

## MENENTUKAN FUNGSI KERJA DAN FREKUENSI AMBANG MATERIAL KATODA MELALUI PERCOBAAN EFEK FOTOLISTRIK

Ramlan, A. Aminuddin B.  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

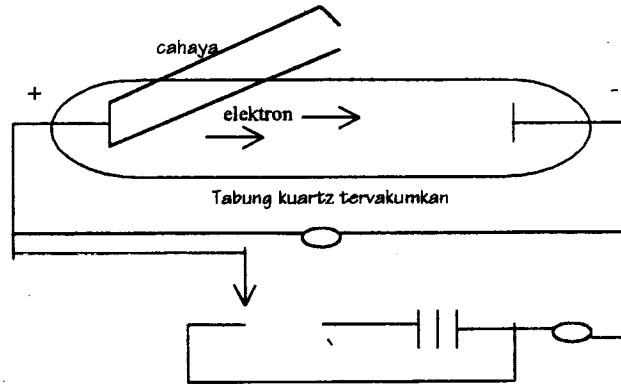
### ABSTRAK

*Fungsi Kerja dan frekuensi ambang* bahan merupakan karakteristik alamiah dari suatu bahan yang berkenaan dengan kemampuan bahan tersebut untuk melepaskan elektron (fotoelektron) akibat penyinaran cahaya. Dalam penelitian ini akan dipelajari tentang cara mendapatkan frekuensi ambang dan fungsi kerja dari suatu bahan dengan menggunakan percobaan *efek fotolistrik*. Sekaligus akan ditunjukkan perbandingan antara konstanta planck dengan muatan elektorn ( $h/e$ ), terlepas dari bahan apapun yang dipakai sebagai bahan uji (target), hanya dengan plot grafik frekuensi vs tegangan penghenti. Dari percobaan yang dilakukan diperoleh fungsi kerja dan frekuensi ambang bahan material katoda (setiap target) berturut-turut 2, 0405 eV dan  $5,30 \times 10^{14}$  Hz. Sedangkan  $h/e$  adalah  $3,85 \times 10^{-15}$  V/Hz..

### PENDAHULUAN

#### 1. EFEK FOTO LISTRIK

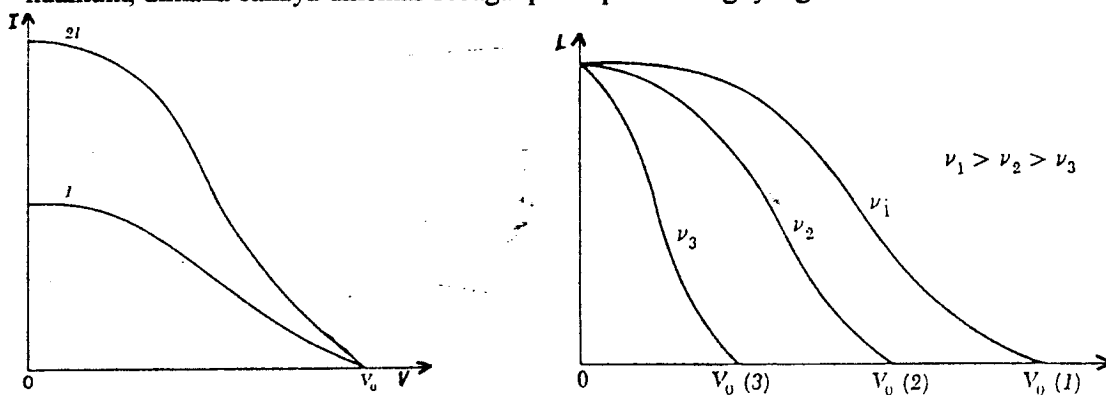
**E**fek foto listrik adalah suatu peristiwa terlepasnya elektron dari permukaan materi (dalam hal ini adalah logam) akibat penyinaran oleh cahaya. Fenomena ini mula-mula diselidiki oleh Albert Einstein dengan melakukan percobaan efek foto listrik



Gb. 1 Bagian percobaan efek fotolistrik

Berdasarkan teori klasik, energi foto elektron individual bertambah besar seiring dengan bertambah besarnya intensitas cahaya. Hal ini bertentangan dengan kenyataan eksperimental dimana distribusi energi fotoelektron tidak bergantung pada intensitas cahaya, melainkan bergantung pada frekuensi cahaya (lihat gb.2). Karena itu teori klasik gagal menjelaskan fenomena ini.

Pendekatan yang dianggap cukup berhasil dalam menjelaskan efek fotolistrik adalah teori kuantum, dimana cahaya dikemas sebagai paket-paket energi yang disebut foton.



Gb. 2 a. Arus fotoelektron sebanding dengan intensitas untuk semua tegangan perintang  
 b. Tegangan penghenti ( $V_0$ ) bergantung pada frekuensi cahaya.

Dengan menyerap energi foton sebesar  $h \nu$ , elektron dapat melepaskan diri dari logam. Energi kinetik elektron sama dengan energi yang diserap elektron dari foton dikurangi energi ikat elektron itu,

$$E_k = h \nu - w \quad (1)$$

Dimana  $E_k$ ,  $h \nu$  dan  $w$  berturut-turut adalah energi kinetik, energi foton dan energi ikat. Hubungan antara energi kinetik maksimum ( $E_{km}$ ) dan frekuensi ( $\nu$ ) mengandung tetapan perbandingan ( $h$ ) yang dinyatakan oleh hubungan

$$E_{km} = h (\nu - \nu_0) \quad (2)$$

Dimana  $\nu_0$  adalah frekuensi ambang bahan. Besarnya energi minimum yang diperlukan oleh elektron untuk dapat melepaskan diri dari logam disebut sebagai fungsi kerja  $W_0 = h \nu_0$ .

## 2. TEGANGAN PENGHEN TI

Energi kinetik maksimum yang dipancarkan oleh suatu permukaan peka cahaya dapat ditentukan dengan memasang sumber tegangan yang dibalikkan polaritasnya. Ini dimaksudkan untuk mencegah/menghambat elektron yang terbebaskan dengan kecepatan maksimum untuk mencapai kolektor. Karena itu sumber tegangan ini dianggap sebagai potensial perintang. Jika tegangan sudah mencapai suatu harga (katakanlah  $V_s$ ) dimana tidak ada elektron yang mencapai kolektor sehingga arusnya terhenti maka tegangan tersebut disebut sebagai tegangan penghenti.

Besarnya energi penghenti diberikan oleh hubungan

$$e V_s = E_{km} = \frac{1}{2} m v_m^2 \quad (3)$$

Dimana  $e$ ,  $m$  dan  $v_m$  berturut-turut adalah lektron ( $C$ ), massa elektron ( $kg$ ) dan kecepatan maksimum ( $m/s$ ). Dari hubungan (2) dan (3) diperoleh

$$V_s = h/e (v - v_0), \quad (4)$$

yang menunjukkan tegangan penghenti merupakan fungsi linier dari frekuensi ( $V_s (v)$ ) dengan slope  $h/e$  dan faktor fase  $v_0$ . Jadi jelas bahwa kurva  $v$  vs  $V_s$  merupakan garis lurus dengan kemiringan  $1/e = h/e$ . Kemudian jika  $V_s = 0$  maka  $v = v_0$ , sehingga titik perpotongan antara kurva dengan garis  $V_s = 0$  adalah  $v_0$  (frekuensi ambang bahan).

Karena fungsi kerja adalah juga energi ambang (energi minimum untuk melepaskan elektron dari logam) maka dapatlah dibuat hubungan

$$h v_0 = e V_0 = w_0 \quad (5)$$

dimana  $V_0$  adalah tegangan potensial ambang. Dari hubungan (4) dan (5) tegangan penghenti dapat dituliskan sebagai

$$V_s = h/e v - V_0 \quad (6)$$

### 3. LAMPU MERKURI

Pada percobaan ini dipakai lampu merkuri sebagai sumber cahaya. Hal ini didasarkan pada sifat polikromatis dari cahaya lampu merkuri yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen diskrit seperti yang ditunjukkan di dalam tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Berbagai-macam Warna Cahaya yang dihasilkan oleh lampu merkuri

Warna Cahaya	Frekuensi x 10 <sup>14</sup> Hz
Kuning (K)	5,19
Hijau (H)	5,49
Hijau Biru (H B)	6,08
Biru (B)	6,08
Violet (V)	7,14

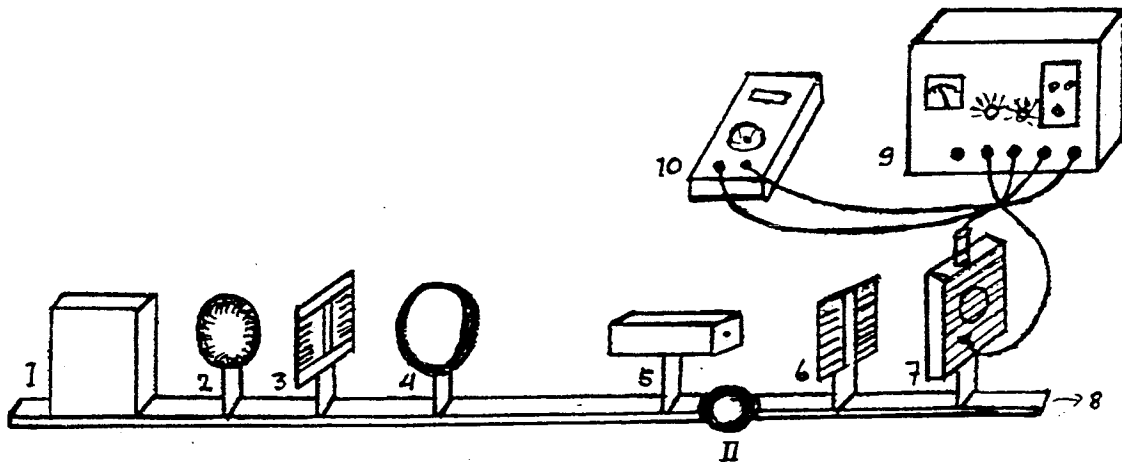
## METODOLOGI

### 1. DAFTAR ALAT YANG DIGUNAKAN

1. Lampu Merkuri bertegangan tinggi
2. Lensa  $f = 50$  mm
3. Adjustable slit
4. Prisma dan pegangannya
5. Lensa  $f = 100$ mm
6. Slit yang dapat diatur
7. Foto sel dan pegangannya
8. Rel logam presisi 0,5 m
9. Amplifier Planck konstant
10. Multimeter digital
11. Engsel
12. (kopal)

### 2. SUSUNAN PERALATAN

Rangkaian peralatan untuk percobaan ini seperti ditunjukkan dalam gambar 3 (penomoran didasarkan pada daftar alat di atas).



Gambar 3. Susunan peralatan diatas rel logam presisi

### 3. CARA MELAKUKAN PERCOBAAN

Setelah peralatan disusun seperti gambar diatas, lampu merkuri dinyalakan, sinar sejajar yang keluar dikenakan pada prisma pandang lurus. Kemudian kertas putih diletakkan pada lensa celah, sehingga terlihat spektrum warna kuning, hijau, hijau-biru, biru dan ungu. Spektrum berbagai warna ini diatur sedemikian rupa (dengan pengaturan celah) supaya tidak tumpang tindih. Kemudian sinar ini difokuskan pada fotosel. Karena fotosel ini cukup peka cahaya, maka percobaan ini harus dilakukan di dalam ruang gelap.

Dengan memutar kopel dan melewati warna kuning pada celah, arus yang terdapat pada Amplifier Konstanta Planck diamati dan tegangan penghentinya diukur (dengan menggunakan multimeter digital). Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk warna yang lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. HASIL PENGAMATAN

Dari percobaan yang dilakukan diperoleh tegangan penghenti untuk masing-masing frekuensi cahaya seperti ditunjukkan di dalam tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengukuran tegangan penghenti ( $v_s$ ) dalam volt

Warna	Frek. ( $\nu$ ) ( $\times 10^{14}$ Hz)	$V_s$ untuk pengambilan data ke					$V_s$ ( $\nu$ ) (rata-rata)
		1	2	3	4	5	
H	5,49	0,070	0,095	0,090	0,065	0,075	0,079 $\pm$ 0,01158
HB	6,08	0,330	0,335	0,325	0,310	0,312	0,322 $\pm$ 0,00985
B	6,88	0,645	0,655	0,655	0,635	0,645	0,645 $\pm$ 0,00748
V	7,41	0,840	0,855	0,875	0,835	0,835	0,845 $\pm$ 0,01536

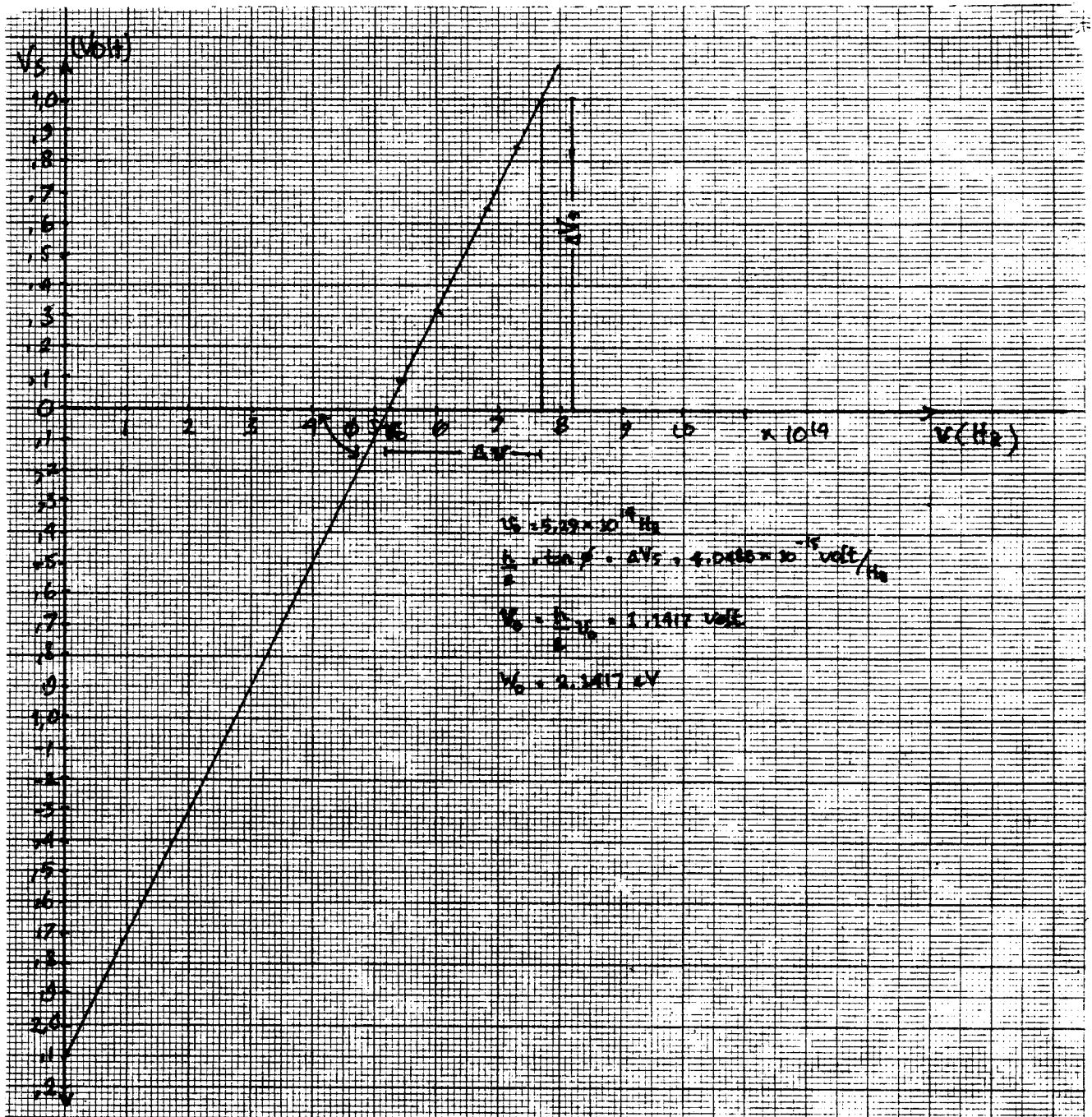
### 2. PEMBAHASAN

Dari harga rata-rata tegangan penghenti dan frekuensi yang terdapat dalam Tabel 2 dapat dibuat grafik antara frekuensi dan tegangan penghenti seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Dari grafik tersebut dapat diperoleh informasi tentang frekuensi ambang dan fungsi kerja bahan katoda yang dipakai sebagai target.

Frekuensi ambang diperoleh dari perpotongan kurva (frekuensi,  $\nu$ , vs tegangan penghenti,  $V_s$ ) dengan sumbu  $\nu$  (garis  $V_s = 0$ ) yaitu  $5,29 \times 10^{14}$  Hz. Perbandingan antara  $h$  (konstanta Planck) dengan  $e$  (muatan elektron),  $h/e$ , merupakan kemiringan (slope) dari kurva lurus tersebut, karena itu diperoleh  $h/e = \Delta V_s / \Delta \nu = 4,0486 \times 10^{-15}$  Volt/Hz.

Batas energi kinetik maksimum yang dimiliki oleh elektron tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya, melainkan dipengaruhi oleh frekuensi cahaya. Berdasarkan hubungan (5) dan hasil  $h/e$  di atas diperoleh tegangan ambang  $V_0 = 2,1417$  Volt, sehingga fungsi kerja bahan katoda yang dipakai dalam percobaan ini adalah  $W_0 = 2,1417 eV$ .

Sebagai perbandingan, perbandingan antara  $h$  dengan  $e$  dari buku-buku teks adalah  $4,1361 \times 10^{-15}$  Volt/Hz. Sehingga ralat kesalahan relatif dari percobaan ini perlu disampaikan/diketahui lebih rinci, metodenya, hasilnya adalah 2,115 %.



Gambar 4. Plot grafik antara Potensial penghenti,  $V_s$ , dengan frekuensi,  $\nu$ ,  
 (berdasarkan data pada tabel 2.)



## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat menjelaskan efek fotolistrik secara lengkap dengan terjadinya pelepasan elektron yang ditunjukkan oleh adanya arus pada ammeter. Kenaikan intensitas cahaya tidak mempengaruhi tegangan perintang, tetapi hanya mempengaruhi jumlah elektron yang terlepas. Efek fotolistrik tidak dapat terjadi jika frekuensi cahaya yang digunakan lebih kecil dari frekuensi ambang logam katoda.

Fungsi kerja dari katoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2,1417eV, dan frekuensi ambangnya  $5,29 \times 10^{14}$  Hz. Besarnya perbandingan antara Konstanta Planck ( $h$ ) dengan muatan elektron ( $e$ ) adalah  $4,0486 \times 10^{-15}$  Volt/Hz, dengan ralat kesalahan relatif 2,115 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Oswald H. Blackwood, Thomas H, Osgood, Arthur E, Ruark, Outline of Atomic Physics, Third Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 1975.
- Arthur Beiser, KonseFisika Modern, Terjemahan The Houw Liong, Erlangga, 1982.
- Alonso-Finn, Fundamental University Physics, Vol. 3 (Quantum and Statistkcal Physics), Addison-Wesley Pub.Co., Manila 1972.
- F. J. Blatt, Modern Physics, McGraw-Hill, Inc., New York, 1992.