

ABSTRAK

Energi Total Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan Variasi

Monte Carlo

Lala Syakilah

191720028

Solusi keadaan dasar atom Boron secara numerik menggunakan Variasi Monte Carlo (VMC) menghasilkan nilai ekspektasi energi total. VMC merupakan metode yang relatif sederhana untuk menghitung nilai ekspektasi total pada atom yang mengandung beberapa elektron. VMC juga mampu digunakan untuk mendapatkan fungsi energi total dan fungsi gelombang percobaan. Dengan memasukan nilai parameter $\zeta_1 = 5$, $\zeta_2 = 2,5$ dan $\zeta_3 = 2$ diperoleh nilai ekspektasi energi total pada keadaan dasar atom Boron $\langle E \rangle = -23,206$ hartree. Error yang diperoleh sebesar 4,06% dibandingkan dengan ketentuan Hartree Fock STO-3G. VMC mampu memberikan hasil yang akurat untuk menghitung nilai ekspektasi energi total pada atom berelektron banyak khususnya pada atom Boron.

Kata Kunci: Boron, VMC, Ekspektasi Energi Total

ABSTRACT

Ground State Total Energy of Boron Atom ($^{11}_5\text{B}$) with Monte

Carlo Variation

Lala Syakilah

191720028

The ground state solution of the Boron atom numerically using the Monte Carlo Variation (VMC) yields the expected value of the total energy. VMC is a relatively simple method for calculating expected Hamiltonian values for atoms containing multiple electrons. VMC can also be used to obtain the experimental energy function and wave function. By entering the parameter values $\zeta_1 = 5$, $\zeta_2 = 2,5$ and $\zeta_3 = 2$, the expected energy values for the ground state of the Boron atom $\langle E \rangle = -23,206$ hartree are obtained. The error obtained is around 4,06% compared to the Hartree Fock STO-3G conditions. VMC is able to provide accurate results for calculating the expected energy values for many-electron atoms, especially for Boron atoms.

Keywords: Boron, VMC, Energy Expectations

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada program studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli merupakan hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku di bidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar sarjana yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Serang, 26 Juni 2023



Lala Syakilah
NIM. 191720028

Nomor : - Kepada Yth.
Lampiran : Satu (1) eks Dekan Fakultas Sains
Perihal : Pengajuan Munaqasah UIN SMH Banten
a.n Lala Syakilah di-
NIM: 191720028 Serang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dipermaiklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Lala Syakilah dengan NIM: 191720028 yang berjudul Energi Total Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan Variasi Monte Carlo, telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian atas segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

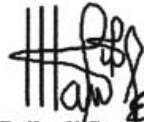
Serang, 26 Juni 2023

Pembimbing I



Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIDN. 2002019301

Pembimbing II



Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D
NIP. 198201072022021001

Energi Total Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan Variasi Monte

Carlo

Oleh:

Lala Syakilah

NIM: 191720028

Menyetujui,

Pembimbing I,



Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIDN. 2002019301

Pembimbing II,



Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D
NIP. 198201072022021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains



Inda Sep Saefurohman, M.Si
NIP. 197808272003121003

Ketua Program Studi



Elsi Ariani, M.Si
NIP. 198901232018012001

PENGESAHAN

Skripsi a.n Lala Syakilah, NIM: 191720028 yang berjudul “Energi Total Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan Variasi Monte Carlo” telah diujikan dalam Ujian Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada 26 Juni 2023.

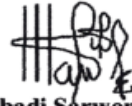
Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 26 Juni 2023
Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

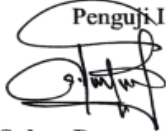


Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIDN. 2002019301



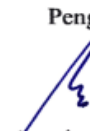
Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D
NIP. 198201072022021001

Penguji I



Subur Pramono, M.Si
NIP. 199006262020121002

Penguji II



Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc
NIDN. 2010029003

Ketua Penguji



Dr. H. Eko Wahyu Wibowo, M.Si
NIP. 197504142003121001

PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah hirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Keluarga terkhusus Ibu, Bapak, Kakek dan Nenek yang telah memotivasi, memberi semangat, dukungan dan do'a serta pengorbanan dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Para dosen Prodi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberi motivasi kepada saya. Ibu Beta Nur Pratiwi, M.Si selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar memberi bimbingan, saran, masukan, motivasi dan selalu mengingatkan saya untuk semangat mengerjakan skripsi ini dari awal hingga akhir. Bapak Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D yang sangat membantu, mengarahkan dan membimbing saya selama proses penulisan data skripsi ini.

3. Teman-teman saya dan seluruh mahasiswa angkatan 2019 yang selalu mendukung dan menyemangati saya, *thank you all for having my back.*

MOTTO

“My mother will always be the best woman in the world”

*“No matter who you are, where you’re from, your colour skin,
gender identity, speak yourself”*

RIWAYAT HIDUP

Lala Syakilah, dilahirkan di Serang pada hari Rabu tanggal 10 Januari 2001. Anak pertama dari 2 bersaudara pasangan dari Mad Sarip dan Iin Lainah. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Linduk 1 pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pontang pada tahun 2016 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pontang sampai tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten Fakultas Sains Program Studi Fisika.

Selama menempuh perkuliahan, penulis banyak mengikuti kegiatan internal yang ada di UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten khususnya di Fakultas Sains Program Studi Fisika dengan menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Jurusan Fisika pada tahun 2019 sampai 2021 dan Dewan Eksekutif Mahasiswa pada tahun 2021 sampai 2022.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji hanya bagi Allah SWT., yang telah memberi kita taufik, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga TA ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Shalawat beserta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Rasulullah SAW., keluarganya, para sahabat, serta para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

TA yang berjudul Energi Total Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan Variasi Monte Carlo merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada program studi fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Terselesaikannya TA ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, khususnya kepada orang tua yang selalu menjadi sumber semangat penulis dan yang tak henti-hentinya selalu berdoa untuk kesuksesan penulis.

2. Bapak Prof. Dr. Wawan Wahyuddin, M.Pd., Rektor UIN SMH Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dan belajar di lingkungan UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
3. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains yang telah mendorong penyelesaian studi dan skripsi penulis.
4. Ibu Elsi Ariani, M.Si. selaku ketua program studi Fisika Fakultas Sains yang telah memberikan motivasi.
5. Ibu Beta Nur Pratiwi, M.Si. dan Bapak Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D. selaku pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran dan masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN SMH Banten yang telah mengajar dan mendidik penulis selama menempuh pendidikan di kampus UIN SMH Banten.
7. Mahasiswa fisika angkatan 2019 dan sahabat-sahabat yang telah menemani penulis serta menjadi penyemangat

dan sebagai pendengar keluh kesah selama penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan kalian dengan balasan yang berlipat ganda Amiin. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan guna perbaikan selanjutnya.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, Amin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
1. Metode Variasi Monte Carlo	7
2. Bilangan Acak Tak seragam.....	11
3. Keadaan Dasar Atom Hidrogen.....	17

4. Keadaan Tereksitasi Hidrogen	19
5. Energi Keadaan Dasar Helium	22
6. Keadaan Tereksitasi Helium.....	24
7. Keadaan Dasar dan Tereksitasi Atom Litium	26
8. Energi Ionisasi Atom Berilium.....	27
9. Keadaan Dasar Atom Boron ($^{11}_5\text{B}$)	27
B. Hasil Penelitian yang Relevan	29
C. Kerangka Berpikir.....	33
D. Hipotesis.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
B. Alat dan Bahan	36
C. Jenis Metode Penelitian	36
D. Teknik Pengumpulan Data.....	37
E. Teknik Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40

A. Prosedur penentuan nilai ekspektasi energi total keadaan dasar atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) dengan menggunakan Variasi Monte Carlo	40
B. Hasil ekspektasi energi total $\langle E \rangle$ keadaan dasar atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) yang diperoleh dari perhitungan menggunakan program <i>Microsoft Excel</i>	44
C. Visualisasi dan analisa hasil ekspektasi energi total keadaan dasar atom Boron ($^{11}_5\text{B}$) menggunakan <i>software OriginLab</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN-LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
	Formula Excel untuk Perhitungan	
2.1	Nilai Expektasi T dan V pada Keadaan dasar Hidrogen	19
	Formula Excel untuk Perhitungan	
2.2	Nilai Ekspektasi V_{12} pada Keadaan Tereksitasi Helium $1s2s$	26
	Perbandingan antara Hasil	
4.1	Perhitungan dengan Ketentuan Hartree Fock STO-3G	45
	Probabilitas Ditemukannya	
4.2	Elektron pada Masing-masing Keadaan.	62

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Diagram Alir Kerangka Berpikir	33
4.1	Visualisasi Energi Total dengan Variasi ζ_1	48
4.2	Visualisasi Energi Total dengan Variasi ζ_2	50
4.3	Visualisasi Energi Total dengan Variasi ζ_3	51
4.4	Visualiasi Probabilitas $ \psi_1 ^2$ terhadap r_1	53
4.5	Visualiasi Probabilitas $ \psi_2 ^2$ terhadap r_2	55
4.6	Visualiasi Probabilitas $ \psi_3 ^2$ terhadap r_3	57
4.7	Visualiasi Probabilitas $ \psi_4 ^2$ terhadap r_4	59
4.8	Visualiasi Probabilitas $ \psi_5 ^2$ terhadap r_5	61
4.9	Konfigurasi Posisi Ditemukannya Elektron pada Atom Boron	64