

SPEKTROSKOPI – KISI ATOM

Oleh :

M. Fafat Reynaldo (10298040)



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2001**

SPEKTROSKOPI – KISI ATOM

I. TEORI DASAR

Jauh sebelum model atom Bohr dikemukakan, spektroskopi optik telah memperlihatkan spektrum atom hidrogen yang mempunyai ciri khas yaitu spektrum garis yang membentuk deret-deret panjang gelombang. Bertolak dari sinilah Bohr berusaha mencari suatu model atom yang dapat menerangkan bentuk spektrum ini. Akhirnya Bohr berhasil mengembangkan suatu model atom yang memperlihatkan terkuantisasinya radiasi elektromagnetik yang dipancarkannya, sesuai dengan hasil spektrum yang diperoleh dari percobaan spektroskopi-optik. Dengan demikian spektroskopi-optik menjadi sarana yang penting dalam mempelajari struktur atom.

Suatu sistem mekanika kuantum adalah kumpulan dua atau lebih partikel yang berinteraksi yang biasanya terikat bersama. Sistem ini sederhana bila jumlah partikel bebas didalam sistem itu sedikit, atau bila sistem dapat diperkirakan dalam model beberapa partikel. Suatu karakteristik sistem mekanika kuantum terikat adalah bahwa energinya tidak dapat mempunyai setiap harga, sistem tersebut dapat berada dalam suatu diantara tingkat-tingkat energinya atau keadaannya. Transisi sistem antara berbagai keadaannya itu dapat terjadi asal hukum-hukum kekekalan dasar terpenuhi.

Transisi dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang rendah dapat terjadi untuk sistem yang terisolasi, dan semakin besar kebolehjadian transisi spontan ini, semakin pendek 'umur' tingkat energi tersebut. Selama transisi spontan suatu sistem mekanika kuantum ke tingkat energi yang lebih rendah semacam itu, suatu kuantum radiasi atau satu (atau lebih) partikel dapat dipancarkan, yang membawa energi yang hilang dari sistem tersebut. Didalam medan radiasi sistem mekanika kuantum tersebut dapat pula memperoleh energi dari medan tersebut dan berubah ke tingkat energi yang lebih tinggi, atau dapat pula kehilangan energinya, diberikan pada medan, dan sistem turun ke tingkat energi yang lebih rendah.

Dengan mengamati kuantum-kuantum radiasi, atau partikel-partikel yang dipancarkan selama transisi semacam ini kita memperoleh informasi mengenai tingkat energi yang terlibat pada pemancarnya. Contoh diantaranya adalah spektroskopi-optik yang menentukan dengan akurat energi cahaya yang dipancarkan oleh atom-atom.

Sistem mekanika kuantum sederhana yang paling biasa adalah atom hidrogen, yang terdiri dari sebuah proton dan sebuah elektron yang terikat satusama lain. Teori elektrodinamika kuantum dapat memprediksi tingkat energinya yang mungkin sampai ketinggian penelitian eksperimen yang baik pada saat ini yaitu $1/10^6$. Teori Bohr yang sederhana (meskipun tidak betul benar) memberikan prediksi yang sama dengan solusi eksak. Persamaan Schroedinger untuk sistem hidrogen karena itu betul jika efek relativitas, tingkat ketelitian yang diperoleh lebih tinggi diabaikan, tingkat ketelitian yang diperoleh adalah $1/10^5$ yang memadai jika dibandingkan dengan resolusi (daya pisah) alat yang biasa tersedia dalam laborarorium pendidikan.

Jari-jari orbit stasioner elektron dalam atom hidrogen atau semacamnya

$$r = n^2 (4\pi K_0 h^2) / (2L^2 m)$$

Energi elektron dalam orbit stasionernya:

$$E = -1/2 ((Z^2 L^2 m) / ((4\pi K_0)^2 h^2)) (1 / n^2)$$

Dengan menggunakan nilai E_0 , h , c , L , dan m dari tabel tetapan fisis dan $Z = 1$ untuk hidrogen, dapat ditentukan

- a) Jari-jari pertama Bohr r_0
- b) Bilangan gelombang (tetapan) Rydberg R dimana

$$E_m = h c R (1 / n^2)$$

Diketahui pula hubungan panjang gelombang dengan keadaan transisi yang terjadi

$$(1 / \lambda_I f) = R = ((1 / n_f^2) - (1 / n_i^2))$$

$\lambda_I f$ = panjang gelombang radiasi yang dipancarkan pada transisi dari tingkat energi dengan $n = n_i$ ke tingkat gelombang dengan energi $n = n_f$

Dengan persamaan diatas kita catat bahwa garis spektrum hidrogen akan membentuk kelompok yang bergantung pada tingkat akhir transisi, dan dalam kelompok-kelompok ini banyak kesamaan /keteraturan, misalnya selisih frekuensi dari tingkat $n = 3$ ke $n = 1$ dari tingkat $n = 2$ ke tingkat $n = 1$, sama dengan frekuensi hasil transisi dari tingkat $n = 3$ ke tingkat $n = 2$.

Di akhir abad ke-19 ditemukan bahwa panjang gelombang spektrum atom membentuk himpunan-himpunan tertentu yang disebut deret spektrum. Panjang gelombang tiap deret dapat dinyatakan dengan rumus yang sederhana, yang mempunyai keserupaan menyolok antara berbagai deret tersebut ditemukan J.J. Balmer dalam tahun 1885 ketika mempelajari spektrum hidrogen bagian cahaya (tampak). Garis spektrum dengan panjang gelombang terpanjang ,6563 L diberi nama H_α , yang berikutnya 4863 L diberi nama H_β dan seterusnya. Makin pendek panjang gelombangnya, semakin rapat garis spektrumnya dan semakin lemah intensitasnya, sampai batas deret di 3646 L. Lewat dari batas ini tak ada lagi garis yang terpisah, hanya ada spektrum kontinu yang lemah. Jadi dengan mengamati spektrum yang tampak, dan mengukur panjang gelombang garis-garis spektrum yang tampak, kita dapat mempelajari tingkat energi atom tersebut dan juga menentukan tetapan Rydberg.

II. ALAT DAN BAHAN

- 1) Spektrometer kisi
- 2) Power Supply 220 V/AC
- 3) Power Supply 12 V/DC
- 4) Lampu Hidrogen, Mercury, dan Halogen

5) Kisi 600 lines/mm, kisi 300 lines/mm, kisi yang tak diketahui

III. DATA PEROLEHAN DAN ANALISIS

Agar lebih terlihat maka kami menuliskan data perolehan dan analisis sekaligus dalam bab ini.

1. Dengan sumber cahaya Hidrogirum (Hg):

a) Mempergunakan kisi 80 lines/mm, diperoleh data sebagai berikut:

$n = 1$

Warna spektrum	Sudut	Besar	Delta (°)	Sin ($\Delta\theta$)	λ (m)	λ (nm)
	θ_0	306°12'35"	-	-	-	-
Ungu	θ_1	308°00'30"	1,79861	0,03139	$7,847 \cdot 10^{-7}$	784,7
Biru	θ_2	308°08'25"	1,93055	0,03369	$8,422 \cdot 10^{-7}$	842,2
Sian	θ_3	308°24'15"	2,19444	0,03830	$9,575 \cdot 10^{-7}$	957,5
Hijau	θ_4	398°39'05"	2,44167	0,04260	$10,65 \cdot 10^{-7}$	1065
Jingga	θ_5	308°48'10"	2,59300	0,04524	$11,31 \cdot 10^{-7}$	1131
Merah	θ_6	309°00'35"	2,80000	0,04885	$12,21 \cdot 10^{-6}$	1221
Ungu	θ_7	309°51'00"	3,64000	0,06350	$1,587 \cdot 10^{-7}$	1587

b) Mempergunakan kisi yang belum diketahui lebarnya, diperoleh data sebagai berikut:

$n = 1$

Warna Spektrum	Sudut	Besar	Delta (°)	Sin ($\Delta\theta$)	$1/d$ (m)	d (lines / mm)
	θ_0	306°12'20"				
Ungu	θ_1	320°22'20"	14,1667	0,24474	$1,6031 \cdot 10^{-6}$	623,8
Ungu	θ_2	320°20'07"	14,1297	0,24412	$1,6072 \cdot 10^{-6}$	622,2
Biru	θ_3	321°30'00"	15,2944	0,26378	$1,5960 \cdot 10^{-6}$	626,5
Sian	θ_4	323°30'30"	17,3027	0,29742	$1,6096 \cdot 10^{-6}$	621,33
Hijau	θ_5	325°29'20"	19,2833	0,33024	$1,6124 \cdot 10^{-6}$	620,2
Jingga	θ_6	326°36'55"	20,4097	0,34873	$1,6210 \cdot 10^{-6}$	616,9
Jingga	θ_7	326°41'55"	20,4930	0,35000	$1,6150 \cdot 10^{-6}$	619,2
Ungu	θ_8	337°52'15"	31,6653	0,52490	$1,5120 \cdot 10^{-6}$	661,3

Dari percobaan 1 b kita dapat mengetahui lebar kisi dari suatu kisi yang tidak diketahui. Hasil yang diperoleh menunjukkan lebar kisi itu berkisar antara 616 – 623 lines / mm. Sebenarnya lebar kisi tersebut telah kita ketahui sebelum melakukan percobaan yaitu 600 lines / mm.

2) Dengan sumber cahaya Helium (He) :

a) Mempergunakan kisi 80 lines / mm diperoleh data sebagai berikut:

$n = 1$

Warna spektrum	Sudut	Besar	Delta (°)	Sin ($\Delta\theta$)	λ (nm)
	θ_0	306°14'35"			
Ungu	θ_1	308°15'45"	2,0194	0,0352	881
Sian	θ_2	308°20'40"	2,1014	0,0370	925
Sian	θ_3	308°21'50"	2,1208	0,0367	916
Hijau	θ_4	308°31'00"	2,2736	0,0396	991
Jingga	θ_5	308°54'30"	2,6653	0,0465	1162
Merah	θ_6	309°17'25"	3,0472	0,0535	1329

b) Mempergunakan kisi yang tidak diketahui lebarnya diperoleh data sebagai berikut:

$n = 1$

Warna spektrum	Sudut	Besar	Delta (°)	d (m)	d (lines / mm)
	θ_0	306°15'00"			
Ungu	θ_1	321°58'00"	15,7167	$1,626 \cdot 10^{-6}$	615,0
Biru	θ_2	322°49'20"	16,5722		
Sian	θ_3	323°35'15"	17,3375	$1,538 \cdot 10^{-6}$	650,1
Sian	θ_4	323°55'40"	17,6778	$1,523 \cdot 10^{-6}$	656,6
Sian	θ_5	324°02'55"	17,7986	$1,498 \cdot 10^{-6}$	667,4
Jingga	θ_6	327°04'50"	20,8305	$1,634 \cdot 10^{-6}$	611,8
merah	θ_7	330°04'10"	23,8194	$1,640 \cdot 10^{-6}$	609,7

Begitu juga untuk percobaan 2 b , untuk kisi yang tidak diketahui lebar kisinya diperoleh d berkisar antara 611 – 667 lines / mm. Hasil ini lumayan tepat dengan nilai sebenarnya yaitu 600 lines / mm. Hal yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan hanyalah masalah ketelitian alat. Karena pada spektrometer yang dipergunakan skala terkecilnya adalah 5”, adalah sulit bagi kami untuk memutuskan jika ada besar sudut antara nilai 5 “ tersebut. Pada spektrum biru kami tidak menganalisis lebar kisinya, hal ini karena spektrum tersebut tidak kami jumpai pada percobaan dengan kisi yang 80 lines / mm.

2. Dengan sumber cahaya Hydrogen (H₂)

a). Mempergunakan kisi 80 lines /mm diperoleh data sebagai berikut:

n = 1

Warna spektrum	Sudut	Besar	Delta (°)	Sin (Δθ)	λ (nm)
	θ ₀	306°12'30"			
Ungu	θ ₁	308°11'35"	1,9847	0,0346	865
Ungu	θ ₂	308°40'00"	2,4583	0,0429	1072
Hijau	θ ₃	308°51'00"	2,6417	0,0461	1152
Jingga	θ ₄	310°04'20"	3,8638	0,0674	1685

Pada percobaan dengan menggunakan sumber dari hidrogen ini terus terang kami mengalami kesulitan. Hal ini karena citra dari spektrum hidrogen ini sangat lemah sekali. Sedangkan data yang kami peroleh pun kami tidak dapat memastikan apakah ini sudah tepat atau tidak. Memang kendala juga disebabkan oleh pencahayaan. Saat lampu ruangan dimatikan, barulah citra itu agak terlihat walaupun sangat lemah sekali. Saat kami menggunakan kisi 600 lines / mm, hasilnya lebih parah lagi. Tidak ada satupun spektrum yang teramati.

IV. KESIMPULAN

1. Dengan mengamati spektrum dari sinar apakah itu helium, hidrogen, atau hidrogen, dengan menggunakan kisi yang diketahui lebarnya, kita dapat menghitung lebar kisi yang tidak diketahui.
2. Cahaya dipancarkan bila terjadi loncatan api listrik dalam tabung berisi uap suatu unsur zat. Cahaya tersebut kemudian dilewatkan melalui suatu zat perantara dispersif, seperti kisi difraksi. Kisi ini berperan memisahkan masing-masing komponen panjang gelombang pada kedudukan yang berbeda.
3. Makin pendek panjang gelombang suatu spektrum, semakin rapat garis spektrumnya dan semakin lemah intensitasnya. Lewat dari batas terendah tak ada lagi garis yang terpisah hanya ada spektrum kontinu yang lemah.

V. SARAN

Saat kami melakukan percobaan modul E, spektrum untuk hidrogen terlihat lemah sekali sehingga kami harus mematikan penerangan. Tetapi praktikan modul F butuh penerangan untuk mengamati percobaannya.

Sebaiknya percobaan-percobaan yang bekerja dalam ruangan gelap disatukan. Misalnya modul B, C, dan E.