



**ANALISIS EFEK TEROBOSAN SINGLE PARTIKEL DALAM KEADAAN  
EKSITASI**

**SKRIPSI**

Oleh

Zainur Rasyid Ridlo

Nim. 060210102117

**PROGAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISIS EFEK TEROBOSAN *SINGLE* PARTIKEL DALAM KEADAAN  
EKSITASI**

**SKRIPSI**

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

Oleh

Zainur Rasyid Ridlo

Nim. 060210102117

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Marhaeni tercinta, dan Alm.Ayahanda Suhaeri, M.Pd tercinta. Orang tua terhebat di seluruh dunia, terimakasih atas doa-doa yang engkau panjatkan untukku, dukungan, kesabaran, pengorbanan, dan ketabahan 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

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka ” surat Ar Rad (Petir) ayat 11 ( QS 13:11)\*)*

*“Selama aku mempelajari yang baru setiap hari, walau hanya satu kata, satu ide atau satu hikmah, berarti aku menunaikan kewajiban-kewajiban Tuhanku. Maka aku benar-benar hidup, Jika tidak maka aku tiada. Tak kusentuh kehidupan dan tidak pula kematian. Keduanya mengandung ilmu. Sedangkan ketiadaan , ia sendiri bukanlah sesuatu” (Muhammad Isa Dawud: Penghuni bumi sebelum Kita)\*\*)*

---

\*) Al-Qur'an dan terjemahannya

\*\*\*) Muhammad Isa Dawud. 2009. Penghuni Bumi sebelum kita. bandung.PUSTAKA HIDAYAH

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zainur Rasyid Ridlo

NIM : 060210102117

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: **“Analisis Efek Terobosan *Single* Partikel Dalam Keadaan Eksitasi”** 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, 15 Desember 2012

Yang menyatakan,

Zainur Rasyid Ridlo

NIM 060210102117

**SKRIPSI**

**ANALISIS EFEK TEROBOSAN *SINGLE* PARTIKEL DALAM KEADAAN  
EKSITASI**

Oleh

Zainur Rasyid Ridlo  
NIM 060210102117

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Bambang Supriadi, M. Sc  
Dosen Pembimbing Anggota : Rif'ati Dina Handayani, S. Pd, M. Si

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Analisis Efek Terobosan *single* Partikel Dalam Keadaan Eksitasi" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Senin

Tanggal : 7 Januari 2013

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
NIP. 196204011987021001

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,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd  
NIP. 19540501 198303 1 005

## RINGKASAN

**Analisis Efek Terobosan *Single Partikel* Dalam Keadaan Eksitasi;** Zainur Rasyid Ridlo; 060210102117; 2012; 54 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Persamaan Schrodinger adalah persamaan diferensial orde dua berkaitan erat dengan hipotesa de Broglie tentang dualisme gelombang-partikel. Solusi persamaan tersebut dapat berbentuk fungsi trigonometri ataupun eksponensial. Bentuk gelombang yang ditampilkan merupakan gelombang tegak de Broglie, akan tetapi tidak semua nilai  $k$  pada fungsi gelombang yang diakibatkan oleh adanya panjang gelombang diperkenankan. Hanya nilai  $k$  yang merupakan kelipatan bilangan kuantum utama yang berlaku. Hal ini berkaitan dengan keadaan elektron yang sedang mengorbit di dalam atom dengan tingkat energi tertentu yang dipengaruhi oleh bilangan kuantum utama ( $n$ ). Saat tiga bilangan kuantum utama  $n_x$ ,  $n_y$ , dan  $n_z$  yang berbeda memiliki tingkat energi yang sama disebut *Degenerate* contohnya (1,2,3), (3,2,1) dan (2,1,3). Pada keadaan penggunaan bilangan kuantum berbeda dengan tingkat energi yang berbeda disebut *Non-Degenerate* contohnya (1.1.1), (2.2.2), (3.3.3), (4.4.4), (5.5.5).

Partikel dengan energi berapapun yang berkorelasi dengan bilangan kuantum utama, meskipun energinya lebih rendah dari perintang. Partikel tersebut masih memiliki peluang untuk dapat menerobos suatu "Dinding" perintang. Kejadian di atas dapat diidentikkan dengan sebuah elektron yang sedang bergerak dengan energi ( $E$ ) akan melewati suatu perintang dengan energi potensial ( $V$ ) yang lebih besar dari energi elektron. Pada skala mikroskopik benda bergerak tidak hanya berperilaku sebagai partikel, tetapi juga berperilaku sebagai gelombang, hal ini bersesuaian dengan hipotesa de Broglie.

Titik berat analisis saat elektron menerobos perintang adalah keadaan elektron saat berperilaku sebagai gelombang. Semua analisis yang diterapkan adalah formulasi gelombang. Gejala pada deskripsi diatas dikenal dengan sebutan Efek Terobosan (*Tunneling Effect*).



Energi Elektron yang digunakan untuk menerobos perintang menggunakan energi akibat perubahan bilangan kuantum utama pada keadaan tiga dimensi yaitu  $n_x, n_y, \text{ dan } n_z$ . Perintang yang digunakan berupa potensial yang setara dengan Magneton Bohr, yaitu suatu bentuk energi yang dipengaruhi oleh adanya medan magnet eksternal yang diterapkan pada atom tersebut. Visualisasi efek terobosan menggunakan metode komputasi. Menggunakan algoritma untuk menganalisis perhitungan nilai energi hingga koefisien transmisi. Sebaran gelombang digambarkan dalam keadaan tiga dimensi dengan model *slice*.

Besarnya koefisien transmisi dianalisis menggunakan asas kontinuitas pada syarat batas dengan menggunakan operator persamaan diferensial orde kedua untuk tiga keadaan. Saat sebelum memasuki perintang, di dalam perintang, dan saat lolos berada di luar perintang. Menghasilkan lima persamaan gelombang dengan rincian sebagai berikut, dua persamaan gelombang saat di daerah pertama sebelum memasuki perintang. Dua persamaan gelombang saat berada di dalam perintang, dan satu persamaan gelombang saat lolos dari perintang. Masing-masing keadaan memiliki perbedaan amplitudo akibat adanya perbedaan energi.

Energi terendah dimiliki oleh keadaan dasar dengan susunan bilangan kuantum (1.1.1) senilai 451.8256 eV dengan koefisien transmisi  $8.0235 \cdot 10^{-18}$ . Energi tertinggi dimiliki oleh kombinasi bilangan kuantum (3.3.3) senilai  $4.066 \cdot 10^3$  eV dengan koefisien transmisi  $4.4095 \cdot 10^{-15}$ . Perubahan bilangan kuantum baik secara *Degenerate* maupun *non-Degenerate* mengakibatkan perubahan nilai energi elektron yang akan berkontribusi pada nilai  $K$  dan  $K'$  serta nilai koefisien transmisi yang dihasilkan pada keadaan tiga Dimensi,

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” **Analisis Efek Terobosan *single* Partikel Dalam Keadaan Eksitasi**”. 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. Drs. A.Djoko Lesmono, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
4. Dr. Indrawati, M.Pd 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 Marhaeni, Bapakku Alm, Drs. Suhaeri, M.Pd, sebagai motivator sekaligus inspirasiku, kedua adikku tercinta Risyda Nor Fadlia dan Iffah Shofiatul Kamila, sebagai motivator terbesarku saat ini dan selamanya;
8. Alm, Prof, Dr. KH. Abah Sahilun A.Nasir, M.Pd dan Ibu Drs, Hj. Lilik Istiqomah M.H, yang selalu memberikan motifasi dan bimbingan spiritual Selama di Pon-Pes Al-Jauhar, Jember;
9. Teman-teman Fisika 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, 15 Desember 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Dualisme Gelombang Partikel</b> .....	4
<b>2.2 Persamaan Schrodinger</b> .....	5
2.2.1 Persamaan Schrodinger 3-D bergantung waktu .....	6
2.2.2 Persamaan Schrodinger 3-D tak bergantung waktu .....	7
<b>2.3 Bilangan Kuantum</b> .....	8
<b>2.4 Jari-jari Atom</b> .....	9
<b>2.5 Tingkat Energi Elektron</b> .....	10
2.5.1 Energi pada partikel dalam kotak tiga dimensi .....	10
2.5.2 Energi oleh Magnetron Bohr .....	11

2.5.3 Keadaan tingkat Energi .....	11
<b>2.6 Efek Terobosan Partikel.....</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Persamaan Gelombang dalam Keadaan Tiga Dimensi</b>	
<b>Pada Efek Terobosan.....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Definisi Operasional Variabel .....	20
3.3 Langkah - langkah Penelitian.....	21
3.4 Teknik Penyajian .....	24
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	25
4.2 Pembahasan .....	31
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan .....	35
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR BACAAN .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Energi pada Keadaan <i>Non-Degenerate</i> .....	12
2.2 Energi pada keadaan Degenerate .....	12
3.1 Tabel Penyajian data $B=10^8$ dengan $a=0.5 \text{ \AA}$ .....	24
4.1 Tabel Hubungan Antara Tingkat energi terhadap Nilai Koefisien T.....	36

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Peristiwa Efek Terobosan Partikel.....	13
2.2 Gelombang sebelum memasuki perintang .....	16
2.3 Gelombang setelah melewati perintang .....	16
2.4 Efek Terobosan dalam keadaan tiga dimensi.....	16
2.5 Sumur Potensial 1 dimensi.....	18
2.6 Grafik menentukan harga $k$ .....	19
4.1 Efek terobosan pada keadaan non-Degenerate (1,1,1) .....	24
4.2 Efek terobosan pada keadaan non-Degenerate (3,3,3) .....	25
4.3 Efek terobosan pada keadaan Degenerate (1,3,1) .....	26
4.4 Efek terobosan pada keadaan Degenerate (2,3,1) .....	27
5.1 Gambar Efek Terobosan Partikel Dalam Keadaan Tiga Dimensi.....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Formulasi Efek Terobosan Partikel.....	35
B. Perhitungan Nilai Energi dan Koefisien Transmissi $B = 10^8 T$ .....	43
C. Proses Komputasi Menggunakan Matlab.....	44
D. Lembar Konsultasi.....	49
E. Gambar Efek Terobosan Partikel Dalam Keadaan Tiga Dimensi.....	51