

**SOLUSI PERSAMAAN SCHRODINGER D-DIMENSI
UNTUK POTENSIAL NON SENTRAL *SHAPE*
INVARIANT DENGAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan untuk Mencapai Derajat Magister

Program Studi Ilmu Fisika



Oleh

UTAMA ALAN DETA

S911208007

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2013

commit to user

**SOLUSI PERSAMAAN SCHRODINGER D-DIMENSI
UNTUK POTENSIAL NON SENTRAL *SHAPE*
INVARIANT DENGAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

**Oleh
Utama Alan Deta
S911208007**

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing 1	Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. NIP. 19520915 197603 2 001	.....	..... Juli 2013
Pembimbing 2	Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. NIP. 19610306 198503 1 002	.....	..... Juli 2013

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal Juli 2013**

Mengetahui,
Ketua Progam Studi Ilmu Fisika
Progam Pascasarjana UNS

Drs. Cari, MSc., M.A., Ph.D.
NIP. 19610306 198503 1 002

commit to user

**SOLUSI PERSAMAAN SCHRODINGER D-DIMENSI
UNTUK POTENSIAL NON SENTRAL *SHAPE*
INVARIANT DENGAN METODE
NIKIFOROV-UVAROV**

TESIS

Oleh
Utama Alan Deta
S911208007

Komisi Pembimbing	Tim Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si. NIP. 19690826 199903 1 001	.....	..... Juli 2013
Sekretaris	Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si. NIP. 19710831 200003 1 005	.....	..... Juli 2013
Anggota Penguji	Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. NIP. 19520915 197603 2 001	.....	..... Juli 2013
	Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. NIP. 19610306 198503 1 002	.....	..... Juli 2013

**Telah dipertahankan di depan penguji
Dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal Juli 2013**

Direktur Program Pascasarjana UNS

Ketua Progam Studi Ilmu Fisika
Progam Pascasarjana UNS

Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.
NIP. 19610717 198601 1 001

Drs. Cari, MSc., M.A., Ph.D.
NIP. 19610306 198503 1 002

commit to user

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis saya yang berjudul: “**SOLUSI PERSAMAAN SCHRODINGER D-DIMENSI UNTUK POTENSIAL NON SENTRAL SHAPE INVARIANT DENGAN METODE NIKIFOROV-UVAROV**” adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No 17, tahun 2010)
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka Prodi Ilmu Fisika PPs UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, Juli 2013

Mahasiswa

Utama Alan Deta
S911208007

commit to user

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadiran ALLAH SWT betapa besar limpahan
rahmat dan nikmat Islam

Nabi Muhammad SAW nabi dan rosul junjungan umat islam
sepanjang masa

Tesis ini saya persembahkan kepada:

Mamaku tersayang, ibu Harnaniek

Alm. Papaku tercinta, bapak R. Soediyono

Keluarga Papa di Bandung: Pak De Toto, Om Teguh, dan Bu De Ati

Keluarga Mama di Mojokerto: Mbak Ummah dan Om Agus

Seseorang yang akan menjadi pendamingku kelak

Sahabat-sahabatku yang selalu mendukungku

Sahabat seperjuangan di Program Studi Ilmu Fisika

angkatan Februari 2012 PPs UNS

Grup Fisika Teori Prodi Ilmu Fisika PPs UNS

Adek-adek seperjuangan di Kontrakan Jaya, Kos Edelweiss,

Bengkel, dan Jurusan Fisika FMIPA Unesa

Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi atas Beasiswa Unggulan yang

dipercayakan kepada saya

Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tak

bisa disebutkan satu persatu

commit to user

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۗ

“Sebab sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”
(QS. Al-Insyirah: 5-6)

Diriwayatkan dari Jabir berkata, “Rasulullah Shallallahu alaihi wassalam bersabda, ‘Orang beriman itu bersikap ramah dan tidak ada kebaikan bagi seorang yang tidak bersikap ramah. Dan sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat bagi manusia.’” (HR. Thabrani dan Daruquthni)

“Jalani hidup seperti air yang mengalir.” (R. Soediyono dan Harnaniek)

“People that do not follow the rules are called trash...
But those that ignore their comrades are even worse trash...”
(Uchiha Obito)

"Impossible??? If you have the motivation, I don't think anything in this world is impossible. First, you have to start moving. If you move, something will start."
Daiki Kaito (Diend)

"Mathematics is the part of physics where experiments are cheap"
Vladimir Arnold

“Just do the best!”
(Deta Ash JMc)

commit to user

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang Maha Memberi Pertolongan kepada setiap hamba-Nya, atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penelitian yang berjudul “Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Non Sentral *Shape Invariant* dengan Metode Nikiforov-Uvarov” dapat diselesaikan dengan baik.

Keberhasilan penulisan tesis ini, tentu tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, MS., selaku Direktur Program Pascasarjana (PPs) UNS.
2. Drs. Cari, MSc., M.A., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana (PPs) UNS dan dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberikan banyak masukan dalam penulisan laporan penelitian ini.
3. Dra. Suparmi, M.A. Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberikan banyak masukan dalam penulisan laporan penelitian ini.
4. Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si. dan Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dalam penulisan laporan penelitian ini.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana (PPs) UNS yang telah memberikan bekal ilmu selama di UNS.
6. Papahku yang ada di “sana”, selalu menjadi idola dan semangat hidupku.
7. Mamaku, yang senantiasa berdo'a tanpa henti untuk kebaikan dan keberhasilan dan selalu memberikan semangat yang tidak putus-putus.

commit to user

8. Keluarga di Bandung khususnya Pak De Toto, Om Teguh, dan Bu De Ati serta keluarga di Mojokerto khususnya Mbak Ummah dan Om Agus yang telah menyupport baik secara moril maupun materi.
9. Teman-teman di Program Studi Ilmu Fisika angkatan Febuari 2012 dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya kepada penulis dalam rangka menyelesaikan proposal ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penelitian ini didanai oleh Hibah Pascasarjana UNS dengan nomor kontrak 2340/UN27.10/PG/2012. Terima kasih yang sebesar-besarnya, sebaik-baik balasan hanyalah balasan dari Allah SWT. Besar harapan peneliti semoga hasil penelitian dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surakarta, Juli 2013

Penulis

ABSTRAK

UTAMA ALAN DETA. NIM: S911208007. 2013. Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Non Sentral *Shape Invariant* dengan Metode Nikiforov-Uvarov. TESIS. Pembimbing I: Dra. Suparmi, M.A., Ph.D., II: Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. Program Studi Ilmu Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spektrum energi dan fungsi gelombang pada persamaan Schrodinger D-Dimensi dengan beberapa potensial non sentral *shape invariant* yaitu potensial Scarf hiperbolik plus non sentral Poschl-Teller dan potensial Scarf trigonometri plus non sentral Rosen-Morse dengan metode Nikivarof-Uvarov. Metode Nikivarof-Uvarov merupakan metode penyelesaian persamaan diferensial orde kedua dengan mengubah persamaan tersebut menjadi persamaan perantara hipergeometrik melalui substitusi variabel yang sesuai.

Penelitian dilaksanakan melalui studi literatur untuk menyelesaikan persamaan Schrodinger D-Dimensi potensial Scarf hiperbolik plus non sentral Poschl-Teller dan potensial Scarf trigonometri plus non sentral Rosen-Morse secara analitik. Tingkatan energi dan fungsi gelombang diperoleh dengan metode Nikivarof-Uvarov. Setelah diperoleh tingkatan energi dan dibandingkan dengan metode lain pada kondisi khusus, fungsi gelombang dapat diperoleh dengan metode Nikivarof-Uvarov.

Spektrum energi dari potensial Scarf hiperbolik plus non sentral Poschl-Teller dan potensial Scarf trigonometri plus non sentral Rosen-Morse pada D-Dimensi yang diperoleh dengan metode Nikiforov-Uvarof memiliki hasil yang konsisten dengan penelitian terdahulu pada kondisi khusus. Spektrum energi dan fungsi gelombang kedua kombinasi potensial tersebut ditentukan melalui pendekatan untuk nilai bilangan kuantum orbital $l \neq 0$.

Kata Kunci: Persamaan Schrodinger D-Dimensi, Potensial Non Sentral *Shape Invariant*, dan Metode Nikivarof-Uvarov.

ABSTRACT

UTAMA ALAN DETA. NIM: S911208007. 2013. Solution of Schrodinger Equation in D-Dimensions for Non Central Shape Invariant using Nikiforov-Uvarov Method. THESIS. Supervisor I: Dra. Suparmi, M.A., Ph.D., II: Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. Physics Department, Postgraduate Program, Sebelas Maret University.

This research's aim are to determine energy spectra and wave function of Schrodinger Equation in D-Dimensions for non central shape invariant potentials, that is, Scarf hyperbolic plus non central Poschl-Teller potential and Scarf trigonometric plus non central Rosen-Morse potential with Nikivarof-Uvarov method. Nikivarof-Uvarov method are the method for solving a second order of differential equation which transform that equation into hypergeometric equation using a correct substitution of variable.

Research was done through a literature studies to solve the Schrodinger equation D-Dimensions analitically for Scarf hyperbolic plus non central Poschl-Teller potential and Scarf trigonometric plus non central Rosen-Morse potential. Energy spectra and wave function obtained by Nikivarof-Uvarov method. After obtaining energy levels and compared with the other methods in the special conditions, the wave function can be obtained by Nikivarof-Uvarov method.

Energy spectra of the Scarf hyperbolic plus non-central Poschl Teller potential and Scarf trigonometric plus non-central Rosen Morse potential on D-Dimensions which obtained by Nikiforov-Uvarof methods have a results consistently with previous research on special condition. Energy spectra and wave functions of both combination of potentials are determined approximately for the value of orbital quantum number $l \neq 0$.

Keywords: Schrodinger Equation in D-Dimensions, Non Central Shape Invariant Potentials, and Nikivarof-Uvarov Method.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI TESIS	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan	6
D. Batasan Masalah	6
E. Manfaat Penelitian	7

commit to user

BAB II DASAR TEORI

A. Persamaan Schrodinger	8
B. Persamaan Schrodinger dalam Ruang D-Dimensi	11
C. Review Metode Nikivorof-Uvarov	12
D. Potensial Non Sentral <i>Shape Invariant</i>	14
E. Potensial Scarf Hiperbolik <i>Plus</i> Non Sentral Poschl-Teller	15
F. Potensial Scarf Trigonometri <i>Plus</i> Non Sentral Rosen-Morse	16
G. Persamaan Schrodinger dengan Hiperbolik <i>Plus</i> Non Sentral Poschl-Teller	17
H. Persamaan Schrodinger dengan Potensial Scarf Trigonometri <i>Plus</i> Non Sentral Rosen-Morse	19

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Objek Penelitian	21
C. Instrumen Penelitian	22
D. Prosedur Penelitian	23

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Persamaan Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial untuk Potensial Scarf Hiperbolik pada D-Dimensi dengan Faktor Sentrifugal	25
---	----

commit to user

2. Persamaan Eigenvalue dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Poschl-Teller pada D-Dimensi	33
3. Persamaan Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial untuk Potensial Scarf Trigonometri pada D-Dimensi dengan Faktor Sentrifugal	52
4. Persamaan Eigenvalue dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Rosen-Morse pada D-Dimensi	60
5. Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller	76
6. Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse	99
B. Pembahasan	
1. Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller	122
2. Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse	127
BAB IV PENUTUP	
A. Kesimpulan	132
B. Saran	132
DAFTAR PUSTAKA	134

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Visualisasi Fungsi Gelombang Tingkat Dasar Bagian Radial Potensial Scarf Hiperbolik	78
Tabel 4.2 Visualisasi Fungsi Gelombang Tingkat Tereksitasi Pertama Bagian Radial Potensial Scarf Hiperbolik	79
Tabel 4.3 Visualisasi Fungsi Gelombang 3 Dimensi Bagian Radial Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller	83
Tabel 4.4 Visualisasi Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Poschl-Teller	90
Tabel 4.5 Visualisasi Fungsi Gelombang Tingkat Dasar Bagian Radial Potensial Scarf Trigonometri	100
Tabel 4.6 Visualisasi Fungsi Gelombang Tingkat Tereksitasi Pertama Bagian Radial Potensial Scarf Trigonometri.....	102
Tabel 4.7 Visualisasi Fungsi Gelombang 3 Dimensi Bagian Radial Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen- Morse	106
Tabel 4.8 Visualisasi Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Rosen-Morse	113

commit to user

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter b	93
Gambar 4.2 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter a	93
Gambar 4.3 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter λ	94
Gambar 4.4 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter κ	94
Gambar 4.5 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter m	95
Gambar 4.6 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller Ditinjau dari Parameter n_l	95
Gambar 4.7 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter b	116
Gambar 4.8 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter a	116
Gambar 4.9 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter q	117
Gambar 4.10 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter v	117

commit to user

Gambar 4.11 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter m 118

Gambar 4.12 Spektrum Energi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse Ditinjau dari Parameter n_l 118



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Separasi Variabel pada Persamaan Schrodinger D-Dimensi Untuk Potensial Scarf Hiperbolik Plus Non Sentral Poschl-Teller	143
Lampiran II	Separasi Variabel pada Persamaan Schrodinger D-Dimensi Untuk Potensial Scarf Trigonometri Plus Non Sentral Rosen-Morse	147
Lampiran III	Persamaan Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial untuk Potensial Scarf Hiperbolik pada D-Dimensi dengan Faktor Sentrifugal	151
Lampiran IV	Persamaan Spektrum Energi dan Fungsi Gelombang Bagian Radial untuk Potensial Scarf Trigonometri pada D-Dimensi dengan Faktor Sentrifugal	171
Lampiran V	Persamaan <i>Eigenvalue</i> dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Poschl-Teller	192
Lampiran VI	Persamaan <i>Eigenvalue</i> dan Fungsi Gelombang Bagian Sudut untuk Potensial Non Sentral Rosen-Morse	243
Lampiran VII	Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Hiperbolik plus Non Sentral Poschl-Teller	281

commit to user

Lampiran VIII Solusi Persamaan Schrodinger D-Dimensi untuk Potensial Scarf Trigonometri plus Non Sentral Rosen-Morse	295
Lampiran IX Polinomial Jacobi untuk Nilai n Tertentu	307
Lampiran X Fungsi Gelombang Bagian Sudut Potensial Rosen-Morse untuk n Tertentu	310
Lampiran XI Publikasi Tesis	314

