

SPEKTROSKOPI ARC-SPARK DENGAN MONOKROMATOR

Choirul Huda

Program studi Pendidikan Fisika FPMIPA Universitas PGRI Semarang

Email: chhd_pwd@yahoo.com

Abstrak

Telah dirancang peralatan spektroskopi *Arc-Spark* sederhana yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel udara bebas dari sampel Natrium Chloride (NaCl). Perangkat penelitian terdiri dari High Voltage Supply 0 – 6 kilo Volt, probe 50 Kv, perangkat elektroda pada udara terbuka, lensa fokus 50 mm, monokromator, fotodioda S874-8K3H, rangkaian penguat arus transistor BC 107, amperemeter digital. Metode penelitian ini adalah penentuan karakteristik unsur dengan mengetahui hubungan panjang gelombang dan intensitas relatif. Pemilihan panjang gelombang menggunakan monokromator. Penentuan intensitas menggunakan detektor cahaya fotodioda dengan penguatan arus sebesar 30,04 kali. Output dari intensitas relatif akan terbaca melalui amperemeter digital. Penelitian ini telah berhasil menentukan komposisi sampel udara bebas antara lain: N dan H, dan yang berasal dari elektroda adalah Cu, berasal dari pengotor elektroda adalah Pb dan Zn, sedangkan unsur Na dan Cl berasal dari sampel NaCl.

Kata kunci: *Arc-spark*, monokrometer, spektroskopi, spektrum.

PENDAHULUAN

Berawal dari keilmuan untuk mengetahui hakekat dan kandungan dari suatu materi, maka ditemukan suatu teknik identifikasi bahan dengan mengetahui kandungan unsur dari suatu bahan berdasarkan spektrumnya. Ilmu yang mempelajari kandungan unsur dari suatu bahan berdasarkan kandungan unsur spektrumnya sering disebut spektroskopi. Spektroskopi merupakan kajian mengenai interaksi gelombang elektromagnetik dengan materi. Dari spektrum yang diperoleh terdapat banyak informasi mengenai struktur, sifat kimia, sifat-sifat termodinamika dan sifat-sifat lain dari sampel. Dewasa ini spektroskopi telah digunakan secara luas dari beberapa bidang karena metodenya yang khas dan proses identifikasi sampel yang sangat cepat. Spektroskopi juga mempunyai peran yang sangat besar dalam ilmu pengetahuan seperti astrofisika, fisika plasma, fisika material, kimia dan biologi (Barow, 1962).

Mirzani (1994) telah melakukan studi tentang spektroskopi *Arc-Spark* sebagai metode analisa bahan, namun lebih ditekankan tentang peristiwa lucutan *Arc-spark*. Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Adi (1996)

bahwa telah dianalisa secara kualitatif suatu unsur atom dengan spektroskopi *spark*. Metode pada penelitian ini adalah spektroskopi suatu unsur dengan menggunakan monokromator, karena dengan monokromator dapat secara langsung mengetahui panjang gelombang dari suatu cahaya sumber lucutan. Penelitian ini dapat mengetahui karakteristik hubungan panjang gelombang terhadap intensitas relatif dari unsur sampel. Prinsip dari *Arc-spark* adalah pemberian tegangan tinggi pada dua elektroda yang terbuat dari Cufum (tembaga), sehingga menghasilkan lucutan listrik. *Arc* merupakan eksitasi listrik kontinyu, sedangkan *spark* adalah lucutan pendek dari peristiwa eksitasi. Atom dapat mengalami eksitasi dari satu tingkat energi ke tingkat energi yang lebih tinggi bila atom tersebut menerima atau menyerap sejumlah energi tertentu (Harrison, 1948).

Dalam penelitian, menggunakan dua elertronika Cu, yaitu elektroda positif atau katoda berfungsi pemberi lucutan ke sampel sedangkan elektroda negatif atau anoda berfungsi sebagai tempat sampel. Ketika elektroda diberi tegangan antara 1000 sampai 6000 Volt, maka akan terjadi lucutan listrik antara dua elektroda tersebut. Berdasarkan

pemikiran yang demikian, untuk mengidentifikasi atau mengukur spektrum dapat digunakan monokromator. Dengan diperolehnya spektrum warna dari eksitasi atom yang khas tersebut, dapat diketahui kandungan unsur-unsur dalam suatu sampel yang dideteksi.

Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari sesuatu berdasarkan spektrumnya. Pada tahun 1666 Sir Issac Newton menemukan paling awal dari spektrum yaitu dengan meletakkan prisma pada sinar matahari di ruang gelap, sehingga ia melihat pita warna pada dinding. Kemudian sekitar tahun 1802 W.H Wollaston dan Joseph Franhouffer pada tahun 1814, secara terpisah mengamati spektrum garis. Percobaan spektroskopi pertama kali telah dikembangkan oleh G.R Kirchhoff dan R. Bunsen pada tahun 1859. Kirchhoff dan Bunsen dapat menunjukkan bahwa spektroskopi digunakan sebagai analisis kimia kualitatif. Dengan itu mereka telah menemukan beberapa elemen baru seperti unsur Caesium, Rubidium, Thalium, Iridium, Galium, dan unsur lainnya dengan spektroskopi. Mereka juga dapat menunjukkan keberadaan unsur yang ada dalam matahari, sehingga Kirchhoff dan Bunsen sangat nyata dirasakan sebagai penemu spektroskopi modern (Harrison, 1948).

Penambahan beda potensial pada suatu dua elektroda yang dipisahkan dengan jarak d yang diantaranya terdapat gas dengan jumlah rapat atom n akan menyebabkan terjadi *breakdown* listrik pada gas tersebut. Breakdown atau dadal ini adalah transisi karakteristik (*rapid transition*) dan gas yang mempunyai konduktor listrik bagus (*good electrical condition*) mempunyai resistivitas sekitar 10^{14} ohm kepada suatu kondisi konduktor listrik yang relatif jelek (*poor electrical condition*) sekitar 1 ohm dan akan menyebabkan terjadinya *glow discharge*. Beda potensial pada kondisi tersebut disebut *breakdown* atau potensial *spark V* sangat bergantung pada jumlah rapat atom dan gas, derajat ionisasi material dari *state* dan elektroda.

De la Rue dan Muller (1980) telah melakukan penelitian bahwa telah ditunjukkan hubungan yang sebanding dengan persamaan hukum Paschen tahun 1889, persamaan itu sebagai berikut:

$$V = f(nd) \quad (1)$$

bahwa potensial *spark V* merupakan fungsi dan jumlah rapat atom n dan jarak elektroda d . Pada beberapa teori *breakdown* telah dapat menentukan hubungan pada persamaan 2.1 tersebut (Meek, 1978).

Chalmer dan Thom (1972) serta Coates *et al.* (1972) telah melakukan penelitian pada gas nitrogen berelektroda *stainless-steel*, saat tekanan diperbesar maka tegangan dadal V yang dibutuhkan akan relatif berkurang. Demikian juga seperti penelitian yang dilakukan oleh Goldspink dan Lewis (1968) dengan menggunakan gas nitrogen berelektroda tembaga (*Copper electrode*) menunjukkan hubungan besar dadal (*breakdown number*) terhadap tekanan dadal (*breakdown stress*) bahwa pada tekanan 1 atm perubahan tekanan dadal tidak begitu berpengaruh, sedangkan pada tekanan 6 atm dan 26 atm dapat menyebabkan perubahan tekanan dadal (*breakdown stress*) yang relatif terjadi kenaikan berarti ketika besar dadalnya (*breakdown number*) bertambah (Dutton, 1978). Menurut Chatterton (1978), pada tekanan gas yang sangat rendah, ionisasi elektron menjadi suatu kondisi yang tidak mencukupi untuk terjadinya dadal (*breakdown process*).

Dalam keadaan normal atom-atom berbeda dalam keadaan dasar yaitu keadaan semua elektronnya bergerak mengelilingi atom dalam orbital pada tingkat energi terendah yang mungkin dimiliki. Bila elektron pada keadaan dasar menyerap energi, maka elektron akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi disebut atom dalam keadaan tereksitasi. Atom dalam keadaan tereksitasi tidak stabil dan akan kembali pada tingkat dasar sambil memancarkan energi yang diserapnya dalam bentuk radiasi. Radiasi yang dipancarkan disebut emisi dengan panjang gelombang atau frekwensi tertentu. Energi yang dipancarkan sesuai dengan beda energi antara tingkat energi tereksitasi dengan tingkat energi dasar (Harrison, 1948).

METODE

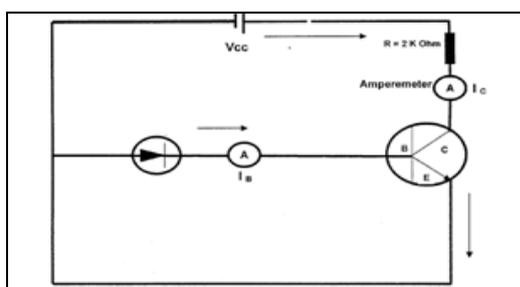
Berikut ini adalah desain peralatan spektroskopi *Arc-spark* dengan monokromator. Peralatan tersebut terdiri dan penyedia tegangan tinggi, kabel penghubung, kotak

elektroda, lensa positif, monokromator, fotodiode, penguat arus, statip, serta multimeter digital. Peralatan tersebut merupakan rancangan peralatan sederhana yang berguna untuk mengamati spektrum *Arc-spark*, mengidentifikasi suatu unsur dengan melihat analisa karakteristik panjang gelombang terhadap intensitas relatif, serta untuk mengetahui optimasi jarak (*distance optimization*) dan spektrum lucutan *Arc-spark*. Gambar skema alat spektroskopi *Arc-spark* adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema alat spektroskopi *Arc-spark*

Setelah terjadi lucutan pada elektroda, maka akan muncul warna yang akan diseleksi panjang gelombangnya. Intensitas dari setiap panjang gelombang kan dideteksi dengan fotodiode. Arus yang keluar dan fotodiode terlalu kecil, maka perlu dikuatkan dengan rangkaian transistor. Penguatan arus merupakan perbandingan antara I_C (arus keluaran dan kolektor) terhadap I_B , (arus yang masuk ke basis). Di bawah ini merupakan rangkaian penguatan arus dengan transistor,



Gambar 2. Rangkaian penguatan arus transistor

Dengan melihat pada Gambar 2 penentuan panjang gelombang dan intensitas relatif dapat diketahui. Peralatan yang digunakan *High Voltage supply*, dua elektroda, lensa positif monokromator, fotodiode,

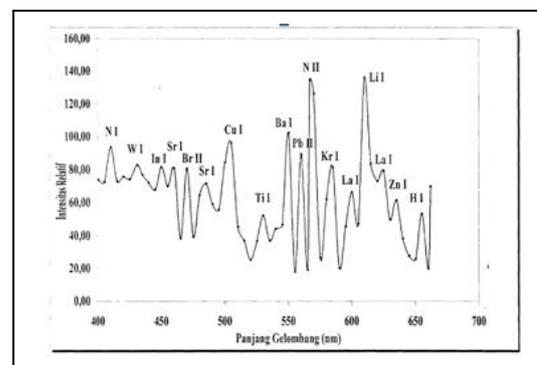
penguat arus dengan transistor, serta multimeter digital. Fotodiode berfungsi sebagai detektor cahaya yang kemampuannya dapat merubah sinyal cahaya menjadi arus, sedangkan multimeter digital merupakan output yang digunakan untuk membaca besar intensitas relatif pada fotodiode. Besar arus tegangan yang terbaca pada multimeter digital merupakan intensitas relatif dari panjang gelombang yang dilewatkan pada detektor fotodiode. Adapun penentuan intensitas adalah sebagai berikut: *pertama*, mula-mula kondisi ruangan dalam keadaan gelap agar intensitas cahaya luar tidak mempengaruhi kondisi penelitian. *Kedua*, dengan bantuan sedikit cahaya untuk melihat multimeter digital akan ditentukan intensitas relatif pada skala yang pertama kali muncul.

Hasil perbandingan hasil spektrum penelitian sama atau mendekati panjang gelombang standar yang menunjukkan panjang gelombang karakteristik dan suatu unsur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil intensitas maksimal spektrum karakteristik diperoleh pada tegangan 6000 Volt dan jarak antar elektroda 0,3 mm. Di bawah ini merupakan gambar spektrum udara bebas pada spektroskopi *Arc-spark* dengan monokromator.

Dan Gambar 3 didapatkan perbandingan hasil spektrum dan penelitian yang dibandingkan dengan panjang gelombang standar yang menunjukkan panjang gelombang karakteristik dan suatu unsur, seperti terlihat dalam Tabel 1.



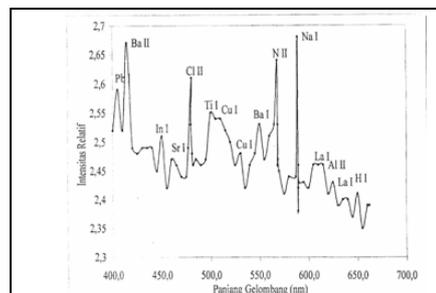
Gambar 3. Grafik spektroskopi *Arc-spark* dengan monokromator pada udara bebas

Tabel 1. Data Perbandingan identifikasi spektroskopi Arc-spark pada udara bebas

Panjang Gelombang Hasil Penelitian (nm)	Panjang Gelombang yang Mendekati Panjang Gelombang Refrensi dalam M.I.T wavelength Table (nm)	Unsur yang diidentifikasi
(410,0 ± 0,1)	409,99	N (I)
(430,0 ± 0,1)	430,21	W(I)
(450,0 ± 0,1)	451,13	In(I)
(460,0 ± 0,1)	460,73	Sr(I)
(470,0 ± 0,1)	470,48	Br(II)
(485,0 ± 0,1)	483,20	Sr(I)
(505,0 ± 0,1)	510,55	Cu(I)
(530,0 ± 0,1)	535,04	Ti(I)
(550,0 ± 0,1)	553,55	Ba(I)
(560,0 ± 0,1)	560,88	Pb(I)
(567,0 ± 0,1)	566,66	N(I)
(585,0 ± 0,1)	587,09	Kr(I)
(600,0 ± 0,1)	593,36	La(I)
(610,0 ± 0,1)	610,36	Li(I)
(625,0 ± 0,1)	624,99	La(I)
(635,0 ± 0,1)	636,23	Zn(I)
(655,0 ± 0,1)	656,27	H(I)

Dalam penelitian ini hanya menggunakan sampel Natrium Chloride dikarenakan bahwa unsur NaCl merupakan unsur sederhana yang terbentuk karena ikatan ionik antara atom Natrium dan golongan IA dengan atom Chlorine dan golongan VIIA. Sehingga diharapkan lebih lanjut dapat untuk mengetahui unsur-unsur lain yang lebih kompleks.

Penelitian ini dapat mengidentifikasi spektrum unsur sampel dan unsur-unsur lain dan hubungan Intensitas sebagai fungsi panjang gelombang pada peristiwa lucutan terhadap sampel, seperti yang ditunjukkan pada grafik 4 yang menunjukkan grafik karakteristik spektroskopi Arc-spark pada sampel NaCl.



Gambar 4. grafik karakteristik spektroskopi Arc-spark pada sampel NaCl.

Dibawah ini merupakan data perbandingan identifikasi spektroskopi Arc-spark pada sampel NaCl pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan identifikasi spektroskopi Arc-spark pada sampel NaCl

Panjang Gelombang Hasil Penelitian (nm)	Panjang Gelombang yang Mendekati Panjang Gelombang Refrensi dalam M.I.T wavelength Table (nm)	Unsur yang diidentifikasi
(405,0 ± 0,1)	405,78	Pb (I)
(414,5 ± 0,1)	413,00	Ba(I)
(450,0 ± 0,1)	451,13	In(I)
(460,0 ± 0,1)	460,73	Sr(I)
(480,4 ± 0,1)	479,45	Cl(II)
(500,0 ± 0,1)	498,17	Ti(I)
(530,5 ± 0,1)	521,82	Cu(I)
(568,2 ± 0,1)	567,95	N(I)
(589,0 ± 0,1)	588,99	Na(I)

(610,0 ± 0,1)	593,06	La(I)
(615,0 ± 0,1)	623,17	Al(I)
(625,0 ± 0,1)	624,99	La(I)
(650,0 ± 0,1)	656,27	H(I)

SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang peralatan spektroskopi secara sederhana yang dapat digunakan di laboratorium fisika laser dan optoelektronik. Hasil dan penelitian ini sebagai berikut,

Hasil maksimal intensitas terjadi pada tegangan 6000 Volt dan berjarak elektroda 0,3 mm. Pada udara bebas didapatkan identifikasi unsur N dan H, berasal dan elektroda adalah Cu, sedangkan berasal dan pengotor elektroda adalah unsur Pb dan Zn. Spektroskopi pada sampel NaCl diidentifikasi unsur Na dan Cl, berasal dan udara bebas adalah unsur N dan H dan berasal dan elektroda adalah Cu, sedangkan berasal dan pengotor elektroda adalah unsur dan Pb.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, K. 1996. Analisa Kualitatif Unsur Atom dengan Spektroskopi Spark.- Semarang: Universitas Diponegoro.
- Barow, G.M. 1962. *Introduction to Molecular Spectroscopy* : International student edition. Japan: McGraw-Hill Company.
- Catterton, P.A. 1978. *Vacuum Breakdown*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Dutton, J. 1978. *Spark Breakdown in Uniform Fields*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Harrison, G.R, R.C. Lord & Lootbourow. 1948. *Practical Spectroscopy*. Englewood Cliffs Nj : Prentice Hall Inc.
- Meek, J.M. & J.D. Craggs. 1978. *Electrical Breakdown of Gases*. New York: John Wiley and Sons Ltd.