



**PENENTUAN PROBABILITAS DAN ENERGI PARTIKEL
DALAM KOTAK 3 DIMENSI DENGAN TEORI PERTURBASI
PADA BILANGAN KUANTUM $n \leq 5$**

SKRIPSI

Oleh

Indah Kharismawati

Nim. 070210102106

**PROGAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENENTUAN PROBABILITAS DAN ENERGI PARTIKEL
DALAM KOTAK 3 DIMENSI DENGAN TEORI PERTURBASI
PADA BILANGAN KUANTUM $n \leq 5$**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Indah Kharismawati

Nim. 070210102106

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Syufa'ati dan Ayahanda Imam Muhyidin yang tersayang, terimakasih atas doa yang kau panjatkan untukku, dukungan, kesabaran, pengorbanan, dan motifasi yang diberikan selama ini;
2. Guru-guruku sejak teman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamaterku Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

Apa yang saya saksikan di alam adalah sebuah tatanan agung yang tidak dapat menjadikan seseorang yang senantiasa berpikir dilingkupi perasaan ‘rendah hati’.

(Albert Einstein)^{*)}

^{*)} Potter F dan Jargodzki C. 2010. *Fisika Modern di Sekitar Kita*. Jakarta: PT Indeks.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Kharismawati

NIM : 070210102106

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Penentuan Probabilitas dan Energi Partikel dalam Kotak 3 Dimensi dengan Teori Perturbasi pada Bilangan Kuantum $n \leq 5$ ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Desember 2011

Yang menyatakan,

Indah Kharismawati

NIM 070210102106

SKRIPSI

PENENTUAN PROBABILITAS DAN ENERGI PARTIKEL DALAM KOTAK 3 DIMENSI DENGAN TEORI PERTURBASI PADA BILANGAN KUANTUM $n \leq 5$

Oleh

Indah Kharismawati
NIM 070210102106

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Bambang Supriadi, M. Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Rif'ati Dina Handayani, S. Pd, M. Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penentuan Probabilitas dan Energi Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi dengan Teori Perturbasi pada Bilangan Kuantum $n \leq 5$ " telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari : Kamis

tanggal : 22 Desember 2011

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Supeno, S.Pd., M.Si
NIP 197412071 999903 1 002

Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si
NIP 19810205 200604 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP 19680710 199302 1 001

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si
NIP 19650420 199512 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Drs. H. Imam Muchtar, SH., M.Hum
NIP 19540712 198003 1 005

RINGKASAN

Penentuan Probabilitas dan Energi Partikel dalam Kotak 3 Dimensi dengan Teori Perturbasi pada Bilangan Kuantum $n \leq 5$; Indah Kharismawati; 070210102106; 2011; 45 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Spektrum dan tingkat energi yang diperkenankan dari sebuah partikel yang terkungkung dalam daerah berdimensi tiga (x, y, z) bergantung pada harga bilangan kuantum utama partikel, sehingga nilai energi E bagi partikel tersebut memiliki harga-harga tertentu dan harus bersifat diskrit. Pemecahan persamaan Schrodinger menghasilkan fungsi gelombang $\psi(\vec{r}, t)$ yang merupakan fungsi dua variabel ruang dan waktu. Fungsi gelombang ini dapat digunakan untuk menjelaskan tingkat energi dan spektrum energi partikel serta $|\psi(\vec{r}, t)|^2$ dapat diinterpretasikan untuk menentukan probabilitas menemukan partikel pada sembarang titik. Hamiltonian sistem yang diketahui dalam banyak persoalan tidak menjamin persamaan itu bisa diselesaikan, misalnya karena adanya gangguan kecil seperti medan listrik atau medan magnet yang dapat mengakibatkan sedikit perubahan pada energi dan fungsi eigennya, untuk persoalan seperti ini maka harus digunakan teori gangguan (perturbasi). Teori perturbasi dapat menentukan seberapa besar akibat dari kehadiran gangguan terhadap tingkat-tingkat energi dan fungsi-fungsi eigen.

Rapat probabilitas untuk menemukan partikel (elektron) dalam kotak tiga dimensi ditentukan oleh ukuran lebar kotak (posisi partikel) sehingga akan didapatkan *rapat probabilitas* (probabilitas per satuan volume) untuk menemukan partikel pada kedudukan (x, y, z) , dengan demikian dapat dihitung dan digambarkan pola distribusi ruang partikel tersebut di setiap titik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan probabilitas partikel dalam kotak tiga dimensi tanpa gangguan pada selang 0 sampai $L/4$ pada bilangan kuantum $n \leq 5$ dan untuk mengkaji dan

mendeskripsikan energi partikel dalam kotak tiga dimensi dengan menggunakan teori perturbasi.

Adapun jenis penelitian ini adalah termasuk kajian teori (non-eksperimen) dengan teknik simulasi komputer. Rapat probabilitas untuk menemukan partikel dalam kotak tiga dimensi juga bergantung pada bilangan kuantum (n_x , n_y dan n_z). Jika partikel berada pada keadaan tereksitasi, baik tereksitasi seluruhnya atau sebagian maka probabilitas untuk menemukan partikel (elektron) dalam kotak juga berubah secara bervariasi. Probabilitas untuk menemukan partikel pada keadaan dasar paling kecil dibandingkan dengan keadaan yang lain dikarenakan partikel memiliki harga amplitudo terkecil, sedangkan peluang terbesar terdapat pada keadaan eksitasi kedua dikarenakan elektron menempati ruang yang tepat yaitu partikel memiliki harga amplitudo terbesar sehingga elektron mudah ditemukan. Amplitudo gelombang-partikel pada sembarang titik berkaitan dengan probabilitas untuk menemukan partikel pada sembarang titik tersebut, bahwa intensitas sebuah gelombang berbanding lurus dengan kuadrat amplitudo gelombang-partikel tersebut.

Energi yang dimiliki partikel selain dipengaruhi oleh bilangan kuantum (n_x , n_y dan n_z) dan ukuran kotak juga dipengaruhi oleh gangguan berupa energi magnet yang dihasilkan karena gerak partikel (elektron) dalam medan magnet intrinsik inti (proton) yang pengaruhnya terhadap nilai energi tidak tampak dikarenakan nilai gangguan energi magnet ini sangat kecil, sedangkan untuk gangguan yang berupa energi magnet ekstrinsik sudah menunjukkan perubahan dengan medan magnetnya yaitu kelipatan 10 (Tesla). Semakin lebar ukuran kotak maka energi yang dimiliki partikel semakin kecil sehingga tingkat energi dan spektrum energi partikel dalam kotak akan tampak kontinu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rapat probabilitas bergantung pada perubahan lebar kotak dan bilangan kuantum dari partikel, sedangkan tingkat energi partikel bergantung pada panjang kotak, bilangan kuantum partikel dan juga gangguan yang dimiliki partikel.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penentuan Probabilitas dan Energi Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi dengan Teori Perturbasi". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dra. Sri Astutik, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Supeno, S.Pd, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
4. Drs. Subiki, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia membimbing dan pengarahan dalam menempuh mata kuliah selama ini;
5. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama dan Rif'ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam bimbingan sejak awal hingga selesainya penulisan skripsi ini;
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan studi di Pendidikan Fisika;
7. Ibuku Syufa'ati, Bapakku Imam Muhyidin, Kakakku Erna Idatul Fitria yang telah memberikan semangat, doa, dukungan dan bantuannya selama ini;
8. Wargo Silanto yang telah memberikan dukungan dan semangatnya selama ini;
9. Teman-teman fisika angkatan 2007 yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu terimakasih atas kebersamaan selama ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, 22 Desember 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fungsi Gelombang Partikel	5
2.2 Operator Fisis	7
2.3 Persamaan Schrodinger	9
2.3.1 Persamaan Schrodinger bergantung waktu	9
2.3.2 Persamaan Schrodinger tak bergantung waktu	11
2.4 Probabilitas dan Normalisasi	12
2.5 Teori Perturbasi Bebas Waktu pada Sistem Tak Berdegenerasi	13

2.6 Kotak Potensial Tiga Dimensi	17
2.6.1 Fungsi Gelombang Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi	17
2.6.2 Energi Eigen dengan Teori Perturbasi Orde-1	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Definisi Operasional Variabel	25
3.3 Langkah - langkah Penelitian	26
3.4 Metode Simpson pada Progam Matlab	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.2 Pembahasan	35
BAB 5. PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR BACAAN	45
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data secara matematik harga probabilitas dan tingkat energi partikel dalam kotak tiga dimensi	30
4.2 Data secara Numerik Harga Probabilitas Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi pada selang 0 sampai $L/4$	31
4.3 Data secara Numerik Tingkat Energi Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi dengan Gangguan Potensial Penghalang berupa Energi Magnet yang dihasilkan karena gerak partikel dalam medan magnet intrinsik inti	32
4.4 Data secara Numerik Tingkat Energi Partikel dalam Kotak Tiga Dimensi dengan Gangguan Potensial Penghalang berupa Energi Magnet Ekstrinsik	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Kotak potensial tiga dimensi dengan gangguan berupa potensial penghalang \hat{G}_0 dengan panjang $(a/4 \times b/4 \times c/4)$	17
4.2 Rapat probabilitas menemukan partikel (elektron) pada keadaan kuantum $n_x = 1$, $n_y = 1$, dan $n_z = 1$ untuk (a) tampak keseluruhan, (b) tampak dari atas	35
4.3 Rapat probabilitas menemukan partikel (elektron) pada keadaan kuantum $n_x = 2$, $n_y = 2$, dan $n_z = 2$ untuk (a) tampak keseluruhan, (b) tampak dari atas	37
4.4 Rapat probabilitas menemukan partikel (elektron) pada keadaan kuantum $n_x = 3$, $n_y = 3$, dan $n_z = 3$ untuk (a) tampak keseluruhan, (b) tampak dari atas	38
4.5 Rapat probabilitas menemukan partikel (elektron) pada keadaan kuantum $n_x = 4$, $n_y = 4$, dan $n_z = 4$ untuk (a) tampak keseluruhan, (b) tampak dari atas	39
4.6 Rapat probabilitas menemukan partikel (elektron) pada keadaan kuantum $n_x = 5$, $n_y = 5$, dan $n_z = 5$ untuk (a) tampak keseluruhan, (b) tampak dari atas	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan probabilitas untuk menemukan elektron dalam kotak tiga dimensi dengan teori perturbasi	46
B. Perhitungan tingkat energi partikel dalam kotak tiga dimensi sebelum ada gangguan	51
C. M-file progam menghitung rapat probabilitas partikel dan grafiknya	53
D. M-file progam menghitung tingkat energi partikel	54
E. M-file progam menghitung energi dengan koreksi orde satu pada gangguan energi magnet intrinsik	54
F. M-file progam menghitung energi dengan koreksi orde satu pada gangguan energi magnet ekstrinsik	55
G. Perhitungan kesalahan nilai probabilitas	56
H. Perhitungan kesalahan nilai energi	56