

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Pada tahun 1915 Albert Einstein memperkenalkan Teori Relativitas Umum (TRU). Teori ini memberikan pemahaman dasar bahwa gravitasi sudah bukan dianggap sebagai gaya, melainkan bentuk dari manifestasi kelengkungan ruang-waktu. Menurut Einstein, ini terjadi karena adanya distribusi massa dan energi di dalam ruang dan waktu tersebut [1]. TRU menjadi peranan penting pada kosmologi, di mana pada kosmologi TRU mampu menjelaskan dinamika alam semesta.

Pada tahun 1929 Edwin Hubble menemukan bukti empiris terkait bahwa alam semesta mengembang. Sementara itu, hasil temuan pengamatan dari tim supernova pada tahun 1998 menunjukkan bahwa alam semesta berekspansi dipercepat [2]. sementara itu, hasil pengamatan ini memberikan indikasi bahwa adanya perubahan pada konstanta struktur halus. Konstanta struktur halus adalah konstanta suatu nilai yang terkait dalam sifat materi dan kerapatan alam semesta. Konstanta ini mengalami perubahan di setiap era dominasi yang ada pada evolusi alam semesta. Salah satu teori yang berkaitan tentang perubahan konstanta struktur halus adalah teori BSBM. Teori ini menjelaskan perubahan konstanta struktur halus, berasal dari perubahan nilai muatan elektron dengan cahaya dan konstanta planck diambil tetap. Muatan elektron diasumsikan berubah secara eksponensial akibat kehadiran medan skalar. Medan skalar adalah nilai yang ada pada suatu titik di dalam ruang dan waktu. Medan skalar terkopel dengan medan elektromagnetik yang menyebabkan perubahan konstanta struktur halus dan alam semesta berekspansi dipercepat [3,4].

Perubahan konstanta struktur halus juga bergantung dengan persamaan keadaan. Persamaan keadaan adalah persamaan matematis yang memberikan hubungan antara kerapatan energi, faktor skala, dan tekanan. Persamaan keadaan dimulai dari persamaan Friedmann yang memberikan hubungan antara Faktor skala

$a(t)$ , dan kerapatan  $\rho(t)$ , Einstein lalu mengoreksi persamaan ini dengan menambahkan kurvatur. Modifikasi ini kemudian dilanjutkan dengan penambahan persamaan Fluida pada modifikasi yang dihasilkan Einstein sehingga didapatkan persamaan terkait ekspansi alam semesta yang dipercepat. Persamaan ini memberikan hubungan antara faktor skala  $a(t)$ , kerapatan energi  $\varepsilon(t)$ , dan tekanan  $P(t)$ . Tekanan memiliki hubungan matematis terkait dengan persamaan keadaan dan terikat dengan kerapatan energi. Persamaan yang ada sekarang bersifat linier terhadap kerapatan energi yang menjelaskan alam semesta yang bersifat homogen dan isotropik [2].

Penyebaran materi dan energi pada teori BSBM masih dimodelkan dengan tekanan pada persamaan keadaan yang merupakan fungsi linear terhadap kerapatan energi, radiasi, dan materi. Pada penelitian ini akan dikaji model BSBM dengan tekanan berbentuk fungsi yang logaritmik agar didapatkan pemodelan dinamika alam semesta pada konstanta struktur halus yang lebih sederhana.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Sampai saat ini, ekspansi alam semesta masih menyisahkan permasalahan dasar tentang konstanta struktur halus yang berubah terhadap waktu kosmologi. Salah satu yang menjelaskan adalah teori BSBM. Namun teori ini masih menggunakan sifat fluida ideal dengan tekanan yang dimiliki masih bersifat linear. Dalam penelitian ini akan dikaji kasus ketika tekanannya bersifat logaritmik.

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mencari model yang menggambarkan bentuk dinamika alam semesta pada konstanta struktur halus dengan model tekanan fungsi logaritmik serta terkait hubungannya dengan ekspansi alam semesta yang dipercepat berdasarkan teori BSBM.

#### **I.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan pemahaman tentang karakteristik perubahan konstanta struktur halus terhadap waktu kosmologi. Untuk model tekanan fungsi logaritmik, kemudian dihubungkan dengan ekspansi alam semesta sekaligus memberikan gambaran tentang dinamika alam semesta dengan model tekanan fungsi logaritmik.

#### **I.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini melingkupi perhitungan matematis pada persamaan Friedmann, persamaan medan Einstein berdasarkan Teori Relativitas Umum. Kemudian memodifikasinya dengan teori BSBM untuk membangun Dinamika alam semesta Konstanta struktur halus.

#### **I.6 Hipotesis Awal**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk dinamika alam semesta konstanta struktur halus dengan penambahan tekanan logaritmik. Hipotesis awal dari penelitian ini dengan penambahan bentuk tekanan logaritmik akan memperlihatkan bentuk dinamika konstanta struktur halus yang berbeda dari tanpa penambahan tekanan logaritmik, dan perubahan bentuk dinamikanya pada era *dark energy*