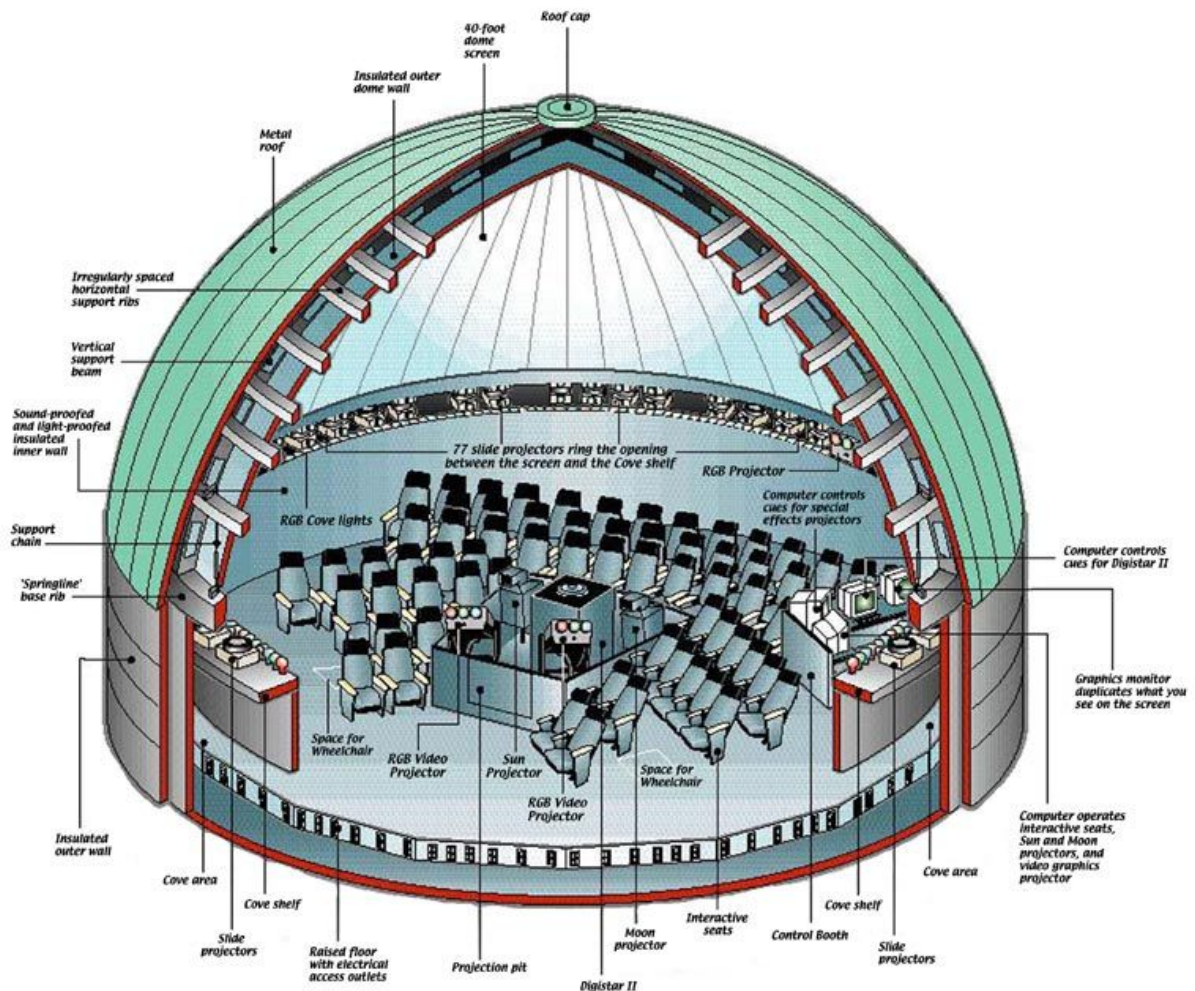
Gambar 7 : Proyektor Planetarium

## Kubah dan Sistem Operasi Planetarium

Kubah difungsikan sebagai layar berbentuk setengah lingkaran yang dipantulkan oleh proyektor. Kubah pada planetarium umumnya di bangun dengan material lapisan dari rib-rib baja melengkung sebagai rangka serta terdapat lapisan panel aluminium yang disambung pada rangka.

Proyektor yang ada di ruang planetarium diletakkan di tengah yang dikelilingi oleh tempat duduk penonton dan sistem *loudspeaker* yang berada disisi kubah. Sumber infrared dan sistem kamera mendeteksi cahaya yang dipantulkan dari penonton. Gambar diproses oleh system Cinematrix, yang mengirimkan informasi kepada prosesor grafis SGI. SGI bertugas mengirim data melalui MIDI kepada Sistem Interaktif Audio. Dan lagi, planetarium mengoperasikan sebuah sistem multimedia independen dengan sistem grafis vektor (Digistar) dan banyak audio, video dan peralatan proyeksi *slide* yang dikendalikan dengan komputer.





Gambar 8: Kubah Planetarium

## Software Planetarium

Di era modern saat ini, segala sesuatu terutama yang berkaitan dengan menggambarkan, memperagakan, memodelkan dan mensimulasikan sesuatu hal telah dapat digunakan secara praktis melalui aplikasi / *software* di komputer maupun *smartphone*. Hal ini terjadi tidak terkecuali dengan planetarium yang mensimulasikan pergerakan benda-benda langit. Beberapa contoh *software* planetarium yaitu Stellarium, Asynx Planetarium, Celestia, dan lain sebagainya. Stellarium merupakan salah satu *software* yang paling banyak digunakan sebagai pembelajaran maupun mengamati simulasi penampakan benda - benda langit. Bahkan pada kebanyakan proyektor planetarium menggunakan *software* Stellarium untuk dijalankan. *Software* ini merupakan *software open source* planetarium yang dapat memperlihatkan langit dalam tampilan tiga dimensi (3D), seperti apa yang terlihat ketika dalam keadaan mata telanjang, atau memakai teropong, maupun teleskop dengan letak koordinat dan waktu yang dapat kita tentukan.



Gambar 9 : Contoh penampakan langit pada aplikasi Stellarium

#### Referensi :

<http://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/whats-difference-astrology-vs-astronomy>  
[https://www.spacetelescope.org/projects/fits\\_liberator/improc/](https://www.spacetelescope.org/projects/fits_liberator/improc/)  
<https://ivanbatara.wordpress.com/2009/02/23/bintang-berjalan/>  
<http://proceedings.mlr.press/v37/regier15.pdf>  
<http://www.dictionary.com/browse/passband>  
<http://www.astro.caltech.edu/~george/ay122/Bessel2005ARAA43p293.pdf>  
<http://star-www.rl.ac.uk/docs/sc6.htx/sc6se7.html>  
<https://www.viva.co.id/gaya-hidup/travel/689279-mengunjungi-planetarium-tertua-di-dunia>  
<https://zenosphere.wordpress.com/2014/08/30/astronomi-open-source-lewat-stellarium/>  
<https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/1204205006-3-bab%202.pdf>  
<http://tipsandtrick-chipunk.blogspot.com/2014/01/stellarium-sebagai-media-pembelajaran.html>  
<https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20170105114413-199-184251/astonom-klaim-temukan-sumber-suara-misterius-dari-antarksa>  
<https://ilmualamkita.wordpress.com/2010/12/20/galaksi/>