

## ENERGI SPIN SIMETRI PADA POTENSIAL ROSEN MORSE UNTUK VARIASI K DENGAN MENGGUNAKAN METODE *POLYNOMIAL ROMANOVSKI*

Alpiana Hidayatulloh<sup>1\*</sup>, Bq. Malika Hr<sup>2</sup>, Sukandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia

\*Corresponding Author: [Alpianahidayatulloh@undikma.ac.id](mailto:Alpianahidayatulloh@undikma.ac.id)

ARTICLE INFO	ABSTRAK
<p><b>Article History:</b> Received April 05, 2025 Revised April 28, 2025 Accepted Mei 08, 2025</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk menentukan energi spin simetri pada potensial rosen morse dengan menggunakan metode polynomial romanovski dengan menggunakan nilai <math>K &gt; 0</math> yaitu 1 sampai dengan 3 dan nilai <math>k &lt; 0</math> yaitu -1 sampai dengan -3. energi yang didapatkan dengan menggunakan metode polynomial romanovski dilakukan dengan cara mereduksi persamaan deferensial orde dua menjadi persamaan tipe hipergeometri melalui substansi variabel. Dengan membandingkan persamaan deferensial orde dua tipe hipergeometri dengan persamaan defrensial standar untuk polynomial romanovski diperoleh persamaan energi. Dengan persamaan tersebut maka di dapatkan energi pada nilai pada variasi K.</p>

Copyright © 2025, The Author(s).  
This is an open access article  
under the CC-BY-SA license



**Kata Kunci:** energi spin simetri, potensial rosen morse, metode polynomial romanovski

### ABSTRACT

*This study aims to determine the spin symmetric energy in the Rosen Morse potential using the Romanovski polynomial method using the  $K > 0$  value, namely 1 to 3 and the  $k < 0$  value, namely -1 to -3. The energy obtained by using the Romanovski polynomial method is done by reducing the second-order differential equation to a hypergeometric type equation through the variable substance. By comparing the second-order differential equations of the hypergeometric type with the standard differential equations for Romanovski polynomials, the energy equation is obtained. With this equation, the energy is obtained at the value of K.*

**Keywords:** *spin symmetry energy, Rosen Morse potential, Romanovski polynomial method*

**How to cite:** Hidayatulloh, A., Malika Hr., Bq., & Sukandi. (2025). ENERGI SPIN SIMETRI PADA POTENSIAL ROSEN MORSE UNTUK VARIASI K DENGAN MENGGUNAKAN METODE POLYNOMIAL ROMANOVSKI. *JUMPA : Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1), 19-23.

## PENDAHULUAN

Potensial rosen morse dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan dirac. persamaan dirac merupakan persamaan gelombang relativistik yang diformulasikan oleh ahli ilmu fisika

inggris paul dirac pada tahun 1928. persamaan dirac digunakan ketika sebuah partikel terkena medan potensial yang kuat, efek relativistik harus dianggap yang memberikan koreksi untuk mekanika kuantum nonrelativistik. Solusi dari persamaan Dirac dianggap penting dalam berbagai bidang fisika seperti fisika nuklir dan molekuler (Ikhdair dan Sever, 2012). Persamaan Dirac selalu mendeskripsikan partikel kuantum spin  $\frac{1}{2}$  pada mekanika kuantum. Persamaan pencarian solusi yang tepat dari persamaan Dirac dengan berbagai potensi fisik memainkan peran penting dalam fisika nuklir dan bidang terkait lainnya. Dengan menggunakan metode polinomial Romanovski pencarian solusi yang tepat pada persamaan Dirac untuk spin simetri. Spin simetri merupakan konsep dalam fisika kuantum yang menggambarkan bagaimana partikel-partikel subatomik. Dikatakan spin simetri ketika partikel dengan spin yang sama berada dalam sistem yang sama dimana mereka harus mengikuti aturan simetri. Pada spin simetri memiliki banyak aplikasi dalam fisika nuklir dan bidang terkait.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode polinomial Romanovski. Metode polinomial Romanovski merupakan metode penyelesaian persamaan diferensial orde dua yang belum banyak diaplikasikan untuk penyelesaian persamaan Schrödinger. Adapun bentuk metodenya adalah dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\sigma \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} + \tau \frac{\partial y_n}{\partial s} + \lambda y_n$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan potensial Rosen Morse ditunjukkan pada Persamaan:

$V_{eff} = b^2 \left( \frac{v(v+1)}{\sin^2 br} - 2q \cot br \right)$  Persamaan potensial Rosen Morse disubstitusikan ke persamaan persamaan Dirac kasus spin simetri  $\left( \frac{d}{dr} + \frac{K}{r} - U(r) \right) F_{nk}(r) = (M + E_{nk} - C_s) G_{nk}$ . dengan menggunakan permissalan pada masing-masing komponen pada persamaan tersebut maka didapat sebuah persamaan dari hasil substitusi tersebut sebagai berikut:  $\frac{d^2 F_{nk}}{dr^2} - \left( \frac{b^2 A}{\sin^2 br} + b^2 B \cot br - b^2 E \right) F_{nk} = 0$

Kemudian Persamaan tersebut dimisalkan sesuai dengan permissalan pada metode polinomial Romanovski dimana untuk potensial Rosen Morse dimisalkan adalah  $\cot br$ . dengan menggunakan berbagai permissalan, maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$b^2 (1 + z^2)^2 \frac{\partial^2 F_{nk}(r)}{\partial z^2} + 2z b^2 (1 + z^2) \frac{\partial F_{nk}(r)}{\partial z} + b^2 A (1 + z^2) F_{nk}(r) - b^2 i B z F_{nk}(r) - b^2 E F_{nk}(r) = 0$$

Kemudian  $F_{nk}$  yang merupakan fungsi gelombang dideferensialkan 2 kali sehingga ditemukan persamaan differensial orde dua untuk polynomial Romanovski sebagai berikut:

$\beta^2 - \frac{\alpha^2}{4} + \frac{\beta z \alpha}{2} - iBz + E = 0$  hasil ini didapatkan dengan melakukan permisalan untuk memudahkan mencari energi.

Dimana masing-masing komponen permisalan memiliki persamaan yang terkandung didalamnya, sehingga dilakukan pemisahan komponen

$$\beta^2 - \frac{\alpha^2}{4} + E = 0$$

$$\frac{\beta z \alpha}{2} - iBz = 0$$

Untuk mencari energi kita menggunakan persamaan yang mengandung komponen E. yaitu  $\beta^2 - \frac{\alpha^2}{4} + E = 0$

Sehingga di dapatkan persamaan energi spin simetri untuk potensial rosen morse adalah

$$E = \frac{\alpha^2}{4} - \beta^2$$

Dengan mensubstitusikan semua komponen pada persamaan energi sehingga persamaan energinya menjadi:

$$\begin{aligned} & (M + E_{nk} - c_s)(M - E_{nk}) \\ &= b^2 \left( \frac{2(2q(M + E_{nk} - c_s))}{4 \left( \sqrt{b^2 \{(K + H + 1)(K + H)\}} + b^2 v(v + 1)(M + E_{nk} - C_s) + \frac{1}{4} - n - \frac{1}{2} \right)^2} \right. \\ & \quad \left. - \left( \sqrt{b^2 \{(K + H + 1)(K + H)\}} + b^2 v(v + 1)(M + E_{nk} - C_s) + \frac{1}{4} - n - \frac{1}{2} \right)^2 \right) \end{aligned}$$

Nilai energi pada persamaan di atas dengan menggunakan nilai  $K > 0$  dan  $K < 0$  didapatkan dengan bantuan aplikasi matlab. Matlab digunakan supaya memudahkan dalam mencari energinya karena dalam hal ini persamaan untuk energi pada spin simetri untuk potensial rosen morse tidak bisa diselesaikan secara analitik hanya bisa diselesaikan dengan metode numerik.

Penyelesaian dengan numerik dilakukan dengan mengubah variabel-variabel berasal dari potensial dan persamaan, sehingga didapatkan nilai energinya adapun besarnya energi yang didapatkan jika nilai K divariasikan dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Nilai energi dengan variasi  $K$  dengan dimisalkan  $n=1$ ,  $b=0,4$ ,  $\nu=1$ ,  $M=4$ ,  $Cs=5$ ,  $H=0,5$  dan  $q=1$

$n$	$K<0$	$E$	$K>0$	$E$
1	-1	2.997	1	2.985
1	-2	3.342	2	3.299
1	-3	3.395	3	3.446

Dilihat dari tabel di atas bahwa energi yang dihasilkan ketika memiliki nilai  $K$  yang berbeda, dimana energi yang dihasilkan memiliki energi yang sama hal itu disebabkan karena dalam keadaan tersebut terjadi degenerasi energi. Degenerasi energi merupakan kondisi dimana beberapa keadaan kuantum berbeda memiliki energi yang sama. Degenerasi terjadi ketika beberapa keadaan stasioner dari sistem kuantum memiliki energi yang sama. Energi yang dihasilkan memiliki nilai yang sama ketika nilai  $K$  nya bervariasi hal itu menggambarkan perilaku dan interaksi dari partikel – partikel tersebut dalam sistem mekanika kuantum. Dimana bentuk interaksinya sangat lemah sehingga partikel – partikel tersebut sulit untuk berpisah. Selain itu degenerasi juga dapat mempengaruhi nilai energi yang lebih tinggi sehingga hal itu memungkinkan elektron memiliki dan menempati keadaan energi yang juga lebih tinggi.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa energi akan memiliki nilai yang sama meskipun dalam keadaan  $K$  nya bervariasi hal itu disebabkan karena kurang interaksi antara mode yang sangat lemah sehingga sulit terpisah hal itu memungkinkan terjadinya degenerasi.

Adapun saran dalam penelitian ini adalah untuk mencari energi spin simetri pada potensial rosen morse dengan menggunakan nilai yang berbeda pada setiap variable

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.A.S., & Buragohain, L. (2010). Approximate Solution Of the Schrodinger Equation of With Hulthain -Hellmann Potentials For Quarkonium System. *Revista Mexicana de Fisica*. 37(1). 133-143
- Akpan,I,O, Inyang,E,P & Wiliam,E.S. (2021). Exact S-wave Solution of Schrodunger Equation For Quantum Bound State Nn-Power Low System. *Bulg J Phys*, 67(3). 482-490.

- Alam, Yuniar., Nining, Haryuni., Wahyu Dwi Handoko & Nurhadi. Fungsi Gelombang Persamaan Dirac Pada Kasus Spin Simetri Bagian Sudut Menggunakan Metode Iterasi Asimtotik. *Jurnal Of Sains Nusantara*. 4(4). 170-176
- Alam, Y., Suparmi, Cari, & Anwar, F. (2016). Analysis of D Dimensional Dirac equation for q-deformed Posch-Teller combined with q-deformed trigonometric Manning Rosen Non-Central potential using Asymptotic Iteration Method (AIM). *Journal of Physics: Conference Series*. 776(1).
- Alam, Y., & Hariyanto, Y. A. . (2022). Dirac Equation for Posch-Teller Potential in Radial Section Symmetry Spin Case using Asymptotic Iteration Method. *Proceedings of the International Seminar on Business, Education and Science*. 1(1). 88–97.
- Ikhdaier, S.M & Hamzavi, M. (2010). Relativistic Symmetries in the Rosen Morse Potential and Tensor Interaction Using the Nikiforov Uvarov method. 22(4). 77 – 83
- Li, Mingjie., & Horsley, SAR.(2024) The electronic and electromagnetic Dirac equations. *New Journal of Physics*, 26(2).23-29
- Okon, I. B., Antia, A. D., Akankpo, A. O., & Essien, I. E. (2020). Eigen-Solutions to Schrodinger Onyenegecha, C. P., Njoku, I. J., Omame, A., Okereke, C. J., & Onyeocha, E. (2021). Dirac equation and thermodynamic properties with the Modified Kratzer potential. *Heliyon*, 7(9). 26-36
- Purwanto, Agus. 2006. *Fisika Kuantum*. Yogyakarta. Gava Media.
- Suparmi. (2011). *Mekanika Kuantum I*. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Suparmi. (2011b). *Mekanika Kuantum II*. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Yanuarief, Cecilia. (2012). *Analisis Energi dan Fungsi Gelombang Potensial Non Sentral Rosen Morse Plus Hulthen, Rosen Morse dan Coulomb Menggunakan Polinomial Romanovski*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.