

**ANALISIS KESTABILAN DAN HUBUNGAN UNIVERSAL
I-LOVE-Q PADA BINTANG QUARK ANISOTROPIK
DALAM GRAVITASI RASTALL**

TESIS

OLEH :



**PROGRAM PASCASARJANA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2023

ANALISIS KESTABILAN DAN HUBUNGAN UNIVERSAL I-LOVE-Q PADA BINTANG QUARK ANISOTROPIK DALAM GRAVITASI RASTALL

Abstrak

Telah dilakukan analisis kestabilan dan hubungan universal I-Love-Q pada bintang quark anisotropik dalam kerangka kerja gravitasi Rastall. Penelitian ini menggunakan metode numerik Runge-Kutta orde-4 dari persamaan osilasi radial dan persamaan rotasi lambat. Penelitian ini juga menggunakan persamaan keadaan MIT Bag dengan parameter MIT Bag (B) dan persamaan keadaan *Color Flavor Locked* (CFL) dengan parameter CFL (Δ) sebagai persamaan yang menggambarkan keadaan materi bintang quark anisotropik. Analisis dilakukan dengan memvariasikan parameter Rastall (ζ) dan parameter anisotropik (λ_H) untuk menganalisa kestabilan dan hubungan universal I-Love-Q bintang quark anisotropik. Bintang quark anisotropik dikatakan memiliki konfigurasi stabil ketika frekuensi eigen bintang bernilai positif ($\omega^2 \geq 0$) dan dikatakan tidak stabil ketika frekuensi eigen bintang bernilai negatif ($\omega^2 < 0$). Sedangkan, hubungan universal I-Love-Q akan terpenuhi ketika variasi parameter ζ, λ_H, B dan Δ tidak mempengaruhi hubungan antara momen inersia (I), bilangan Love ($\bar{\Lambda}$) dan momen quadrupol (\bar{Q}) yang dapat dinyatakan sebagai suatu persamaan garis. Rentang parameter ζ dan λ_H yang di variasikan dalam penelitian ini juga di analisa melalui kondisi energi bintang quark anisotropik. Berdasarkan analisa kondisi energi, rentang parameter ζ dan λ_H adalah $0 \leq \zeta \leq 0.5$ dan $\lambda_H \geq -1.5$. Berdasarkan analisis kestabilan ditemukan bintang quark anisotropik yang memiliki parameter anisotropik positif ($\lambda_H \geq 0$) cenderung memiliki konfigurasi yang stabil dibandingkan dengan bintang quark anisotropik yang memiliki parameter anisotropik negatif ($\lambda_H < 0$). Semakin besar ζ maka semakin stabil bintang quark anisotropik yang memiliki λ_H positif dan sebaliknya semakin besar ζ semakin tidak stabil bintang quark anisotropik yang memiliki λ_H negatif. Sedangkan hubungan universal I-Love-Q masih terpenuhi saat parameter persamaan keadaan B dan Δ divariasikan dan menjadi tidak terpenuhi saat parameter λ_H dan ζ divariasikan.

Kata kunci: Bintang quark, Kestabilan, Gravitasi Rastall, Hubungan universal, Anisotropik, Persamaan keadaan, I-Love-Q

THE EFFECT OF NONCONSERVATIVE ENERGY-MOMENTUM ON THE STABILITY AND UNIVERSAL RELATION OF ANISOTROPIC QUARK STARS

Abstract

An analysis of the stability and universal relation I-Love-Q in anisotropic quark stars has been carried out in the Rastall gravitational framework. This research uses the 4th order Runge-Kutta numerical method from the radial oscillation equation and slow rotation equation. This research also uses the MIT Bag equation of state with the MIT Bag parameter (B) and the Color Flavor Locked (CFL) equation of state with the CFL parameter (Δ) as equations that describe anisotropic quark star material. The analysis was carried out by varying the Rastall parameter (ζ) and anisotropic parameter (λ_H) to analyze the stability and universal relation I-Love-Q of anisotropic quark stars. An anisotropic quark star is said to have a stable configuration when the eigenfrequency of the star is positive ($\omega^2 \geq 0$) and unstable when the eigenfrequency of the star is negative ($\omega^2 < 0$). Meanwhile, the universal I-Love-Q relationship will be fulfilled when the variation of parameters ζ , λ_H , B and Δ does not affect the relationship between moment of inertia (\bar{I}), Love number ($\bar{\Lambda}$) and quadrupol moment (\bar{Q}) which can be expressed as a line equation. The ranges of parameter (ζ and λ_H) varied in this study were also analyzed through anisotropic quark star energy conditions. Based on the energy condition analysis, the parameter ranges ζ and λ_H are $0 \leq \zeta \leq 0.5$ and $\lambda_H \geq -1.5$. Based on the stability analysis, it was found that anisotropic quark stars that have positive anisotropic parameters ($\lambda_H \geq 0$) tend to have a stable configuration compared to anisotropic quark stars that have negative anisotropic parameters ($\lambda_H < 0$). The larger ζ mean the more stable the anisotropic quark star which has positive λ_H and the larger ζ mean the more unstable the anisotropic quark star which has negative λ_H . Whereas the universal I-Love-Q relationship is still fulfilled when the parameters of the state equation B and Δ are varied and becomes unfulfilled when the parameters λ_H and ζ are varied

Keywords: Quark Stars, Stability, Rastall, Universal Relation, Anisotropic, Equation of State, I-Love-Q