

SISTEM OPTIK *INTERFEROMETER MICHELSON* MENGGUNAKAN DUA SUMBER LASER UNTUK MEMPEROLEH POLA FRINJI

Yayuk Widamarti*, Minarni, Maksi Ginting

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

ABSTRACT

Wavemeter could be built using an interferometer with two laser sources. In this study, Michelson interferometer was built using two lasers which were He-Ne laser and diode laser. Characteristics of its fringe pattern were analyzed based on the laser power and beam size. The results showed that fringe pattern for laser He-Ne was obtained at arm length 12.5 cm x 12.5 cm with the beam height from optical table of 11.7 cm. He-Ne laser used was 632.8 nm in wavelength with the 5 mW power made by Meredith instrument. The diode laser had wavelength 650 nm with the power of 5 mW made by Roithner. The output of He-Ne laser from the interferometer system had 0.3 mW, diode laser by 0.5 mW. The best fringe pattern for both lasers was with visibilities ranged from 0.63 and 0.098, and beam width of each laser of 4.11 mm for He-Ne laser and 4.30 mm x 4.26 mm for diode laser.

Keywords: *Michelson interferometer, diode laser, fringe pattern.*

ABSTRAK

Wavemeter dapat dibangun menggunakan sebuah interferometer dengan dua sumber laser. Dalam penelitian ini sistem interferometer Michelson dengan dua sumber laser dibangun, yaitu menggunakan laser He-Ne dan laser dioda. Karakteristik pola frinji dianalisa dengan mengukur daya laser dan lebar berkas laser, dimana pola frinji dari laser He-Ne diperoleh dengan panjang lengan 12,5 cm x 12,5 cm dengan tinggi berkas dari meja optik 11,7 cm. Laser He-Ne yang digunakan dengan panjang gelombang 632,8 nm dengan daya 5mW merk Meredith instrument dan laser dioda mempunyai panjang gelombang 650 nm dengan daya 5 mW merk Roithner, diperoleh keluaran laser He-Ne dari sistem interferometer sebesar 0,3 mW, laser dioda sebesar 0,5 mW. Pola frinji yang paling baik untuk kedua laser diperoleh dengan visibilitas rata-rata 0,63 dan 0,098, dengan lebar berkas masing masing laser 4,11 mm untuk laser He-Ne dan 4,30 mm x 4,24 mm untuk laser dioda.

Kata kunci: interferometer Michelson, laser dioda, pola frinji

PENDAHULUAN

Laser adalah sumber cahaya yang monokromatik dan koheren. Sumber cahaya monokromatik dan koheren sangat penting dalam berbagai

bidang ilmu terutama fisika atom dan optik. Saat ini, laser dengan panjang gelombang yang dapat diubah-ubah (*tunable*) juga tersedia seperti laser *dye* (cat) dan laser dioda. Laser ini tersedia secara komersial dengan panjang

gelombang yang diinginkan, dengan harga relatif murah, namun informasi tentang panjang gelombang yang sebenarnya sangat diperlukan karena panjang gelombang atau frekuensi dari sumber laser *dye* (cat), maupun laser dioda yang *tunable* bisa saja berubah atau tidak akurat karena pengaruh perubahan suhu, getaran dan arus injeksinya (Banerjee *et al*, 2001).

Panjang gelombang merupakan besaran yang paling penting untuk sebuah laser jika digunakan untuk berbagai aplikasi terutama dalam bidang spektroskopi dan interferometer yang mana informasi tentang panjang gelombang yang sebenarnya diperlukan. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang laser disebut *wavemeter*. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang laser disebut *wavemeter*. *Wavemeter* dapat dibangun menggunakan sebuah interferometer. Penelitian tentang pembuatan *wavemeter* telah banyak dilakukan menggunakan interferometer yang berbeda-beda antara lain menggunakan interferometer Mach Zehnder, Twyman Green Interferometer (Hariharan, 1985), interferometer Fabry Perot (Satoto *et al*, 2007), interferometer Michelson (Banerjee *et al*, 2001; Fox *et al*, 1999; Digangi, 2006). Perbedaan dari masing-masing interferometer ini terletak pada jumlah cermin yang digunakan, orientasi dari berkas-berkas cahaya yang berinterferensi dan banyaknya keluaran pada detektor.

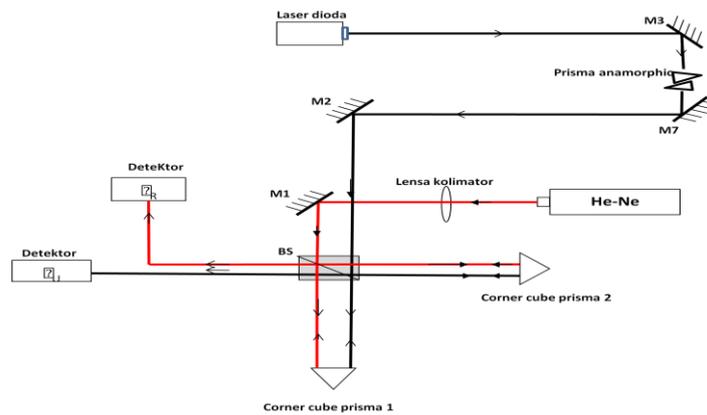
Pengukuran panjang gelombang menggunakan metode interferometer Michelson telah banyak dilakukan yaitu menggunakan sebuah laser yang

panjang gelombangnya akan diukur. Pengukuran panjang gelombang sebuah laser juga dapat dilakukan menggunakan perbandingan antara dua cahaya laser yaitu dengan membandingkan panjang gelombang laser referensi dengan panjang gelombang laser yang belum diketahui, panjang gelombang yang belum diketahui tersebut dapat ditentukan.

Pada penelitian ini, sistem optik interferometer Michelson dibangun sebagai salah satu bagian dari sebuah sistem pengukur panjang gelombang cahaya laser yang disebut *wavemeter* dalam daerah cahaya tampak dan inframerah. Sistem ini terdiri dari sebuah laser He-Ne, komponen optik dari sistem seperti cermin, lensa, *beam splitter* (pembagi sinar), pemegang cermin, prisma, lensa dan detektor optik. Agar sistem dapat beroperasi dengan baik, karakteristik berkas laser dan pola frinji yang dihasilkan perlu diketahui. pada penelitian ini lebar berkas laser dan pola frinji yang dihasilkan dianalisa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan laser He-Ne 632,8 nm dengan daya 5 mW, merk Meredith instrument, sumber laser kedua menggunakan laser dioda 638 nm berdaya 5 mW, merk Roithner Inc. Sebelum merangkai sistem interferometer, terlebih dahulu mengkarakterisasi dua sumber laser dengan mengukur lebar berkas menggunakan kamera CCD dan powermeter. Melakukan pengujian koherensi kedua laser menggunakan interferometer biasa merk Pasco.



Gambar 1. Skema sistem rangkaian interferometer Michelson dengan dua sumber laser.

Penyusunan komponen - komponen optik untuk interferometer Michelson dengan dua sumber laser pada Gambar 1. Susunan alat pada rangkaian penelitian ini diatur sedemikian rupa untuk mendapatkan hasil pola frinji yang kontras dan untuk mengatur tinggi cahaya laser sepanjang lintasan menuju kamera CCD. Setelah Interferometer Michelson di set seperti Gambar 1, pola frinji yang dihasilkan oleh dua sumber laser terlebih dahulu dianalisa agar lebih mudah diketahui apakah pola frinji yang dihasilkan berbentuk sama atau berbeda. Beberapa laser juga hanya bisa mendapatkan pola frinji yang berbentuk garis terang gelap

saja tidak berbentuk lingkaran frinji yang dihasilkan, selanjutnya akan dianalisa lebar berkas laser, pola frinji, dan visibilitas yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi pixel ke mm yang menghasilkan lebar 0,0052 mm/pixel, digunakan untuk menentukan lebar berkas cahaya laser menggunakan kamera CCD. Dari kalibrasi diperoleh lebar berkas awal laser He-Ne sebesar 0,81 mm, dan lebar berkas awal dari laser dioda setelah melewati prisma sebesar 4,30 mm x 4,26 m.

Tabel 1. Karakteristik daya cahaya laser pada sistem interferometer

No.	Titik pengamatan daya	Laser He-Ne (mW)	Laser Dioda (mW)
1	Keluaran Laser	4,36	4,80
2	Keluaran Laser yang dipantulkan Beam Splitter	1,78	1,75
3	Keluaran Laser yang diteruskan Beam Splitter	1,75	0,27
4	Keluaran Laser dari sistem interferometer	0,3	0,5

Pengaturan komponen optik interferometer Michelson dengan dua sumber laser pada Gambar 1. menggunakan laser He-Ne merk Meredith Instrument yang mempunyai panjang gelombang 632,8 nm dan daya 5 mW. Laser dioda yang digunakan adalah laser dioda dengan panjang gelombang dan daya tipikal 650 nm 5 mW merk Roithner.

Pada sistem ini, pengaturan jarak lintasan dilakukan dengan

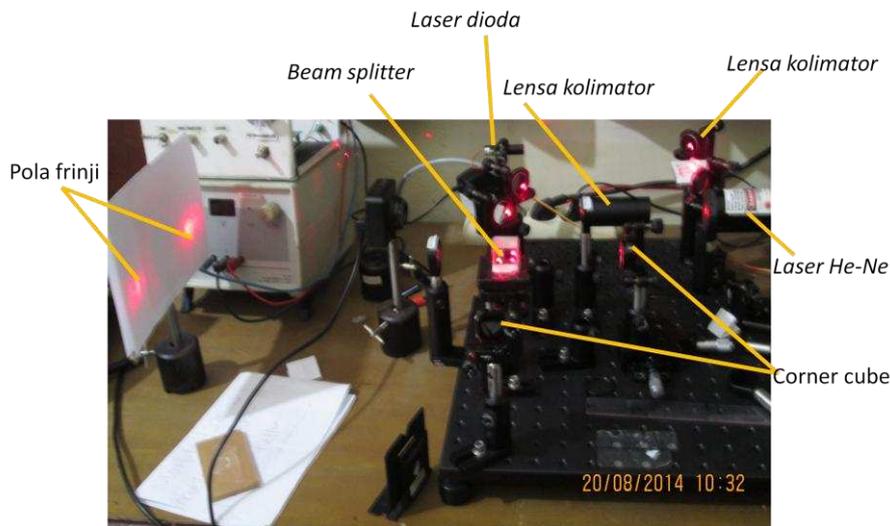
meletakkan dua prisma pada posisi yang berbeda, prisma pertama diletakkan pada posisi setelah beam splitter untuk meneruskan sinar yang datang, prisma kedua diletakkan pada posisi setelah beam splitter untuk memantulkan sinar yang datang, kemudian salah satu penyangga diletakkan pada sebuah translation stage yang posisi x dan y nya dapat digeser dalam skala mikrometer.

Tabel 2. Visibilitas laser HeNe 632,8 nm merk Meredith Instrument

Δl (μm)	Δl (mm)	Intensitas (Pixel)		Visibilitas
		Imaks	Imin	
5	0,005	227,6	149,3	0,19
10	0,01	249,2	200,6	0,11
15	0,015	244,3	199,0	0,10
20	0,02	230,3	169,5	0,15
25	0,025	249,5	213,8	0,08
				$\bar{V} = 0,63$

Tabel 3. Visibilitas laser dioda 650 nm merk Roithner

Δl (μm)	Δl (mm)	Intensitas (Pixel)		Visibilitas
		Imaks	Imin	
5	0,005	209,0	191,4	0,04
10	0,01	147,9	121,2	0,10
15	0,015	230,3	168,2	0,16
20	0,02	246,9	198	0,11
25	0,025	249,6	211,5	0,08
				$\bar{V} = 0,098$

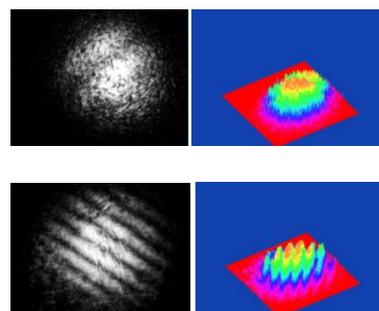


Gambar 2. Layout komponen optik dengan dua sumber laser

Kualitas dan ukuran berkas yang dihasilkan harus kontras dan sejajar, sehingga diperlukan lensa kolimator agar pola frinji yang dihasilkan mempunyai pola gelap dan terang yang tinggi, untuk laser He-Ne kolimator yang digunakan terdiri dari dua lensa konveks dengan panjang fokus masing-masing 100 mm dan 30 mm sehingga diperoleh pembesaran 3,33 kali, agar frinji yang diperoleh hampir sama besar dengan laser dioda.

Pengaturan kedua berkas yang baik akan menghasilkan dua berkas keluar dari sistem optik sejajar dan sama tinggi. Pengaturan sinar agar mengenai prisma corner cube dengan tetap menjaga agar kedua sinar sejajar dan sama tinggi cukup sulit. Pola frinji yang dihasilkan oleh laser He-Ne hampir sama besar dengan dioda. Daya keluaran yang dihasilkan He-Ne sebesar 0,3 mW, daya keluaran yang dihasilkan oleh laser dioda sebesar 0,5 mW. Prisma menyerap cahaya laser cukup signifikan sehingga daya yang keluar dari sistem berkurang drastis, ini karena kualitas prisma tersebut, tetapi tanpa prisma, laser He-Ne menghasilkan pola frinji

yang lebih simetris dan kontras, ini karena kualitas berkas yang lebih baik.



Gambar 3. Dua pola frinji yang berasal dari laser He-Ne (atas) dan laser dioda (bawah) pada sistem interferometer.

KESIMPULAN

Sistem optik interferometer Michelson yang telah dibangun memiliki tinggi berkas 11,7 cm, pola frinji dari laser He-Ne kurang kontras frinji terang dan gelap yang dihasilkan dan pola frinji dari laser dioda belum bagus frinji yang dihasilkan, hal ini terutama banyak sekali penyerapan di corner cube karena kualitas corner cube tersebut, serta berhimpitnya kedua sumber

laser yaitu pada saat laser dioda masuk dengan berkas laser He-Ne yang keluar dari beam splitter dan corner cube.

Penurunan nilai visibilitas sebanding dengan besarnya perubahan posisi maksimum pola frinji yang dihasilkan oleh laser HeNe dan laser dioda. Nilai visibilitas rata-rata untuk masing-masing laser yaitu laser HeNe merk Meredith Instrument sebesar 0,63 dan laser dioda 650 nm merk Roithner sebesar 0,098, dengan lebar berkas masing masing laser 4,11 mm untuk laser He-Ne dan 4,30 mm x 4,24 mm untuk laser dioda.

Satoto, D., Sugito, H., dan Firdausi, K. S., 2007, Studi Interferometer Fabry Perot untuk pengukuran panjang gelombang cahaya. *Berkala Fisika* 10:4:179-181.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, A., Rapol, D. U., Wasan, A., Natarajan, V, 2001, High-accuracy wavemeter based on a stabilized diode laser. Department of Physics, Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, India.
- Digangi, J. P., 2006, Inexpensive Interferometric Wavemeter for Visible/NIR lasers and rovibronic spectrum of the A-X-2-1 Band of N_2^+ Utilizing Cavity Ringdown Spectroscopy, Thesis for Degree of Bachelor of Science in Chemistry of Illinois.
- Fox, P. J., *et al.* 1999, "Reliable, compact and low cost Michelson wave meter for laser wavelength measurement", *Am. J. Phys.* 67, 624-630.
- Hariharan, P., 1992, Basics of Interferometry, Academic Press, San Diego.