



**FUNGSI GELOMBANG ATOM HIDROGEN DALAM
REPRESENTASI RUANG MOMENTUM DENGAN
METODE TRANSFORMASI FOURIER
PADA BILANGAN KUANTUM
UTAMA $n \leq 3$**

SKRIPSI

Oleh
ANAS DANIL FASSI
060210192197

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



**FUNGSI GELOMBANG ATOM HIDROGEN DALAM
REPRESENTASI RUANG MOMENTUM DENGAN
METODE TRANSFORMASI FOURIER
PADA BILANGAN KUANTUM
UTAMA $n \leq 3$**

SKRIPSI

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

Oleh
ANAS DANIL FASSI
060210192197

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibuk Hj. Nur Hidayati, S.Pd dan Bapak H. Abdullah Bakir, S.Ag yang aku cinta dan aku hormati;
2. Bapak dan Ibu Guru SDN 1 Kotaanyar, SMPN 1 Kotaanyar, SMAN 1 Kraksaan, dan FKIP jurusan MIPA program studi pendidikan Fisika Universitas Jember yang telah menjadi jalan cahaya dalam pertumbuhanku;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTTO

Dan sungguh Kami telah memuliakan anak cucu adam, dan Kami angkut mereka di daratan dan lautan, dan Kami telah memberikan rezeki yang baik kepada mereka, dan Kami telah lebihkan mereka dari antara makhluk-makhluk yang telah Kami ciptakan dengan kelebihan yang sempurna.
(terjemahan Surat *Al – Isra ayat 70**)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anas Danil Fassi,

NIM : 060210192197

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum dengan Metode Transformasi Fourier pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ ” 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 mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Desember 2011

Yang menyatakan,

Anas Danil Fassi

NIM 060210192197

SKRIPSI

**FUNGSI GELOMBANG ATOM HIDROGEN DALAM
REPRESENTASI RUANG MOMENTUM DENGAN
METODE TRANSFORMASI FOURIER
PADA BILANGAN KUANTUM
UTAMA $n \leq 3$**

**Anas Danil Fassi
NIM 060210192197**

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Yushardi, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ” Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum dengan Metode Transformasi Fourier pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari, tanggal : 22 Desember 2011

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dra. Sri Astutik, M. Si
NIP 19670610 1992032 002

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

Anggota I,

Anggota II,

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

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

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

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



Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum dengan Metode Transformasi Fourier pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ (The Wave Function of Hydrogen Atom in Momentum Representation by Fourier Transform Method for the Principal Quantum Number $n \leq 3$)

Anas Danil Fassi

Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Jember

ABSTRACT

Generally, the position representation has been useful for most bound-state problem such as atomic and molecular structure as well as many scattering problems. With few exceptions, the momentum representation has been almost exclusively to study scattering. Hydrogen atom has different wave function for each quantum state. Therefore, the formulation is required in each quantum state to get the hydrogen atom wave function in momentum space representation of the principal quantum number $n \leq 3$. The symmetry between position and momentum, and the earlier observation about the interpretation of a superposition of sinusoidal waves, leads us to assume that, since $|\Psi(x)|^2$ is the probability density for finding the particle with position x , $|\varphi(p)|^2$ is the probability density for finding the particle with momentum p . By using Fourier Transform to the wave function of Hydrogen atom in position representation, the wave function of hydrogen atom in momentum representation could be reached and this function is able to show the probability distribution and the probability of finding momentum of hydrogen atom electron by using Simpson rule in Matlab 6.7 program exactly.

Key words: *Hydrogen momentum, Fourier transform, momentum probability*

RINGKASAN

Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum dengan Metode Transformasi Fourier pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$; Anas Danil Fassi; 060210192197; 2011; 44 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Kemungkinan bahwa partikel seperti elektron memiliki sifat partikel dan sifat gelombang diajukan oleh Louis de Broglie pada tahun 1924. Kenyataan bahwa elektron yang bergerak mengelilingi inti atom memiliki sifat gelombang, maka persamaan Schrodinger diaplikasikan dalam atom hidrogen untuk mendapatkan fungsi gelombang nonrelativistis dalam medan potensial. Dengan mengabaikan efek spin elektron, setiap keadaan kuantum hidrogen akan memiliki fungsi gelombang yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan formulasi pada tiap keadaan kuantum untuk mendapatkan fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum pada bilangan kuantum utama $n \leq 3$. Distribusi probabilitas dan probabilitas momentum elektron atom hidrogen dalam representasi ruang momentum tiap keadaan kuantum diperoleh dari masing-masing fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum terhadap momentum p . Tujuan penelitian untuk mendapatkan fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum dengan metode transformasi Fourier pada bilangan kuantum utama $n \leq 3$ dan untuk mendapatkan distribusi probabilitas momentum dan probabilitas momentum elektron atom hidrogen dalam representasi ruang momentum dengan metode transformasi Fourier pada bilangan kuantum utama $n \leq 3$. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai tambahan pengetahuan mengenai fungsi gelombang atom hidrogen khususnya untuk mata kuliah fisika modern.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode transformasi Fourier untuk mengubah fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang polar bola menjadi fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum untuk bilangan kuantum $n \leq 3$. Fungsi gelombang atom hidrogen

dalam ruang momentum tersebut digunakan untuk mendapatkan distribusi probabilitas momentum dalam ruang momentum dan probabilitas momentum dalam ruang momentum. Distribusi probabilitas dalam ruang momentum didapatkan dengan bantuan program matlab 6.08, begitu juga dengan probabilitas momentum dalam ruang momentum didapatkan dengan metode integrasi aturan Simpson dalam program matlab.

Dari hasil penelitian didapatkan fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum untuk setiap bilangan kuantum $n \leq 3$. Fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum terdiri dari 2 fungsi yaitu fungsi angular dan fungsi radial momentum. Fungsi angular adalah fungsi yang dipengaruhi oleh bilangan kuantum orbital (l) dan bilangan kuantum magnetik (m) dan tersusun atas sudut zenith (θ) dan sudut azimuth (ϕ). Fungsi radial momentum adalah fungsi yang hanya bergantung pada bilangan kuantum utama (n) dan bilangan kuantum orbital (l). Distribusi momentum elektron atom hidrogen akan memiliki bentuk grafik yang berbeda-beda untuk setiap bilangan kuantum utamanya, banyaknya puncak bergantung pada hasil selisih bilangan kuantum n dengan l . Probabilitas momentum diperoleh dari hasil integrasi fungsi distribusi momentum dalam ruang momentum terhadap momentum p .

Fungsi gelombang atom hidrogen dalam representasi ruang momentum merupakan suatu kuantitas kompleks yang terdiri dari dua fungsi yaitu fungsi radial momentum $F_{nl}(p)$ dan fungsi angular $Y_l^m(\theta, \phi)$. Grafik distribusi probabilitas momentum elektron atom Hidrogen dalam ruang momentum memiliki bentuk yang berlawanan dengan distribusi probabilitas posisi elektron atom Hidrogen dalam ruang posisi dan banyaknya puncak dalam grafik distribusi probabilitas elektron atom Hidrogen dalam ruang momentum ditentukan oleh selisih bilangan kuantum utama n dengan bilangan kuantum orbital l . Probabilitas momentum elektron atom hidrogen dalam ruang momentum semakin membesar dengan bertambahnya nilai bilangan kuantum utama, besarnya probabilitas elektron atom hidrogen dalam ruang momentum juga berbanding lurus dengan besarnya kelipatan nilai momentum p_0 .

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum dengan Metode Transformasi Fourier pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ ". 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. Ibu Dra. Sri Astutik, M.Si selaku ketua jurusan pendidikan MIPA sekaligus dosen ketua penguji;
3. Bapak Supeno, S.Pd, M.Si selaku ketua program studi pendidikan fisika;
4. Bapak Drs. Bambang Supriadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberi inspirasi dalam kehidupan saya;
5. Bapak Dr. Yushardi, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberi motivasi dan kepercayaan saat saya dalam keputusan;
6. Ibu Rif'ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si selaku Dosen Penguji;
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan studi di Pendidikan Fisika;
8. Keluarga Besar Bimbel SSC Jember yang benar-benar tabah bekerja bersama saya dan juga sebagai guru kehidupan;
9. Sahabat-sahabatku Fisika 2006 NR yang telah berjuang bersama dalam menuntut ilmu pendidikan Fisika.

Besar harapan penulis bila segenap pembaca memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Fungsi Gelombang Partikel | 4 |
| 2.2 Persamaan Schrodinger | 5 |
| 2.2.1 Persamaan Schrodinger Bergantung Waktu | 5 |
| 2.2.2 Persamaan Schrodinger tidak Bergantung Waktu | 7 |
| 2.3 Persamaan Schrodinger atom hidrogen | 8 |
| 2.4 Solusi Persamaan Schrodinger Atom Hidrogen | 10 |
| 2.5 Transformasi Fourier | 14 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 2.6 | Persamaan Gelombang Atom Hidrogen dalam Ruang Momentum | 15 |
| 2.7 | Distribusi Probabilitas Momentum dan Probabilitas Momentum Elektron Atom Hidrogen | 21 |
| 2.8 | Bilangan Kuantum | 21 |
| 2.8.1 | Bilangan Kuantum Utama (n) | 22 |
| 2.8.2 | Bilangan Kuantum Orbital (l) | 22 |
| 2.8.3 | Bilangan Kuantum Magnetik (m_l) | 23 |
| 2.9 | Integrasi Numerik | 23 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | | |
| 3.1 | Jenis Penelitian | 25 |
| 3.2 | Tempat dan Waktu Penelitian | 25 |
| 3.3 | Definisi Operasional | 25 |
| 3.3.1 | Fungsi Gelombang | 25 |
| 3.3.2 | Atom Hidrogen | 26 |
| 3.3.3 | Persamaan Schrodinger | 26 |
| 3.3.4 | Fungsi Gelombang Atom Hidrogen dalam Ruang Momentum | 27 |
| 3.3.5 | Reduksi Massa | 27 |
| 3.3.6 | Normalisasi | 27 |
| 3.3.7 | Distribusi probabilitas momentum atom Hidrogen dalam representasi ruang momentum | 27 |
| 3.3.8 | Probabilitas momentum atom hidrogen dalam representasi ruang momentum..... | 28 |
| 3.4 | Desain Penelitian | 29 |
| 4.5 | Data dan Sumber Data | 31 |
| 3.6 | Analisa Data dan Tehnik Penyajian | 31 |
| 3.6.1 | Analisis Data | 31 |
| 3.6.2 | Tehnik Penyajian | 33 |

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

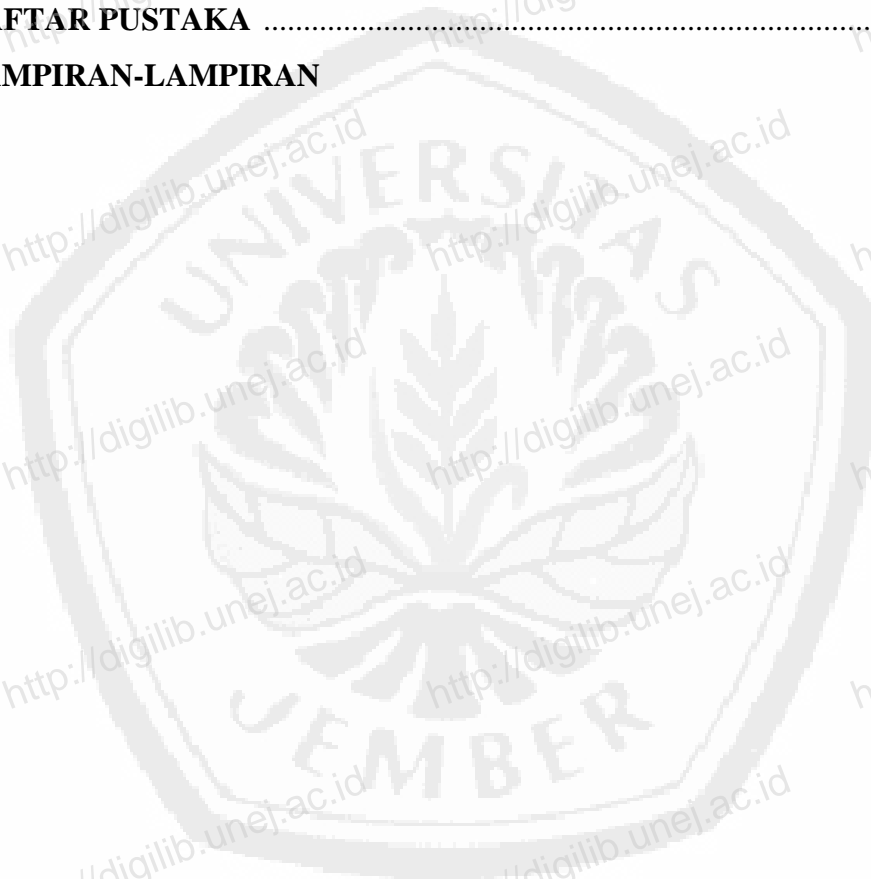
| | |
|--|-----------|
| 4.1 Hasil Simulasi Fungsi Gelombang dan Nilai Probabilitas Momentum Atom Hidrogen | 35 |
| 4.2 Pembahasan | 37 |

BAB 5. PENUTUP

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 5.1 Kesimpulan | 40 |
| 5.2 Saran | 41 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
|-----------------------------|-----------|

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Matrik Penelitian | 44 |
| B. Probabilitas Momentum Atom Hidrogen untuk Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ | 45 |
| C. Hasil Simulasi Komputasi Distribusi Probabilitas Momentum Atom Hidrogen pada bilangan kuantum utama $n \leq 3$ dalam grafik distribusi probabilitas momentum $p^2(\varphi(p))^2$ terhadap nilai momentum p/p_0 | 47 |
| D. Komparasi Grafik Distribusi Probabilitas Atom Hidrogen pada Ruang Momentum dan Ruang Posisi pada Keadaan 1s, 2s, dan 3s | 49 |
| E. Program Aturan Simpson untuk Simulasi Probabilitas Momentum Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ | 50 |
| F. Program Fungsi Distribusi Radial Momentum Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum | 51 |
| G. Program Grafik Distribusi Probabilitas Momentum Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum pada Bilangan Kuantum Utama $n \leq 3$ | 54 |
| H. Program Grafik Distribusi Probabilitas Momentum Atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum pada Keadaan 1s, 2s, dan 3s | 57 |
| I. Perhitungan Manual Probabilitas Momentum Atom Hidrogen untuk Bilangan Kuantum Utama $n = 1$ dan Bilangan Kuantum Orbital $l=0$ | 58 |
| J. Grafik Probabilitas Momentum | 61 |
| K. Simulasi Fungsi Gelombang Elektron Atom Hidrogen dalam Ruang Momentum untuk Bilangan Kuantum Utama $n = 1$ | 65 |

DAFTAR TABEL

Halaman

| | |
|--|----|
| 3.1 Tabel data simulasi untuk menentukan fungsi gelombang atom hidrogen $\varphi(p, \theta_p, \phi_p)$ dan nilai probabilitas momentum elektron atom hidrogen..... | 33 |
| 4.1 Data dan hasil simulasi Fungsi gelombang $\varphi(p, \theta_p, \phi_p)$ | 36 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Paket gelombang de Broglie sebagai gelombang pemandu partikel kuantum..... | 5 |
| 2.2 Elektron dan inti atom hidrogen berputar pada pusat massa Sistemnya | 8 |
| 2.3 Koordinat polar bola r, θ, ϕ | 9 |
| 2.4 Skema transformasi integral..... | 14 |
| 3.1 Diagram langkah-langkah penelitian | 29 |
| 3.2 Diagram Alir Program Matlab untuk Distribusi Probabilitas dan Probabilitas elektron atom Hidrogen dalam Representasi Ruang Momentum..... | 32 |
| 3.3 Grafik distribusi Probabilitas momentum terhadap Momentum..... | 31 |
| 4.1 Grafik probabilitas momentum terhadap keadaan 1s, 2s, dan 3s..... | 39 |