



**RAPAT PROBABILITAS DAN TINGKAT ENERGI PADA  
ION MOLEKUL HIDROGEN  $H_2^+$**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Habib Mustofa  
NIM 070210102109**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**RAPAT PROBABILITAS DAN TINGKAT ENERGI PADA  
ION MOLEKUL HIDROGEN  $H_2^+$**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Habib Mustofa**  
**NIM 070210102109**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Halimah dan Alm. Ayahanda Jaiz Yasin yang tercinta. Terima kasih atas untaian dzikir dan doa yang telah mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan serta curahan kasih sayang yang telah diberikan selama ini;
2. Guru-guruku sejak TK sampai PT yang terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

## MOTTO

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.  
Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.  
(Terjemahan Surat Al-Mujaadilah Ayat 11)\*)*

*Anda tidak akan berhasil menjadi pribadi baru bila anda berkeras  
untuk mempertahankan cara-cara lama anda dan Anda akan disebut baru,  
hanya bila cara-cara anda baru.  
(Mario Teguh)*

*Keyakinan gagal akan menimbulkan sejuta alasan untuk 'gagal' dan  
keyakinan berhasil akan menimbulkan sejuta alasan untuk 'berhasil'. Great  
Strider: 1) berhenti mengeluh, 2) berhenti menyalahkan keadaan, 3) hentikan  
membuang waktu dengan sia-sia, dan 4) berbuat sesuatu yang lebih  
dari yang pernah anda kerjakan.  
(Habib Mustofa)*

---

\*<sup>)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1992. *Al Qur'an dan Terjemahannya*.  
Semarang: PT Tanjung Mas Inti.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Habib mustofa

NIM : 070210102109

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Rapat Probabilitas dan Tingkat Energi pada Ion Molekul Hidrogen  $H_2^+$ " adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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, 25 Mei 2012

Yang menyatakan,

Habib Mustofa

NIM 070210102109

**SKRIPSI**

**RAPAT PROBABILITAS DAN TINGKAT ENERGI PADA  
ION MOLEKUL HIDROGEN  $H_2^+$**

Oleh

Habib Mustofa

NIM 070210102109

Pembimbing

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

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

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Rapat Probabilitas dan Tingkat Energi pada Ion Molekul Hidrogen  $H_2^+$ " telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Jumat, 25 Mei 2012

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

**Supeno, S.Pd., M.Si**  
**NIP 19741207 199903 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

**Rapat Probabilitas dan Tingkat Energi pada Ion Molekul Hidrogen  $H_2^+$** ; Habib Mustofa; 070210102109; 2012; 48 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Atom merupakan suatu unit terkecil dari sebuah unsur yang memiliki sifat-sifat dasar tertentu. Model atom Bohr merupakan transisi antara model klasik dan mekanika gelombang, karena ketika elektron dalam keadaan stasioner, maka dapat ditinjau secara klasik, sedangkan ketika elektron dapat mengalami eksitasi, maka dapat ditinjau secara mekanika gelombang berdasarkan teori Max Planck.

Molekul merupakan grup netral secara elektrik yang mengikat atom dengan cukup kuat sehingga berperilaku sebagai partikel tunggal. Molekul dapat terbentuk karena adanya ikatan (ikatan ionik, ikatan kovalen, atau ikatan Van Der Waals) antara dua atom atau lebih. Ion molekul hidrogen  $H_2^+$  merupakan molekul paling sederhana, karena terdiri dari sebuah elektron dan dua inti atom. Ion molekul hidrogen  $H_2^+$  terbentuk karena elektron terpisahkan dari salah satu molekul hidrogen  $H_2$ . Elektron pada ion molekul hidrogen  $H_2^+$  dapat mengorbit pada kedua inti atom. Fungsi gelombang pergerakan elektron menggunakan pendekatan metode LCAO yang diselesaikan dengan persamaan Schrodinger tak gayut waktu. Fungsi gelombang ion molekul hidrogen  $H_2^+$  terdiri atas fungsi gelombang simetri dan fungsi gelombang anti-simetri. Tingkat energi ion molekul hidrogen  $H_2^+$  terdiri atas energi simetri dan anti-simetri. Ion molekul hidrogen  $H_2^+$  dapat berikatan apabila terdapat energi disosiasi untuk menjaga kestabilan ikatan antara kedua atom.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mendeskripsikan rapat probabilitas pada fungsi gelombang ion molekul hidrogen  $H_2^+$  dalam keadaan orbital atom hidrogen 1s, dan (2) mendeskripsikan tingkat-tingkat energi ion molekul hidrogen  $H_2^+$  pada keadaan orbital atom hidrogen 1s.

Jenis penelitian ini adalah penelitian teori non eksperimen yang dilaksanakan pada bulan Februari 2012 di laboratorium fisika, program studi pendidikan fisika, fakultas keguruan dan ilmu pendidikan Universitas Jember.



Berdasarkan hasil simulasi rapat probabilitas menemukan elektron dengan fungsi gelombang simetri pada ion molekul hidrogen  $H_2^+$  menggunakan jarak antar inti atom  $2,5a_0$  diperoleh peluang sekitar 0,2 hingga 0,3, sedangkan rapat probabilitas menemukan electron fungsi gelombang anti-simetri diperoleh peluang 0. Hal ini disebabkan karena tidak terdapat tumpang tindih di antara inti atom. Pada keadaan simetri, apabila jarak antar inti atom semakin jauh, maka probabilitas menemukan elektron akan semakin kecil dan sebaliknya. Pada keadaan anti-simetri, besar tumpang tindih di antara inti atom adalah nol di semua jarak antar inti atom.

Tingkat energi ion molekul hidrogen  $H_2^+$  terdiri atas energi simetri dan anti-simetri. Energi dalam keadaan simetri akan saling tarik menarik antara kedua inti atom, karena memiliki energi resonansi yang saling tarik-menarik dan memiliki energi kestabilan  $-15,3033 eV$  pada jarak  $2.5a_0$ , sedangkan energi dalam keadaan anti-simetri akan saling tolak menolak antara kedua inti atom, karena memiliki energi resonansi yang saling tolak-menolak dan tidak memiliki energi kestabilan di semua jarak inti atom  $r_{AB}$ .

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah: (1) rapat probabilitas menemukan elektron pada ion molekul hidrogen  $H_2^+$  dengan fungsi gelombang simetri akan semakin besar apabila jarak antar inti atom semakin dekat, dan sebaliknya, sedangkan fungsi gelombang anti-simetri, rapat probabilitas menemukan elektron di antara inti atom adalah nol di semua jarak antar inti atom, dan (2) energi simetri, apabila inti atom saling berdekatan menuju posisi keseimbangan, maka energinya akan tarik menarik semakin kuat, sedangkan apabila inti atom saling berjauhan dari posisi keseimbangan, maka energinya akan tarik-menarik semakin lemah. Tingkat energi anti-simetri, apabila kedua inti atom saling berdekatan, maka memiliki energi tolak-menolak semakin kuat, sedangkan apabila kedua inti atom saling berjauhan, maka memiliki energi tolak-menolak semakin lemah.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Rapat Probabilitas dan Tingkat energi pada Ion Molekul hidrogen  $H_2^+$ ". 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. Drs. Imam Muchtar, SH. M.Hum. selaku 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 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 Ibu Rif'ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si selaku Dosen Pembimbing Kedua 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;

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, 25 Mei 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> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> ....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<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> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Hipotesis De Broglie</b> .....	5
<b>2.2 Persamaan Schrodinger dan Operator Fisis</b>	
2.2.1 Persamaan Schrodinger .....	6
2.2.2 Operator Fisis.....	9
<b>2.3 Atom Hidrogen</b> .....	10
2.3.1 Persamaan Azimuth .....	12
2.3.2 Persamaan Polar .....	14
2.3.1 Persamaan Radial .....	15

2.4 Fungsi Gelombang Simetri dan Anti-simetri .....	20
2.5 Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$	
2.5.1 Born-Oppenheimer Approximation .....	21
2.5.2 Orbital Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ .....	23
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.2 Definisi Operasional Variabel	
3.2.1 Rapat Probabilitas Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ .....	29
3.2.2 Energi Simetri dan Anti-simetri.....	30
3.3 Langkah-langkah Penelitian .....	30
3.4 Aplikasi Program Matlab .....	31
3.5 Teknik Penyajian Data .....	33
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	35
4.1.1 Fungsi Gelombang dan Rapat Probabilitas Simetri dan Anti-simetri pada Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ .....	35
4.1.2 Energi Simetri dan Anti-simetri pada Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ .....	38
4.2 Pembahasan .....	40
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR BACAAN</b> .....	48
<b>LAMPIRAN</b> .....	49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Fungsi Gelombang Atom Hidrogen .....	19
3.1 Energi Simetri dan Antisimetri pada Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ .....	33
4.1 Fungsi gelombang pada ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s.....	35
4.2 Energi simetri dan anti-simetri ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s .....	38
4.3 Energi Simetri dan Anti-simetri pada Ion Molekul Hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s .....	38

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sudut $\varphi$ dan $\varphi + 2\pi$ yang mengidentifikasi bidang yang sama .....	13
2.2 Diagram vektor momentum sudut L .....	15
2.3 Sistem koordinat sferoidal dari ion molekul hidrogen $H_2^+$ .....	23
2.4 Integral overlap pada ion molekul hidrogen $H_2^+$ yang bergantung pada jarak antar inti atom .....	26
2.5 Energi exchange dan energi Coulomb pada ion molekul hidrogen $H_2^+$ yang bergantung terhadap jarak inti atom. ....	28
3.1 Bagan langkah-langkah penelitian .....	30
3.2 Diagram flow chart program simulasi rapat probabilitas dan tingkat energi ion molekul hidrogen $H_2^+$ .....	32
4.1 Grafik fungsi gelombang simetri ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s pada jarak antar inti atom $2,5a_0$ .....	36
4.2 Grafik rapat probabilitas fungsi gelombang simetri ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s pada jarak antar inti atom $2,5a_0$ .....	36
4.3 Grafik fungsi gelombang anti-simetri ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s pada jarak antar inti atom $2,5a_0$ .....	37
4.4 Grafik rapat probabilitas fungsi gelombang anti-simetri ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s pada jarak antar inti atom $2,5a_0$ .....	37
4.5 Grafik energi simetri pada ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s .....	39
4.6 Grafik energi anti-simetri pada ion molekul hidrogen $H_2^+$ dengan orbital atom hidrogen 1s .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. APPENDIX	
I    KOORDINAT BOLA DAN KOORDINAT SPHEROIDAL .....	49
II   LEGENDRE AND ASSOCIATED LEGENDRE FUNCTIONS.....	52
III  LAGUERRE POLYNOMIAL AND ASSOCIATED LAGUERRE FUNCTIONS.....	55
IV  EXCHANG INTEGRAL , COULOMB INTEGRAL DAN OVERLEP INTEGRAL .....	58
B. FUNGSI GELOMBANG SIMETRI DAN ANTI-SIMETRI .....	60
C. TINGKAT ENERGI ION MOLEKUL HIDROGEN $H_2^+$ .....	61
D. APLIKASI PROGRAM MATLAB .....	62
E. HASIL FUNGSI GELOMBANG DAN RAPAT PROBABILITAS ION MOLEKUL HIDROGEN $H_2^+$ .....	65
F. PERHITUNGAN TINGKAT ENERGI ION MOLEKUL HIDROGEN $H_2^+$ .....	69
G. GLOSARIUM .....	79
H. TABEL KONSTANTA .....	81
I. MATRIK PENELITIAN . .....	82