

## ABSTRAK

# TEORI PERTURBASI KOSMOLOGI DAN PENGAMATAN RADIASI KOSMIK LATAR BELAKANG UNTUK INFLASI ALAM SEMESTA

Oleh

**Getbogi Hikmawan**

**NIM: 30215008**

*(Program Studi Doktor Fisika)*

Kosmologi standar memiliki beberapa masalah dalam menjelaskan evolusi alam semesta, diantaranya masalah horizon dan masalah kedataran (*flatness*). Teori inflasi dicetuskan untuk menjawab masalah-masalah yang dihadapi oleh kosmologi standar, yang mana ide dari teori inflasi adalah bahwa alam semesta pada awalnya mengalami suatu periode ekspansi eksponensial yang berlangsung dalam periode singkat. Hingga saat ini, banyak model yang mencoba menjelaskan mengenai peristiwa ini. Namun, model-model yang ada masih berupa spekulasi karena masih sedikitnya hasil observasi yang dapat menunjukkan bahwa alam semesta mengalami inflasi. Oleh karena itu, timbul pertanyaan "dari sekian banyak model, model mana yang tepat memberikan gambaran mengenai inflasi?".

Teori relativitas umum menjelaskan bahwa dinamika alam semesta dijelaskan melalui persamaan Einstein. Ruas kiri persamaan Einstein menggambarkan geometri alam semesta sedangkan ruas kanannya menggambarkan energi dan materi yang mengisi alam semesta. Model-model yang ditinjau dapat disusun berdasarkan dua pendekatan dasar yaitu dengan memodifikasi ruas kanan persamaan Einstein (disebut pendekatan materi termodifikasi/*modified matter*) atau dengan memodifikasi ruas kiri persamaan Einstein (disebut pendekatan gravitasi termodifikasi/*modified gravity*). Penelitian yang dikerjakan adalah kajian analitik mengenai model inflasi alam semesta yang dibangun dari Teori Horndeski sebagai teori skalar-tensor paling umum dengan menggunakan teori perturbasi kosmologi (skalar dan tensor). Hasil kajian analitik aspek non-perturbatif dan perturbatif dari model yang dibangun menunjukkan bahwa secara alami inflasi bisa terjadi dan stabil pada setiap moda perturbasi. Kestabilan dari model ini dipelajari dari persamaan gerak masing-masing moda perturbasinya. Kemudian dapat diturunkan indeks spektral dari masing-masing moda perturbasinya dan dapat ditunjukkan bahwa indeks spektral yang diperoleh dari model yang dibangun sesuai dengan data observasi radiasi kosmik latar belakang.

*Kata kunci: Inflasi, Modifikasi Gravitasi, Perturbasi Kosmologi, Teori Horndeski.*

## **ABSTRACT**

# **COSMOLOGICAL PERTURBATIONS THEORY AND COSMIC MICROWAVE BACKGROUND OBSERVATION FOR INFLATION**

By

**Getbogi Hikmawan**

**NIM: 30215008**

**(Doctoral Program in Physics)**

*Standard cosmology had some problems in explaining the evolution of the universe, such as horizon problem and flatness problem. Inflation theory proposed to answer that problems, where the idea of inflation theory is that in the early time, our universe encountered a exponential expansion in a short period. Until recently, there are many models tried to give explanation about this phenomenon. However, the models existed are still become a speculation because of lack of observation data which can describe an inflation encountered by the universe. Therefore, there is a question arises, "which model give the best explanation about inflation phenomenon?". Inflation theory is developed because the standard model of the universe can not give any explanation about classical problems in cosmology.*

*General relativity explains that the dynamics of our universe can be seen with Einstein equation. The left hand side of the Einstein equation describes the geometry of the universe, while the right hand side describes the matter fills the universe. The models considered can be constructed by two fundamental approach, that is to modify the right hand side of Einstein equation (or can be called as modified matter) or to modify the left hand side of Einstein equation (or can be called as modified gravity). The research conducted is analytic approach about the inflation model constructed from Horndeski theory, as the most general scalar-tensor theory, with cosmological perturbation (scalar and tensor). The result of analytical approach for non-perturbative and perturbative aspect from the model built show that inflation can happen naturally and stable in every perturbation mode. The stability of this model is studied from the dynamic equation for each perturbation mode. After that, spectral index of each perturbation mode from the model studied comply with observational data of cosmic microwave background.*

*Keywords: Inflation, Modified Gravity, Cosmological Perturbations, Horndeski Theory.*