

# PENGARUH MEDAN MAGNETIK EKSTERNAL PADA TABUNG GAS HIDROGEN TERHADAP SPEKTRUM EMISI PADA EFEK ZEEMAN

## EFFECT OF EXTERNAL MAGNET FIELD ON HYDROGEN GAS TUBE TOWARD EMISSION SPECTRUM ON ZEEMAN EFFECTS

Didik Setyawarno<sup>1,a</sup>, Supahar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Pendidikan IPA, <sup>2</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No. 1, Yogyakarta, Indonesia

<sup>a</sup>E-mail: [didiksetyawarno@uny.ac.id](mailto:didiksetyawarno@uny.ac.id)

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui apa yang akan terjadi ketika spektrum garis emisi yang dipancarkan oleh tabung gas elektron atom hidrogen pada panjang gelombang tertentu dilewatkan dalam medan magnetik eksternal. Penelitian ini di analisis dengan cara nonkuantitatif yaitu membandingkan antara tanpa medan dan dengan medan magnetik eksternal. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil, yaitu spektrum emisi dari gas hidrogen yang dilewatkan pada medan magnet eksternal maka spektrum tersebut berubah intensitasnya. Semakin besar medan magnetnya semakin besar intensitas yang dipancarkannya, hal ini menunjukkan bahwa  $\Delta\lambda \sim B$  di mana semakin besar medan magnetik yang digunakan semakin besar pula jarak perpecahan garis spectral  $\Delta\lambda$ .

**Kata kunci :** Medan magnetik eksternal, spektrum emisi, intensitas spektrum, dan gas hidrogen

### PENDAHULUAN

Kemampuan teori atom Bohr untuk menerangkan asal-usul garis spektrum merupakan salah satu hasil menonjol, sehingga pantas untuk memulai membuka teori ini dengan menerapkan pada spektrum atomik. Setiap zat mampat (zat padat dan zat cair ) pada setiap temperatur memancarkan radiasi di mana setiap panjang gelombang terdapat, walaupun dengan intensitas yang berbeda-beda.

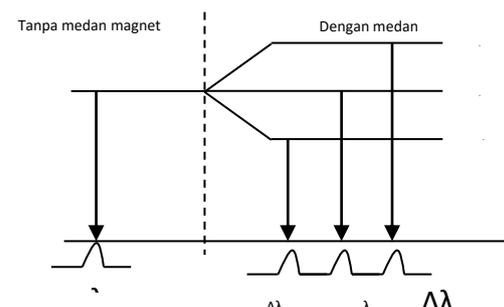
Dalam medan magnetik eksternal  $B$ , sebuah dwikutub magnetik mempunyai energi potensial  $V_m$  yang bergantung dari besar momen magnetik  $\mu$  dan orientasinya terhadap medan. Dalam medan magnetik, energi keadaan atomik tertentu bergantung pada harga  $m_l$  sebagaimana pada  $n$ . Keadaan dengan bilangan kuantum total  $n$  terpecah menjadi beberapa sub-keadaan jika atom berada dalam medan magnetik, energinya bisa sedikit lebih besar atau lebih kecil dari keadaan tanpa medan magnetik.

Jika sebuah gas diletakkan di dalam tabung kemudian arus listrik dialirkan ke dalam tabung, gas akan memancarkan cahaya. Cahaya yang dipancarkan oleh setiap gas berbeda-beda dan merupakan karakteristik gas tersebut. Cahaya dipancarkan dalam bentuk spektrum garis dan bukan spektrum yang kontinu. Kenyataan bahwa gas memancarkan cahaya dalam bentuk spektrum garis diyakini berkaitan erat dengan struktur atom. Dengan demikian,

spektrum garis atomik dapat digunakan untuk menguji kebenaran dari sebuah model atom.

Pada penelitian ini, cahaya yang dipancarkan oleh tabung elektron gas hidrogen bertekanan rendah yang dirangsang dengan tegangan tinggi selain itu juga dirangsang dengan medan magnetik eksternal. Selanjutnya dilewatkan pada sebuah prisma sehingga akan menghasilkan cahaya monokromatis (warna-warna) dalam hal ini yaitu spektrum emisi. Dalam penelitian ini medan magnet eksternal homogen besarnya telah diketahui yang di ukur dengan gaussmeter, sehingga garis spektral akan terpecah akibat adanya medan magnet eksternal tersebut. Terpecahnya garis spektral oleh medan magnet dikenal dengan efek Zeeman.

Hubungan antara medan magnetik eksternal dengan jarak perpecahan garis spektral pada kasus efek Zeeman normal, secara teori adalah terpecah menjadi tiga garis spektral dengan frekuensi yang berbeda yaitu  $(u + \Delta u)$ ,  $(u)$ , dan  $(u - \Delta u)$



Gambar 1. Perpecahan Garis Spektral

$$\vartheta_1 = \vartheta_0 - \mu_b \frac{B}{h} = \vartheta_0 - \frac{e}{4\pi m} B$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_0$$

$$\vartheta_3 = \vartheta_0 + \mu_b \frac{B}{h} = \vartheta_0 + \frac{e}{4\pi m} B$$

$$\Delta v = \frac{e}{4\pi m} B$$

$$d\vartheta = -\frac{cd\lambda}{\lambda^2}$$

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2 \Delta v}{c} = \frac{eB\lambda^2}{4\pi mc}$$

Untuk nilai ketidakpastiannya atau nilai ralatnya adalah sebagai berikut :

$$\Delta(\Delta\lambda) = \frac{\partial(\Delta\lambda)}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial(\Delta\lambda)}{\partial \lambda} \Delta\lambda$$

$$\Delta(\Delta\lambda) = \frac{e\lambda^2}{4\pi mc} \Delta B + \frac{2eB\lambda}{4\pi mc} \Delta\lambda$$

Dengan demikian secara kuantitatif akan diperoleh hubungan  $B$  terhadap  $\Delta\lambda$ , yang selanjutnya difitting menggunakan program *Microsoft Origin 6.1* sehingga didapatkan grafik hubungan  $BVs\Delta\lambda$  untuk  $\lambda$  tetap dan bentuk persamaan secara umum adalah  $Y = A + B X$ , berupa persamaan linier atau garis lurus dimana  $Y = \Delta\lambda$  dan  $X = B$  dan nilai  $B$  merupakan gradien persamaan garis yang bernilai :  $B = \frac{e\lambda^2}{4\pi mc}$

Dari analisis data secara kuantitatif akan dapat diketahui bahwa  $B \approx \Delta\lambda$

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 1 sampai 15 Februari 2010 di ruang laboratorium fisika atom Jurusan Pendidikan Fisika MIPA UNY.

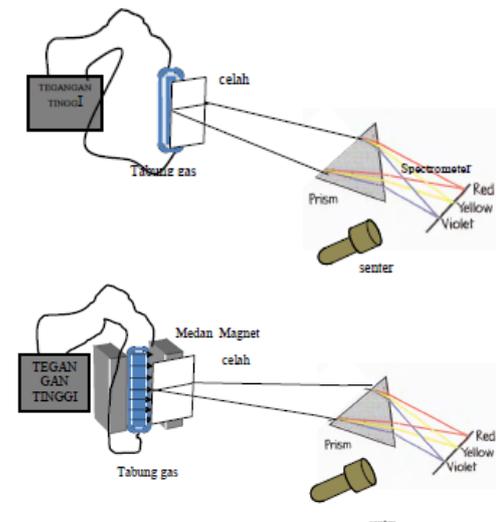
### 2. Variabel Penelitian

- Variabel bebas : besar medan magnetik eksternal
- Variabel terikat : intensitas spektrum gas hidrogen yang dipancarkan.
- Variabel kontrol : jenis tabung gas (gas hidrogen), tegangan listrik atau beda potensial, dan jarak tabung gas hidrogen terhadap spektrometer optik.

### 3. Alat dan Bahan Penelitian

- Tabung gas elektron (gas hidrogen)
- Tegangan tinggi
- Celah / prisma
- Gausmeter
- Kamera digital
- Magnet permanen
- Spektrometer optik
- Senter

## 4. Desain Penelitian



Gambar2. Desain Percobaan

## 5. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini analisis data bisa dilakukan dengan analisis nonkuantitatif. Pertama dengan cara nonkuantitatif dengan membandingkan spektrum emisi yang dipancarkan tanpa medan magnet eksternal dan dengan medan magnet eksternal sehingga diketahui perbedaannya. Ke dua dengan cara kuantitatif yang di hitung secara manual

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan cahaya yang dipancarkan oleh tabung gas hidrogen yang dipijarkan dengan tegangan tinggi, yang selanjutnya dilewatkan pada sebuah celah. Dari hasil pengamatan dengan sebuah spektroskop optik terlihat pancaran radiasi hanya pada panjang gelombang tertentu. Hal ini sesuai dengan teori bahwa gas bertekanan rendah jika dipijarkan akan memancarkan radiasi hanya pada panjang gelombang tertentu. Spektrum yang diperoleh berupa garis-garis terang yang disebut **garis emisi**. Panjang gelombang spectrum emisi, yang terlihat dalam penelitian ini adalah  $(660 \pm 10)$  nm,  $(600 \pm 10)$  nm,  $(480 \pm 3)$  nm, dan  $(430 \pm 3)$  nm sebagaimana dalam data hasil penelitian.

Variasi medan magnet eksternal  $(0.07 \pm 0.03)$  T,  $(0.09 \pm 0.03)$  T,  $(0.14 \pm 0.03)$  T,  $(0.16 \pm 0.03)$  T,  $(0.47 \pm 0.03)$  T, dan  $(0.53 \pm 0.03)$  T seharusnya garis emisi terpecah menjadi beberapa garis spektral. Dari pengamatan semakin besar medan magnet homogen eksternal jarak garis spektralnya

tidak kelihatan, yang kelihatan hanyalah perubahan kecil intensitas spektrum yang dipancarkan. Medan magnetik eksternal ( $0.53 \pm 0.03$ ) T ini tergolong agak besar hal ini dapat diketahui dari kekuatan menarik atau menolaknya yang terasa kuat dan butuh tenaga yang kuat. Analisis secara nonkuantitatif tidak bisa melihat hubungan besar medan magnetik eksternal terhadap jarak perpecahan garis spektral. Hal ini dilakukan dengan membandingkan antara spektrum emisi tanpa medan dan dengan medan magnet dari spektrum yang dipancarkan oleh tabung gas hidrogen. Semakin besar medan magnet homogen eksternal perubahan intensitas spektrum yang dipancarkan semakin meningkat

Alat ukur spektrometer optik yang digunakan dalam penelitian di laboratorium fisika atom FMIPA UNY mempunyai skala 400 nm sampai dengan 700 nm. Dalam pengamatan tidak mampu untuk melihat perpecahan garis spektral yang dihasilkan oleh pancaran tabung gas hidrogen. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut yaitu dengan meninjau alat ukur spektrometer optik dan besar medan magnet homogen eksternal yang digunakan .



Gambar2. Alat ukur spektrometer optik

Spektrometer optik yang digunakan mempunyai skala dari 4 sampai dengan 7 satuan. Skala dari 4 sampai dengan 5 menunjukkan 400 nm sampai dengan 500 nm diantara bilangan tersebut ada 20 garis dan mempunyai skala terkecil 5 nm. Skala dari 5 sampai dengan 6 menunjukkan 500 nm sampai dengan 600 nm diantara bilangan tersebut ada 10 garis dan mempunyai skala terkecil 10 nm. Selanjutnya Skala dari 6 sampai dengan 7 menunjukkan 600 nm sampai dengan 700 nm diantara bilangan tersebut ada 5 garis dan mempunyai skala terkecil 20 nm. Secara teoritis perpecahan garis spektralnya adalah sangat kecil sekali, bahkan lebih kecil lagi dari skala yang terdapat pada spektrometer optik, dengan demikian perpecahan garis spektral tidak mampu terbaca.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil, yaitu spektrum emisi dari gas hidrogen yang dilewatkan pada medan magnet eksternal maka spektrum tersebut berubah intensitasnya. Semakin besar medan magnetnya semakin besar intensitas yang dipancarkannya, hal ini

menunjukkan bahwa  $\Delta\lambda \sim B$  di mana semakin besar medan magnetik yang digunakan semakin besar pula jarak perpecahan garis spectral  $\Delta\lambda$ .

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Spektrum emisi dari gas hidrogen yang dilewatkan pada medan magnet eksternal maka spektrum tersebut berubah intensitasnya. Semakin besar medan magnetnya semakin besar intensitas yang dipancarkannya, hal ini menunjukkan bahwa  $\Delta\lambda \sim B$  di mana semakin besar medan magnetik yang digunakan semakin besar pula jarak perpecahan garis spectral  $\Delta\lambda$ .

### Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk atom selain hidrogen atau atom berelektron banyak. Dapat juga dengan melewati spektrum emisi yang dipancarkan ke medan magnetik yang lebih besar atau dengan melewati pada suatu kumparan yang bisa menghasilkan medan magnet. Diharapkan perpecahan semakin besar dan teramati perpecahannya. Selain itu bisa juga dengan mengganti spektroskopik yang mempunyai ketelitian lebih teliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brandt, Siegmund. (2009). *The Harvest of a Century Discoveries of Modern Physics in 100 Episodes*. NewYork : Oxford University Press
- Beiser, Arthur. (1992). *Konsep Fisika Modern, edisi ke empat (terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Dickson, Dominic & Berry, Frank. (1986). *Mossbauer Spectroscopy*. United States of America : Cambridge University Press.
- Fishbane, dan Stephen. (2005). *Physics For Scientists And Engineers With Modern Physics*. United States of America : Pearson Education Inc.
- Gautreau, Ronald dan Savin, William . (1999). *Schaum's Outline Of Theory And Problems Of Modern Physics, second edition*. United States of America : The McGraw-Hill Companies.
- Giancoli. (2001). *Fisika, edisi kelima jilid 2 (terjemahan)*. Jakarta : Erlangga.
- Hewitt, Paul G. (2006). *Conceptual Physics, tenth edition*. United States of America: Pearson Addison Wesley.
- Krane, Kenneth. (2008). *Fisika Modern (terjemahan)*. Jakarta : UI-Press.

Leighton, Robert B. ( 1959). *Principles of Modern Physics*. United States of America : The McGraw-Hill Companies.

Young & Freedman.(2004). *Fisika Universitas,edisi kesepuluh jilid 2(terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.