

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Alam semesta yang kita tempati ini terdiri dari 5% materi biasa, dan 95% sisanya merupakan *dark matter* (25%) dan *dark energy* (70%) (Vogt, 2015). Materi biasa merupakan materi yang mampu berinteraksi dengan cahaya (*baryonic*) sehingga dapat dikenali dan diteliti oleh para ilmuan, seperti atom yang terdiri dari proton, neutron, dan elektron. *Dark energy* dan *dark matter* mengandung kata “*dark*” dimana belum diketahui kriteria yang sesungguhnya karena tidak berinteraksi dengan cahaya (*non-baryonic*). *Dark energy* merupakan suatu energi yang masih bersifat hipotesa dan berperan dalam struktur alam semesta skala besar, begitu pula dengan *dark matter* yang masih berupa hipotesa. *Dark matter* dan materi biasa mempengaruhi sifat dari struktur galaksi (Spergel dan David, 2015).

*Dark matter* menjadi masalah yang diprioritaskan oleh komunitas astrofisika saat ini dalam menyempurnakan model fisika teori agar lebih mendekati karakteristik alam semesta yang sesungguhnya (Sarantie dan Refky, 2011). Telah dijelaskan sebelumnya bahwa jumlah *dark matter* lima kali lebih banyak dari materi yang dapat kita lihat. *Dark matter* juga memiliki massa sehingga dapat menimbulkan efek gravitasi pada objek di sekitarnya, seperti efek lensa gravitasi. Efek inilah yang dapat menentukan nasib dari alam semesta, apakah terus mengembang akibat *dark energy* atau menyusut kembali akibat *dark matter*. Hal inilah yang membuat penelitian ini penting.

Salah satu metode untuk mendeteksi *dark matter* adalah dari kurva rotasi galaksi spiral (KRGS). KRGS adalah kurva hubungan kecepatan linier bintang,

gas, dan materi galaksi terhadap jaraknya dari pusat galaksi. KRGS memberikan informasi tentang dinamika dan distribusi massa galaksi karena KRGS mengandung informasi jarak dan kecepatan sehingga massa dapat dihitung dengan pendekatan kecepatan orbit sirkular.

Hipotesis mengenai *dark matter* berasal dari perbedaan antara kurva rotasi galaksi hasil pengamatan dengan kurva prediksi teoritis. Kecepatan secara teoritis menurun terhadap jarak, artinya kurva rotasi yang dihasilkan haruslah menurun sesuai hukum III Kepler. Hal ini seperti kecepatan orbit planet-planet di sistem tata surya dan bulan yang mengorbit planet yang menurun dengan jarak yang semakin besar. Namun beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva mulai meningkat di bagian luar piringan di beberapa galaksi spiral seperti M31, UGC 2953, UGC 3993, UGC 1167, NGC 7331 ,dan NGC 3198 (Granados dkk, 2012). Perbedaan inilah yang memunculkan sebuah hipotesis keberadaan *dark matter* yang telah dijabarkan sebelumnya. *Dark matter* tersebut terdistribusi dari pusat galaksi ke ruang antargalaksi berupa *halo* galaksi atau *dark halo*.

Sofue yang memang sering membahas model KRGS (terlebih setelah tahun 2000). Namun, model tersebut selalu berubah setiap tahun karena model *dark halo* yang bervariasi. Penelitian ini menggunakan jurnal penelitian Sofue dkk (2008 dan 2013) dan Sofue (2014). Sofue mengasumsikan bahwa kurva rotasi galaksi dipengaruhi oleh sebuah *bulge*, *disk*, distribusi bintang dan gas, serta sebuah *dark halo* (*dark matter*). Mereka mendapatkan beberapa parameter untuk semua komponen dalam menyempurnakan model kurva rotasi galaksi Bimasakti agar mendekati keadaan yang sesungguhnya.

Jurnal Battaner dkk (1992) menyatakan bahwa medan magnetik galaksi juga berperan dalam mengatur dinamika rotasi galaksi. Hal ini membuat Garanados dkk (2012) menambah satu variabel lagi, yaitu medan magnetik pada kurva rotasi galaksi. Tujuannya adalah untuk fiksasi kurva rotasi yang didapatkan Sofue dkk (2008) terkhusus pada *disk* terluar galaksi.

Perbedaan terjadi ketika Sofue (2014) menyatakan bahwa model *dark halo* NFW (Navarro-Frenk-White) dapat mewakili distribusi *dark halo*. Model ini berbeda dengan model yang digunakannya pada tahun 2008 yaitu model *dark halo isothermal*. Perbedaan ini menyebabkan kurva yang didapatkan oleh Granados dkk (2012) menjadi tidak tepat dan harus dilakukan pengoreksian parameter. Penambahan variabel medan magnetik oleh Granados dkk (2012) tidak dapat dihilangkan karena memang terdeteksi di setiap galaksi spiral. Pengoreksian lebih ditujukan kepada nilai parameter *dark matter* karena masih bersifat hipotesis. Model yang tepat sangatlah penting karena *dark matter* merupakan salah satu komponen penting yang mempengaruhi struktur dan nasib alam semesta. Model tersebut akan diidentifikasi dengan membandingkan grafik kurva model dengan kurva observasi dan simulasi. Simulasi bertujuan untuk menvisualisasikan model kurva rotasi Bimasakti.

Metode dalam mensimulasi dinamika rotasi galaksi sangat beragam. Salah satunya terdapat pada penelitian Purcell dkk (2009) dan dilanjutkan oleh Pillepich dkk (2014) menggunakan metoda *Smooth Particle Hydrodynamic* (SPH) untuk menjelaskan *dark disk* galaksi (*dark matter*). SPH merupakan metode komputasi yang digunakan untuk mensimulasikan mekanika zat padat dan aliran fluida.

Simulasi metode SPH memperhitungkan hubungan antarpartikel yang disimulasikan. Hal ini membutuhkan *space* data komputer yang sangat besar. Simulasi yang menggunakan SPH biasanya dijalankan dengan menggunakan *supercomputer*.

Metode SPH tidak dapat diterapkan pada PC (*personal computer*) sehingga penelitian ini membuat metode lain yang membutuhkan *space* data yang kecil untuk mensimulasikan dinamika rotasi galaksi dalam mengoreksi distribusi *dark matter*. Metode ini merupakan hasil perluasan dari penelitian Sulthon (2013) mengenai pengaplikasian metode Runge-Kutta pada gerak orbit planet. Simulasi ini menggunakan hukum II Newton dan teorema Newton mengenai gravitasi. Teorema Newton dapat menghilangkan kebergantungan antarpartikel sehingga dapat mengurangi kebutuhan *space* data simulasi pada PC. Metode Runge-Kutta digunakan untuk menurunkan persamaan gerak pada hukum II Newton.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengoreksi parameter densitas dan tetapan pada komponen penyusun galaksi (*bulge*, *disk*, dan *dark halo*) dan menganalisis pengaruh penambahan efek medan magnetik terhadap jumlah *dark matter* pada galaksi Bimasakti. Penelitian ini juga akan melihat kontribusi *dark matter* untuk mengatur struktur dari galaksi yang berada di alam semesta. Kemudian mempresentasikan kurva rotasi tersebut ke dalam simulasi agar mudah dalam menvisualisasikannya. Informasi tentang distribusi dan kontribusi *dark matter* dapat dimanfaatkan untuk menambah pengetahuan mengenai struktur galaksi dan alam semesta pada kajian astrofisika.

### **1.3 Ruang Lingkup Batasan Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan analisis data komponen galaksi menggunakan *Microsoft Excel* dan mensimulasi rotasi galaksi pada *software Free Pascal*. Galaksi dibuat menggunakan ribuan plot partikel untuk mewakili distribusi massa bintang dengan radius 15 kpc (*kiloparsecs*) dari pusat galaksi. Parameter yang digunakan sebagai acuan mengenai bulge, disk, dan dark halo terdapat pada penelitian Sofue dkk (2008 dan 2013) dan Sofue (2014), sedangkan parameter medan magnetik mengacu kepada Granados dkk (2012).

### **1.4 Hipotesis**

Metode kecepatan linier menggunakan Hukum II Newton, teorema Newton, dan metode Runge-Kutta orde 4 dapat mensimulasikan gerak rotasi galaksi yang mendekati keadaan sesungguhnya dengan cara menganalisa kurva rotasi yang dihasilkan. Program lebih sederhana dengan *space* data yang kecil. Bentuk plot kurva rotasi hasil koreksi akan mendekati bentuk kurva dari data observasi pada penelitian Sofue (2013). Jumlah *dark matter* yang dihasilkan pada penelitian ini lebih sedikit dari yang telah diperkirakan oleh Sofue (2014) akibat penambahan parameter medan magnetik yang digunakan Granados dkk (2012).