

INTISARI

Reevaluasi Model *Quantum Hadrodynamics* QHD-I dengan Integrasi Numerik untuk Mengungkap Diskrepansi Hasil Analitik Massa Efektif

Oleh

GHITHA NADHIRA AZKA RAHIEMY

21/477843/PA/20709

Quantum Hadrodynamics (QHD) merupakan model teoritis yang mendeskripsikan sistem nukleon yang berinteraksi melalui pertukaran foton dan meson virtual dengan mengabaikan substruktur internalnya. Model ini sangat bermanfaat untuk memahami sifat materi dalam kondisi ekstrem, seperti yang terdapat pada bintang neutron. Salah satu formulasi awal QHD adalah model QHD-I (Model Walecka), yang menggunakan pendekatan *mean-field theory* (MFT) dan melibatkan meson skalar serta meson vektor untuk menentukan nilai massa efektif. Massa efektif dalam model ini ditentukan melalui persamaan *self-consistent* yang mengandung integral dengan penyelesaian analitik yang pertama kali diperkenalkan oleh Serot dan Walecka (1986). Penelitian ini mengkaji ulang penyelesaian integral tersebut menggunakan metode kuadratur numerik. Hasil evaluasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan hasil analitik awal, mengindikasikan diskrepansi pada penyelesaian analitik. Lebih lanjut, evaluasi analitik yang telah diperbaiki menunjukkan bahwa beberapa parameter model, yang awalnya dirancang untuk mereproduksi sifat energi ikat dan kurva saturasi, ternyata memiliki nilai konstanta kopling yang tidak konsisten, yang tidak sesuai dengan nilai empiris yang ditemukan Bryan dan Scott (1969). Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam menyempurnakan evaluasi QHD-I, khususnya dalam aplikasi untuk materi berkepadatan tinggi.

Kata-kata kunci : *Gaussian quadrature*, integrasi numerik, massa efektif, materi berkepadatan tinggi, *quantum hadrodynamics*

ABSTRACT

Reevaluation of the Quantum Hadrodynamics QHD-I Model Using Numerical Integration to Reveal Discrepancies in Analytical Effective Mass Results

By

GHITHA NADHIRA AZKA RAHIEMY

21/477843/PA/20709

Quantum Hadrodynamics (QHD) is a theoretical model that describes nucleon systems interacting through the exchange of photons and virtual mesons, while neglecting their internal substructure. This model is particularly valuable for understanding the properties of matter under extreme conditions, such as those found in neutron stars. One of the earliest formulations of QHD is the QHD-I model (Walecka Model), which employs the mean-field theory (MFT) approach and incorporates scalar and vector mesons to determine the effective mass. In this model, the effective mass is governed by a self-consistent equation containing an integral, which was initially solved analytically by Serot dan Walecka (1986). This study revisits the solution of the integral using numerical quadrature methods. The results reveal significant discrepancies when compared to the original analytical evaluation, indicating inaccuracies in the analytic solution. Furthermore, the corrected analytical evaluation demonstrates that certain model parameters, originally designed to reproduce binding energy properties and saturation curves, have inconsistent values that do not align with the empirical values proposed by Bryan dan Scott (1969). This research provides an important contribution to improving the evaluation of QHD-I, particularly for applications to high-density matter.

Keywords: Gaussian quadrature, numerical integration, effective mass, high-dense matter, quantum hadrodynamics