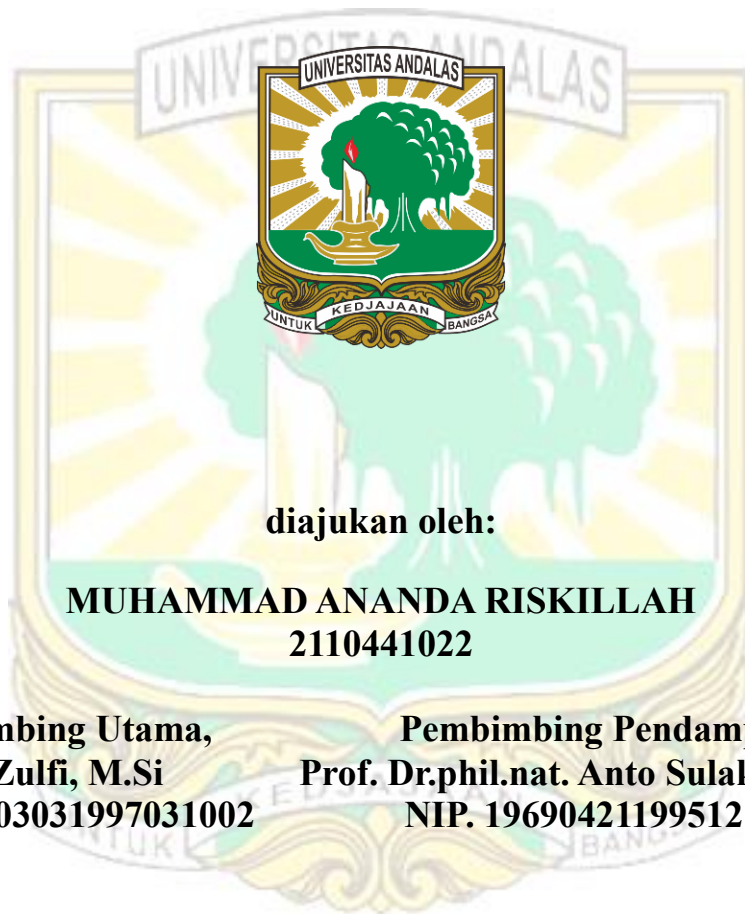


**STUDI LUBANG HITAM NONSINGULAR
DENGAN TEORI METRIK GRUP RENORMALISASI**

SKRIPSI



diajukan oleh:

**MUHAMMAD ANANDA RISKILLAH
2110441022**

**Pembimbing Utama,
Dr. Zulfi, M.Si
NIP. 196803031997031002**

**Pembimbing Pendamping,
Prof. Dr.phil.nat. Anto Sulaksono, M.Si
NIP. 196904211995121001**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**STUDI LUBANG HITAM NONSINGULAR
DENGAN TEORI METRIK GRUP RENORMALISASI**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dari Universitas Andalas**



**MUHAMMAD ANANDA RISKILLAH
2110441022**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

STUDI LUBANG HITAM NONSINGULAR DENGAN TEORI METRIK GRUP RENORMALISASI

ABSTRAK

Penelitian mengenai studi lubang hitam nonsingular yang berfokus pada metrik grup renormalisasi (RG) dilatarbelakangi oleh upaya untuk menerapkan metrik RG pada kasus kondisi energi, termodinamika, transisi fasa, orbit foton, dan mode kuasinormal. Penerapan ini bertujuan untuk memahami perilaku kondisi energi dalam lubang hitam, menguji perilaku termodinamika klasik, memprediksi stabilitas termodinamika melalui transisi fasa, menentukan lintasan foton pada geodesik null, dan menganalisis frekuensi mode kuasinormal lubang hitam. Penerapan ini dapat dilakukan dengan melakukan transformasi persamaan metrik RG menggunakan faktor koreksi kuantum. Transformasi ini menghasilkan satu horizon pada kondisi ekstrem yaitu pada nilai parameter $\alpha = \alpha_c$. Secara umum, metrik RG menunjukkan bahwa metrik ini mengikuti kondisi energi *null* dan melanggar kondisi energi kuat pada wilayah $r < r_c$. Dalam kasus temperatur Hawking, metrik RG menunjukkan nilai maksimum temperatur Hawking pada $r_H \approx 3,3347l$ dan selalu mematuhi hukum kedua termodinamika lubang hitam. Metrik RG memiliki fasa stabil pada $r < r_c$ yang artinya memiliki inti yang stabil secara termodinamika. Studi orbit foton menunjukkan dua kondisi stabilitas, yakni stabil di horizon peristiwa dan tidak stabil di batas luar horizon. Mode kuasinormal menunjukkan bahwa frekuensi mode kuasinormal mengalami peluruhan pada frekuensi riil seiring dengan peningkatan jarak dengan redaman pada frekuensi imajiner. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kasus $\alpha = \alpha_c$ atau kondisi ekstrem merupakan kondisi yang paling ideal pada metrik RG.

Kata kunci : ekstrem, kondisi energi, mode kuasinormal, orbit foton, termodinamika.

STUDY OF NONSINGULAR BLACK HOLES WITH RENORMALIZATION GROUP METRIC THEORY

ABSTRACT

Research on the study of nonsingular black holes focusing on the renormalization group (RG) metric is motivated by efforts to apply the RG metric to the case of energy states, thermodynamics, phase transitions, photon orbits, and quasinormal modes. This application aims to understand the behaviour of energy states in black holes, test the behaviour of classical thermodynamics, predict thermodynamic stability through phase transitions, determine photon orbits on null geodesics, and analyse the frequency of quasinormal modes of black holes. This application can be done by transforming the RG metric equation using quantum correction. This transformation resulted one horizon at the extreme condition in $\alpha = \alpha_c$. In general, the RG metric shows that it follows the null energy condition and violates the strong energy condition in the region $r < r_c$. In the case of Hawking temperature, the RG metric shows the maximum value of Hawking temperature at $r_H \approx 3.3347l$ and always follow the second law of black hole thermodynamics. The RG metric has a stable phase at $r < r_c$ which means it has a thermodynamically stable core. Photon orbit show two stability conditions, stable at the event horizon and unstable at the outer boundary of the horizon. The quasinormal mode shows that the quasinormal mode frequency decays at the real frequency as the distance increases with damping at the imaginary frequency. Based on these results, it can be concluded that the case of $\alpha = \alpha_c$ or the extreme condition is the most ideal condition in the RG metric.

Keywords : energy conditions, extremes, photon orbits, quasinormal modes, thermodynamics.