



ENERGI POTENSIAL ROSEN MORSE MENGGUNAKAN PERSAMAAN DIRAC UNTUK KASUS SPIN SIMTERI ($K=0$) DENGAN MENGGUNAKAN METODE POLYNOMIAL ROMANOVSKI

¹Alpiana Hidayatulloh, ²Alpi Zaidah, ³Bq. Malikah Hr.

^{1,3}Universitas Pendidikan Mandalika, ²Institut Pendidikan Nusantara Global

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 2 Maret 2026
Perbaikan 25 April 2026
Disetujui 30 April 2026

Kata Kunci:

Rosen-Morse, Dirac equation, spin symmetry, Romanovski

ABSTRACT

This research aims to find the energy in the Rosen Morse potential with a kappa value equal to zero and supported by the values of different variables. The method used in this research is the Romanovski polynomial method. To obtain the energy equation for the Rosen-Morse potential, first reduce the Dirac equation to a second-order differential equation of the Hypergeometric type. Through the appropriate variable substitution, an intermediate Hypergeometric equation can be obtained which is then made into a standard differential equation form of the Romanovski polynomial and the energy value cannot be solved analytically, so it is solved with the help of the Matlab application. The energy produced in a state where kappa is equal to zero has energy that increases by providing different n .

© 2026 BEGIBUNG

*Surat elektronik penulis: Lizakiyah.21@gmail.com

PENDAHULUAN

Potensial rosen morse merupakan salah satu model potensial dalam mekanika kuantum yang digunakan untuk menggambarkan perilaku partikel dalam medan gaya tertentu. Potensial rosen morse dapat menggambarkan molekul dengan ikatan yang tidak seimbang dan system dengan gradien energi. Potensial rosen morse penting untuk memberikan contoh nyata bagaimana bentuk potensial mempengaruhi spektrum energi.

Energi pada potensial rosen morse diperoleh dengan menyelesaikan persamaan Dirac. Persamaan dirac merupakan persamaan dalam fisika yang digunakan untuk menggambarkan perilaku partikel dengan

mempertimbangkan mekanika kuantum dan relativitas khusus. Persamaan dirac merumuskan suatu persamaan gelombang yang berkaitan dengan energi momentum relativistic (Chabab et al., 2012). Persamaan dirac mendeskripsikan dasar koresponden untuk partikel spin $\frac{1}{2}$ yaitu pada sebuah electron.

Sehingga untuk mendapatkan persamaan energi potensial rosen morse terlebih dahulu mereduksi persamaan Dirac menjadi persamaan differensial orde dua tipe Hipergeometri. Melalui substitusi variabel yang sesuai maka dapat diperoleh persamaan Hipergeometri perantara yang kemudian

dibuat menjadi bentuk persamaan diferensial standar polinomial Romanovski.

Polynomial romanovski merupakan metode dalam mekanika kuantum dan fisika matematika untuk menyelesaikan persamaan diferensial. Untuk mendapatkan Penyelesaian persamaan Dirac tersebut dan nilai energi divisualisasikan dengan program Matlab.

Untuk mendapatkan nilai energi dengan menggunakan metode polynomial romanovski terlebih dahulu mereduksi persamaan Dirac menjadi persamaan differensial orde dua tipe Hipergeometri Melalui substitusi variabel yang sesuai maka dapat diperoleh persamaan Hipergeometri perantara yang kemudian dibuat menjadi bentuk persamaan diferensial standar polynomial Romanovski sehingga di dapatkan nilai energi.

METODE PENELITIAN

Dalam mencari energi pada potensial rosen morse ada beberapa persamaan yang dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

Persamaan dirac:

$$\{c\alpha.p + \beta(Mc^2 + s(r))\}\psi(r) = \{E - V(r)\}\psi(r) \quad (1)$$

Potensial Rosen Morse.

$$V_{eff} = b^2 \left(\frac{v(v+1)}{\cos^2 x} - 2q \cot x \right) \quad (2)$$

Spin simetri.

$$\left\{ \frac{d^2}{dr^2} - \frac{K(K+1)}{r^2} + \frac{2K}{r} U(r) - \frac{dU(r)}{dr} - U^2(r) \right\} F_{nk}(r) = (M + E_{nk} - \Delta(r))(M - E_{nk} + \Sigma(r)) F_{nk}(r) \quad (3)$$

Coulomb Like Tensor

$$U = -\frac{H}{r} \quad (4)$$

Metode polynomial romanovski.

$$(1 + x^2) \frac{\partial^2 R_n^{p,q}(x)}{\partial x^2} + \{2x(-p + 1) + q\} \frac{\partial R_n^{p,q}(x)}{\partial x} - \{n(n - 1) + 2n(1 - p)\} R_n^{p,q}(x) = 0 \quad (5)$$

Persamaan diferensial polynomial Romanovski

$$(1 + x^2) \frac{\partial^2 R_n^{p,q}(x)}{\partial x^2} + \{2x(-p + 1) + q\} \frac{\partial R_n^{p,q}(x)}{\partial x} - \{n(n - 1) + 2n(1 - p)\} R_n^{p,q}(x) = 0 \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkann energi pada potensial rosen morse terlebih dahulu mereduksi persamaan Dirac menjadi persamaan differensial orde dua tipe Hipergeometri Melalui substitusi variable yang sesuai maka dapat diperoleh persamaan Hipergeometri perantara yang kemudian dibuat menjadi bentuk persamaan diferensial standar polinomial Romanovski.

Pada proses tersebut diperoleh persamaan energi sebagai berikut:

$$M + (E_{nk} - c_s) - (E_{nk}) = b^2 \left(\frac{2(2q M + (E_{nk} - c_s))}{4 \left(b \left(\sqrt{K + (H + 1)(K + H)} + b^2 v(v + 1) M + (E_{nk} - c_s) + \frac{1}{4} - n - \frac{1}{2} \right)^2 \right)} - \left(\sqrt{K + (H + 1)(K + H)} + b^2 v(v + 1) M + (E_{nk} - c_s) + \frac{1}{4} - n - \frac{1}{2} \right) \right)$$

Dari persamaan energi diatas untuk mendapatkan nilai energinya dapat dihitung secara numerik dengan menggunakan Matlab penyelesaian numerik digunakan karena tidak bisa diselsesaikan secara analitik. Penyelesaian

dengan numerik dilakukan dengan mengubah variabel-variabel berasal dari potensial dan persamaan, sehingga didapatkan nilai energinya.

Dengan menggunakan nilai variable yang berbeda dengan nilai kappa yang sama dengan menggunakan $K=1$ maka didapatkan besarnya energi yang dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 1. Nilai energi dengan $K=1$

N	K= 1	J = l- ½	Enk > 0 H= 0
0	1	0s _{1/2}	2.792
1	1	s _{1/2}	3.038
2	1	2 s _{1/2}	3.346

Dari table di atas dapat dilihat bahwa ada beberapa variable- variabel yang berbeda dengan nilai K yang sama mempengaruhi nilai energi. Variabel yang digunakan yaitu bilangan kuantum(n), momentum sudut orbital(j) dan Hamiltonian(H). dengan memberikan nilai Kappa(K) yang sama dan n yang bervariasi terlihat bahwa semakin besar n maka energi yang dihasilkan semakin besar.

Dengan nilai n yang bervariasi dan K yang sama dapat merubah keadaan partikel sehingga tentunya membuat distribusi posisi yang berbeda. dimana energi pada setiap potensial termasuk dalam hal ini adalah potensial rosen morse sangat bergantung pada posisi maka secara otomatis membuat besarnya nilai energi juga berubah. Hal itu yang membuat energi semakin besar jika n juga besar dalam keadaan kappa pada posisi sama.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai energi yang didapatkan untuk potensial rosen morse ditentukan oleh n, j k dan H. dengan nilai k yang sama dan n yang berbeda memiliki pengaruh kuat untuk mengikat energi pada bilangan kuantum yang berbeda, jadi semakin besar n pada posisi K yang sama memiliki energi yang semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, Yuniar. Dkk (2024). FUNGSI GELOMBANG PERSAMAAN DIRAC PADA KASUS SPIN SIMETRI BAGIAN SUDUT MENGGUNAKAN METODE ITERASI ASIMOTOTIK. *Journal of science Nusantara*, 4(4), 170-176.
<https://ojs.unublitar.ac.id/index.php/JSNU/article/view/1467>
- Cari. 2013. MEKANIKA KUANTUM-PENYELESAIAN POTENSIAL NON-CENTRAL DENGAN SUPERSIMETRI, HYPERGEOMETRI, NIKIVAROF UVAROF DAN POLYNOMIAL ROMANOVSKI. UPT Penerbitan; Surakarta Jawa Tengah
- Cari, Suparmi. (2013). PENYELESAIAN PERSAMAAN DIRAC UNTUK POTENSIAL ROSEN MORSE HIPERBOLIK TERDEFORMASI q DAN POSCHL-TELLER NON SENTRAL MENGGUNAKAN POLINOMIAL ROMANOVSKI. *Jurnal fisika*, 3(1), 24–30.
<https://media.neliti.com/media/publications/79152-ID-none.pdf>
- Hidayatulloh, Alpiana, dkk. (2023). FUNGSI GELOMBANG PSEUDO SPIN SIMETRI UNTUK POTENSIAL ROSEN MORSE PLUS COULMB LIKE TENSOR UNTUK VARIASI q DENGAN MENGGUNAKAN METODE

POLYNOMIAL ROMANOVSKI. *Kappa journal*, 7(1),108–113
<https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/article/view/11022>

Hidayatulloh, Alpiana, dkk.(2023). ENERGI SPIN SIMETRI PADA POETNSIAL ROSEN MORSE UNTUK VARIASI K DENGAN MENGGUNAKAN METODE POLYNOMIAL ROMANOVSKI. *Jurnal Pendidikan ilmu pengetahuan*. 1(1), 19-23
<https://ejournal.nusantaraglobal.ac.id/index.php/jumpa/article/view/3785>

Ismatulloh, Kholida., dkk. (2024). SOLUSI PERSAMAAN DIRAC UNTUK POTENSIAL MANNING ROSEN HIPERBOLIK PLUS POTENSIAL TENSOR TIPE COULOMB PADA PSEUDO SPIN SIMETRI

MENGGUNAKAN POLYNOMIAL ROMANOVKSI. *Kappa journal*, 8(3), 485-494

<https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj>

Suparmi,A. dkk(2024). STUDY OF PRACTIONAL SCHRODINGER EQUATION WITH MORSE POTENSIAL AND THE OPTICAL PROPERTIES OF QUANTUM DOTS UNDER THE MAGNETIC FIELD. *Phys. J.Plus*,
<http://doi.org/10.1140/epjp/s13360-024-05323-8>