

ANALISA TINGKAT ENERGI SPEKTRUM ATOM MERKURI (Hg) DENGAN SPEKTROMETER OPTIK

Akmal Johan

Abstrak : Telah dilakukan penelitian tentang analisa tingkat energi spektrum atom merkuri (Hg) dengan spektroskopi optik. Dari penelitian didapatkan garis-garis warna spektrum atom yaitu pada jangkauan cahaya tampak yang panjang gelombangnya berkisar antara 4000Å sampai 7000Å. Dari hasil ini jelas bahwa transisi-transisi atomik tertentu yang diizinkan, dimana transisi-transisi tertentu ini mengindikasikan kediskritan dari tingkat energi atom merkuri, dengan kata lain energi emisi berupa paket-paket kuantum energi (energinya terkuantisasi). Pada atom merkuri yang berperan dalam emisi radiasi adalah dua elektron pada kulit terluar, karena itu praktis spektrumnya adalah spektrum dua elektron. Meskipun demikian, karena atom ini merupakan atom berat, maka terdapat penyimpangan dalam koping L-S dari momentum sudut. Penyimpangan ini ditunjukkan oleh beberapa garis spektral yang melanggar kaidah seleksi $\Delta S=0$.

Kata kunci: Tingkat energi spektrum, panjang gelombang, atom merkuri.

Abstract : It was done the research to analyze the spectrum energy level of mercury atomic using the optic spectroscopy. It was found the atomic colour spectrum lines at feasible light wave length between 4000Å and 7000Å. It means that only certain atomic transition permitted. It indicated the descretion of mercury atomic energy level, means emittion energy as an packeds of energy kuantum. The mercury atoms that radiation emittion effect is two electrons at outer skin, because the spectrum directly shows spectrum of two electrons. Because they are heavy atoms, so that L-S coupling deflected from angular momentum. This deflection was shows with some spectral lines violating the selection rule $\Delta S=0$.

Kay words: Spectrum energy level, wave length, mercury atomic

PENDAHULUAN

Untuk lebih memahami fenomena mekanika kuantum dari sistem mikroskopis diperlukan suatu penelitian yang dapat menggambarkan fenomena-fenomena tersebut. Salah satunya adalah dengan pembuktian status energi terkuantisasi dari sebuah atom. Hal ini dapat dilakukan dengan mengeksitasi sebuah atom ke

tingkat energi di atas tingkat dasar sehingga dapat menyebabkan atom tersebut memancarkan radiasi.

Ada dua mekanisme utama yang dapat mengeksitasi sebuah atom ke tingkat energi di atas tingkat dasar. **Pertama**, dengan tumbukan tak-lenting antara elektron bebas (elektron tembak) dengan atom. Dalam hal ini hampir semua

energi kinetik elektron tembak terserap oleh atom, sehingga elektron pada sistem atom mempunyai cukup energi untuk bereksitasi ke tingkat energi di atas tingkat dasar. **Kedua**, dengan menimbulkan lucutan listrik dalam tabung gas bertekanan rendah, sehingga menimbulkan medan listrik yang dapat mempercepat elektron dan ion pada sistem atom sampai energi kinetiknya cukup untuk mengeksitasi atom tersebut ketika terjadi tumbukan.

Elektron pada sistem atom yang tereksitasi kembali ke tingkat dasar dengan memancarkan foton yang menurut **Bohr** berada pada frekuensi-frekuensi diskrit. Karena itu diharapkan transfer elektron pada sistem atom, dengan berbagai mekanisme, akan selalu dalam kuantitas diskrit dan berhubungan dengan spektrum pada sistem atom melalui persamaan,

$$\Delta E = h\nu$$

dimana h adalah konstanta Planck yang besarnya $6,626 \times 10^{-34}$ J.s atau $4,134 \times 10^{-15}$ eV.s dan ν adalah frekuensi radiasi foton.

TINJAUAN PUSTAKA

Momentum sudut atom berelektron banyak

Tingkat-tingkat energi dapat ditulis dalam dua notasi, yaitu : *pertama*, dengan n/l , dimana n adalah bilangan kuantum utama dan l adalah bilangan kuantum momentum sudut dengan s untuk $l = 1$, p untuk $l = 2$ dan seterusnya. Cara yang *kedua*, adalah dengan,

$$^{2S+1}L_j \tag{1}$$

dimana :

$$S = \sqrt{s(s+1)} \hbar;$$

adalah momentum sudut spin

$$L = \sqrt{l(l+1)} \hbar;$$

adalah momentum sudut orbital

$$J = \sqrt{j(j+1)} \hbar = S + L;$$

adalah momentum sudut total

Biasanya kita memberikan spesifikasi keadaan momentum sudut orbital elektron dengan huruf abjad s untuk $L=0$, p untuk $L=1$ dan seterusnya sesuai dengan skematika berikut ini :

$$\begin{matrix} L & = & 0 & 1 & 2 & 3 & \dots \\ & & s & p & d & f & \dots \end{matrix} \tag{2}$$

Lambang yang dipakai berasal dari klasifikasi empiris dari spektrum yaitu $s = sharp$ (tajam), $p = principle$ (utama), $d = diffuse$ (kabur) dan $f = fundamental$ (pokok), yang telah ada sebelum teori atom dikembangkan.

Skema yang serupa dengan persamaan (2), tetapi dengan memakai huruf besar dipakai untuk menyatakan keadaan elektron keseluruhan atom menurut bilangan kuantum momentum sudut orbital total (L) sebagai berikut :

$$\begin{matrix} L & = & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \dots \\ & & S & P & D & F & G & H & I & \dots \end{matrix} \tag{3}$$

Sebuah bilangan tikalas atas sebelum huruf yang menyatakan L (misannya 2P) dipakai untuk menyatakan *multiplisitas* (kebahu-kembaran) dari keadaan tersebut. Hal ini

sama dengan banyaknya kemungkinan orientasi dari L dan S , jadi sama dengan banyaknya kemungkinan harga yang berbeda dari J . Multiplisitas sama dengan $2S+1$ dalam situasi biasa dimana $L > S$, karena J berkisar dari $L+S$ melalui 0 hingga $L-S$. Jadi jika $S=0$, multiplisitasnya 1 (keadaan tunggal atau singlet), $J = L$; jika $S = \frac{1}{2}$, multiplisitasnya 2 (keadaan dwikembar atau doublet) dan $J = L \pm \frac{1}{2}$; jika $S = 1$, multiplisitasnya 3 (keadaan trikembar atau triplet) dan $J = L + 1, L$ atau $L - 1$; dan seterusnya. Untuk konfigurasi dengan $S > L$, multiplisitasnya sama dengan $(2L+1)$. Bilangan kuantum momentum sudut total J dipakai sebagai tikalas bawah sesudah huruf yang menyatakan L , sehingga keadaan 3P_1 (dibaca "Trikembar P satu"), mengacu pada konfigurasi elektron dengan tikalas atas 3 menunjukkan *multiplisitas* (kebahukembaran) $(2s+1)$ yaitu $s=1$, P menunjukkan $L=1$ dan tikalas bawah 1 menunjukkan $j=1$. Menurut sejarahnya pelambangan seperti ini disebut *Lambang Suku*.

Kopling L-S

Bila lebih dari satu elektron yang menyumbangkan momentum sudut orbital dan spin pada momentum sudut orbital total J dari sebuah atom, J tetap merupakan jumlahan vektor dari momentum individual. Karena elektron yang bersangkutan saling berinteraksi, perilaku dimana momentum individual L_i dan S_i bersama-sama membentuk J mengikuti pola tertentu bergantung pada sekelilingnya.

Pola yang biasa untuk semua atom kecuali yang sangat berat adalah bahwa momentum sudut orbital L_i dari berbagai elektron terkopel bersama menjadi resultan tunggal L dan momentum sudut spin S_i terkopel bersama menjadi resultan tunggal lainnya S secara bebas. Momentum L dan S berinteraksi melalui efek spin-orbit untuk membentuk momentum sudut total J . Skema ini disebut *kopling L-S* (sambatan L-S), yang dapat dituliskan sebagai berikut,

$$L = \sum L_i ; L = \sqrt{l(l+1)} \hbar ; L_z = m_l \hbar$$

$$S = \sum S_i ; S = \sqrt{s(s+1)} \hbar ; S_z = m_s \hbar$$

$$J = \sum J_i ; J = \sqrt{j(j+1)} \hbar ; J_z = m_j \hbar$$

sehingga ,

$$J = \sum L_i + \sum S_i$$

$$J = L + S \quad (4)$$

Dalam hal ini L, S, J, L_z, S_z terkuantisasi dengan bilangan kuantum masing-masing L, S, J, m_l, m_s dan m_j .

Untuk lebih memahami kopling L-S ini kita perhatikan Gambar 1, dalam hal ini dimisalkan $l_1=1, s_1=\frac{1}{2}$ dan $l_2=2, s_2=-\frac{1}{2}$.

Aturan L dan S tergantung membentuk J minimum untuk elektron dalam sub-kulit yang kurang dari setengahnya terisi dan maksimum untuk elektron dalam sub-kulit yang lebih dari setengahnya terisi. Dalam bahasa mekanika kuantum *jika fungsi gelombang berbagai elektron bertumpang minimum, maka L maksimum*.

Kopling j-j

Dalam batas kegagalan kopling L-S, kombinasi momentum sudut orbital dan momentum sudut spin untuk tiap-tiap elektron memberikan momentum sudut total J_i untuk tiap-tiap elektron, $J_i = L_i + S_i$. Kemudian menjumlahkan J_i untuk mendapatkan momentum sudut total elektron $J = \sum J_i$. Situasi ini dikenal sebagai *kopling j-j* (sambatan *j-j*), karena masing-masing J_i diberikan oleh bilangan kuantum j

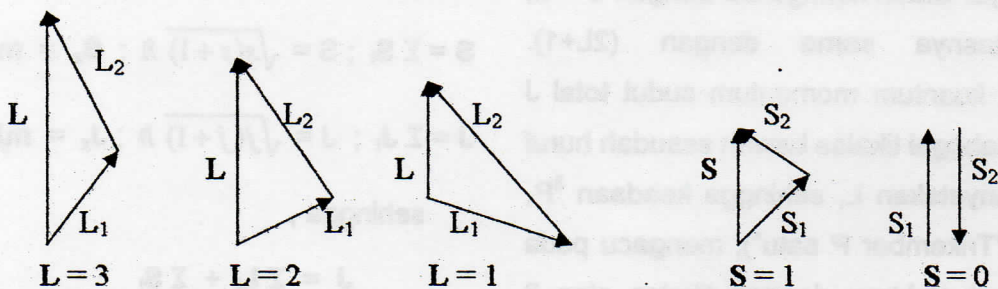
seperti yang telah diterangkan sebelumnya. Jadi perumusan kopling *j-j* adalah,

$$J_i = L_i + S_i$$

$$J = \sum J_i \tag{5}$$

Interaksi Spin-Orbit

Kehadiran spin elektron mempengaruhi *Hamiltonian sistem atomik*, sehingga satu status dapat pecah menjadi beberapa sub-status. Efek kehadiran spin ini disebut sebagai *interaksi spin-orbit* yang merupakan efek relativistik dari elektron.



Gambar 1. Tiga cara penggabungan L_1 dan L_2 untuk membentuk L . Dan dua cara penggabungan S_1 dan S_2 untuk S

Interaksi spin-orbit dapat dipahami melalui pendekatan klasik. Elektron yang berputar mengelilingi inti mendapatkan dirinya berada dalam medan magnetik, karena dalam kerangka acuan dirinya, inti tersebut mengelilinginya. Medan magnetik ini bereaksi terhadap momen magnetik spin elektron tersebut sehingga menghasilkan semacam efek Zeeman internal. Hal ini memberikan tambahan suku *interaksi spin-orbit* pada *Hamiltonian sistem atomik*.

Momen magnetik spin elektron sebanding dengan spinnya (S) dan medan magnet dari adanya gerakan ini sebanding dengan sudut orbital elektron L . Karena itu interaksi

spin-orbit sebanding dengan $L.S$. Perkalian skalar dari $L.S$ bergantung pada orientasi dua vektor ini. Momentum sudut elektron total $J = L + S$ juga bergantung pada orientasi relatif L dan S dan juga energi interaksi spin-orbit bergantung pada J .

Prinsip Eksklusi

Dalam tahun 1925, *Wolfgang Pauli* menemukan prinsip pokok yang mengatur konfigurasi elektron atom yang memiliki lebih dari satu elektron. Prinsip eksklusinya (larangannya) menyatakan bahwa tidak terdapat dua elektron dalam sebuah atom yang dapat berada dalam keadaan kuantum

yang dapat berada dalam keadaan kuantum yang sama. Dengan kata lain, masing-masing elektron dalam sebuah atom harus memiliki kumpulan bilangan kuantum n , l , m_l , m_s yang berbeda.

Prinsip eksklusi membatasi banyaknya elektron yang dapat menempati suatu sub-kulit tertentu. Suatu sub-kulit bercirikan bilangan kuantum utama n dan bilangan kuantum orbital l , dengan

$$\begin{aligned} n &= 1, 2, 3, \dots \\ l &= 0, 1, 2, \dots, (n-1) \end{aligned} \quad (6)$$

Terdapat $(2l+1)$ harga yang berbeda dari bilangan kuantum magnetik m_l untuk setiap l , karena

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, (n-1) \quad (7)$$

dan dua harga bilangan kuantum magnetik spin $m_s (+\frac{1}{2}$ dan $-\frac{1}{2})$ untuk setiap m_l . Jadi masing-masing kulit maksimum berisi

$$\begin{aligned} \sum_{l=1}^{l=n-1} 2(2l+1) &= 2\{1+3+5+\dots+2(n-1)+1\} \\ &= 2\{1+3+5+\dots+2n-1\} \text{ elektron} \end{aligned} \quad (8)$$

Kuantitas dalam tanda kurung pers.(6) berisi n suku yang harga rata-ratanya adalah $\frac{1}{2}\{1+(2n-1)\}$, jadi jumlah maksimum elektron dalam kulit ke-1 adalah :

$$2 \times \frac{n}{2} \{1+(2n-1)\} = 2n^2 \quad (9)$$

Kulit atomik atau sub-kulit atomik yang terisi penuh sesuai dengan jatah elektronnya disebut *tertutup*. Sebuah sub-kulit $s(l=0)$ yang tertutup mengandung 2 (dua) elektron, sub-kulit $p(l=1)$ yang tertutup mengandung 6

(enam) elektron, sub-kulit $d(l=3)$ yang tertutup mengandung 10 (sepuluh) elektron dan seterusnya.

Kaidah Transisi

Untuk membahas spektrum atom merkuri (Hg) mula-mula kita perhatikan kaidah seleksi umum untuk transisi terizinkan dibawah *kopling L-S*.

1. $\Delta L = 0, \pm 1$

Transisi dari $L = 0$ ke $L = 0$ dilarang ($L = 0 \leftrightarrow L = 0$).

Bila hanya satu elektron yang terkait, $\Delta L = 0$ dilarang dan $\Delta L = \pm 1$ merupakan satu - satunya kemungkinan. Akan tetapi kaidah umum diisi melibatkan bilangan kuantum sudut orbital total L .

2. Kaidah Laporte, transisi yang diperbolehkan adalah genap ke ganjil atau ganjil ke genap, transisi yang tidak diperbolehkan adalah genap ke genap atau ganjil ke ganjil (genap \leftrightarrow ganjil, genap \leftrightarrow genap, ganjil \leftrightarrow ganjil). Disini "genap" dan "ganjil" berkenaan dengan penjumlahan aritmatik $\sum_i L_i$ pada

semua elektron. Hasil yang penting dari kaidah ini adalah bahwa transisi antara status yang berasal dari konfigurasi yang sama semua atom.

3. $\Delta J = 0, \pm 1$, transisi $J = 0$ ke $J = 0$ dilarang ($J = 0 \leftrightarrow J = 0$)

Kaidah ini sama untuk semua atom.

4. $\Delta S = 0$

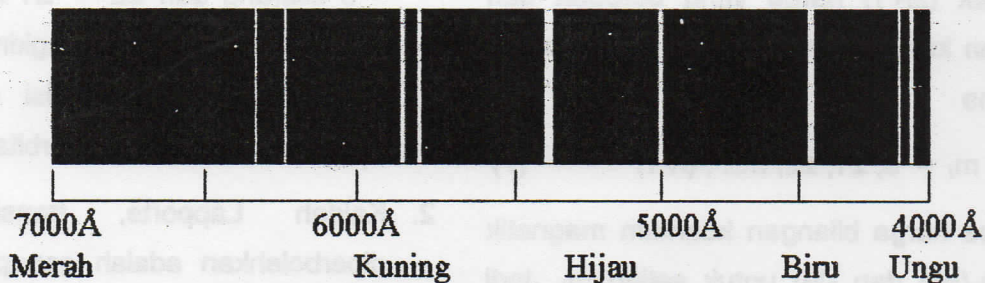
Penerapan kaidah ini hanya untuk atom-atom dengan inti kecil.

Transisi Radiasi Atom Merkuri

Atom atau molekul pada gas bertekanan rendah berjarak rata-rata cukup jauh sehingga interaksi hanya terjadi pada saat tumbukan yang kadang-kadang terjadi. Dalam keadaan seperti ini dapat kita harapkan bahwa radiasi yang dipancarkan merupakan karakteristik dari atom atau molekul secara individual yang terdapat disitu, harapan ini ternyata terbukti secara eksperimental. Jika gas atomik atau uap atomik yang bertekanan rendah dibawah

tekanan atmosfer dieksitasikan, biasanya dengan memberikan arus listrik, radiasi yang dipancarkan mempunyai spektrum yang berisi hanya panjang gelombang tertentu saja yang dapat teramati.

Spektrometer yang sesungguhnya memakai kisi difraksi. Sebagai contoh Gambar 2, dibawah ini menunjukkan spektrum atomik untuk unsur merkuri atau air raksa (Hg), spektrum seperti ini disebut *spektrum garis emisi*.



Gambar 2. Garis utama dalam spektrum emisi atom merkuri (Hg)[1]

Setiap unsur memperlihatkan spektrum garis yang unik bila sampelnya dalam fase uap dieksitasikan, jadi spektrometer merupakan alat yang berguna untuk menganalisa komponen zat yang tak diketahui.

Sebuah atom merkuri mempunyai 80 elektron. Pada status dasar kulit K, L, M, dan N terisi penuh oleh 60 elektron, masing-masing kulit K sebanyak 2 elektron, kulit L sebanyak 8 elektron, kulit M sebanyak 18 elektron dan kulit N sebanyak 32 elektron, sedangkan untuk dua kulit terluar yaitu kulit O dan P ditunjukkan oleh konfigurasi electron sebagai berikut,

- kulit O : $5s^2, 5p^6, 5d^{10}$
- kulit P : $6s^2$

Panjang gelombang spektrum atom merkuri yang dihasilkan dari percobaan spektroskopi optik (dengan menggunakan spektrometer optik) dari buku literatur (*Experiment in Modern Physics: 51*) dari kiri ke kanan makin kecil bersesuaian dengan :

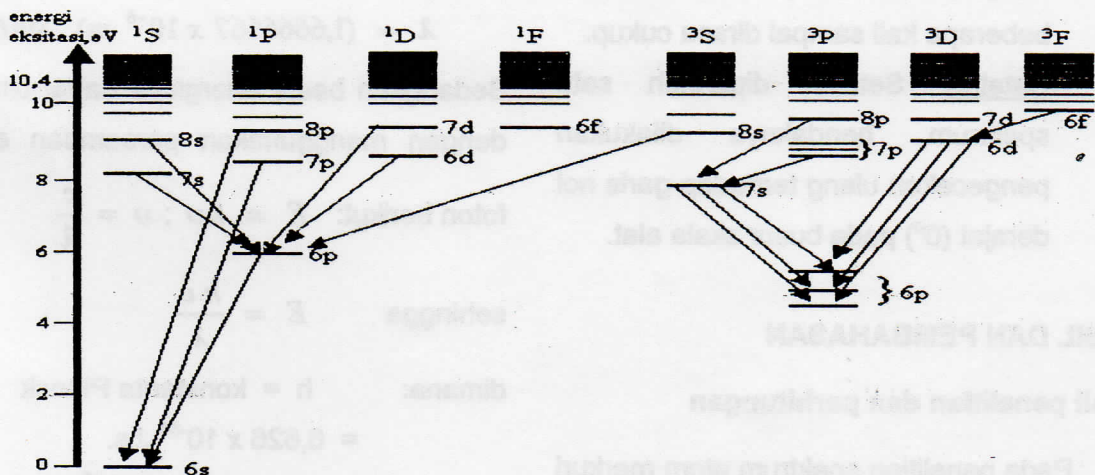
Warna Spektrum	Panjang Gelombang, (Å)
Merah	6907,5
Dwikembar Kuning	5789,7–5769,6
Trikembar Hijau	5460,7
Trikembar Biru	4358,4
Trikembar Ungu	4046,6

Seperti telah disebutkan diatas bahwa atom merkuri mempunyai 2 elektron terluar, karena itu spektrum atom ini lebih dominan ditentukan oleh perilaku dua elektron tersebut. Karena itu ada dua pembagian keadaan yaitu keadaan tunggal dan keadaan trikembar yang berurutan, keadaan dengan spin kedua elektron anti-sejajar (menghasilkan $S=0$) dan sejajar (menghasilkan $S=1$). Karena kaidah seleksi $\Delta S = 0$, tidak ada transisi dapat terjadi antara keadaan tunggal dan keadaan trikembar. Keadaan trikembar yang terendah disebut *metastabil* karena tanpa tumbukan, sebuah atom dalam keadaan itu mempertahankan eksitasinya untuk waktu

yang relatif panjang (satu detik atau lebih) sebelum memancarkan radiasi.

Tingkat-tingkat energi atom merkuri yang memiliki dua elektron pada kulit terluar, diharapkan mempunyai pembagian keadaan seperti pada atom Helium, yaitu keadaan tunggal dan keadaan trikembar. Walaupun demikian karena atom merkuri demikian berat (80 elektron), kita dapat mengharapkan tanda-tanda penyimpangan dalam kopling L-S dari momentum sudut. Seperti terlihat pada Gambar 3 berikut,

Kedua harapan itu terjadi dan beberapa garis utama dalam spektrum atom merkuri timbul dari transisi yang melanggar kaidah $\Delta S = 0$.



Gambar 3. Diagram tingkat energi untuk atom merkuri (Hg). Dalam masing-masing tingkat eksitasi satu elektron terluar berada dalam keadaan dasar dan perlambangan tingkat energi dalam diagram bersesuaian dengan elektron pada kulit terluar.[1]

METODA PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Nopember 2006, bertempat di ruang gelap Laboratorium Fisika Lanjut dan Fisika Material Jurusan

Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya.

Langkah-Langkah Percobaan

1. Kajian literatur yang berkenaan dengan tingkat energi spektrum atom merkuri (Hg).

2. Melakukan percobaan spektroskopi optik terhadap tabung gas atom merkuri (Hg) dengan menggunakan spektrometer optik dan kisi difraksi yang digunakan disini adalah 600 garis/mm.
3. Langkah-langkah percobaan (pengambilan data) sebagai berikut :
 - a. Meng-set peralatan spektroskopi optik.
 - b. Menentukan garis nol derajat (0°) pada busur skala alat.
 - c. Memutar loop-2 ke kanan, mencatat sudut (lihat dari skala sudut) untuk setiap spektrum yang terlihat.
 - d. Dengan cara yang sama, loop-2 diputar ke kiri.

Langkah (c) dan (d) dilakukan beberapa kali sampai dirasa cukup.

Catatan: Setelah diperoleh satu spektrum, hendaknya dilakukan pengecekan ulang terhadap garis nol derajat (0°) pada busur skala alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan perhitungan

Pada penelitian spektrum atom merkuri menggunakan spektroskopi optik ini dipakai kisi difraksi 600 garis/mm, sedangkan orde difraksi $n = 1$ (orde pertama). Karena untuk beberapa kali pengukuran diperoleh hasil yang nyaris sama (perbedaannya hanya dalam skala detik sudut), dan juga perbedaan tersebut praktis tidak menyebabkan perbedaan hasil, maka untuk data tersebut tidak dilakukan perhitungan ralat

dari kesalahan perhitungan.

Sudut rata-rata θ didapatkan melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan:

$$\theta = \frac{\theta_R + \theta_L}{2}$$

Data hasil perhitungan sudut rata-rata ini dapat dilihat pada Tabel 1, berikut

Dari persamaan difraksi gelombang dengan menggunakan kisi difraksi berikut:

$$n\lambda = d \sin \theta_i ;$$

dimana: $n = 1$ (orde pertama)

$$d = \frac{1}{600 \text{ garis/mm}}$$

$$= 1,6666667 \times 10^{-6} \text{ m/garis}$$

sehingga:

$$\lambda = (1,6666667 \times 10^{-6} \text{ m}) \sin \theta_i$$

Sedangkan besar energinya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan energi

$$\text{foton berikut: } E = h\nu ; \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{sehingga } E = \frac{hc}{\lambda}$$

dimana: $h = \text{konstanta Planck}$

$$= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s.}$$

$$= 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV.s.}$$

$c = \text{kecepatan cahaya}$

$$= 2,998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

sehingga dari harga sudut yang didapat melalui penelitian, maka dapat dihitung panjang gelombang dan energi dari masing-masing warna spektrum dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 1. Data hasil perhitungan sudut rata-rata untuk masing-masing spektrum atom merkuri (Hg) dengan Spektroskopi Optik

Warna Spektrum	Sudut Rata-rata		Sudut Rata-rata	
	(θ_R)	(θ)	θ	θ (derajat)
Merah	24° 27'	24° 31'	24° 29'	24,4833°
Dwikembar Kuning	20° 18,5' – – 20° 14'	20° 20,5' – 20° 16'	20° 19,5' – – 20° 15'	20,325° – 20,25°
Trikembar Hijau	19° 6,5'	19° 8,5'	19° 7,5'	19,125°
Hijau – Biru	17° 8'	17° 10'	17° 9'	17,15°
Trikembar Biru	15° 8'	15° 11'	15° 9,5'	15,1583°
Trikembar Ungu	14° 1,5'	14° 4,5'	14° 3'	14,05°

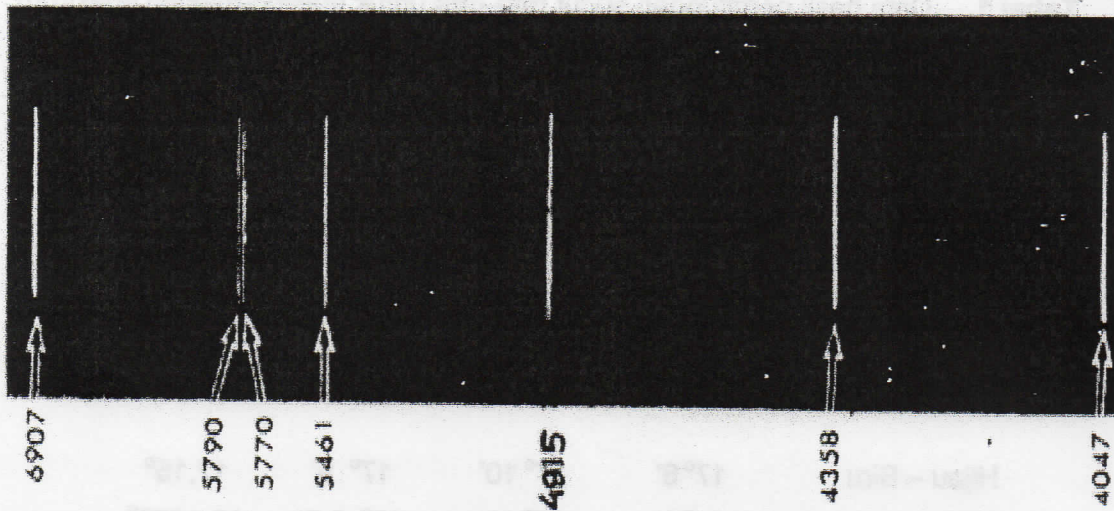
Tabel 2. Data hasil perhitungan panjang gelombang dan energi untuk masing-masing spektrum atom merkuri (Hg) dengan Spektroskopi Optik

Warna Spektrum	θ (°)	Panjang Gelombang	Energi E (eV)
		λ (Å)	
Merah	24,4833°	6907,1422	1,7952
Dwikembar Kuning	20,325° – 20,25°	5789,0809 – 5768,6177	2,1419 – 2,1495
Trikembar Hijau	19,125°	5460,5031	2,2708
Hijau – Biru	17,15°	4914,5717	2,5231
Trikembar Biru	15,1583°	4358,1222	2,8452
Trikembar Ungu	14,05°	4046,1425	3,0646

Pembahasan

Spektrum garis emisi atom merkuri (Hg) dari penelitian dengan menggunakan spektroskopi optik ini didapatkan seperti Gambar 4. Pada Gambar 4 ini

ditunjukkan suatu penemuan yang menyimpang dari data yang ada dibuku literatur [7], karena disini ditemukan warna spektrum Hijau-Biru.



Gambar 4. Spektrum atom merkuri (Hg) hasil penelitian menggunakan spektroskopi optik.

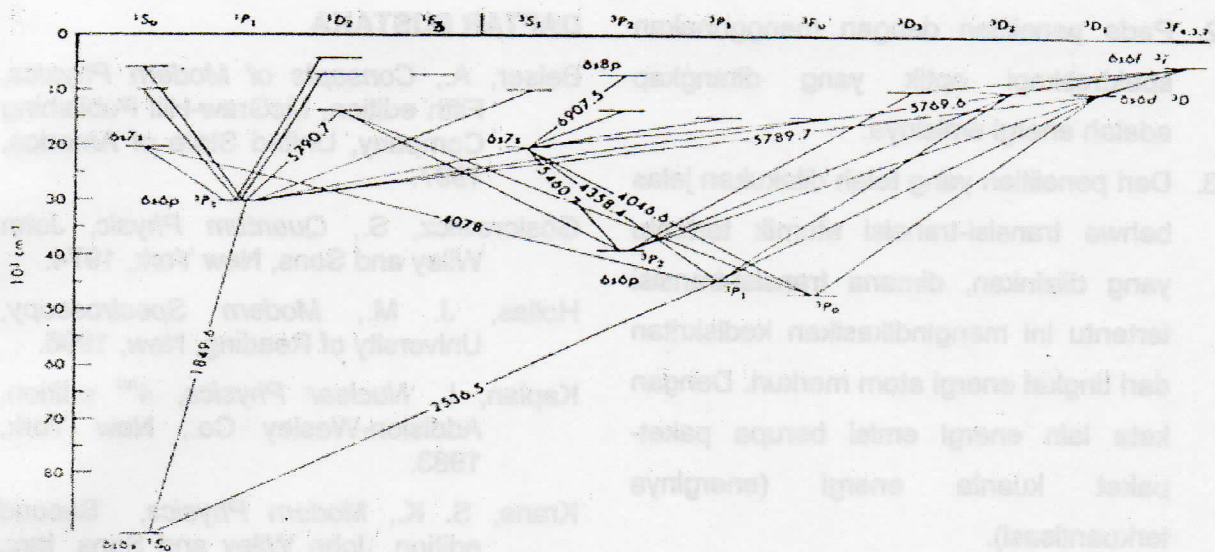
Panjang gelombang—panjang gelombang λ , yang diperoleh dari perhitungan pada masing-masing spektrum dan perbandingannya dengan data yang ada dibuku literatur [7], seperti ditunjukkan pada Tabel 3, berikut:

Tabel 3. Data perbandingan panjang gelombang spektrum atom merkuri (Hg) dari hasil penelitian dan buku literatur.[7]

Warna Spektrum	θ_i (°)	Panjang Gelombang	Panjang Gelombang
		$\lambda(\text{Å})$ {Penelitian}	$\lambda(\text{Å})$ {Literatur}
Merah	24,4833°	6907,1422	6907,5
Dwikembar	20,325°	5789,0809 –	5789,7 –
Kuning	– 20,25°	5768,6177	5769,6
Trikembar Hijau	19,125°	5460,5031	5460,7
Hijau – Biru	17,15°	4914,5717	–
Trikembar Biru	15,1583°	4358,1222	4358,4
Trikembar Ungu	14,05°	4046,1425	4046,6

Panjang gelombang—panjang gelombang yang diperoleh pada Gambar 4 atau Tabel 3 ini berasal dari transisi-transisi atomik dua elektron pada kulit terluar, yang bersesuaian dengan garis-garis spektral seperti ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:

Seperti telah dibahas pada bagian tinjauan teori, kebahukembaran dapat diidentifikasi dengan fungsi gelombang spin dimana untuk kasus dua elektron status eigen yang mungkin adalah status tunggal dan trikembar.



Gambar 5. Diagram tingkat-tingkat energi garis utama pada spektrum atom merkuri

Dengan kata lain, jika $S=0$ maka statusnya adalah tunggal (singlet) dan jika $S=1$ maka statusnya adalah trikembar (triplet). Status trikembar ini diidentifikasi oleh nilai J yaitu $L+1$, L , $L-1$. Karena itu untuk status tunggal, seperti ditunjukkan pada Gambar 5, terdiri dari 1S_0 , 1P_1 , 1D_2 dan 1F_3 . Sedangkan untuk status trikembar terdiri dari 3S_1 (berkenaan dengan $L=0$, $S=1$) $^3P_{012}$, $^3D_{123}$ dan $^3F_{234}$ (berkenaan dengan itu berturut-turut, $L=1,2$ dan 3).

Panjang gelombang–panjang gelombang spektrum atomik yang diperoleh dari hasil penelitian ini bersesuaian dengan garis-garis spektral seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Lengkapnya, spektrum trikembar ungu dihasilkan dari transisi antara $6s7s\ ^3S_1$ ke $6s6p\ ^3P_0$, trikembar biru dan trikembar hijau berturut-turut adalah transisi dari $6s7s\ ^3S_1$ ke $6s6p\ ^3P_1$ dan ke $6s6p\ ^3P_2$. Sedangkan dwikembar kuning dihasilkan dari transisi antara $6s6d\ ^3D_1$ ke $6s6p\ ^1P_1$ dan

$6s6d\ ^3D_2$ ke $6s6p\ ^1P_1$, dan spektrum merah dihasilkan dari transisi $6s8p\ ^3P_2$ ke $6s7s\ ^3S_1$.

Pada atom merkuri status dasarnya (*ground state*) adalah $6s6s\ ^1S_0$ yang terletak pada $n=6$ (n adalah bilangan kuantum utama).

Tingkat kecerlangan (besar kecilnya intensitas) dari garis-garis spektral berkenaan dengan kebolehjadian (*probabilitas*) transisi. Karena transisi $6s6d\ ^3D_1$ ($S=1$) ke $6s6p\ ^1P_1$ ($S=0$) melanggar kaidah transisi ΔS , maka probabilitas transisinya lebih kecil dari $6s6d\ ^3D_2$ ($S=0$) ke $6s6p\ ^1P_1$ karena itu garis spektrum kuning $5769,6\text{\AA}$ lebih terang dari pada garis spektrum kuning $5789,7\text{\AA}$.

KESIMPULAN

1. Dari penelitian ini dihasilkan garis-garis warna spektrum atom merkuri (Hg) yaitu pada jangkauan cahaya tampak yang panjang gelombangnya berkisar antara 4000\AA sampai 7000\AA .

2. Pada penelitian dengan menggunakan spektroskopi optik yang ditangkap adalah energi emisinya.
3. Dari penelitian yang telah dilakukan jelas bahwa transisi-transisi atomik tertentu yang diizinkan, dimana transisi-transisi tertentu ini mengindikasikan kediskritan dari tingkat energi atom merkuri. Dengan kata lain energi emisi berupa paket-paket kuantum energi (energinya terkuantisasi).
4. Karena atom merkuri adalah atom berat, maka ada transisi-transisi yang menyimpang dari kaidah transisi. Hal ini disebabkan adanya interaksi spin orbit yang pengaruhnya lebih besar dari interaksi repulsif antar elektron.

DAFTAR PUSTAKA

- Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, Fifth edition, McGraw-Hill Publishing Company, United State of America, 1997.
- Gosiorowicz, S., *Quantum Physic*, John Wiley and Sons, New York, 1974.
- Hollas, J. M., *Modern Spectroscopy*, University of Reading, New, 1996.
- Kaplan, I., *Nuclear Physics*, 4th edition, Addison-Wesley Co., New York, 1983.
- Krane, S. K., *Modern Physics*, Second edition, John Wiley and Sons, Inc., USA, 1996.
- Leybold-Heraeus GMBH, *Physics Experiment, Optics, Atomic and Nuclear Physics*, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1983.
- Melissinos, A. C., *Experiment in Modern Physics*, Academic Press Division, Orlando, Florida, 1992.
- Smith M S. 1999b. *OLS (Ordinary Least Squares) CONJOINT ANALYSIS*. Professor of Marketing. Marriott School of Management, Universitas BrighamYoung.
- Tomasoberg, 2000. *Analysis Conjoint*. Presentation, swedish.