

# Pengukuran Panjang Gelombang Laser Menggunakan Interferometer Fabry Perot Dengan FFT

Agatha Aprilia Kristanti\*, Ign. Edi Santosa\*\*

Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma  
Paingan, Maguwohardjo, Depok- Sleman, telp. 0274-883037  
e-mail: \* [aghataaprilia10@gmail.com](mailto:aghataaprilia10@gmail.com), \*\* [edi@usd.ac.id](mailto:edi@usd.ac.id)

**Abstrak** - Telah dilakukan pengukuran panjang gelombang laser dengan menggunakan interferometer Fabry Perot. Interferometer ini dilengkapi dengan penggerak salah satu cerminnya. Selama salah satu cermin bergeser, intensitas cahaya hasil interferensi dimonitor menggunakan sensor cahaya yang dihubungkan dengan interface LabPro. Selanjutnya cacah perubahan frinji dihitung dengan menggunakan fasilitas Fast Fourier Transform yang tersedia di software LoggerPro. Nilai panjang gelombang dihitung dari nilai jarak pergeseran cermin dan cacah perubahan frinji. Panjang gelombang hasil pengukuran dari laser HeNe, laser pointer hijau dan laser pointer merah berturut-turut adalah  $(630\pm 4)$  nm,  $(528\pm 3)$  nm, dan  $(647\pm 4)$  nm. Hasil pengukuran ini sesuai dengan spesifikasi dari laser yang bersangkutan. Metode ini digunakan untuk kepentingan pembelajaran di laboratorium.

**Kata kunci:** interferometer Fabry Perot, FFT, laser

**Abstract** - Experiment with Fabry Perot. Interferometer has been done for measuring the laser wavelength. The interferometer is equipped with a mirror driving mechanism. During the mirror movement the fringe was monitored using a light sensor connected to a LabPro interface. The fringe number was analyzed using a Fast Fourier Transform program available in LoggerPro. The laser wavelength was calculated from the mirror displacement and the number of fringes. The wavelength of HeNe laser, green laser pointer, and red laser pointer are  $(630\pm 4)$  nm,  $(528\pm 3)$  nm dan  $(647\pm 4)$  nm, respectively. This experiment is suitable for undergraduate laboratory.

**Kata kunci:** Fabry Perot interferometer, FFT, laser.

## I. PENDAHULUAN

Untuk menentukan panjang gelombang cahaya, telah dikenal berbagai macam metode antara lain dengan menggunakan spektrometer dan interferometer. Melalui berbagai penelitian, pemahaman dalam pengukuran panjang gelombang menggunakan konsep interferensi dapat lebih dimengerti [1]. Dasar dari interferometer sendiri adalah gejala interferensi. Berbagai interferometer telah dikembangkan, salah satu jenis interferometer adalah interferometer Fabry Perot.

Desain interferometer Fabry Perot dapat ditemukan di berbagai penelitian. Salah satu desain interferometer Fabry Perot menggunakan perangkat berupa cermin, dudukan optika yang standar, dudukan cermin yang dipasang pada alumunium berbentuk L, Piezo-electric Transducer (PZT), diode, dan batang invar. Interferometer Fabry Perot juga dapat didesain menggunakan cermin komersial yang dilapisi emas. Lapisan emas ini memberikan reflektifitas yang cukup baik untuk berbagai panjang gelombang. Dengan demikian diperlukan biaya yang cukup besar untuk membangun interferometer Fabry Perot [2].

Interferometer Fabry Perot juga dapat dibangun menggunakan dua buah cermin yang sangat datar dari bahan setengah perak yang dipisah dengan jarak tertentu dan tersusun secara paralel. Dengan salah satu cermin terhubung dengan sistem penggerak, yang dapat mengubah jarak antara kedua cermin dengan pergeseran

yang sangat kecil. Pada penelitian ini dibutuhkan perbaikan pada *alignment* alat optik antara laser dan sampel yang harus mendekati sempurna, yang dapat dilakukan dengan memasang beberapa mikrometer sekrup di salah satu cermin, sehingga berkas yang tidak sejajar dapat diselaraskan dengan mengatur sekrup-sekrup pada cermin [3].

Pada interferometer Fabry Perot, cahaya dari sumber dilewatkan pada dua buah cermin yang sejajar, kemudian berkas cahaya tersebut akan berinterferensi menghasilkan suatu pola gelap terang (frinji) yang ditangkap oleh layar. Pola yang dihasilkan tergantung pada beda fase antar gelombang, perbedaan fase gelombang ini tergantung pada lintasan optis. Dengan demikian interferometer Fabry Perot dapat dimanfaatkan untuk mengukur panjang gelombang cahaya sumber yang digunakan. Selain itu interferometer Fabry Perot juga dapat digunakan untuk mengukur indeks bias zat transparan [3].

Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengukur panjang gelombang menggunakan interferometer. Biasanya pencatatan perulangan frinji dilakukan secara visual ataupun menggunakan pencacah [4]. Pada salah satu penelitian, cacah perubahan frinji ditangkap menggunakan kamera [3]. Namun penggunaan kamera ini kurang efektif karena ketajaman pola yang ditangkap oleh kamera tergantung pada resolusi kamera yang digunakan.

Penelitian lainnya adalah pengukuran panjang gelombang laser menggunakan interferometer Michelson

ganda, dimana dalam penelitian ini menggunakan fotodetektor yang dihubungkan dengan sebuah PC untuk mencatat intensitas di pusat frinji yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung cacah perulangan frinji. Cacah perulangan frinji dihitung dari puncak-puncak intensitas yang teramati selama selang waktu tertentu yang sudah ditetapkan [5].

Masalah yang timbul dari penelitian-penelitian tersebut adalah kemungkinan terdapat cacah perulangan frinji yang terlewat atau tidak terhitung. Hal tersebut karena perhitungan cacah perubahan frinji tetap dilakukan secara konvensional.

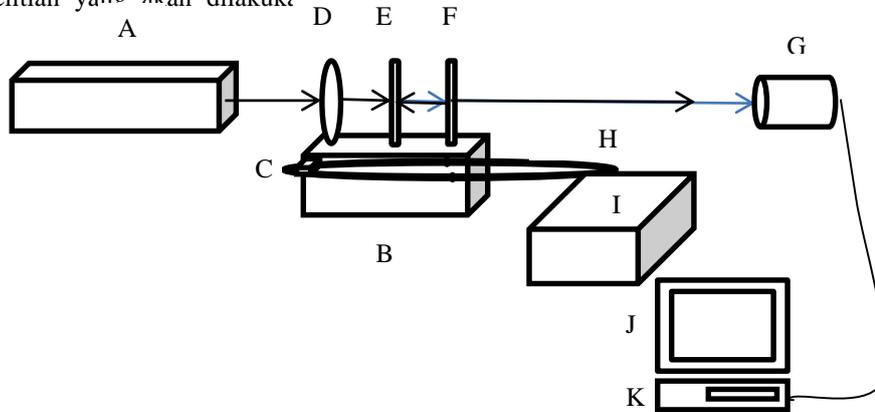
Selain itu, perhitungan cacah perulangan frinji menggunakan fasilitas *Fast Fourier Transform* (FFT) sudah pernah dilakukan pada pengukuran panjang gelombang cahaya dengan interferometer Michelson ganda [6]. Hal tersebut dilakukan agar tidak ada cacah perubahan frinji yang tidak dihitung atau terlewat.

Dengan mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian yang akan dilakukan

untuk menentukan panjang gelombang laser menggunakan interferometer Fabry Perot. Perhitungan cacah perulangan frinji dilakukan dengan menggunakan fasilitas FFT yang tersedia pada *software LoggerPro*. Penelitian ini menggunakan alat-alat yang sudah tersedia di laboratorium, murah, dan pengambilan data relatif cepat.

## II. METODE PENELITIAN

Susunan eksperimen ditunjukkan pada Gambar 1. Pada percobaan ini digunakan peralatan sumber cahaya (A), "Precision Interferometer Pasco, Scientific OS-9255" (B), yang sudah memiliki komponen lensa (D), cermin tetap (E), dan cermin yang dapat digerakkan (F). Sistem penggerak (C) pada interferometer dihubungkan dengan motor penggerak (I) menggunakan *belt* (H). Intensitas pusat frinji dari laser dimonitor oleh sensor cahaya (G), yang dihubungkan dengan *inteface* LabPro (K) ke komputer (J) yang memiliki program *LoggerPro*.



Gambar 1. Susunan interferometer Fabry Perot dan peralatan pendukung.

Bila salah satu cermin digerakkan perlahan-lahan pola interferensi akan terlihat berubah-ubah, sehingga dengan menghitung cacah perubahan pola interferensi  $n$  dan mengukur jarak  $d$  yang ditempuh cermin, panjang gelombang  $\lambda$  sinar yang digunakan dapat ditentukan melalui persamaan:

$$d = n\lambda/2 \quad (1)$$

atau

$$\lambda = 2d/n. \quad (2)$$

Untuk memperoleh jarak pergeseran cermin  $d$  dilakukan dengan cara mencatat kedudukan awal dan kedudukan akhir yang ditunjukkan pada mikrometer. Selain itu intensitas pada pusat frinji dimonitor selama selang waktu tertentu ( $\Delta t$ ) oleh sensor cahaya yang dihubungkan ke komputer yang memiliki *software Logger pro* melalui *interface Lab Pro*.

Selanjutnya data perubahan intensitas cahaya yang periodik (berulang) akan diolah menggunakan program FFT yang sudah tersedia pada *software* tersebut. Nilai

frekuensi hasil FFT akan digunakan untuk menghitung cacah perubahan frinji ( $n$ ) mengikuti persamaan

$$f = n/\Delta t \quad (3)$$

atau

$$n = f \Delta t. \quad (4)$$

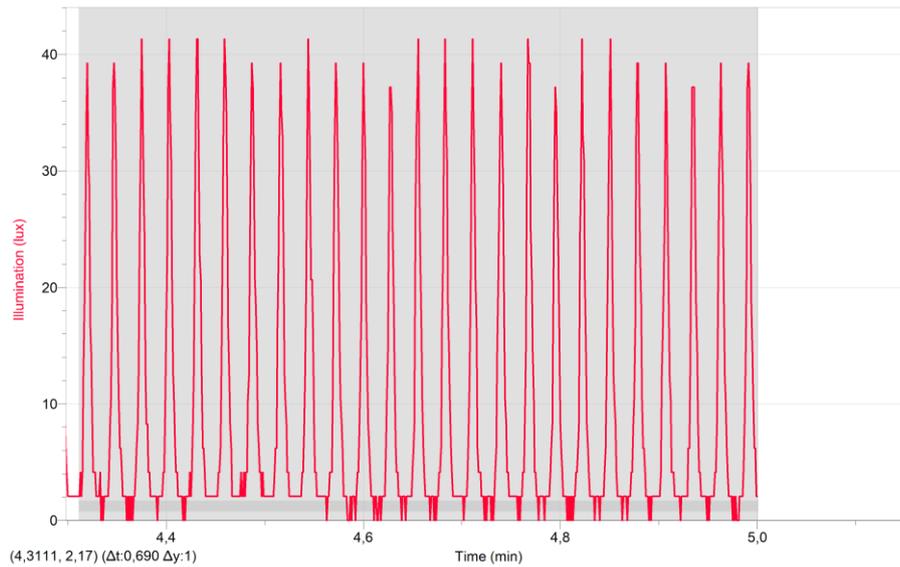
Sistem penggerak digerakkan oleh motor penggerak, sehingga laju untuk menggerakkan sistem penggerak selama pengambilan data tetap konstan. Pengambilan data dilakukan dengan bervariasi sumber cahaya, yakni menggunakan laser HeNe, pointer hijau, dan pointer merah.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

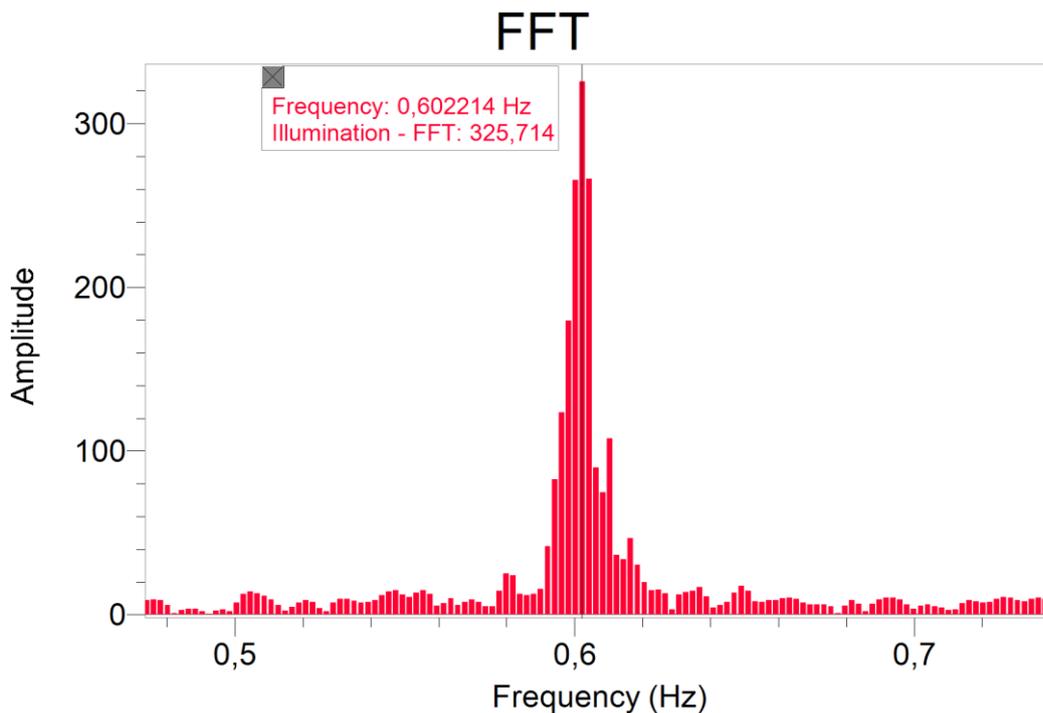
Percobaan pertama dilakukan dengan sumber cahaya laser HeNe. Ketika salah satu cermin digerakkan dengan motor penggerak dengan laju  $0,5 \text{ mm/sec}$  dan perekaman data dilakukan selama 5 menit, diperoleh data pola intensitas yang berubah terhadap waktu seperti pada Gambar 2. Gambar 2 adalah contoh data perubahan

intensitas cahaya terhadap waktu pada selang waktu 4,311 - 5,000 menit. Pada gambar tersebut tampak bahwa perubahan intensitas cahaya terjadi secara periodik (berulang).

Data intensitas yang berubah terhadap waktu yang dimonitor selama 5 menit, selanjutnya diolah menggunakan program FFT. Hasil FFT untuk laser HeNe dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil FFT tersebut dapat diperoleh nilai frekuensi perulangan frinjinya.



Gambar 2. Intensitas cahaya dari laser HeNe selama selang waktu 4,311 - 5,000 menit.



Gambar 3. Hasil Fast Fourier Transform untuk laser HeNe.

Nilai frekuensi perulangan frinji yang diperoleh dari gambar 3 adalah 0,602214 Hz. Pergeseran cermin berlangsung selama 5 menit atau 300 sekon, sehingga diperoleh nilai cacah perubahan frinji mengikuti persamaan (4) adalah  $n = 180,7$ .

Kemudian dengan nilai  $d = 56,9212 \times 10^{-6}$  m dan nilai  $n = 180,7$  diperoleh nilai panjang gelombang sinar laser HeNe sebesar  $(630 \pm 4)$  nm. Nilai ketidakpastian ini

diperoleh dari perhitungan nilai ketidakpastian FFT dan nilai ketidakpastian jarak pergeseran cermin. Nilai panjang gelombang hasil pengukuran ini mendekati nilai panjang gelombang sinar laser HeNe, yaitu 632,8 nm.

Cara yang sama dilakukan untuk menentukan panjang gelombang sinar laser pointer hijau dan sinar laser pointer merah. Panjang gelombang sinar laser hasil pengukuran

disajikan pada Tabel 1. Pada tabel ini juga disajikan nilai panjang gelombang laser dari acuan.

**Tabel 1.** Panjang Gelombang Berbagai Laser.

No.	Laser	$\lambda_{\text{hasil penelitian}} \text{ (nm)}$	$\lambda_{\text{acuan}} \text{ (nm)}$
1	HeNe	$630 \pm 4$	632,8
2	Pointer Hijau	$528 \pm 3$	532
3	Pointer Merah	$647 \pm 4$	630-650

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai panjang gelombang hasil pengukuran sesuai dengan spesifikasi laser yang digunakan. Untuk laser pointer merah spesifikasinya menunjukkan rentang panjang gelombang yang lebar. Hasil pengukuran berada pada rentang ini. Panjang gelombang laser HeNe dan laser pointer hijau acuan berada pada jangkauan panjang gelombang pengukuran. Hasil pengamatan pola interferensi seperti pada Gambar 2 turut memberikan pelebaran pada hasil FFT. Pelebaran ini turut menentukan ketidakpastian pengukuran panjang gelombang cahaya.

Hal yang harus diperhatikan pada eksperimen ini adalah kedudukan dua cermin harus benar-benar sejajar. Jika kedudukan cermin tidak benar-benar sejajar, maka pola interferensi yang terbentuk bertumpuk-tumpang. Salah satu yang mempengaruhi keteraturan pola perubahan intensitas cahaya terhadap waktu adalah pergerakan cermin. Untuk itu dalam penelitian ini cermin tidak digerakkan secara manual, namun digerakkan oleh motor penggerak yang terhubung dengan sistem penggerak melalui *belt*. Pergerakan cermin diusahakan sehalus mungkin tanpa getaran. Oleh karena itu, sistem penggerak diletakkan secara terpisah dari interferometer. *Belt* penghubung harus dipasang kencang dan lurus. Selain itu, untuk mengurangi getaran dilakukan dengan cara memberikan peredam.

Peralatan yang digunakan pada eksperimen ini menggunakan peralatan yang telah tersedia di laboratorium. Sehingga eksperimen ini dapat digunakan sebagai materi praktikum Fisika. Selain itu, juga dapat

digunakan untuk pengenalan penggunaan FFT. Eksperimen ini dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat dan memperkaya cara menganalisis data serta pembelajaran lebih menarik.

#### IV. KESIMPULAN

Interferometer Fabry Perot dapat digunakan untuk mengukur panjang gelombang laser. Hasil pengukuran panjang gelombang untuk laser HeNe, pointer hijau dan pointer merah masih sesuai dengan spesifikasi laser yang digunakan, yaitu untuk laser HeNe adalah  $(630 \pm 4)$  nm, laser pointer hijau  $(528 \pm 3)$  nm, dan laser pointer merah  $(647 \pm 4)$  nm.

#### PUSTAKA

- [1] Handayani, Sri Lestari. 2014. "Analisis Pola Interferensi Celah Banyak Untuk Menentukan Panjang Gelombang Laser He-Ne Dan Laser Dioda". *Jurnal Fisika*, vol. 4, no. 1, Mei 2014, hal. 26-31.
- [2] Fletcher, Colin D., dan Chad Orzel. "Construction and calibration of a low cost Fabry-Perot interferometer for spectroscopy experiment", *Am. J. Phys.*, vol. 73, no. 12, December 2005, hal. 1135-1138.
- [3] Satoto, Dwi, Heri Sugito, dan K. Sofjan Firdausi. "Studi Interferometer Fabry- Perot untuk Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya". *Berkala Fisika*, vol. 10, no. 4, Oktober 2007, hal. 179-181.
- [4] Suparno, Paulus, dkk. 2014. *Praktikum Fisika*. Yogyakarta: Laboratorium Universitas Sanata Dharma.
- [5] Santosa, Ign. Edi. 2006. "Interferometer Michelson Ganda dengan FFT untuk Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya". *Seminar Instrumentasi Berbasis Fisika 2006*. Bandung.
- [6] Santosa, Ign. Edi. "Pengukuran Panjang Gelombang Laser dengan Interferometer Michelson Ganda". *Sigma*, vol. 9, no. 2, hal: 177-186.