

B A B III LANDASAN TEORI

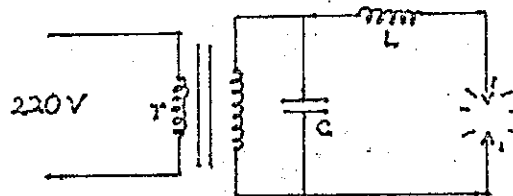
3.1. SUMBER EKSTIASI SPEKTOGRAF EMISI

Sumber ekstiasi yang digunakan dalam spektograf emisi, mempunyai dua fungsi yaitu mengubah bentuk cuplikan menjadi uap (gas) dan selanjutnya mengekstiasasi atom sehingga terjadi transisi dalam sistem atom tersebut.

Tenaga yang digunakan untuk ekstiasasi atom salah satunya berasal dari 'arc-spark'. Sumber ekstiasasi ini menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dari pada sumber ekstiasasi lainnya, biasanya digunakan untuk cuplikan larutan atau cuplikan yang dipekatkan pada permukaan elektroda.

Metode 'arc - spark' ini akan lebih baik bila transformator yang dipakai merupakan transformator tegangan tinggi. Karena dengan dipakainya tegangan itu akan didapat temperatur yang lebih tinggi dan diharapkan pembakarannya lebih sempurna.

Secara sederhana rangkaiannya sebagai berikut,



gb.3.1. Rangkaian sederhana sumber tegangan arc-spark

Bunga api listrik timbul akibat terjadinya lucutan listrik diantara celah dua elektroda, yang dialiri arus listrik dengan beda potensial tinggi. Gradien potensial yang menyebabkan terjadinya suatu lucutan antara lain tergantung pada tekanan gas dalam celah, potensial ionisasi atau eksitasi dan ketajaman elektroda. Atom dalam cuplikan akan tereksitasi karena lucutan listrik antara dua elektroda. Bila medan listrik cukup kuat, elektron bebas yang ada dalam atom akan dipercepat menumbuk atau menyerempet atom hingga menyebabkan terjadinya eksitasi atau ionisasi. Ketika elektron kembali dari keadaan atas ke keadaan dasar elektron akan memancarkan radiasi dalam bentuk foton yang memenuhi hukum kekekalan energi.

3.2. MEDIA PENGURAI SINAR

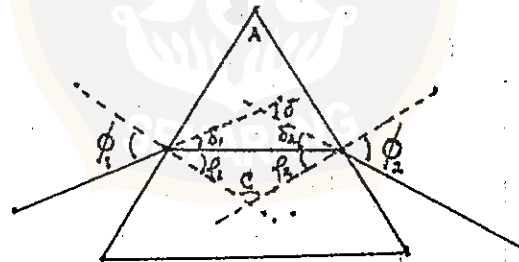
Setiap spektograf dilengkapi dengan media pengurai sinar. Efisiensi suatu spektograf antara lain ditentukan oleh macam dan bahan media pengurai sinar yang digunakan. Diketahui dua macam media pengurai sinar yaitu prisma dan kisi difraksi (grating). Kedua macam pengurai sinar tersebut berfungsi menguraikan berkas sinar yang dihasilkan oleh sumber cahaya sehingga diperoleh garis-garis spektrum yang terpisah menurut panjang gelombang masing-masing. Garis-garis spektrum berbeda antara satu unsur dengan unsur

lainnya. Hal ini karena setiap garis spektrum tersebut merupakan karakteristik dari setiap unsur.

Bahan untuk prisma bermacam-macam diantaranya glass, kwarsa, kristal sylvite atau garam batuan (rock salt). Sedangkan kisi difraksi dibuat dari logam (perak) atau glass yang permukaannya dibuat goresan sejajar (grooves) dan dipoles atau dilapisi dengan lapisan tipis alumunium, tebal lapisan pada umumnya dalam orde mikron (sekitar 10μ).

3.2.1 Pembiasan oleh prisma

Prisma banyak macam dan bentuknya, dan bagaimanapun bentuknya merupakan alat optik yang sangat berguna, hanya lensa yang berada di atasnya dari segi kegunaan. Pembiasan pada prisma digambarkan sebagai berikut,



gb.3.2. Deviasi oleh prisma.

Bila sudut deviasi dilambangkan δ_m , maka :

$$\phi_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$$

$$\rho_1 = A/2$$

Karena $n = \sin \phi_1 / \sin \rho_1$ maka didapat

$$n = \frac{\sin 1/2 (A + \delta_m)}{\sin 1/2 A} \quad 3.1$$

Dengan memakai rumus ini indeks bias bahan dapat dihitung. Bila sudut prisma kecil, sudut deviasi minimum juga kecil maka rumus diatas dapat ditulis:

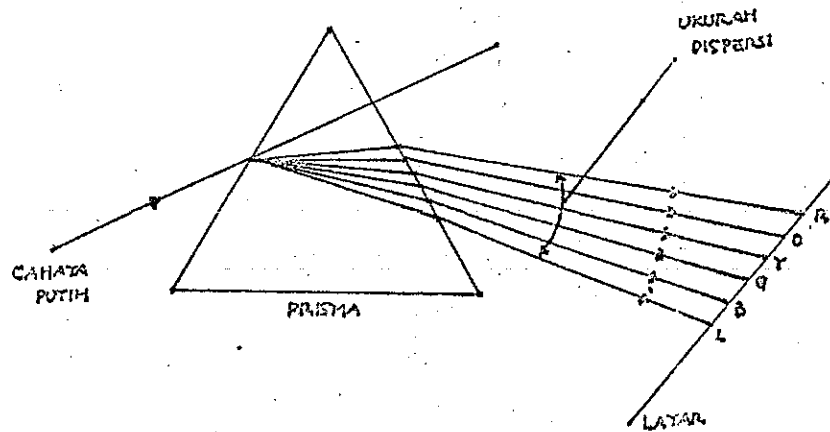
$$n = \frac{A + \delta_m}{A} \quad 3.2$$

$$\text{atau } \delta_m = (n - 1) A \quad 3.3$$

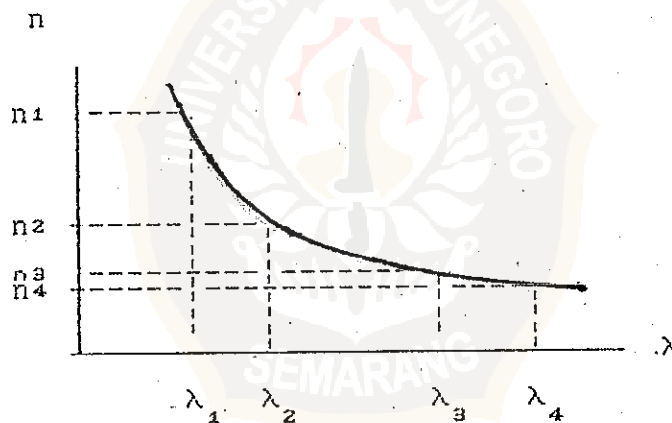
Dikarenakan kecepatan cahaya dalam suatu medium berbeda-beda untuk tiap panjang gelombang maka ternyata indeks bias suatu zat merupakan fungsi panjang gelombang. Suatu bahan yang kecepatan cahaya yang melewatinya bervariasi menurut panjang gelombangnya dikatakan bahan itu menguraikan (mendispersikan) cahaya.

Seberkas cahaya putih yang dibentuk dari gabungan semua panjang gelombang, yang dapat dilihat mata, ketika mengenai permukaan prisma akan terdeviasi untuk masing-masing panjang gelombang sehingga didapat cahaya yang berurutan dari ungu sampai merah membentuk kipas. Cahaya itu dikatakan terdispersi atas spektrum-spektrumnya. Hal ini dapat dibuat grafik antara indeks bias dan panjang gelombang seperti di

bawah ini.



gb.3.3. Dispersi oleh prisma. Lajur-lajur cahaya yang terlihat pada layar dinamakan spektrum.



gb.3.4. Kurva dispersi antara indeks bias dengan panjang gelombang.

3.2.2. Dispersi oleh kisi

Daya pisah kisi ditentukan oleh lebar atau jumlah lekukan per mm. Disebutkan bahwa efisiensi suatu spektograf bergantung pada media pengurai sinar.

Sedang media pengurai sinar ditentukan oleh dispersi dan daya pisah alat optik tersebut. Namun perlu diperhatikan pula bentuk media pengurai sinar tersebut.

Adapun untuk kisi difraksi dispersi sudut diberikan dalam rumus sebagai berikut:

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{N m}{A \cos \theta}$$

dengan N = jumlah garis pada kisi

m = orde yang digunakan

A = lebar kisi

Adapun daya pisah (Pr) diberikan dalam rumus,

$$Pr = \frac{\lambda}{d\lambda} = N m$$

dengan λ = panjang gelombang rata-rata

$d\lambda$ = jarak antar panjang gelombang

Perumusan untuk kisi difraksi,

$$m\lambda = d \sin \theta$$

3.3. ELEKTRODA

Dalam spektograf emisi, elektroda mempunyai peranan yang begitu penting, baik sebagai tempat pembakaran cuplikan maupun sifat dari bahan yang cocok dan baik sebagai konduktor. Spektograf emisi biasa memakai elektroda logam atau grafit. Pemakaian dan atau pemasangan elektroda pada sumber eksitasi, yang

dalam hal ini elektroda stand, harus diatur sehingga bentuk atau ukurannya serta jarak antara kedua elektroda tersebut sesuai. Arti sesuai disini adalah kedudukan dari elektroda tersebut akan mudah untuk terfokus, sedemikian sehingga spektrum yang dikeluarkan akan terdeteksi dengan baik.

3.4. PLAT FOTOGRAFI

Beberapa daerah spektrum optik dapat diamati dan diukur dengan beberapa metoda, yang antara lain: fotografi, termolistrik, fotolistrik, dan ketajaman mata (visual).

Dalam spektograf emisi, spektrum unsur setelah melewati sistem optik kemudian dikenakan pada alat pendeteksi. Untuk metoda fotografi dipakai emulsi fotografi. Spektogram pada plat emulsi dapat dilihat secara visual setelah plat emulsi dicuci dengan developer. Suhu serta waktu pencucian disesuaikan dengan jenis emulsi fotografi yang digunakan. Biasanya macam pencucian serta caranya ditentukan oleh pabrik pembuat fotografi tersebut. Adapun derajat kehitaman dari hasil yang diperoleh diukur dalam bentuk kerapatan (density) optik. Kerapatan ini dapat ditunjukkan dengan memberikan berkas cahaya yang diteruskan ke suatu alat densitometer. Diketahui bahwa plat emulsi fotografi sangat peka terhadap sinar. Penyimpanan dan pemakaian

plat emulsi selalu di ruang gelap atau disinari oleh lampu merah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kerusakan film akibat dari cahaya yang mungkin terdeteksi oleh film tersebut. Plat emulsi fotografi terdiri atas plat glass atau plastik yang salah satu bagian permukaannya dilapisi suspensi perak halida dalam gelatin. Adapun sifat-sifat dari emulsi fotografi yang cukup dominan dalam spektografi adalah daya pisah.

Jika cahaya dalam daerah ultra ungu terekam dalam plat fotografi tersebut, dikatakan film tersebut mempunyai sensitifitas yang tinggi sehingga untuk panjang gelombang yang lebih panjang akan terdeteksi juga. Efek ini dihasilkan dari daya tembus yang lemah pada emulsi dengan panjang gelombang pendek diabsorpsi cukup kuat oleh silver halida.

Sebagaimana diketahui bahwa plat emulsi fotografi sangat peka terhadap sinar, hal ini dikarenakan zat-zat dalam emulsi tersebut akan bereaksi apabila terkena cahaya karena cahaya digunakan sebagai pemicu reaksi. Reaksi ini akan menghasilkan warna hitam atau putih (untuk foto hitam putih). Tabel dibawah ini memberikan gambaran daya resolusi untuk emulsi yang diproduksi oleh Eastman Kodak Company. Emulsi film Kodak ini butir-butirannya dapat terhapus dan emulsinya sangat lambat, sistem optisnya mampu memisahkan sampai 500 garis per milimeter atau lebih. Butir-butiran tersebut

dapat diamati memakai mikroskop yang pembesarannya cukup tinggi.

MATERI	DAYA RESOLUSI
Kodak 50	70
Kodak 40	65
Kodak 33	80
Kodak Panatomik-x	90
Kodak Process	100
Tipe I-0	60
Tipe 103-E	60
Tipe II-C	75
Tipe III-C	95
Tipe IV-C	120
Tipe V-C	160
Tipe 548	mendekati 500
Tipe 649	mendekati 1000

Tabel 3.1. Daya resolusi untuk cahaya putih dari macam tipe emulsi dalam banyaknya garis permilimeter.

3.5. EKSITASI ATOMIK

Terdapat dua mekanisme utama yang dapat mengeksitasikan sebuah atom ke tingkat energi di atas tingkat dasar, sehingga dapat menyebabkan atom itu memancarkan radiasi. Salah satu mekanisme adalah tumbukan dengan partikel lain, pada waktu itu sebagian dari energi kinetik bersamanya diserap oleh atom. Atom yang tereksitasi dengan cara ini kembali ke tingkat

dasar dalam waktu rata-rata 10^{-8} s, dengan memancarkan satu atau lebih foton. Cara lain ialah dengan menimbulkan lucutan listrik dalam gas bertekanan rendah, sehingga timbul medan listrik yang mempercepat elektron dan ion atomik sampai energi kinetiknya cukup untuk mengeksitasikan atom ketika terjadi tumbukan. Karena transfer energi maksimum jika partikel yang bertumbukan mempunyai massa yang sama, elektron dalam pelucutan listrik semacam itu jauh lebih efektif dari pada ion dalam pemberian energi pada elektron atomik. Lampu Neon dan uap air raksa merupakan contoh yang biasa dijumpai dari mekanisme bagaimana medan listrik kuat yang dialirkan dalam dua elektrode pada tabung berisi gas itu yang ternyata merupakan cahaya berwarna kemerah-merahan dalam kasus neon dan cahaya kebiruan dalam kasus uap air raksa. Mekanisme eksitasi yang berbeda terpaut jika sebuah atom menyerap sebuah foton yang energinya cukup untuk menaikkan atom itu ke tingkat energi lebih tinggi.

Spektrum atomik bukanlah satu-satunya cara untuk menyelidiki terdapatnya tingkat energi diskrit dalam atom. Sederetan eksperimen yang berdasarkan pada tumbukan dilakukan oleh Frank dan Hertz (1914). Eksperimen ini menunjukkan secara langsung bahwa tingkat energi atomik yang memang ada dan tingkat-tingkat ini sama dengan tingkat-tingkat yang

terdapat dalam spektrum garis.

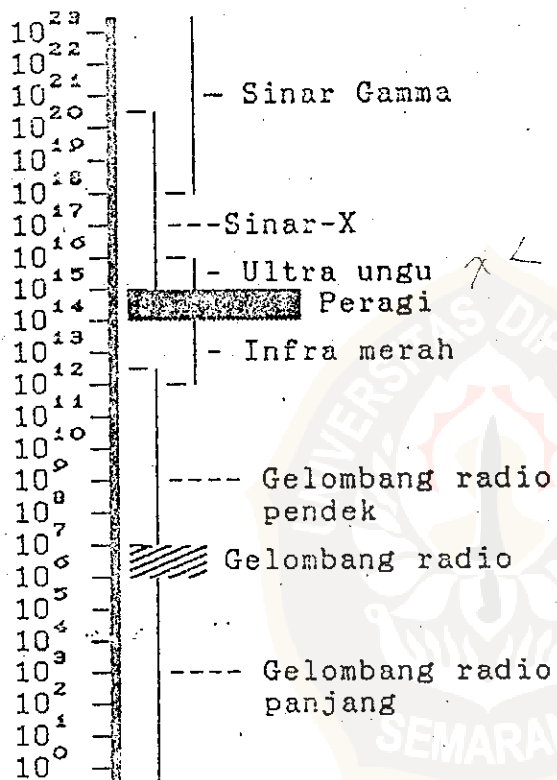
3.6. SPEKTRUM ELEKTROMAGNETIK

Gelombang elektromagnetik yang energinya bergantung pada suhu dan sifat permukaan suatu benda disebut radiasi termal. Radiasi ini berupa campuran panjang gelombang yang berbeda-beda.

Pada suhu 300°C , yang terkuat dari gelombang elektromagnetik tersebut panjang gelombangnya ada 5000×10^{-9} meter atau 5000 nano meter, yang terletak dalam daerah infra merah. Pada suhu 800°C suatu benda memancarkan cukup energi pancar yang dapat terlihat sehingga mempunyai cahaya sendiri (self luminous) dan tampak pijar merah. Sungguhpun begitu, sebagian besar energi yang dipancarkan masih berupa gelombang infra merah. Pada 3000°C yang kira-kira adalah tinggi suhu permanen lampu pijar, energi yang dipancarkan mengandung cukup panjang gelombang yang dapat terlihat itu (panjang gelombangnya antara 400 nm - 700nm), sehingga benda yang memancarkannya tampak hampir pijar putih (white hot).

Spektrum elektromagnetik terdiri atas : Sinar Gamma, Sinar-X, Ultra ungu, Sinar tampak, Infra merah, Gelombang radio pendek, Gelombang radio dan gelombang radio panjang. Dibawah ini disajikan daftar spektrum gelombang elektromagnetik,

Frekuensi, Hz



Beberapa macam spektrum gelombang elektromagnetik yang dapat terdeteksi dalam alat analisis spektrum, khususnya spektroskopi emisi, antara lain : ultra violet (ultra ungu), cahaya tampak dan infra merah. Adapun pembagian daerah spektrum berdasarkan panjang

gelombangnya adalah sebagai berikut.

Panjang Gelombang (\AA)	Daerah spektrum
Kurang dari 1800	Vakum lembayung ultra
1800 - 4000	ultra ungu
4000 - 7500	sinar tampak
7500 - 13000	infra merah

Tabel 3.2. Pembagian spektrum berdasarkan panjang gelombang.

Dalam spektroskopi emisi, sebagai awal penentuan panjang gelombang banyak berhubungan dengan warna. Hal ini dimaksudkan bahwa kesan warna yang dihasilkan oleh cahaya banyak berhubungan dengan frekuensi maupun panjang gelombang. Satuan yang biasa dipakai untuk panjang gelombang cahaya tampak adalah : mikro meter, nano meter, angstrom.

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 10^{-4} \text{ cm}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10^{-7} \text{ cm}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-8} \text{ cm}$$

Dalam spektrum sinar tampak, pembagian daerah warna spektrum berdasarkan panjang gelombangnya adalah sebagai berikut :

Warna	Panjang gelombang (A°)	Frekuensi (Hz)
Ungu	3900 - 4550	$(7,59-6,59)10^{-14}$
Biru	4550 - 4920	$(6,59-6,10)10^{-14}$
Hijau	4920 - 5770	$(6,10-5,20)10^{-14}$
Kuning	5770 - 5970	$(5,20-5,03)10^{-14}$
Jingga	5970 - 6220	$(5,03-4,82)10^{-14}$
Merah	6220 - 7800	$(4,82-4,50)10^{-14}$

Tabel 3.3. Pembagian daerah warna berdasar panjang gelombang

