

**ANALISA SPEKTRUM DAN PANJANG KOHERENSI BEBERAPA JENIS LAMPU
MENGUNAKAN SPEKTROSKOP PRISMA DAN INTERFEROMETER
MICHELSON**

Maria*, Minarni, Walfred Tambunan

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*mariapasaribu2013@gmail.com**

ABSTRACT

There are three types of commercial lamps available today which are incandescent lamp (light bulb) , fluorescent lamp or Compact Fluorescent Lamp (CFL), and Light Emitting Diode (LED). The three types of lamps can be distinguished by some aspects such as their efficiency, color spectrum, and coherence. This research aimed to obtain and differentiate the color spectrum and coherence of the three kind of lamps. The spectrums were obtained using a prism spectroscope while the coherence levels were analyzed using a Pasco Michelson interferometer. The samples were the three types of lamps with the same power of 5 Watt and CFL lamps with three different power of 5 Watt, 26 Watt, and 45 Watt. The spectrum and fringe pattern of the lamps were captured using a CCD camera and processed by imageJ software. The research results showed that the color spectrum of light bulb and LED produced a continuous spectrum. While the light of light bulb was dominant at red color and LED light at blue color. CFL light spectrums were partly continuous and dominant also in blue color. The different power of CLF produced different brightness, however the spectrum was still dominant in blue. Coherence of the three type of lamps was different as shown in the fringe pattern obtained. CFL produced fringe pattern with high visibility which showed higher coherence than that of LED and light bulb.

Keywords: Comercial lamp, Michelson interferometer, prism spectroscope, color spectrum, coherence

ABSTRAK

Lampu yang beredar dipasaran terdiri dari tiga jenis lampu yaitu lampu pijar, lampu fluoresensi (*Compact fluorensence Lamp* atau CFL), dan lampu LED (*Light Emiting Diode*). Ketiga jenis lampu dapat dibedakan dari beberapa aspek antara lain cara pembuatan, efesiensi, spektrum warna, dan koherensi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan membedakan spektrum warna dan koherensi dari ketiga jenis lampu, spektrum dari cahaya lampu diperoleh menggunakan spektroskop prisma dan tingkat koherensi didapatkan menggunakan interferometer Michelson. Ketiga jenis lampu yang berbeda dengan daya yang sama yaitu 5 Watt dan satu jenis lampu CFL dengan tiga daya yang berbeda yaitu 5 Watt, 26 Watt dan 45 Watt digunakan sebagai sampel. Spektrum dan pola frinji dari lampu direkam menggunakan sebuah kamera CCD dan di proses menggunakan program imageJ. Hasil dari penelitian ini menunjukkan warna sektrum dari lampu pijar dan lampu LED menghasilkan spektrum yang kontinu. Lampu

pijar menghasilkan spektrum kontinu dengan warna merah yang dominan dan lampu LED menghasilkan spektrum yang kontinu dengan warna biru yang dominan. Spektrum warna CFL tidak kontinu dan juga dominan pada warna biru. Perbedaan daya dari lampu CFL menghasilkan perbedaan kecerahan warna, namun tetap menghasilkan dominan warna biru. Koherensi dari ketiga jenis lampu ini menunjukkan perbedaan pola frinji yang didapatkan . CFL menghasilkan pola frinji dengan tingkat visibilitas yang tinggi.

Kata Kunci : Lampu, interferometer Michelson, spektroskop prisma, spektrum warna, koherensi

PENDAHULUAN

Koherensi adalah salah satu dari sifat gelombang yang memiliki arah rambatan dan fase perambatan yang sama antara gelombang. Koherensi digolongkan menjadi dua jenis, yaitu koherensi spasial dan koherensi temporal. Koherensi spasial adalah penjaran gelombang-gelombang yang memiliki fase yang sama dalam tempat yang berbeda namun dalam waktu yang sama, sedangkan koherensi temporal adalah penjaran gelombang-gelombang yang memiliki fase yang sama dalam tempat yang sama namun waktu yang berbeda (Laud, 1988).

Tingkat koherensi adalah besaran yang menyatakan sampai sejauh mana kumpulan-kumpulan gelombang dalam suatu sumber cahaya tetap mempunyai fase-fase dan arah rambatan yang sama. Besaran ini merupakan suatu hal yang penting pada suatu sumber cahaya yaitu terutama bila cahaya digunakan untuk penelitian dibidang spektroskopi dan interferometri. Penggunaan interferometer dapat menganalisa panjang koherensi dari suatu sumber cahaya. Penggunaan spektroskop terhadap spektrum suatu cahaya dapat diamati dari spektrum cahaya yang dihasilkan sementara tingkat koherensi yang dihasilkan menggunakan interferometer dilihat dari pola frinji

yang dihasilkan. Banyaknya pola frinji yang terbentuk menandakan tingginya tingkat koherensi suatu cahaya tersebut.

Karena hubungan tersebut, interferometer dapat digunakan untuk menentukan tingkat koherensi suatu sumber cahaya. Sumber cahaya yang telah dikembangkan oleh manusia adalah laser dan lampu. Cahaya laser dikenal mempunyai tingkat koherensi yang tinggi sedangkan tingkat koherensi cahaya lampu sangat rendah (Setianingsih, 2010).

Interferometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang dengan ketelitian yang tinggi berdasarkan penentuan garis-garis interferensi atau pola frinji yang dihasilkan. Interferometer telah dikembangkan dan mempunyai aplikasi yang luas untuk berbagai hal seperti Interferometer Michelson, interferometer Mach-Zender, interferometer Fabry-Perot, dan Interferometer Sagnac. Interferometer digunakan untuk mengukur koherensi suatu sumber cahaya, index bias, dan ketebalan dari suatu bahan.

Lampu adalah salah satu sumber cahaya. Lampu pertama kali dipopulerkan oleh Thomas Edison sekitar abad ke18. Lampu yang banyak digunakan saat ini terbagi menjadi 3 jenis yaitu lampu pijar, lampu

fluoresensi (CFL- *Compact Fluoresence Diode*). Ketiga jenis lampu ini mempunyai banyak perbedaan antara lain dari bahan dasar pembuatan lampu, spektrum cahaya yang dihasilkan dan efisiensi serta waktu hidup (*lifetime*). Berdasarkan bahan dasar pembuatan lampu, lampu pijar dibuat dari bahan filamen, lampu floresensi terbuat dari bahan fluor dilapisi dengan serbuk posphor dan lampu LED terbuat dari bahan semikonduktor. Untuk efisiensi cahayanya, lampu pijar hanya mengubah energi yang diterimanya menjadi cahaya sebanyak 20%, lampu fluoresensi sebanyak 70% dan lampu LED sebanyak 80%. Untuk waktu hidup pemakaian lampu pijar dapat bertahan selama 10 bulan, lampu fluoresensi selama 4 tahun dan lampu LED mampu bertahan selama 20 tahun (Syarifuddin, 2010).

Spektrum yang dihasilkan oleh lampu ini dinamakan dengan spektrum emisi, yaitu spektrum yang dihasilkan oleh sumber cahaya atau cahaya yang di emisi ke suatu bahan. Spektrum yang dihasilkan ketiga jenis lampu ini berbeda, yaitu perbedaan intensitas dan warna yang muncul. Perbedaan yang muncul ini disebabkan karena unsur pembuat lampu itu sendiri. Lampu pijar yang terbuat dari bahan filamen akan menghasilkan semua warna spektrum. Lampu fluoresensi terbuat dari gas yang dilucuti, mempunyai spektrum yang dihasilkan tidak kontinu dan bergantung pada tekanan yang ada didalam lampu. LED yang ada saat ini terdiri dari dua jenis, LED yang pertama yaitu LED yang terdiri dari kumpulan dioda semikonduktor tiga warna (merah, hijau, biru) dan LED yang kedua adalah lampu yang diodanya terdiri dari dioda berwarna biru sedangkan lapisan lampu

Lamp) dan lampu LED (*Light Emitting Diode*) dilapisi dengan fosfor sehingga berwarna putih (Haryanto,2008)

Pada penelitian ini, spektrum dan tingkat koherensi dari ketiga jenis lampu yaitu lampu pijar, lampu fluoresensi dan LED dianalisa. Spektrum yang dihasilkan oleh ketiga jenis lampu diperoleh menggunakan spektroskop prisma sedangkan tingkat koherensi di analisa menggunakan Interferometer Michelson buatan sendiri, dan sampel terdiri dari beberapa lampu yang mempunyai daya yang sama tetapi jenis yang berbeda serta lampu dengan jenis yang sama dengan daya yang berbeda setiap jenis lampu terdiri dari tiga sampel.

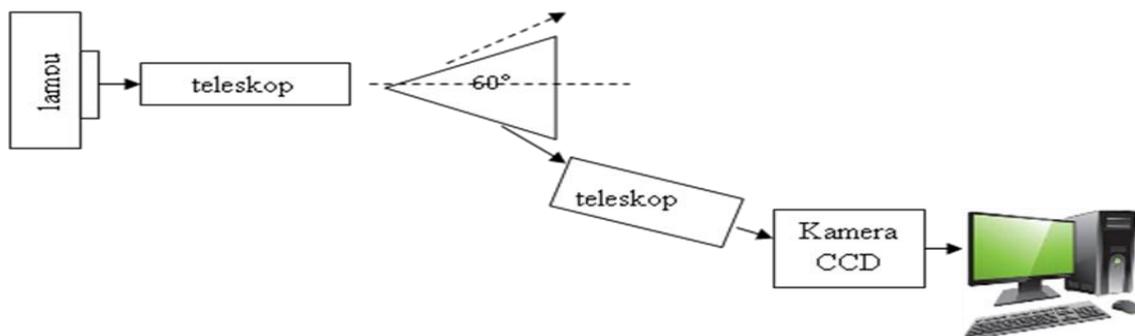
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan lampu pijar 5 Watt dan 100 Watt, lampu CFL 5 watt, 26 Watt dan 45 Watt, lampu LED 5 Watt dan 45 Watt. Spektrum untuk ketiga jenis lampu dengan daya yang sama dan lampu dengan jenis yang sama dengan daya yang berbeda digunakan spektriskop prisma. Sedangkan untuk mendapatkan tingkat koherensi lampu dengan daya yang sama jenis yang berbeda dan lampu jenis yang sama daya berbeda digunakan interferometer Michelson buatan sendiri.

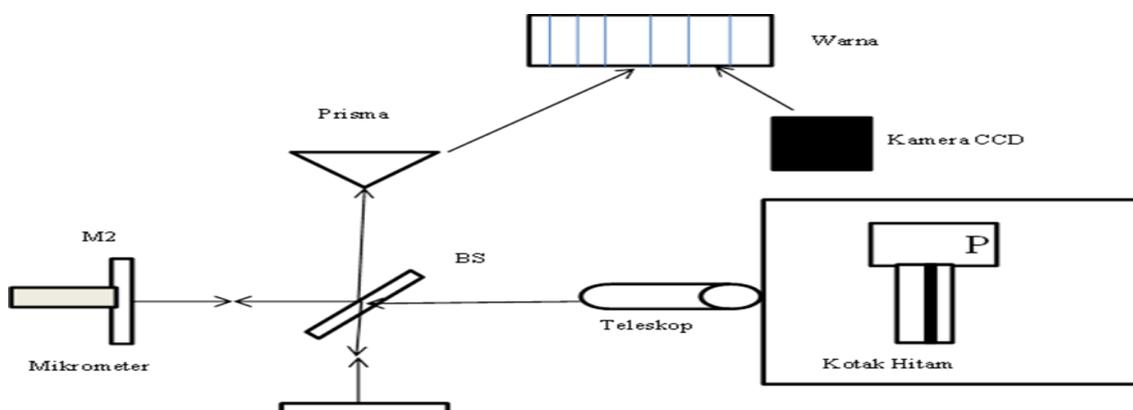
Gambar 1 memperlihatkan sistem dengan spektroskopi prisma yang digunakan untuk menganalisa spektrum. Sumber cahaya yang datang dilengkapi oleh kotak hitam buatan sendiri berukuran 30x25x50 cm dengan celah berukuran 5 mm. Cahaya yang keluar akan disejajarkan menggunakan teleskop1, kemudian cahaya tersebut akan mengenai prisma yang kemudian menghasilkan spektrum warna. Spektrum warna ini di fokuskan menuju

kamera CCD melalui teleskop². Spektrum yang telah direkam dan diolah menggunakan komputer yang telah dilengkapi dengan program imageJ. Untuk menganalisa tingkat koherensi digunakan interferometer Michelson buatan sendiri. Interferometer ini dibangun dengan komponen-komponen optik yang dibutuhkan pada meja optik yang mempermudah pengaturan pola frinji. Sumber cahaya yaitu lampu di letakkan didalam kotak hitam yang diberi celah agar cahaya yang dikeluarkan lebih sejajar. Cahaya tersebut kemudian dikirim ke pembagi sinar (BS) yang membagi sinar menjadi dua, menuju M1 dan M2. Sinar dari kedua cermin tersebut

di pantulkan kembali menuju BS. Dari BS ini kedua cahaya tersebut berinterferensi menjadi pola frinji. Karena intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu ini dibutuhkan prisma karena cahaya lampu bersifat polikromatik, pengamatan pola frinji sulit dilakukan sehingga dibutuhkan prisma, untuk menguraikannya. Agar pola frinji dapat terlihat jelas di layar yang akan membentuk pola frinji terang gelap, bagian terang yang didapatkan akan menghasilkan warna spektrum. Pola frinji ini di rekam oleh kamera CCD yang telah dihubungkan ke komputer yang telah dilengkapi program imageJ.



Gambar 1. Skema alat untuk analisa spektrum lampu.



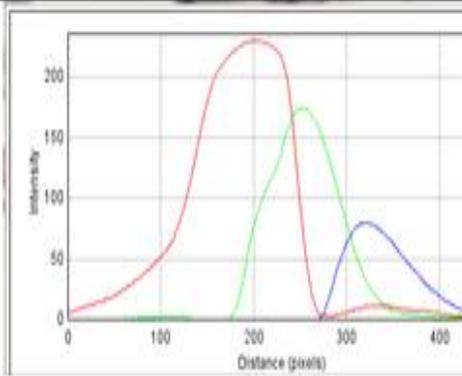
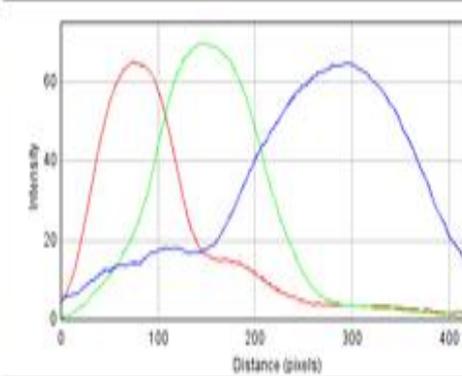
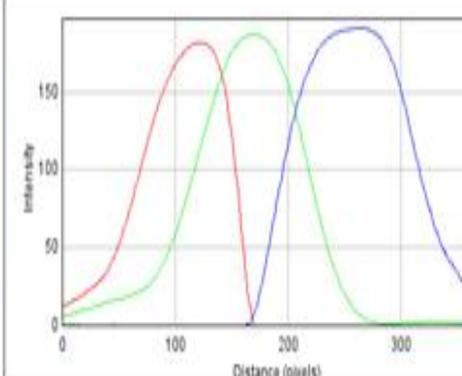
Gambar 2. Skema alat untuk analisa tingkat koherensi lampu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

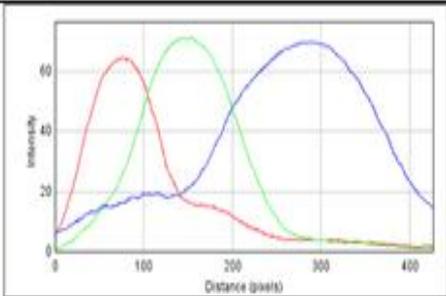
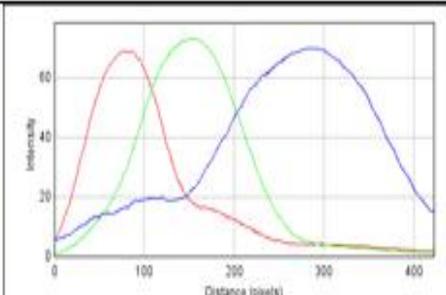
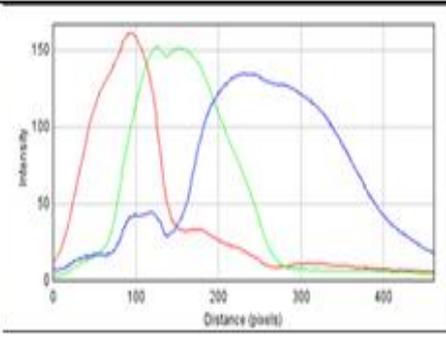
Spektrum dari beberapa jenis lampu yang dihasilkan menggunakan spektroskop prisma ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan perbedaan perbedaan spektrum masing-masing lampu dengan hasil analisa

program imageJ untuk grafik RGB (RGB Plot). Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa spektrum lampu pijar dominan warnanya merah, sementara lampu LED dan lampu CFL dominan pada warna biru. Spektrum warna biru pada lampu CFL lebih lebar dari pada lampu LED.

Tabel 1. Spektrum tiga jenis lampu dengan daya yang sama.

Tipe Lampu	Spektrum	Grafik	Titik Koordinat (X,Y)
Pijar			X ₁ =128 Y ₁ =205,15 X ₂ =173 Y ₂ =65,32 X ₃ =247 Y ₃ =10,11
Fluoresensi			X ₁ =75 Y ₁ =65,36 X ₂ =155 Y ₂ =69,54 X ₃ =296 Y ₃ =64,98
LED			X ₁ =121 Y ₁ =182,37 X ₂ =170 Y ₂ =187,34 X ₃ =262 Y ₃ =191,93

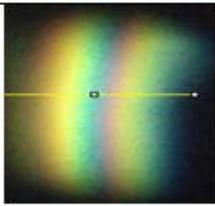
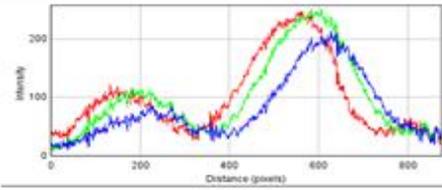
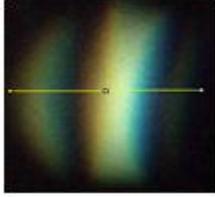
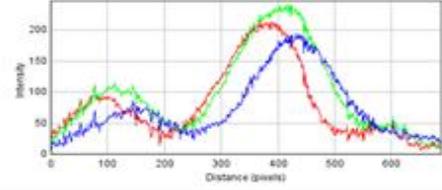
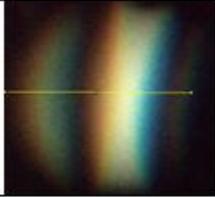
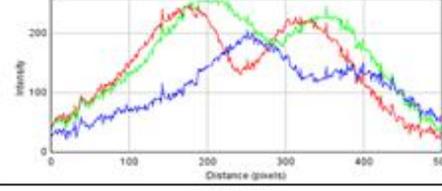
Tabel 2. Spektrum lampu fluoresensi dengan daya yang berbeda

<u>Fluoresensi</u>	<u>Spektrum</u>	<u>Grafik</u>	<u>Titik koordinat</u>
5 watt			$X_1=75$ $Y_1=65,36$ $X_2=155$ $Y_2=69,54$ $X_3=296$ $Y_3=64,98$
26 watt			$X_1=85$ $Y_1=69,1$ $X_2=158$ $Y_2=73,17$ $X_3=252$ $Y_3=65,77$
45 watt			$X_1=91$ $Y_1=161,44$ $X_2=126$ $Y_2=152,67$ $X_3=233$ $Y_3=135,44$

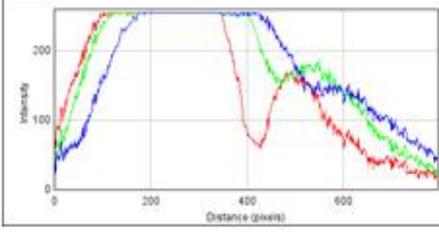
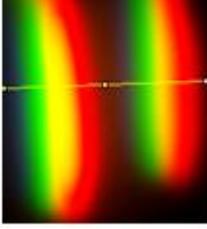
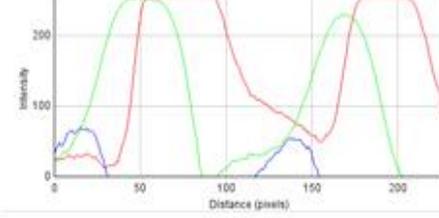
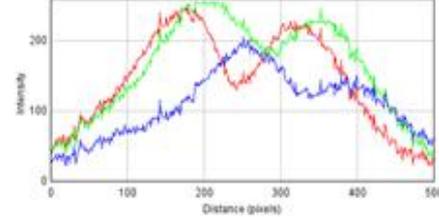
Tabel 2 menunjukkan perbedaan bentuk dan warna spektrum dari lampu CFL dengan daya yang berbeda. Lampu CFL dengan daya yang paling rendah memiliki warna merah yang lebih besar dibandingkan dengan warna merah pada lampu CFL dengan daya yang lebih

besar. Besarnya daya dari lampu CFL juga mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan oleh spektrum. Lampu CFL memiliki warna biru yang dominan untuk daya yang lebih besar. Perbedaan ini dapat diamati dari grafik yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 3. Pola frinji tiga jenis lampu yang sama dengan daya yang berbeda

No	Jenis Lampu	Pola Frinji	Grafik	I_{min} , I_{max}
1	CFL 5 watt			R: 28 , 247 G: 10 , 247 B: 13 , 153
2	CFL 26 Watt			R: 9 , 213 G: 8 , 242 B: 8 , 186
3	CFL 45 Watt			R: 23 , 248 G: 25 , 255 B: 24 , 216

Tabel 4. Koherensi berbagai jenis lampu

No	Jenis Lampu	Pola Frinji	Grafik	I_{min} , I_{max}
1	LED 14 Watt			R: 15 , 255 G: 24 , 255 B: 31 , 255
2	Pijar 100 Watt			R: 13 , 255 G: 5 , 255 B: 1 , 69
3	CFL 45 Watt			R: 23 , 248 G: 25 , 255 B: 24 , 216

Tabel 3 menunjukkan pola frinji dari tiga daya yang berbeda dari lampu fluoresensi (FCL). Perbedaan daya yang terdapat pada lampu CFL ini mempengaruhi tingkat pola frinji yang dihasilkan, semakin tinggi daya lampu semakin jelas pola frinji yang ditimbulkan. Sehingga koherensi yang dihasilkan lampu juga lebih tinggi dibandingkan lampu dengan daya yang kecil.

Tabel 4 menunjukkan perbedaan pola frinji untuk jenis lampu yang berbeda dengan daya yang berbeda. Digunakan daya yang berbeda karena kecilnya daya yang sama untuk setiap jenis lampu ini tidak menghasilkan pola frinji. Karena daya yang digunakan hanya 5 Watt. Hingga daya lampu tiap lampu dinaikkan. Dan perbedaan pola

frinji ini menentukan tingkat koherensi lampu ini. Pada daya yang paling besar terlihat pola frinji yang lebih jelas yaitu pijar 100 Watt, dan sebaliknya untuk LED dengan daya hanya 14 Watt tingkat koherensinya rendah karena dapat dilihat dari pola frinji yang dihasilkannya.

Pengasetan alat spektroskop prisma seperti pada gambar 3 digunakan untuk mendapatkan spektrum dari berbagai jenis lampu. Jarak antara kotak hitam berisi lampu dengan teleskop1, posisi prisma, jarak antara kamera CCD dengan telekop2 tidak diubah sehingga didapatkan kualitas spektrum seperti terdapat dari tabel 1 dan 2. Spektrum yang telah didapatkan direkam menggunakan kamera CCD yang telah dihubungkan kekomputer dan diolah menggunakan program imageJ.



Gambar 3. Layout komponen spektroskopi prisma



Gambar 4. Layout komponen interferometer Michelson buatan sendiri.

Pengaturan jarak kedua cermin dari BS sangat mempengaruhi pantulan cahaya lampu yang diletakkan dalam kotak hitam dibeli celah sempit yang berfungsi membuat cahaya yang dikeluarkan menjadi lebih sejajar yang akan berinterferensi melewati BS. Cahaya yang telah berinterferensi ini menghasilkan pola frinji dengan intensitas yang sangat kecil sehingga dibutuhkan prisma untuk mendapatkan pola frinji yang dapat dilihat oleh mata dan di rekam kamera CCD.

Pola frinji yang terbentuk dari prisma ini menghasilkan pola terang gelap berupa garis, garis terang yang dihasilkan berupa warna spektrum yang merupakan dispersi dari cahaya polikromatik lampu tersebut seperti terlihat pada tabel 3 dan 4.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap tiga jenis lampu yang berbeda dengan daya yang sama dan lampu dengan jenis yang sama dengan daya yang berbeda untuk menganalisa perbedaan spektrum dan koherensi masing-masing lampu terdapat perbedaan. Warna dan intensitas dari spektrum yang didapat untuk setiap jenis lampu berbeda. Intensitas yang didapatkan sangat dipengaruhi oleh daya yang dimiliki setiap jenis lampu. Semakin kecil daya yang dimiliki lampu semakin kecil intensitas spektrum lampu tersebut. Pola frinji yang dihasilkan untuk setiap jenis lampu hanya beberapa pola terang gelap saja, karena intensitas warna yang rendah sehingga digunakan prisma untuk menghasilkan pola frinji yang ada. Ini menandakan kurangnya koherensi untuk setiap jenis lampu. Akibat kurangnya koherensi dari lampu menyebabkan pancaran yang dihasilkan

lampu tidak terfokus pada satu titik tetapi menyebar kesegala arah.

DAFTAR PUSTAKA

- Hariyanto. 2008. *Lampu dan Manfaatnya*, Penerbit Erlangga : Jakarta
- Laud, B.B. 1992. *Laser Dan Optik Non Linier*, terjemahan Sutanto, penerbit UI Press, Jakarta
- Setyaningsih, Agustina. 2009. *Penentuan Nilai Panjang Koherensi Laser Menggunakan Interferometer Michelson*. Semarang : Skripsi S1 FMIPA UNDIP

