

ABSTRAK

Azmi Adhari

NIM: 191720013

Perbandingan Aturan Simpson Terhadap Aturan Trapesium untuk Evaluasi
Integral pada Keadaan *Self-Consistent Field* Atom Helium (${}^4_2\text{He}$)

Seiring perkembangan zaman, atom elektron banyak menjadi daya tarik untuk dikaji oleh para ilmuwan teoritis. Atom dengan elektron banyak tidak dapat diselesaikan menggunakan teori persamaan Schrodinger seperti atom dengan elektron tunggal. Oleh karena itu, Untuk menyelesaikan atom elektron banyak digunakan metode Hartree-Fock. Ketika menggunakan Metode Hartree-Fock, integrasi numerik ketetapan sangat penting untuk menggambarkan keadaan atom elektron banyak melalui Keadaan *Self-Consistent Field*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penyelesaian evaluasi integral pada keadaan *Self-Consistent Field* dengan membandingkan aturan Simpson dengan aturan Trapesium untuk menghasilkan fungsi gelombang yang konsisten dengan nilai energi total sebesar (-2,8622745au) dan energi orbital dari atom helium (${}^4_2\text{He}$) sebesar (-0,9186565au). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, energi total dan energi orbital yang diperoleh dengan menggunakan aturan Simpson lebih baik dibandingkan aturan Trapesium, khususnya ketika ukuran kisi δ sebesar 0,11au sampai dengan 0,19au dengan jumlah interval yang sama dari kedua aturan tersebut.

Kata Kunci: Atom Helium, *Self-Consistent Field*, Simpson, Trapesium

ABSTRACT

Azmi Adhari

NIM: 191720013

*Comparison of Simpson's Rule to the Trapezoidal Rule for Integral
Evaluation of the Self-Consistent Field of Helium Atoms (${}^4_2\text{He}$)*

Along with the times, many electron atoms have become an attraction to be studied by theoretical scientists. Atoms with many electrons cannot be solved using the Schrodinger equation theory like atoms with a single electron. Therefore, the Hartree-Fock method is widely used to solve for electron atoms. When using the Hartree-Fock Method, numerical integration of constants is essential to describe the many-electron atomic state via a Self-Consistent Field State. This study aims to determine the completion of integral evaluation in the Self-Consistent Field by comparing Simpson's rule with the trapezoidal rule to produce a consistent wave function with a total energy value of (-2.8622745au) and the orbital energy of a helium atom (${}^4_2\text{He}$) of (-0.9186565au). Based on the research conducted, the total energy and orbital energy obtained using Simpson's rule are better than the Trapezoidal rule, especially when the lattice size δ is 0.11au to 0.19au with the same number of intervals from the two rules.

Keywords: *Helium Atomic, Self-Consistent Field, Simpson, Trapezoid*

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

Serang, 31 Mei 2023

Azmi Adhari
191720013

Nomor : -
Lampiran : Satu (1) eks
Perihal : Pengajuan Munaqasah
a.n Azmi Adhari
NIM: 191720013

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains
UIN SMH Banten
di-
Serang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dipermaklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Azmi Adhari dengan NIM: 191720013 yang berjudul "Perbandingan Aturan Simpson Terhadap Aturan Trapesium untuk Evaluasi Integral pada Keadaan *Self-Consistent Field* Atom Helium (${}^4_2\text{He}$)", 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, 31 Mei 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Beta Nur Pratiwi, M.Si

Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D

NIDN. 2002019301

NIP. 198201072022021001

**PERBANDINGAN ATURAN SIMPSON TERHADAP
ATURAN TRAPESIUM UNTUK EVALUASI INTEGRAL
PADA KEADAAN *SELF-CONSISTENT FIELD* ATOM**

HELIUM (${}^4_2\text{He}$)

Oleh:
Azmi Adhari
NIM: 191720013

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Beta Nur Pratiwi, M.Si

NIDN. 2002019301



Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D

NIP. 198201072022021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains

Ketua Program Studi



Dr. Asep Saefurohman, M.Si

NIP. 197808272003121003



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

PENGESAHAN

Skripsi a.n Azmi Adhari, NIM: 191720013 yang berjudul "Perbandingan Aturan Simpson Terhadap Aturan Trapesium untuk Evaluasi Integral pada Keadaan *Self-Consistent Field* Atom Helium (${}^4\text{He}$)" telah diujikan dalam Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal tgl bulan 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.

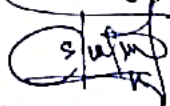
Serang, 31 Mei 2023

Pembimbing I,



Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIDN. 2002019301

Penguji I



Subur Pramono, M.Si
NIP. 199006262020121002

Pembimbing II,



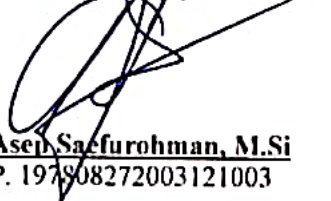
Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D
NIP. 198201072022021001

Penguji II



Elsi Ariani, M.Si
NIP. 198901232018012001

Ketua Penguji



Dr. Asep Saefurohman, M.Si
NIP. 197908272003121003

PERSEMBAHAN

Setiap kata dan kalimat yang tertuang dalam skripsi ini ku persembahkan untuk kedua orang tua ku tercinta, untuk Ibu yang selalu mendoakanku dan untuk Ayah yang saat ini telah dipanggil oleh Allah SWT yang selalu menjadi semangat untuk mengejar cita-cita ku. Tak lupa skripsi ini ku persembahkan untuk Kakak-kakak ku yang sudah membantu ku dalam perjalanan pendidikan di jenjang S1 ini, serta ku persembahkan tulisan ini untuk orang-orang baik yang selalu mendorong dan mendukung ku untuk tetap konsisten menulis dan mengerjakan skripsi ini, teman-teman **Besok Lulus** yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini, dan ku persembahkan skripsi ini untuk orang dengan NIM. 211720004 yang semoga tetap istiqomah dalam belajarnya.

MOTO

“Ikuti saja arus yang ada namun setiap arus akan selalu memiliki gelombang.

Maka persiapkanlah untuk menghadapi gelombang tersebut.”

“Kebenaran dan kejujuran adalah dua hal yang harus dipertahankan.”

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 01 April 2001. Orang tua penulis Alm. Bapak Abdul Hamid dan Ibu Sukmariah memberi nama penulis “Azmi Adhari”.

Penulis menempuh pendidikan formal dimulai sejak sekolah dasar di SDN 1 Waymuli lulus tahun 2013, kemudian melanjutkan ke jenjang menengah pertama di SMPN 1 Rajabasa lulus tahun 2016, dan jenjang menengah atas di SMA KEBANGSAAN Lampung Selatan lulus pada tahun 2019. Kemudian Azmi Adhari di terima di Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tahun 2019.

Selama menempuh perkuliahan, penulis banyak mengikuti kegiatan intra yang ada di UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, penulis menjadi Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Program Studi Fisika pada tahun 2021, kemudian penulis menjadi Ketua Umum Dewan Eksekutif Mahasiswa (DEMA) Fakultas Sains pada tahun 2022. Selain itu, penulis mengembangkan softskill dengan mengikuti beberapa cabang perlombaan, serta selama menempuh pendidikan penulis melakukan magang riset di Pusat Riset Fisika Kuantum Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

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

Skripsi yang berjudul “Perbandingan Aturan Simpson Terhadap Aturan Trapesium Untuk Evaluasi Integral Pada Keadaan *Self-Consistent Field* Atom Helium (${}^4_2\text{He}$)” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Wawan Wahyuddin, M.Pd, Rektor UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dan belajar di lingkungan UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
2. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains yang telah mendorong penyelesaian Studi dan Skripsi penulis.
3. Bapak Dr. Eko Wahyu Wibowo, M.Si dan Bapak Dr. H. Shobri, M.M yang telah memotivasi dan memberikan arahan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Ibu Elsi Ariani, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika yang telah memberikan motivasi.
5. Ibu Beta Nur Pratiwi, M.Si dan Bapak Yanoar Pribadi Sarwono, Ph.D selaku pembimbing yang telah sabar dalam membimbing penulis

dengan memberika saran dan masukan selama melakukan pembuatan Skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis.

6. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah mengajar dan mendidik penulis selama perkuliahan.
7. Ibu, kakak, saudara, sahabat, dan rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penulis menempuh pendidikan di kampus tercinta ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan penuh semangat.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan guna perbaikan selanjutnya. Akhirnya, hanya kepada Allah penulis berharap, semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Serang, 31 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	8
C. Rumusan Masalah	9
D. Tujuan Penelitian	10
E. Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
A. Kajian Teori	12
1. <i>Self-Consistent Field</i>	12
2. Hartree-Fock	18
3. Metode Numerik	21
a. Aturan Trapesium	22
b. Aturan Simpson	23
4. Atom Helium (${}^4_2\text{He}$)	25
B. Hasil Penelitian yang Relevan	28
C. Kerangka Berpikir	35
D. Hipotesis	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
A. Waktu dan Tempat Penelitian	39
B. Alat dan Bahan	40
C. Jenis Metode Penelitian	40
D. Teknik Pengumpulan Data	41
E. Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Keadaan <i>Self-Consistent Field</i> pada Integrasi Numerik Aturan Simpson dan Aturan Trapesium.....	47

B. Hasil Evaluasi Integral pada Keadaan <i>Self-Consistent Field</i> Atom Helium (${}^4_2\text{He}$) Menggunakan Metode Numerik Aturan Simpson dan Aturan Trapesium	74
1. Hasil Energi Total (E)	75
2. Hasil Energi Orbital (ϵ)	77
C. Hasil Perbandingan Evaluasi Integral Menggunakan Aturan Simpson Terhadap aturan Trapesium untuk Keadaan <i>Self-Consistent Field</i> Atom Helium (${}^4_2\text{He}$)	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	98
A. Kesimpulan.....	98
B. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	109

DAFTAR TABEL

Nomer Tabel	Judul Tabel	Halaman
3.1	Uraian kegiatan penelitian skripsi selama 9 bulan.	39
4.1	Nilai energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) yang diperoleh dari 10 kali iterasi menggunakan aturan Simpson dengan ukuran kisi sebesar 0,01.	59
4.2	Nilai energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) yang diperoleh dari 10 kali iterasi menggunakan aturan Trapesium dengan ukuran kisi sebesar 0,01.	70
4.3	Energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) untuk aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan variasi ukuran kisi.	75
4.4	Energi orbital atom helium (${}^4_2\text{He}$) untuk aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan variasi ukuran kisi.	79
4.5	Perbandingan nilai selisih energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson dan aturan Trapesium terhadap nilai energi total dengan variasi kisi. Perbandingan nilai selisih energi orbital atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan	86
4.6	Simpson dan aturan Trapesium terhadap nilai energi orbital ketetapan dengan variasi kisi.	93

DAFTAR GAMBAR

Nomer Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Alur Kerangka Berpikir Penelitian.	37
4.1	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-1 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	52
4.2	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-2 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	54
4.3	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-3 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	55
4.4	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-4 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	56
4.5	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-5 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	57
4.6	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-9 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	60
4.7	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-10 menggunakan aturan Simpson pada ukuran kisi 0,01au.	62
4.8	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-1 menggunakan aturan Trapezium pada ukuran kisi 0,01au.	63
4.9	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-2 menggunakan aturan Trapezium pada ukuran kisi 0,01au.	64
4.10	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-3 menggunakan aturan Trapezium pada ukuran kisi 0,01au.	65
4.11	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-4 menggunakan aturan Trapezium pada ukuran kisi 0,01au.	67
4.12	Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-5 menggunakan aturan Trapezium pada ukuran kisi 0,01au.	68

- 4.13 Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-9 menggunakan aturan Trapesium pada ukuran kisi 0,01au. 72
- 4.14 Fungsi gelombang keadaan dasar ψ_{1s} atom helium (${}^4_2\text{He}$) iterasi ke-10 menggunakan aturan Trapesium pada ukuran kisi 0,01au. 73
- 4.15 Perbandingan energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -2,8622745au. 82
- 4.16 Perbandingan energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -2,8622745au untuk ukuran kisi 0,01au sampai 0,09au. 83
- 4.17 Perbandingan energi total atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -2,8622745au untuk ukuran kisi 0,11au sampai 0,19au. 84
- 4.18 Perbandingan energi orbital atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -0,9186565au. 88
- 4.19 Perbandingan energi orbital atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -0,9186565au untuk ukuran kisi 0,01au sampai 0,09au. 90
- 4.20 Perbandingan energi orbital atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ketetapan energi total sebesar -0,9186565au untuk ukuran kisi 0,11au sampai 0,19au. 91
- 4.21 Perbandingan keadaan *Self-Consistent Field* atom helium (${}^4_2\text{He}$) menggunakan aturan Simpson terhadap aturan Trapesium dengan ukuran kisi 0,11 au terhadap keadaan konsisten ketetapan. 96