

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sistem inti dapat dipelajari melalui kesatuan sistem penyusun inti sebagai akibat dari interaksi di antara penyusun inti tersebut. Penyusun inti meliputi proton dan neutron yang dikenal dengan istilah nukleon. Nukleon-nukleon di dalam inti atom saling berinteraksi, interaksi dalam inti dapat berupa interaksi proton-proton, neutron-neutron, maupun proton-neutron melalui suatu potensial interaksi dengan sistem pada keadaan terikat.

Energi ikat sebuah inti adalah energi yang diperlukan untuk memecahkan inti atom menjadi nukleon-nukleon penyusunnya (neutron dan proton). Pada saat ini dilakukan upaya untuk memahami interaksi-interaksi nukleon di dalam inti atom melalui pendekatan komputasi dengan berbagai metode seperti metode *Runge Kutta*, *Monte Carlo*. Interaksi dua nukleon atau lebih yang dapat berupa interaksi kuat, interaksi elektromagnetik dan interaksi lemah yang dapat menentukan sifat-sifat atau perilaku inti meliputi fungsi keadaan, tingkat energi dan beberapa variabel lainnya. Ketiga interaksi tersebut bersama-sama dengan interaksi gravitasi dikenal sebagai empat interaksi fundamental (Yosi, 2000). Empat jenis interaksi tersebut, ditemukan terjalin antara partikel elementer dan dapat menerangkan proses yang dikenal dalam alam semesta di segala skala dan ukuran. Interaksi tersebut bersama dengan partikel yang dipengaruhi, jangkauan aksinya, kekuatan relatifnya dalam situasi yang dapat dibandingkan tabel 1.

Tabel 1. Empat interaksi pokok (Beiser,1987)

Interaksi	Partikel yang dipengaruhi	Jangkauan	Pertukaran partikel	Aturan universal
Kuat	Quark Hadron	$\sim 10^{-15}$ m	Gluon Meson	Quark mengikat menjadi bentuk nukleon Nukleon mengikat menjadi bentuk inti atomik.
Elektromagnetik	Partikel yang bermuatan	∞	Foton	Penentuan struktur atom, molekul, zat padat dan zat cair; adalah faktor yang penting dalam rangka jagat raya
Lemah	Quark dan Lepton	$\sim 10^{-17}$ m	Boson Madya	Transformasi menengah dari quark dan lepton; menolong dalam menentukan komposisi inti atom
Gravitasi	Semua	∞	Graviton	Penemuan materi menjadi planet, bintang dan planet

Dalam inti terjadi interaksi antar nukleon-nukleon penyusunnya. Secara elektrostatis nukleon-nukleon dalam inti atom akan berusaha saling tolak menolak. Fakta lain menunjukkan nukleon-nukleon dalam inti atom seolah-olah menyatu pada jarak yang sangat dekat (sekitar 1,4 fm). Dalam inti tersebut diketahui adanya gaya yang mengikat nukleon-nukleon dalam inti yang disebut gaya kuat. Mengikuti gagasan Heisenberg bahwa interaksi di dalam inti atom (interaksi kuat) timbul akibat pertukaran partikel-partikel penyusun pokok inti atom, Yukawa (1935) mengusulkan ada partikel maya yang dipertukarkan saat nukleon berinteraksi. Partikel itu memiliki massa lebih besar dibandingkan dengan massa elektron, meskipun masih lebih kecil dibandingkan dengan massa proton maupun massa neutron. Kehadiran partikel ini dapat menjelaskan sifat-sifat

utama interaksi kuat yang terjadi di dalam inti. Partikel tersebut dikenal sebagai *pion (meson)*, yang ditemukan kemudian dalam radiasi kosmis (Yusman, 2009).

Hideki Yukawa menerapkan teori partikel maya baru (*pion*) pada interaksi nukleon untuk memahami gaya kuat inti. Gaya kuat inti ini mampu menyatukan partikel-partikel inti atom dan mampu menahan gaya tolak antara proton-proton. Sebagai partikel yang bermuatan sama (positif), proton-proton berusaha saling menjauhkan diri satu sama lain karena pengaruh potensial Coulomb di antara proton-proton tersebut. Namun pada jarak maksimum inti r_{max} , proton-proton saling berdekatan tetapi juga tidak menyatu karena pengaruh gaya kuat. Semua nukleon terikat bersama-sama dengan kuat karena pengaruh gaya kuat. Gaya kuat sangat terpengaruh dengan banyaknya nukleon yang berinteraksi, sehingga semakin besar jumlah partikel penyusun intinya akan menyebabkan gaya kuat yang mengikat inti semakin kuat (Beiser, 1987).

Penelitian tentang interaksi partikel di dalam inti atom menggunakan bentuk potensial Yukawa terus dikembangkan dalam upaya memahami perilaku dari partikel tersebut karena masih sedikitnya penelitian yang menggunakan potensial Yukawa. Berbagai macam pendekatan dengan beberapa pemodelan partikel di dalam inti atom dilakukan dengan bantuan komputer. Dengan memahami hubungan setiap variabel-variabel akan diketahui keadaan kritis terkait dengan variabel tersebut, ada dua potensial yang dialami nukleon saat berinteraksi dengan nukleon lain yaitu potensial sentrifugal $\frac{\hbar^2 l(l+1)}{2mr^2}$ dengan bentuk potensial interaksi sentral dan potensial Yukawa $V(r) = -\lambda \frac{e^{-\alpha r}}{r}$, dengan λ dan α adalah suatu parameter. λ adalah konstanta kopling yang menyatakan kekuatan relatif

gaya elektromagnetik dari interaksi nukleon-nukleon dan $1/\alpha$ adalah jangkauan terpendek nukleon-nukleon dalam interaksi. Adapun fenomena kritis yang dapat terjadi pada potensial Yukawa yaitu terkait dengan parameter konstantanya (Loudkk., 2005).

Berdasarkan penelitian Shandar (2013) tentang hubungan antara variabel λ dan E (energi ikat), dan hubungan antara variabel α dan E (energi ikat) pada interaksi dua nukleon pada keadaan dasar ($l = 0$) dengan pendekatan numerik menjelaskan bahwa semakin besar konstanta kopling maka semakin besar nilai energi ikat antara nukleon-nukleon dan semakin besar jangkauan interaksi maka semakin besar nilai energi ikat antara nukleon-nukleon. Penelitian tersebut dibatasi dengan keadaan dasar belum diketahui nilai energi ikat dalam keadaan kritis.

Penelitian yang lain dilakukan Joko (2011) tentang nilai kritis pada berbagai momentum sudut ($l = 3$) atau dibatasi sampai eksitasi ketiga. l menunjukkan sebuah bilangan kuantum orbital, dari penelitian tersebut menunjukkan hubungan nilai kritis (α_c) terhadap konstanta kopling (λ) pada berbagai keadaan momentum sudut mendekati bentuk linear. Penelitian tersebut tidak menunjukkan hubungan nilai kritis (α_c) terhadap berbagai bilangan kuantum momentum sudut dan konstanta kopling (λ).

Permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah mencari nilai energi ikat pada keadaan kritis dan hubungan pada nilai kritis (α_c) terhadap nilai momentum sudut (l) pada berbagai nilai konstanta kopling (λ). Formulasi matematis yang digunakan adalah persamaan Schrödinger satu dimensi dalam

kajian bagian radialnya, dengan metode *finite difference* (beda hingga) dan *bisection* (bagi dua) sehingga diharapkan dapat mengetahui nilai energi ikat nukleon-nukleon saat dalam berinteraksi dan hubungan parameter-parameter potensial Yukawa pada berbagai keadaan momentum sudut (l).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

1. Belum diketahuinya hubungan nilai kritis (α_c) terhadap berbagai nilai bilangan kuantum momentum sudut (l) pada nilai konstanta kopling (λ) tetap.
2. Belum diketahuinya energi ikat nukleon pada keadaan kritis saat terjadi interaksi dua nukleon di dalam inti atom.

C. Batasan Masalah

Merujuk pada latar belakang dan identifikasi masalah maka dapat dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada keadaan kritis dan energi ikat nukleon pada saat interaksi nukleon-nukleon dalam potensial Yukawa yang terjadi pada nilai bilangan kuantum momentum sudut ($l = 0$ s/d $l = 4$).
2. Besaran-besaran fisis dalam interaksi nukleon-nukleon dalam bentuk satuan tak berdimensi.

3. Bentuk interaksi nukleon yang dikaji dalam penelitian ini berupa interaksi dua nukleon tanpa menunjukkan partikel tersebut.
4. Perhitungan menggunakan pendekatan numerik dengan metode beda hingga dan metode bagi dua.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan nilai kritis (α_c) terhadap nilai bilangan kuantum momentum sudut (l) pada nilai konstanta kopling (λ) tetap ?
2. Berapa nilai energi ikat nukleon pada keadaan kritis pada saat terjadi interaksi dua nukleon di dalam inti atom ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hubungan nilai kritis (α_c) terhadap nilai bilangan kuantum momentum sudut (l) pada nilai konstanta kopling (λ) tetap.
2. Mengetahui nilai energi ikat nukleon pada keadaan kritis pada saat terjadi interaksi dua nukleon di dalam inti.