

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

SOLUSI PERSAMAAN SCHRODINGER ATOM DEUTERIUM (${}^2_1\text{H}$) DENGAN BILANGAN KUANTUM $n = 4$

Fitroh Fuadah

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

fitrohfuadah@gmail.com

Sri Handono Budi Prastowo

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

srihandono.fkip@unej.ac.id

Lailatul Nuraini

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

lailatul.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Deuterium merupakan salah satu isotop hidrogen yang memiliki satu proton dan neutron didalam inti dan satu elektron dikulit atom. Produksi air berat (D_2O) dan penentuan genesis air tanah merupakan aplikasi dari atom Deuterium (${}^2_1\text{H}$). Persamaan Scrodinger atom deuterium menggunakan koordinat bola karena atom Deuterium berbentuk simetri bola. Persamaan angular dan radial menjadi satu membentuk persamaan Schrodinger koordinat bola. Solusi persamaan angular pada $n=4$, $l = 3, m = 3$ didapatkan $Y_{3,3}(\theta\varphi) = (-1)^{(3+|3|/2)} \sqrt{\frac{2\cdot 3+1}{4\pi} \frac{(3-|3|)!}{(3+|3|)!}} P_3^3(\cos\theta) e^{3i\varphi}$ yang menghasilkan

$Y_{3,3}(\theta\varphi) = -\sqrt{\frac{1575}{2880\pi}} (1 - \cos^2\theta)^{3/2} e^{3i\varphi}$. Sedangkan solusi persamaan radial $n = 4, l = 3$ didapatkan $R_3^4 = \sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320} \frac{r^3}{8a_0^3}} e^{-r/4a_0} (5.040)$.

Kata kunci : Deuterium, koordinat bola, persamaan schrodinger

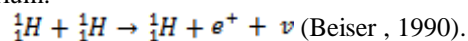
banyak terdapat dalam air alam, gas alam, petroleum dan sebagainya (Sukarsono, 2008:24). Dalam reaksi fisi uranium, air berat digunakan sebagai moderator neutron. Fungsi moderator adalah untuk memperlambat neutron dengan cara menyerap energi dan menumbuk neutron tanpa kecenderungan menyerap partikelnya (Beiser, 1990:426). Selain itu air berat juga digunakan pada bidang reaktor nuklir sebagai pendingin.

Proses pembuatan air berat dapat dilakukan dengan beberapa metode yakni meliputi distilasi air, distilasi hidrogen, pemisahan dengan laser, elektrolisa dan pertukaran isotop. Proses yang banyak digunakan untuk produksi air berat adalah pertukaran isotop *Gilder – Sulphide* (G-S), distilasi dan elektrolisa, yang mana metode tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing – masing. Penelitian yang telah dilakukan di BATAN Yogyakarta menggunakan 3 metode yakni metode distilasi, elektrolisa dan pertukaran isotop (Sukarsono, 2008:1).

Selain sebagai bahan produksi air berat, deuterium berperan sebagai bahan penentuan genesis air tanah (sumber air tanah). Pemanfaatan isotop alam, δD dan $\delta^{18}\text{O}$ telah digunakan dalam penelitian yang

PENDAHULUAN

Deuterium disimbolkan D atau ${}^2\text{H}$ merupakan salah satu dari tiga bentuk isotop dari hidrogen, terdiri dari protium, deuterium dan tritium. Berat deuterium dua kali lipat dari berat yang dimiliki hidrogen (Santoso, 2015:5527). Deuteron adalah sebutan dari inti yang dimiliki oleh deuterium, mengandung satu proton dan satu neutron. Deuterium merupakan isotop stabil dengan kelimpahan alami. Dalam proses penggabungan dua atom hidrogen ini melibatkan perubahan sebuah proton menjadi sebuah proton yang disertai dengan pancaran positron (partikel menyerupai elektron yang bersifat positif), sehingga atom deuterium yang terbentuk terdiri dari 1 elektron, 1 proton, dan 1 neutron. Berikut ini reaksi pembentukan atom deuterium:



Dalam aplikasinya, atom deuterium memiliki peranan yang sangat penting salah satunya yakni produksi air berat. Air berat adalah senyawa oksida dari isotop hidrogen dengan rumus kimia (D_2O). Air berat

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

dilakukan Wijatna (2016) hasil penelitian yang didapat adalah persamaan garis *merapi meteoric water line* yang dapat digunakan sebagai acuan studi hidrologi menggunakan isotop alam. Perbedaan rasio isotop yaitu D/H dan $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ digunakan untuk menentukan perbandingan antara isotop berat dan isotop ringan. Dimana perbandingan antara isotop berat dan isotop ringan digunakan untuk menentukan genesis air. Rasio perbandingan antara isotop berat dan isotop ringan ini merupakan perbandingan antara rasio isotop sampel terhadap komposisi isotop dalam air laut (Siftianida *et al*, 2016:99).

Penelitian sebelumnya tentang atom hidrogenik telah banyak dilakukan salah satunya yakni penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi dan Arkundanto (2006) menyimpulkan solusi numerik persamaan schrodinger atom hidrogen dengan metode elemen hingga memberi hasil yang cukup akurat bila dibandingkan dengan solusi analitik. Aziz dan Abdullah (2015) menyimpulkan teknik pemisahan operator dan pendekatan spektral dengan menerapkan fungsi basis Chebyshev dan fungsi basis operator-operatornya yaitu: operator laplacian radian satu dimensi, operator momentum sudut dan operator potensial dapat menyelesaikan persamaan schrodinger tiga dimensi dalam kordinat bola. Ganesha dan Balaji (2008) mengatakan untuk menyelesaikan persamaan schrodinger pada atom elektron tunggal atau atom mirip hidrogen adalah dengan mengubah koordinat kartesius menjadi koordinat polar dan membutuhkan pemahaman tentang polinomial legendre dan laguerre.

Berbagai penemuan yang telah didiskusikan sejauh ini diantaranya mengenai radiasi benda hitam, efek foto listrik dan efek compton, Davisson-Gemer, Thomson, dan eksperimen celah ganda mengungkapkan bahwa photon, elektron, dan partikel-partikel mikroskopik tidak seperti partikel klasik dan tidak seperti gelombang klasik. Penemuan ini mengindikasikan bahwa pada skala mikroskopik secara alami dapat menampilkan perilaku partikel sama halnya seperti perilaku gelombang. (Zettili, 2009: 26).

Teori mekanika kuantum telah menjelaskan kerangka kerja yang tepat untuk memecahkan aspek partikel dan gelombang pada suatu materi, dengan menggunakan fungsi gelombang sebagai berikut:

$$\Psi(x,t) = A e^{-i\omega(t-\frac{x}{v})}$$

Dimana $\omega = \frac{E}{\hbar}$ dan $E = p v$ maka diperoleh:

$$\Psi(x,t) = A e^{-\frac{i}{\hbar}(Et - px)} \quad (1)$$

(Beiser, 1990:171)

Persamaan schrodinger merupakan persamaan differensial orde kedua yang ditemukan oleh seorang ilmuwan fisika yang berasal dari Austria yakni Erwin

Schrodinger (1887-1961). Pemecahan persamaan schrodinger harus memenuhi 3 syarat di bawah ini:

1. Taat hukum kekekalan energi.

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa jumlah energi kinetik dan energi potensial sama dengan jumlah energi total yang selalu bersifat kekal. Secara matematis tertulis sebagai berikut:

$$K + V = E \quad (2)$$

K = energi kinetik, V = energi potensial dan E = energi total. Dalam fisika kuantum energi total dibatasi oleh keadaan tidak relativistik, yang dapat ditulis:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} \quad (3)$$

E hanyalah menyatakan jumlah energi kinetik dan potensial, bukan energi massa relativistik.

2. Tidak boleh melanggar asas terhadap hipotesis deBroglie.

Bentuk persamaan apapun yang ditulis harus taat asas terhadap hipotesis deBroglie. Pemecahan matematika bagi seluruh partikel dengan momentum p, maka haruslah berbentuk sebuah fungsi gelombang dengan panjang gelombang $\lambda = \frac{h}{p}$, variabel h merupakan konstanta planck yang besarnya $6,627 \times 10^{-34}$ J.s.

- 3.

Bernilai tunggal dan linear.

Fungsi gelombang bernilai tunggal artinya probabilitas guna menemukan partikel disuatu titik yang sama tidak boleh ada dua kemungkinan (probabilitas). Sedangkan fungsi gelombang harus linear tujuannya agar gelombangnya memiliki sifat superposisi yang kita harap sebagai milik gelombang yang berperilaku baik. Indikator dari sifat gelombang bernilai tunggal dan linier adalah fungsi gelombang harus memiliki sifat superposisi gelombang (Krane, 1992:172).

Pemecahan persamaan Schrodinger atom Deuterium digunakan persamaan schrodinger bebas waktu dalam keadaan tiga dimensi:

$$\frac{\hbar^2}{2m} \left\{ \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right\} \psi(x,y,z) + (E - V(x))\psi(x,y,z) = 0$$

(4)

(Beiser, 1990:176)

Mengingat sistem hidrogen berbentuk simetri bola, analisis menjadi lebih sederhana bila operator Laplace ∇^2 diungkapkan dalam koordinat bola, operator Laplace diberikan:

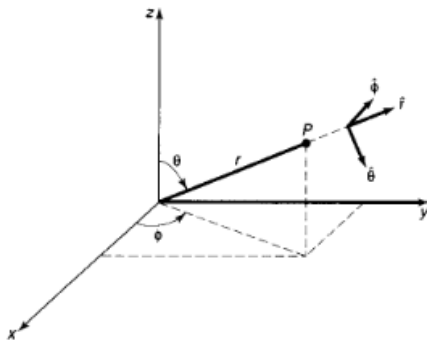
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

$$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \quad (5)$$

(Supriadi *et al*, 2018:2)



Gambar 1 Koordinat bola: jari-jari r , sudut polar θ dan sudut azimuth ϕ .

Persamaan Schrodinger atom Deuterium terdiri dari persamaan angular dan radial. Persamaan angular terdiri dari persamaan polar dan azimuth. Persamaan polar dapat dituliskan:

$$\frac{\sin \theta}{\theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\theta}{d\theta} \right) + \left\{ l(l+1) - \frac{m^2}{\sin^2 \theta} \right\} \theta = 0 \quad (6)$$

Persamaan azimuth dapat dituliskan:

$$\frac{d^2 \phi}{d\phi^2} + m^2 \phi = 0 \quad (7)$$

Sedangkan persamaan radial sebagai berikut:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2m_e r^2}{\hbar^2} (E - V) = l(l+1)R \quad (8)$$

Solusi persamaan polar dapat diperoleh menggunakan metode Frobenius dan diberikan oleh deret berhingga yang dikenal sebagai polinom legendre terasosiasi. Konstanta pada persamaan ini adalah $l(l+1)$ agar solusinya berhingga. Solusi persamaan polar diberikan oleh polinom legendre $P_l^m(\cos \theta)$:

$$P_l^m(\cos \theta) = \frac{1}{2^l l!} (1 - \cos^2 \theta)^{m/2} \frac{d^{l+m}}{d \cos \theta^{l+m}} (\cos^2 \theta - 1)^l \quad (1-)$$

Fungsi normalisasi persamaan polar:

$$N_{lm} = \sqrt{\frac{2^{l+1} (l+m)!}{2 (l-m)!}}$$

Maka solusi persamaan polar:

$$\theta_{lm}(\theta) = \sqrt{\frac{2^{l+1} (l+m)!}{2 (l-m)! 2^l l!}} (1 - \cos^2 \theta)^{m/2} \frac{d^{l+m}}{d \cos \theta^{l+m}} (\cos^2 \theta - 1)^l \quad (9)$$

Solusi persamaan azimuth diperoleh:

$$\Phi = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} e^{im\phi} \quad (10)$$

Sedangkan solusi persamaan radial didapatkan:

$$R_{nl} = \left[\left(\frac{2Z}{na_0} \right)^3 \frac{(n-l-1)!}{2n[(n+l)!]^3} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{2Zr}{na_0} \right]^l e^{-\frac{Zr}{na_0}} L_{n+l}^{2l+1}(\rho) \quad (11)$$

Kenyataan bahwa masalah atom hidrogen dapat diselesaikan dengan persamaan Schrodinger koordinat bola maka penelitian ini akan fungsi gelombang isotop Hidrogen yakni Deuterium. oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan solusi persamaan Schrodinger atom Deuterium (${}^2_1\text{H}$) dengan bilangan kuantum $n=4$.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian non eksperimen. Penelitian ini dilakukan dilaboratorium fisika lanjut, program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Tahapan penelitian ini meliputi persiapan, pengembangan teori, validasi alat simulasi, simulasi/pengambilan data, pembahasan dan kesimpulan.

Pada tahap persiapan dilakukan persiapan pengumpulan beberapa literatur terkait bahan yang digunakan dalam penelitian. Literatur yang digunakan diantaranya berupa buku fisika modern, fisika kuantum, kimia fisika, mekanika kuantum, fisika matematika, fisika inti, jurnal serta berbagai sumber berskala nasional maupun internasional yang relevan atau terkait dengan persamaan Schrodinger khususnya persamaan schrodinger bebas waktu dan dalam koordinat bola (tiga dimensi).

Tahap pengembangan teori, peneliti melakukan pengembangan teori dari teori yang sudah ada di berbagai literatur atau hasil penelitian dari peneliti sebelumnya. Teori yang sudah ada dalam banyak literatur adalah solusi persamaan Schrodinger atom Deuterium hanya sampai bilangan kuantum $n=1$ sampai $n=3$. Pada penelitian ini mengembangkan persamaan Schrodinger atom Deuterium dengan bilangan kuantum $n=4$.

Tahap validasi alat simulasi dilakukan validasi solusi persamaan Schrodinger 3 dimensi pada atom Deuterium dengan literatur yang ada. Tahap simulasi/pengambilan data peneliti melakukan pengambilan data secara analitik yakni dengan solusi persamaan Schrodinger atom Deuterium dengan bilangan kuantum $n=4$.

Tahap pembahasan peneliti membahas secara rinci mengenai massa atom tereduksi atom Deuterium, jari-jari atom Deuterium, persamaan Schrodinger atom

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

Deuterium bilangan kuantum $n=4$. Tahap yang terakhir yakni kesimpulan. Pada tahapan yang terakhir peneliti menyimpulkan hasil dari pembahasan guna menjawab rumusan masalah dalam penelitian.

Metode yang digunakan untuk mencari fungsi gelombang Schrodinger atom Deuterium yakni normalisasi dan separasi variabel. Separasi variabel dapat dituliskan $\psi(r, \theta, \varphi) = R(r)\theta(\theta)\phi(\varphi)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang solusi persamaan Schrodinger atom deuterium dengan bilangan kuantum $n=4$ ini dilaksanakan pada semester ganjil 2018 di Laboratorium lanjut Pendidikan Fisika Universitas Jember. Data hasil penelitian yang didapatkan berupa persamaan gelombang Schrodinger atom deuterium,

Atom deuterium terdiri dari satu proton, elektron dan neutron. Massa yang digunakan adalah massa tereduksi karena sistem terdiri dari 2 partikel. Massa tereduksi didapatkan karena terdapat massa elektron dan massa inti atom. Massa tereduksi atom deuterium

dihasilkan $9,0847 \times 10^{-31}$ kg. Jari-jari atom Deuterium didapatkan sebesar $0,0530625 \text{ \AA}$.

Fungsi gelombang atom Deuterium terdiri dari fungsi gelombang radial dan fungsi gelombang angular. Fungsi gelombang radial bergantung pada variabel r yang menyatakan gerak elektron bergeser sejajar dengan jari-jari atom deuterium. Fungsi gelombang angular terdiri dari dua fungsi gelombang yakni fungsi gelombang polar yang bergantung variabel θ yang menyatakan gerak elektron berotasi dalam ruang yang memotong bidang XY dan fungsi gelombang azimuth yang bergantung variabel φ yang menggambarkan rotasi sekitar sumbu z, sumbu rotasi sekitar sumbu z adalah 0 sampai 2π .

Berikut ini tabel persamaan Schrodinger atom Deuterium dengan bilangan kuantum $n=4$

Tabel 2. Persamaan Schrodinger Atom Deuterium pada Bilangan Kuantum $n = 4$

N	L	M	R(r)	$\theta(\theta)\phi(\varphi)$
4	0	0	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{3}{55.296}} e^{-r/2a_0} \left(120 - 96 \frac{r}{2a_0} - 4 \frac{r^2}{9a_0^2} \right)$	$\sqrt{\frac{1}{4\pi}}$
	1	-1	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{1728 \times 10^3}} \frac{r}{2a_0} e^{-r/2a_0} \left(1140 - 660 \frac{r}{2a_0} + 60 \frac{r^2}{4a_0^2} \right)$	$\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin\theta e^{-i\varphi}$
		0	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{1728 \times 10^3}} \frac{r}{2a_0} e^{-r/2a_0} \left(1140 - 660 \frac{r}{2a_0} + 60 \frac{r^2}{4a_0^2} \right)$	$\sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos\theta$
		1	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{1728 \times 10^3}} \frac{r}{2a_0} e^{-r/2a_0} \left(1140 - 660 \frac{r}{2a_0} + 60 \frac{r^2}{4a_0^2} \right)$	$-\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin\theta e^{i\varphi}$
2	-2	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{8(373.248 \times 10^3)}} \frac{r^3}{2a_0} e^{-r/4a_0} \left(4320 - 720 \frac{r}{2a_0} \right)$	$\sqrt{\frac{15}{32\pi}} (\sin^2\theta) e^{-2i\varphi}$	
		$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{8(373.248 \times 10^3)}} \frac{r^3}{2a_0} e^{-r/4a_0} \left(4320 - 720 \frac{r}{2a_0} \right)$	$\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin\theta \cos\theta e^{-i\varphi}$	
	0	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{8(373.248 \times 10^3)}} \frac{r^3}{2a_0} e^{-r/4a_0} \left(4320 - 720 \frac{r}{2a_0} \right)$	$\sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3\cos^2\theta - 1)$	

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

N	L	M	R(r)	$\theta(\theta)\phi(\varphi)$
1		1	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{8(373.248 \times 10^3)}} \frac{r^3}{2a_0} e^{-r/4a_0} \left(4320 - 720 \frac{r}{2a_0}\right)$	$-\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin\theta \cos\theta e^{-i\varphi}$
		2	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{8(373.248 \times 10^3)}} \frac{r^3}{2a_0} e^{-r/4a_0} \left(4320 - 720 \frac{r}{2a_0}\right)$	$\sqrt{\frac{15}{32\pi}} (\sin^2\theta) e^{-2i\varphi}$
3		-3	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$\sqrt{\frac{1575}{2880\pi}} (1 - \cos^2\theta)^{3/2} e^{-3i\varphi}$
		-2	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$\sqrt{\frac{7}{480\pi}} 15 \sin^2\theta \cos\theta e^{-2i\varphi}$
		-1	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$\sqrt{\frac{126}{384\pi}} \sin\theta (15 \cos^2\theta - 1) e^{-i\varphi}$
		0	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$\sqrt{\frac{7}{16\pi}} (5 \cos^3\theta - 3 \cos\theta)$
		1	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$-\sqrt{\frac{126}{384\pi}} \sin\theta (5 \cos^2\theta - 1) e^{-i\varphi}$
		2	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$\sqrt{\frac{7}{480\pi}} 15 \sin^2\theta \cos\theta e^{-2i\varphi}$
		3	$\sqrt{\frac{1}{8a_0} \frac{1}{40.320}} \frac{r^3}{8a_0^3} e^{-r/4a_0} (5.040)$	$-\sqrt{\frac{1575}{2880\pi}} (1 - \cos^2\theta)^{3/2} e^{-3i\varphi}$

Bilangan kuantum yang digunakan adalah bilangan kuantum $n = 1$, $l = 0$, $m = 0$. Bilangan kuantum dengan simbol n merupakan bilangan kuantum utama yang menjelaskan energi dari elektron di dalam atom yang berisi satu elektron dan banyak elektron. Bilangan kuantum ini berharga positif dan bulat dari 1 keatas. Makin besar harga n , maka tenaga elektronnya akan makin besar (Sukardjo, 2013:472). Menentukan bilangan n adalah setara dengan memilih suatu tingkat energi tertentu, seperti halnya dengan atom Bohr. Selanjutnya, bila memecahkan persamaan Schrodinger, akan ditemukan bahwa semua tingkat energi terkuantisasinya sesuai dengan milik model Bohr.

Bilangan kuantum dengan kuantum dengan simbol l merupakan bilangan kuantum sekunder yang menentukan kecepatan sudut. Jadi, semakin besar bilangan kuantum sekundernya maka akan semakin

besar pula kecepatan sudut yang dimiliki. Bilangan kuantum dengan simbol m merupakan bilangan kuantum magnetik atau azimuth menyatakan orientasi orbital sehingga disebut juga bilangan kuantum orientasi orbital.

PENUTUP

Simpulan

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa persamaan Schrodinger atom Deuterium terdapat dua persamaan yakni persamaan radial yang bergantung variabel r dan persamaan agular yang terdiri dari persamaan polar dan azimuth. Persamaan polar bergantung variabel θ dan persamaan azimuth bergantung variabel φ .

Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai persamaan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

Schrodinger atom Deuterium dengan bilangan kuantum yang lebih besar, mencari energi atom Deuterium dengan tingkatan 4 keatas. Agar lebih memahami tentang persamaan Schrodinger atom Deuterium.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, S. A dan Z. Abdullah. 2015. Teknik Pemisahan Operator dan Pendekatan Spektral sebagai Solusi Persamaan Schrodinger Bergantung Waktu pada Atom Hidrogen. *Jurnal Fisika Unand*. 4(3): 255-262.
- Beiser, A. 1990. *Konsep Fisika Modern*. Edisi Keempat. Terjemahan oleh The Howling. Jakarta: Erlangga.
- Ganesan, L. R., & M. Balaji. 2008. Schrodinger Equation for the Hydrogen Atom A Simplified Treatment. *Journal of Chemistry*. 5(3):659-662.
- Griffiths, D. J. 1995. *Intoduction to Quantum Mechanics*. First Edition. America : Prentice Hall, Inc.
- Krane, K. S. 1992. Quantum Physics. Fisrt Edition: John Wiley and Sons, Inc. Terjemahan oleh H. J. Wospakrik. Fisika Modern. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press.
- Santoso, B. 2015. Perkembangan Energi Nuklir Fusi. *Jurnal Ilmu dan Budaya*. 39(40): 5527 – 5534.
- Siftianida, I. I ., A. B. Wijatna dan B. Pratikno. 2016. Aplikasi Isotop Alam untuk Pendugaan Daerah Resapan Air Mata Air di Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Radiasi*. 12(2): 97 -106.
- Sukarsono., I. Darsono dan D. Herhady. 2007. Studi Status Teknik Pengayaan D_2O . *PPI*. 10 Juli 2017. *Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN*: 172 – 182.
- Supriadi, B., S. H. B. Pratowo., S. Bahri., Z. R. Ridlo dan T. Prihandono. 2018. The Stark Effect on the Wave Function of Tritium Relativistic Condition. *Jurnal of Physics*. IOP Publishing.
- Supriyadi dan A. Arkundanto. 2006. Metode Elemen Hingga untuk Penyelesaian Persamaan Schrodinger Atom Hidrogenik. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 7(1): 11-23.
- Sukardjo. 2004. *Kimia Fisika*. Cetakan Ketiga. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Zettili, N. 2009. *Quatum Physics Concepts and Applications*. New Delhi: John Wiley and Son Ltd.