

Batas Gravitasi Kopling Alternatif dari Katai Putih dan Atmosfer Planet = Bound of Alternative Coupling Gravity from White Dwarves and Planetary Atmosphere

M. Dio Danarianto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920532427&lokasi=lokal>

Abstrak

Sejumlah pengujian perlu dilakukan untuk memilah proposal modifikasi gravitasi. Kami menunjukkan bahwa sejumlah teori alternatif dari relativitas umum, yang memodifikasi gravitasi hanya di dalam keberadaan materi, dapat kembali ke bentuk persamaan Poisson yang mirip dengan teori Eddington-inspired Born Infeld (EiBI) dan Minimal Exponential Measure (MEMe). Menggunakan notasi EiBI, kami menginvestigasi seberapa jauh gravitasi skala Newtonian dalam teori gravitasi kopling alternatif konsisten dengan deskripsi massa-radius (MR) katai putih (KP) dan struktur atmosfer Bumi saat ini. Pada bagian pertama, kami mencari batas menggunakan data observasi MR KP presisi tinggi yang independen terhadap model. Kami menunjukkan bahwa model KP perlu memperhitungkan efek temperatur dan riwayat evolusinya untuk memperoleh akurasi yang sebanding dengan data MR yang paling presisi saat ini. Sebagai konsekuensi, model tersebut umumnya membutuhkan beban komputasi tinggi. Karenanya, kami membangun model pengganti semi-analitik berdasarkan model Mestel yang dikalibrasikan dengan tabulasi model KP realistik. Model pengganti ini digunakan untuk mengoreksi radius pendekatan temperatur-nol dengan bentuk yang relatif sederhana. Berdasarkan analisis posterior terhadap data, kami menunjukkan bahwa nilai best-fit dari bergantung pada model WD, dengan model selubung tebal lebih konsisten dengan relativitas umum dan konsisten antar pengukuran. Batas paling rapat diperoleh dari pengukuran MR paling presisi pada set data, QS Vir, dengan $0,19 \pm 0,22$ dalam $10^3 \text{ m}^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2$ untuk kredibilitas 2 (95%). Pada bagian kedua, kami membandingkan prediksi teori terhadap struktur hidrostatis atmosfer melalui model US Standard Atmosphere 1976 yang umumnya menyimpang kurang dari 10% terhadap observasi. Berdasarkan analisis likelihood dari struktur tekanan vertikal, kami menemukan bahwa untuk dapat mereproduksi deskripsi atmosfer Bumi yang secara umum diterima, rentang parameter model gravitasi tersebut harus memenuhi $9,78 \pm 10,3$ dalam $10^3 \text{ m}^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2$ dengan kredibilitas 2. Kami menemukan bahwa batas parameter yang diperoleh dari model atmosfer standar sebanding dengan batas dari pengukuran kecepatan gelombang gravitasi dari GW170817. Sementara itu, dalam konteks pengukuran KP yang presisi, pengukuran MR KP dengan presisi paling tinggi yang independen terhadap model, digabungkan dengan deskripsi terkini mengenai struktur KP, belum cukup untuk menunjukkan penyimpangan terhadap prediksi relativitas umum. Sehingga, data observasi yang lebih presisi dan model KP yang lebih realistik diperlukan untuk menunjukkan adanya modifikasi gravitasi di dalam materi.

.....Several tests must be performed to rule out proposals for gravity modification. We have shown that several alternatives to general relativity (GR), which modified GR only within matter, might be reduced to Poisson equation similar to that of Eddington-inspired Born Infeld (EiBI) and Minimal Exponential Measure (MEMe). Using EiBI notation, we investigate how much the Newtonian-scale gravity within alternative coupling theory agrees with our understanding of white dwarf (WD) mass-radius (MR) and Earth's atmosphere structure. In the first part, we constrain the value of using a high-precision model-independent measurement of WD MR observations. We have shown that the WD model should include their temperature

and evolutionary history to achieve comparable accuracy to the current most precise WD MR data. In consequence, this model might be computationally expensive. To overcome this issue, we construct a semi-analytical surrogate model based on Mestel's model, calibrated with tabulated, realistic models, to correct the zero-temperature radius with (relatively) simple manner. From posterior analyses of the data, we have shown that the best-fit value of α depends on the WD model, with the 'thick' envelope models more consistent in describing data. The tightest bound obtained from the most precise MR measurement, QS Vir, with $0.19 \leq \alpha \leq 0.22$ in $10^3 \text{ m}^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2$ for 2σ (95%) credibility. In the second part, we also compare the atmospheric hydrostatic structure predicted by this theory with one from US Standard Atmosphere 1976 model which deviates less than 10% from observation. From the likelihood analysis of the vertical pressure structure, we found that, to be able to consistently reproduce our current description of Earth's atmosphere structure, the range of gravity parameter should yield $9.78 \leq g \leq 10.3$ in $10^3 \text{ m}^5 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2$ with 2σ credibility. We found that the bound of parameter from general-purpose standard atmosphere model is comparable to the constraint from GW170817 standard siren. In the context of precise measurements of WDs, we assert that the recent most precise model-independent WD MR dataset, combined with current description of WD structure, are insufficient to see the deviation from GR. Both more precise observational data and detailed WD modelling are required show modification of gravity inside matter accurately.