

# POLA DISTRIBUSI INTENSITAS SPEKTRUM CAHAYA POLIKROMATIK DARI BERBAGAI MACAM JENIS DAN MEREK BOLA LAMPU LISTRIK YANG DIGUNAKAN UNTUK PENERANGAN

*Harmadi, Farida Ijjas, Selmidiawati*

## ABSTRACT

It had been observed that there were spectrum patterns of polychromatic light from some electric lamps. Data were obtained by observing spectrum pattern formed by diffraction grating and measurement to diffraction angles and wavelength for each spectrum colour. The data obtained were analyzed and counted mathematically in order to get diffraction angles and wavelength. Then spectrum intensity distribution pattern can be observed through screen and graphic which is resulted by LDR. The result of the research showed that there were difference kinds of spectrum pattern. There were lamps which radiate continuous spectrum, ribbon spectrum, and line spectrum.

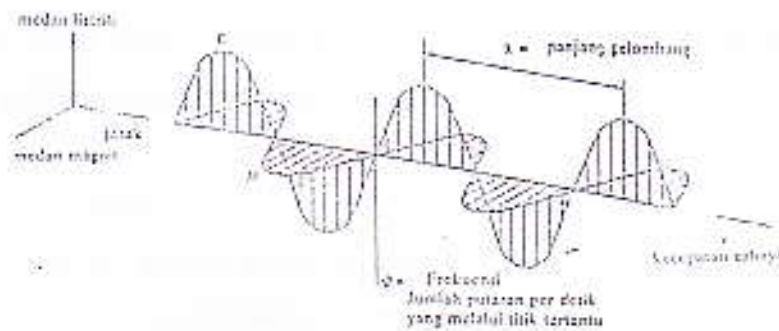
## I. PENDAHULUAN

Cahaya sebagai energi pancaran yang terevaluasi secara visual adalah merupakan spektrum gelombang elektromagnetik yang terletak diantara batas panjang gelombang 380 nanometer dan 750 nanometer. Pengamatan menunjukkan secara visual terdapat beberapa variasi warna spectrum dalam batas-batas tersebut.

Sumber-sumber cahaya yang umum digunakan oleh manusia dalam kehidupan modern adalah benda-benda padat yang berpijar dan gas-gas yang dilucuti dengan muatan listrik. Sumber cahaya ini berasal dari bola lampu listrik yang tersedia dari berbagai macam jenis dan merek yang beredar di pasaran. Dari jenis-jenis lampu yang berbeda memiliki pola spektrum yang berbeda. Untuk mendeteksi spektrum-spektrum tersebut digunakan detektor elektronik (fotodetektor) yang sensitif terhadap cahaya sebagai pengganti mata manusia. Maka digunakan LDR atau Resistor Peka Cahaya (Light Dependent Resistor), dimana perubahan intensitas cahaya menyebabkan perubahan resistansi listriknya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang diradiasikan atau dipancarkan dari sebuah sumber dalam bentuk gelombang dan merupakan bagian dari keseluruhan kelompok gelombang-gelombang elektromagnetik. Energi ini diradiasikan sesuai dengan teori dasar gelombang, hal ini ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.1. Gelombang Elektromagnet

Teori ini menggambarkan energi elektromagnet yang bergerak secara harmonis berbentuk sinusoidal pada kecepatan cahaya  $c = 3 \times 10^8$  m/det. Jarak dari satu puncak gelombang ke puncak gelombang berikutnya disebut panjang gelombang ( $\lambda$ ), dan jumlah puncak yang melewati suatu titik tertentu dalam ruang persatuan waktu adalah frekuensi ( $\nu$ ).

Pada dasarnya terdapat dua jenis sumber cahaya, yaitu benda-benda padat yang dipanaskan dan gas-gas melalui sebuah lucutan listrik.

### 1. Lampu jenis pembaraan

Merupakan sumber-sumber cahaya jenis pembaraan akibat pemijaran suatu bahan pada suhu yang sangat tinggi. Lampu jenis ini memancarkan spektrum kontinu, yang akan memancarkan segala warna cahaya, contohnya :

### a. Lampu Wolfram (lampu pijar)

Lampu ini terdiri atas sebuah bola gelas yang divakumkan (dihampakan). Dalam bola ini terdapat kawat filamen dari bahan yang tak menguap serta ber titik lebur tinggi, misalnya wolfram atau tungsten. Pada pengaliran arus listrik, suhunya dapat mencapai kurang lebih  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### b. Lampu busur arang

Pada pemijaran, kedua elektroda yang terbuat dari arang dikenakan beda potensial yang tinggi sehingga terjadi loncatan bunga api listrik yang lalu memanaskan arang itu sampai mencapai suhu sekitar  $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### c. Lampu busur logam

Pada dasarnya lampu busur logam adalah sama seperti lampu busur arang, hanya bedanya pada lampu busur logam pemijaran adalah terhadap uap metal elektroda, bukannya terhadap elektroda padat itu sendiri. Suhu uap yang ber pijar tersebut dapat setinggi  $10000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Lampu jenis lucutan

Lampu ini energi pancarannya dihasilkan oleh lucutan listrik. Lampu jenis ini pada umumnya merupakan lampu yang memancarkan spektrum diskontinu, karena gelombang yang dipancarkan bergantung pada gas atau uap yang terdapat dalam tabung, sebab tiap gas memiliki emisi spektrum yang spesifik. Contoh lampu jenis ini adalah ;

### a. Lampu Hidrogen

Lampu hidrogen adalah salah satu jenis dari lampu spektral yang memancarkan spektrum garis. Lampu ini berisi gas hidrogen yang terdapat di dalam tabung yang dipijarkan oleh muatan kedua elektroda.

#### **b. Lampu Deuterium**

Lampu deuterium adalah lampu jenis spektral, yang memancarkan spektrum garis. Gelombang yang dipancarkan bergantung pada gas deuterium yang terdapat dalam tabung. Lampu deuterium memancarkan sinar dalam kawasan spektrum yang sama dengan lampu hidrogen, tetapi intensitasnya tiga kali lebih besar.

#### **c. Lampu Natrium**

Cahaya lampu natrium adalah akibat pijaran lucutan uap Na di dalam tabung yang juga berisi gas argon atau neon bertekanan rendah. Spektrum yang dihasilkan lampu natrium adalah spektrum doublet, yaitu dua garis berwarna kuning yang sangat saling berdekatan dengan panjang gelombang 589,0 nm dan 589,6 nm.

#### **d. Lampu merkuri**

Lampu merkuri terbuat dari tabung kaca berisi air raksa (Hg), dengan tekanan sangat rendah, sehingga air raksa itu mudah menguap. Cahaya yang dipancarkan lampu merkuri cukup kuat dan spektrum emisi Hg adalah spektrum diskontinu. Cahaya lampu Hg ini banyak mengandung warna ultra violet.

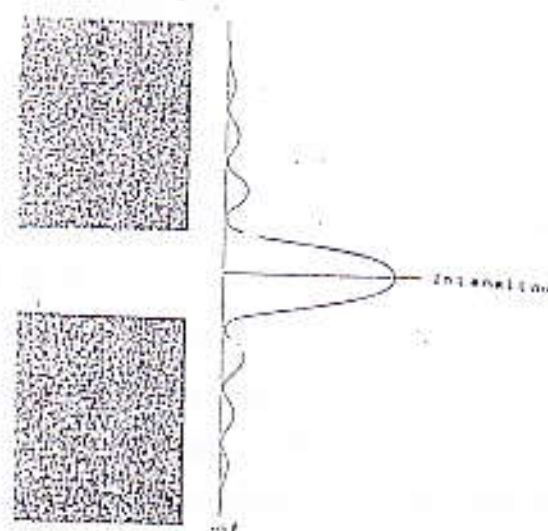
#### **e. Lampu TL (tabular lamp)**

Lampu TL bekerja berdasarkan lucutan gas didalamnya. Bedanya, dinding dalam tabung lampu TL dilapisi dengan bahan fluoresensi, sehingga bagian cahaya yang ultra violet yang tidak tampak itu setelah diserap bahan fluoresensi menyebabkan bahan tersebut berpendar karena memancarkan cahaya yang panjang gelombangnya lebih panjang dari panjang gelombang cahaya yang diserap.

Jika cahaya dilewatkan pada prisma atau kisi difraksi maka akan terjadi peristiwa dispersi cahaya, yaitu penguraian cahaya putih (polikromatik) menjadi spektrum warna. Cahaya akan mengalami penguraian dari polikromatik menjadi

komponen cahaya monokromatik sesuai dengan sifat fisis cahaya yaitu ketergantungan antara frekuensi, panjang gelombang dan kecepatan cahaya.

Untuk cahaya yang didifraksikan oleh sebuah celah sempit diperoleh pola difraksi yang diperlihatkan oleh gambar berikut :



Gambar 2.2. Pola difraksi yang dihasilkan oleh sebuah celah

Mata manusia merupakan detektor cahaya yang paling universal. Didalam eksperimen fisika digunakan detektor elektronik yang sensitif terhadap cahaya sebagai pengganti mata manusia. Syarat yang harus dipenuhi bagi sebuah detektor adalah memiliki responsi yang linier terhadap energi sinar dalam kawasan spektrum yang bersangkutan.

Salah satu detektor cahaya yang sering digunakan adalah resistor peka cahaya (Light Dependent Resistor atau LDR), dimana perubahan intensitas cahaya menyebabkan perubahan resistansi listriknya. Dalam tempat gelap resistansinya tinggi sampai sejuta ohm (mega ohm) atau lebih. Tetapi ditempat yang terang resistansinya turun hingga kurang dari seribu ohm (kilo ohm).

## ■ METODE PENELITIAN

### 3.1. Prosedur Penelitian

Bahan atau sampel lampu yang akan diamati panjang gelombang dan pola spektrum cahayanya adalah berbagai macam jenis dan merek lampu listrik, yaitu :

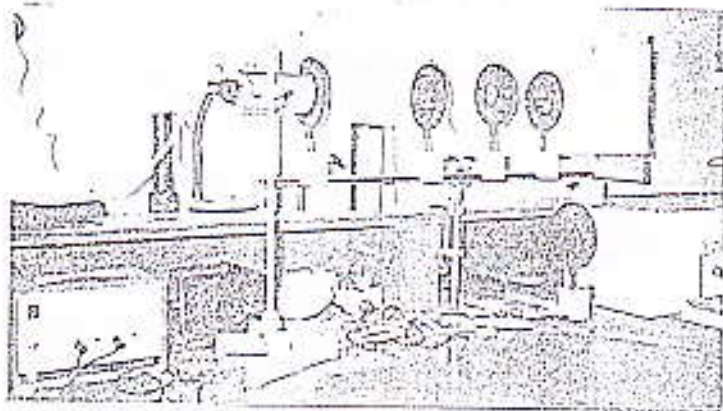
No	Jenis Lampu	Kemampuan (satuan)
1	Lampu Pijar Philips	40W/220-230V
2	Lampu Halogen (wolfram)	100W/12V
3	Lampu Merkuri (wolfram) Philips	160W/220-230V
4	Lampu Merkuri (Hg/Tabung) Philips	0,9 A III K 293109 E
5	Lampu Natrium (Na/Tabung) GE	35W MA Eng
6	Lampu TL biasa Philips	10W/220V
7	Lampu TL Dalwa	7W/170-240V (50Hz)

Alat-alat yang digunakan :

1. Kisi difraksi
2. Detektor cahaya (LDR)
3. TY recorder
4. Rangkaian penguat
5. LH multi clamp
6. Lensa (+50 dan +100)
7. Pengatur celah
8. Kotak (tempat) lampu
9. Filter
10. Layar
11. Mistar ukur
12. Clamp
13. Kertas grafik
14. Kabel penghubung

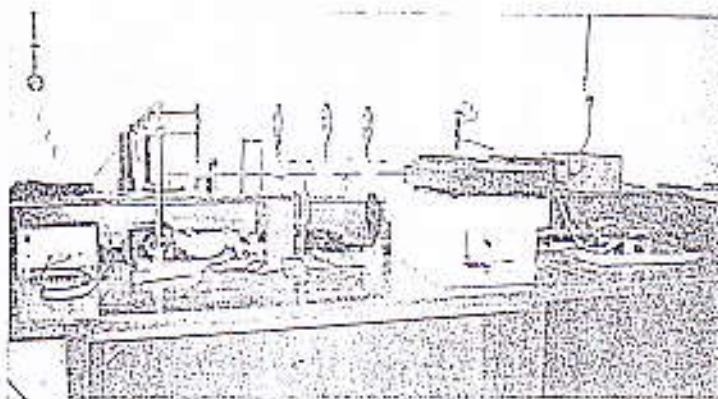
### 3.2. Penyusunan Alat Penelitian

Untuk pengukuran panjang gelombang peralatan disusun seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Rangkaian alat penelitian untuk pengukuran panjang gelombang

Sedangkan untuk mengetahui pola distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi, layar yang terdapat pada gambar 3.1 diganti dengan detektor cahaya (LDR) yang dihubungkan dengan TY recorder ( seperti pada gambar 3.2. )



Gambar 3.2. Rangkaian penelitian untuk pengamatan pola spektrum cahaya

#### IV. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Dari data pengamatan yang diperoleh pada tabel 4.1 terdapat perbedaan jenis-jenis pola spektrum untuk beberapa macam jenis dan merek lampu yang digunakan. Ada yang memancarkan jenis spektrum diskontinu, yaitu spektrum garis dan spektrum pita.

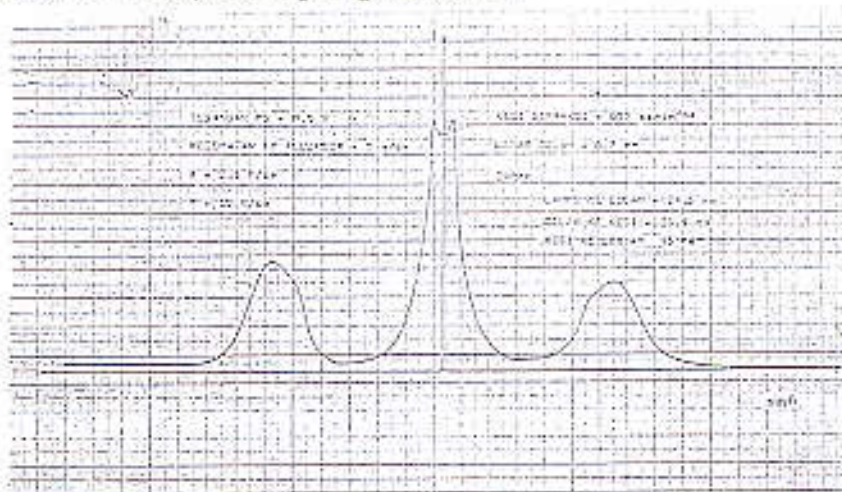
Tabel 4.1. Data pengamatan untuk berbagai macam jenis dan merek lampu pada spektrum orde pertama.

No.	Jenis lampu	Warna spektrum	Jarak Spektrum dari pusat terang (cm)	Lebar spektrum (cm)	Jenis spektrum	Sudut Difraksi	Panjang gelombang
1	Lampu pijar Philips 40W/220-230V	Ungu	3,7	0,5	Spektrum Kontinu	13,86	399,1
		Biru	4,2	0,4		15,64	449,4
		Hijau	4,6	0,7		17,05	489,6
		Kuning	5,3	0,3		19,46	555,2
		Jingga	5,6	0,5		20,47	582,9
		Merah	6,1	0,2		22,13	627,8
2	Lampu Halogen (Wolfram) 100W/12V	Ungu	3,7	0,5	Spektrum Kontinu	13,86	399,1
		Biru	4,3	0,3		15,99	459,2
		Hijau	4,6	0,8		17,05	489,6
		Kuning	5,4	0,2		19,50	564,5
		Jingga	5,6	0,5		20,47	582,9
		Merah	6,1	0,3		22,13	627,8
3	Lampu Merkuri (Wolfram) Philips 160W/220-230V	Ungu	3,6	0,7	Spektrum Kontinu	13,50	399,9
		Biru	4,3	0,3		15,99	459,2
		Hijau	4,6	0,7		17,05	489,6
		Kuning	5,3	0,3		19,46	555,2
		Jingga	5,6	0,5		20,47	582,9
		Merah	6,1	0,1		22,13	627,8
4	Lampu Merkuri (Hg/Tabung) Philips 0,9A III K293109E	Ungu	3,6	0,5	Spektrum Pita	13,50	399,9
		Hijau	4,8	0,4		17,74	508,0
		Kuning	5,2	0,1		19,12	545,9
		Jingga	5,5	0,3		20,14	573,8
5	Lampu Natrium (Na/Tabung) GEE 35W/MA ENG	Kuning	5,3	0,5	Spektrum Garis	19,46	19,46
6	Lampu TL biasa Philips 10W/220V	Ungu	3,7	0,5	Spektrum Kontinu	13,86	399,1
		Biru	4,2	0,5		15,64	449,4
		Hijau	4,7	0,6		17,40	489,3
		Kuning	5,3	0,3		19,46	555,2
		Jingga	5,6	0,5		20,47	582,9
7	Lampu TL Daiwa & W/170-240V (50Hz)	Ungu	3,7	0,5	Spektrum Pita	13,86	399,1
		Biru	4,3	0,4		15,99	459,2
		Hijau	5,0	0,3		18,43	527,0
		Kuning	5,4	0,1		19,50	564,5
		Jingga	5,6	0,4		20,47	582,9

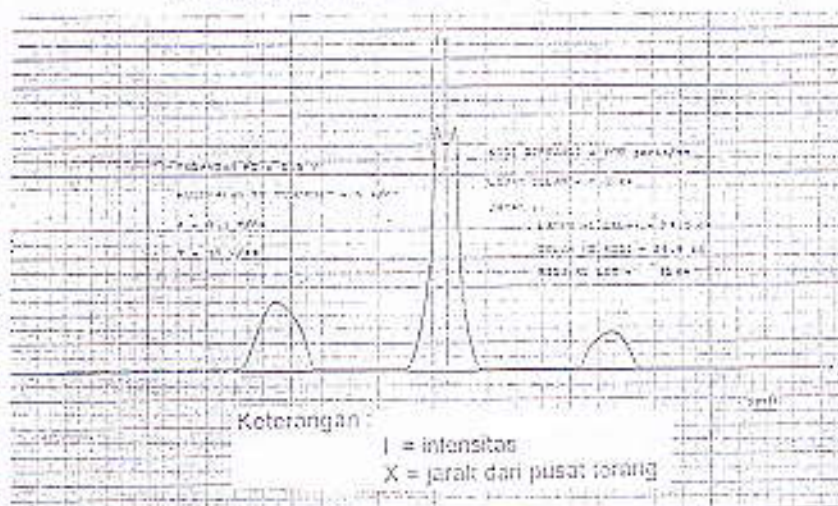


Dari perbedaan-perbedaan yang diperoleh terhadap jenis-jenis spektrum dan warna-warna yang dominan yang terkandung dalam spektrum dari beberapa jenis dan merek lampu. Setelah dilakukan perhitungan terhadap sudut difraksi dan panjang gelombang dari masing-masing warna spektrum yang dipancarkan oleh lampu tersebut, diperoleh panjang gelombang yang sesuai dengan ketelitian.

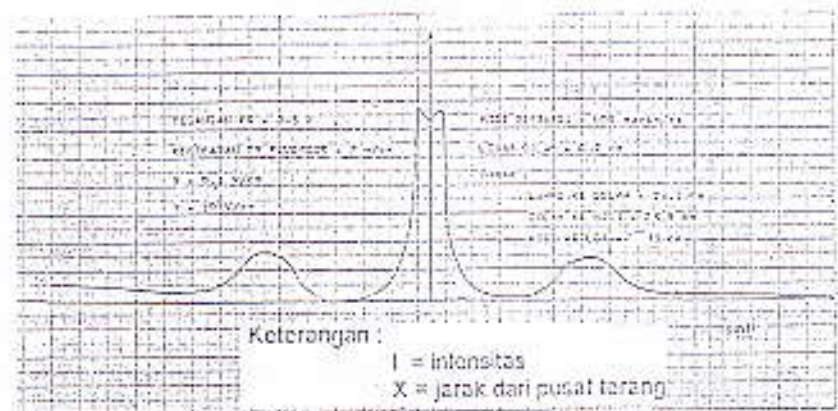
Dengan menggunakan detektor cahaya (LDR) yang dihubungkan dengan TY recorder, dapat diperoleh data pengamatan berupa grafik distribusi intensitas spektrum cahaya terhadap sudut difraksi seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.4.



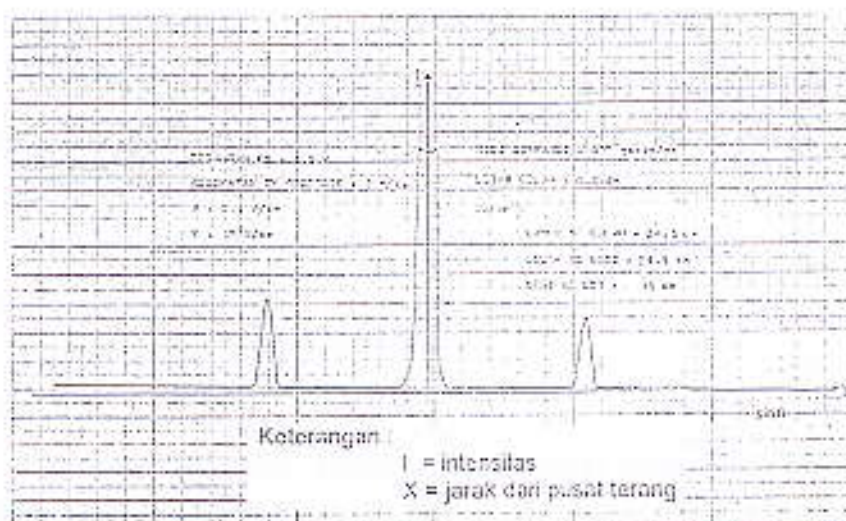
Gambar 1 . Grafik distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi dari lampu pijar philips 40W/220-230V pada spektrum orde pertama



Gambar 2 Grafik distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi dari lampu halogen (wolfram) 100W/12V pada spektrum orde pertama



Gambar 3. Grafik distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi dari lampu Merkuri (ML/wolfram) philips 150W/220-250V pada spektrum orde pertama



Gambar 4. Grafik distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi dari lampu Natrium (Na/tabung) GEC 35W MA ENG pada spektrum orde pertama

Dalam penelitian ini pola distribusi intensitas cahaya terhadap sudut difraksi hanya dapat dilihat untuk lampu yang memiliki intensitas cahaya besar. Sehingga untuk lampu-lampu yang menampilkan intensitas warna spektrum yang lebih baik sangat baik digunakan untuk penerangan. Karena mata dapat mendeteksi cahaya tersebut jika intensitasnya cukup kuat. Dalam hal ini untuk warna dari spektrum yang mempunyai intensitas yang sangat kuat adalah warna kuning yang panjang gelombangnya berkisar antara 560-590 nanometer. Jadi lampu yang memiliki warna spektrum kuning yang lebih besar sangat bagus untuk penerangan. Seperti misalnya lampu pijar sangat baik untuk membaca dibandingkan lampu TL, karena pada lampu pijar memiliki spektrum warna kuning yang lebih besar dan memiliki warna spektrum yang lengkap dibandingkan lampu TL.

## V. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian terhadap beberapa macam jenis dan merek lampu listrik, maka dapat diambil kesimpulan : Pola spektrum cahaya tampak dapat diamati dengan melewatkan berkas cahayanya melalui kisi difraksi. Jenis-jenis spektrum yang dipancarkan berbeda-beda. Ada yang memancarkan spektrum kontinu dan ada yang memancarkan spektrum diskontinu yaitu spektrum garis dan spektrum pita. Panjang gelombang dari masing-masing warna spektrum berkisar antara 380-450 nm untuk ungu, 450-490 nm untuk biru, 490-560 nm untuk hijau, 560-590 nm untuk kuning, 590-630 nm untuk jingga dan 630-760 nm untuk merah. Dan lampu yang baik untuk penerangan adalah lampu yang memiliki intensitas warna spektrum yang lebih kuat dan memiliki warna-warna spektrum yang lengkap.

### 5.2. Saran

Penggunaan detektor cahaya (LDR) agar bisa disempurnakan untuk memperoleh gambaran pola spektrum cahaya dari berbagai macam jenis dan merek lampu, baik yang intensitas cahayanya besar maupun intensitas cahayanya kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, Eugene, 1988, **Ilmu Biofisika**, Airlangga University Press, Surabaya.
- Alan H. Cromer, 1977, **Physics For The Life Sciences**, Second Edition, Mc GrawHill Inc, New York.
- Brink, O. G & R. J. Flink, 1984, **Fundamental of Instrumen Sciences**, groningen, Netherlands.
- Cember, H, 1983, **Introduction to Health Physics**, Pergamon Press Inc, New York.
- John, E. Kaufman, 1966, **Lighting Handbook. The Standard Lighting Guide**, 4<sup>th</sup> Edition, IES, New York.
- Nassau, Kurt, 1983, **The Physics and Chemistry of Color, The Fifteen Causes of Color**, John Wiley and sons, New York.
- Soedjojo, P, 1984, **Asas-asas Ilmu Fisika Optika**, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wilson, J and J. F. B. Hawkes, 1983, **Optoelectronics An Introduction**, Second Edition, Prentice Hall, New York.