

Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Lampu Monokromatis dari Pola Difraksi Cahaya Berbasis Webcam dan Borland Delphi

EkoSariyanto, Sri Wahyu Suciyati, Gurum Ahmad Pauzidan Junaidi

*Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
Jln. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
E-mail: yantoseko@gmail.com; junaidi.1982@fmipa.unila.ac.id*

Diterima (12 Maret 2014), direvisi (24 Maret 2014)

Abstract. The research to measure the wavelength of the light diffraction pattern formed when passing through a single slit. The research has been done by using the diffraction pattern of light measuring instruments that is integrated directly with the camera as sensing. The results showed that the wavelength of the source obtained at 583-589 nm. The measuring process of diffraction pattern is done using the grid at 100 slits/mm, 300 slits/mm, and 600 slits/mm by variation range is 50-100 cm. Accuracy of the measurement is 99,03-99,96% and error is 0,04 to 0,97%. The system also has been able to measure the wavelength of monochromatic light by wavelength range is 450-630 nm.

Keywords. *The measurement, diffraction, single slits, the wavelength*

Abstrak. Telah dilakukan penelitian untuk pengukuran panjang gelombang dari pola difraksi cahaya yang terbentuk ketika melewati sebuah celah tunggal. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan alat ukur pola difraksi cahaya yang terintegrasi langsung dengan sebuah kamera sebagai pengindra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang gelombang dari sumber diperoleh sebesar 583-589 nm. Proses pengukuran pola difraksi dilakukan dengan menggunakan kisi 100 celah/mm, 300 celah/mm, dan 600 celah/mm dengan variasi jarak 50-100 cm. Nilai akurasi pengukuran diperoleh sebesar 99,45-99,59% dengan *error* sebesar 0,04-0,55%. Sistem yang dibangun telah mampu pula untuk mengukur panjang gelombang cahaya monokromatis dengan *range* panjang gelombang 450-630 nm.

Kata Kunci. *Pengukuran, difraksi, celah tunggal, panjang gelombang*

PENDAHULUAN

Pengukuran merupakan suatu cara mendapatkan hasil atau data dalam sebuah penelitian. Pada proses pengukuran dibutuhkan pengetahuan meliputi masalah deteksi, pengolahan, pengaturan dan analisis data (Junaidi, 2013).

Teknik pengukuran data semakin pesat dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan ditandai dengan peralihan dari era pengukuran analog ke era digital. Peralihan ini didasarkan atas pengetahuan manusia mengenai kinerja komputer yang tidak hanya mengolah teks akan tetapi dapat digunakan untuk mengolah data atau citra (Ahmad, 2009). Salah satu aplikasinya adalah pengolahan

*Corresponding author:

E-mail: yantoseko@gmail.com

citrapada pola difraksi. Pengolahan citra merupakan sebuah metode pengolahan dengan masukan dan keluarannya berupa citra (Basukidkk., 2005). Dalam proses pengolahan citra pola difraksi, bentuk dari citra diambil informasinya yang berkaitan dengan panjang *pixel* yang digunakan antara pola terang pusat dengan terang pertama dalam pola difraksi. Difraksi merupakan peristiwa cahaya monokromatis yang melewati sebuah penghalang sempit sehingga terbentuk pola gelap terang. Pola difraksi ini dapat terbentuk dengan penghalang celah tunggal, dua celah, dan banyak celah (Viridi, 2010). Pengukuran panjang gelombang telah dilakukan oleh Sugito, dkk., 2005 dimana proses pengukuran melihat pola interferensi yang terbentuk dari sumber lampu halogen kemudian ditentukan nilai panjang gelombangnya.

Pengambilan pola citra difraksi dilakukan dengan menggunakan sebuah *webcam*. Secara umum, *webcam* merupakan sebuah perangkat yang menggunakan CCD (*Charge Couple device*) yang bekerja secara *real time* dalam menangkap gambar dan suara. Selain menggunakan CCD, penelitian yang telah dilakukan oleh Ibrison dan Jeffers (1998) mengaplikasikan *linier diode array*, Carnal dan Mlynek (1991) mengaplikasikan *Secondary Electron Multiplier* (SEM), dan CCD oleh Roman dkk., (2006).

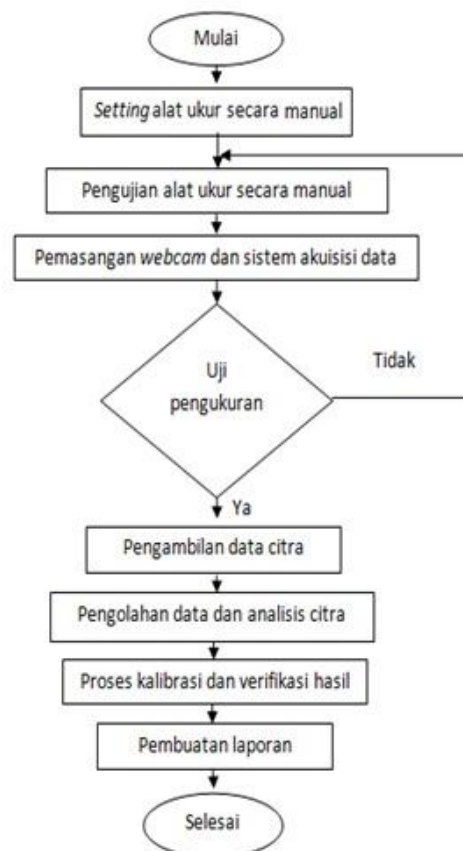
Pengolahan pola difraksi ini, dilakukan dengan membandingkan ukuran *pixel* terhadap ukuran asli gambar pada jarak pengukuran yang ditentukan. Hasil perbandingan ini kemudian digunakan untuk perhitungan dalam menentukan panjang gelombang dari sebuah sumber cahaya monokromatis yang digunakan. Proses perbandingan ukuran *pixel* dengan ukuran real objek ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Lasfeto dkk. (2008) mengenai pengukuran bobot ternak dan Yudistira (2001) tentang pengukuran volume kayu balok.

Pada penelitian ini proses pengukurandilakukan terhadap panjang

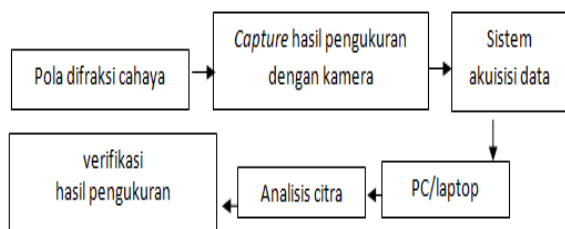
gelombang menggunakan alat praktikum pola difraksi yang ada di Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Universitas Lampung. Alat ini kemudian dipadukan dengan *webcam* dan hasil pola difraksi diakuisisi dengan Borland Delphi 7. Hasil pengukuran ditampilkan ke monitor dan disimpan dalam bentuk tabel untuk mempermudah pengguna dalam proses pencatatan hasil pengukuran secara otomatis.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengukuran panjang gelombang pola difraksi cahaya menggunakan metode studi literatur dan pembuatan sistem akuisisi data. Proses penelitian dimulai dengan menyiapkan alat praktikum pola difraksi cahaya. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan aplikasi pengukuran dan pengujian sistem. Diagram alir penelitian yang dilakukan seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1.Diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram blok rancangan

Diagram blok sistem sistem akuisisi data pengukuran, pengolahan hingga didapatkan hasil ditunjukkan pada Gambar 2. Proses pengukuran pola dilakukan dengan menambahkan sebuah *webcam* di depan kisi difraksi yang berfungsi sebagai pengindra pola difraksi. Fungsi utama *webcam* ini adalah sebagai pengganti mata dalam melihat pola difraksi yang terbentuk. Proses penginderaan dengan *webcam* ini dikontrol menggunakan aplikasi yang dibangun dengan Borland Delphi 7. Data pola difraksi berupa gambar (*image*) kemudian akan diolah melalui proses *grayscale*, *threshold*, dan *negasi*. Hasil proses *negasi* yang berupa titik pola difraksi berwarna hitam dengan latar belakang putih yang akan dianalisis untuk didapatkan informasi panjang *pixel* antara terang pusat dengan terang pertama.

Untuk memperoleh informasi panjang *pixel*, maka digunakan metode tarik garis menggunakan *mouse* melalui penggunaan *even mouse* yang ada pada Borland Delphi 7.

HASIL DAN PEMBAHASAN

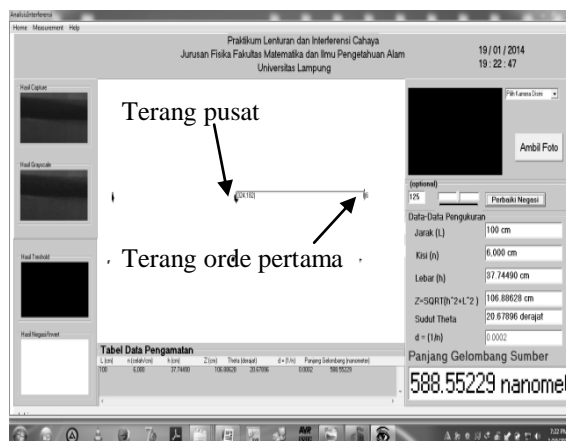
Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengamati dan menganalisis pola difraksi yang terbentuk. Proses pengukuran pola difraksi dilakukan dengan berbagai variasi jarak, yaitu 50-100 cm. Pada setiap jarak pengambilan data digunakan kisi difraksi dengan lebar celah 100 celah/mm, 300 celah/mm, dan 600 celah/mm.



Gambar 3. Alat penelitian secara keseluruhan.

Sistem secara keseluruhan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 3 yang memperlihatkan alat percobaan difraksi cahaya yang terintegrasi dengan *webcam* dan PC/laptop. Penelitian ini, *webcam* yang digunakan diletakkan di atas sebuah dudukan yang dapat digeser maju dan mundur. Dudukan kisi difraksi juga dirancang berada tepat di depan *webcam*. Kisi ini dapat diubah-ubah dengan cara digeser ke kanan atau ke kiri untuk menyesuaikan besarnya kisi yang akan digunakan.

Sistem akuisisi data pola difraksi yang dihasilkan terlihat pada Gambar 4. Dalam sistem tersebut, citra pola difraksi akan diolah melalui proses *grayscale* (citra berwarna/RGB diubah menjadi citra keabuan), *threshold* (citra keabuan diubah menjadi citra biner), dan *negasi* (citra diubah mejadi citra negatif). Hasil *negasi* akan menghasilkan citra pola difraksi dengan titik-titik berwarna hitam dengan latar belakang putih.



Gambar 4. Tampilan sistem pengolah pola difraksi.

Citra *negasi* ini kemudian diolah, untuk diketahui panjang *pixel* antara terang pusat ke terang pertama pada pola difraksi tersebut. Proses kalibrasi konversi panjang *pixel* ke satuan cm dilakukan dengan membandingkan panjang *pixel* yang digunakan terhadap ukuran standar dengan *range* 0,5-30 cm dengan kelipatan 0,5 cm untuk masing-masing jarak pengukuran.

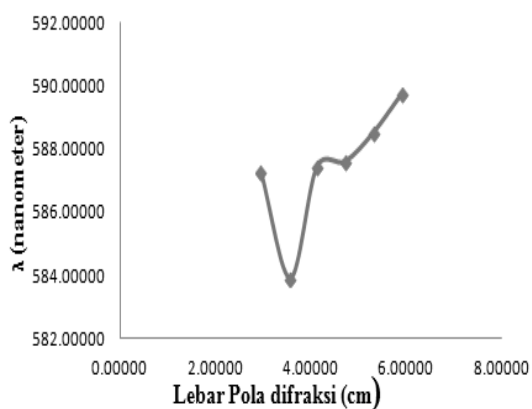
Data hasil pengukuran pada masing-masing kisi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Pada **Tabel 1** terlihat data panjang gelombang dari cahaya monokromatis yakni lampu natrium. Lampu tersebut secara teori mempunyai panjang gelombang sebesar 589 nanometer dan 589,6 nanometer (Flesh, 2006). Hasil penelitian ini, nilai panjang gelombang yang dihasilkan berkisar antara 583-589 nanometer.

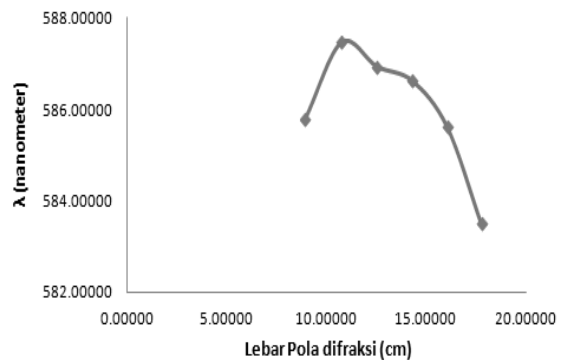
Tabel 1. Rata-rata panjang gelombang untuk masing-masing jarak pengukuran

Jarak	Panjang gelombang (nanometer)				$\lambda_{\text{Referensi}}$
	kisi 100	kisi 300	kisi 600		
50	587,26500 ± 2.33500	585,80200 ± 3.39800	588,56900 ± 1.03100	589	589.6
60	583,92700 ± 5.67300	587,46700 ± 2.13300	587,06400 ± 2.53600	589	589.6
70	587,43900 ± 2.16100	586,94200 ± 2.97000	585,43700 ± 4.16300	589	589.6
80	587,59300 ± 2.00700	586,63000 ± 2.97000	584,55800 ± 5.04200	589	589.6
90	588,50000 ± 1.10000	585,62100 ± 4.97900	584,60600 ± 4.99400	589	589.6
100	589,73200 ± 0.10000	583,50600 ± 6.09400	584,43500 ± 5.16500	589	589.6

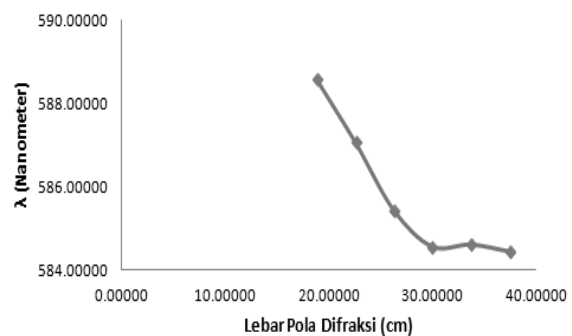
Berdasarkan **Tabel 1**, hasil pengukuran panjang gelombang yang telah dilakukan sudah masuk ke dalam *range* panjang gelombang lampu natrium. Besarnya akurasi yang dimiliki oleh sistem ini dalam pembacaan panjang gelombang terhadap referensi 589 nanometer untuk kisi 100 celah/mm pada jarak 50-100 cm di atas 99%. Grafik akurasi untuk masing-masing kisi terlihat pada **Gambar 5**, **6** dan **7**.



Gambar 5. Grafik akurasi berdasarkan hubungan jarak pengukuran terhadap panjang gelombang untuk kisi 100 celah/mm



Gambar 6. Grafik akurasi berdasarkan hubungan jarak pengukuran terhadap panjang gelombang untuk kisi 300 celah/mm



Gambar 7. Grafik akurasi berdasarkan hubungan jarak pengukuran terhadap panjang gelombang untuk kisi 600 celah/mm

Sistem yang dibangun juga dapat digunakan untuk mengukur panjang gelombang sumber monokromatis warna biru dan merah dengan hasil pembacaan sebesar 453,48 nm dan 616,69 nm. Nilai panjang gelombang ini masih sesuai dengan *range* panjang gelombang biru, yaitu 450-490 nanometer dan merah (630-760 nm) (Giancoli, 2001).

KESIMPULAN

Sistem pengolahan ini dikalibrasidengan membandingkan *pixelyang* digunakan terhadap ukuran standar dengan *range* 0,5-30 cm untuk masing-masing jarak pengukuran. Tingkat akurasiyang dihasilkan terhadap panjang gelombang referensi di atas 99% untuk masing-masing kisi dengan nilai ralat/ketidapastiandiperoleh sebesar 0,04-0,97.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Setia Iriansyah selaku Laboran Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Usman. 2009. *10 Langkah Membuat Pemroaman Pengolahan Citra Menggunakan Visual C#*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Halaman 1-104.
- Basuki, A., Palandi, J. F., dan Fatchurohman. 2005. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Halaman 1-20.
- Carnal, O. dan Mlynek, J.. 1991. Young's Double-Slit Experiment With Atoms: A Simple Atom interferometer. *Physical Review Lettes Volume 66*. Halaman 2689-2692.
- Flesh, P. 2006. *Light and Source Light*. Berlin: Springer. Halaman 33-37.
- Giancoli, C. D..1998. *Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga. Halaman228-320.
- Ibison, M. dan Jeffers, S.. 1998. A Double-Slit Diffraction Experiment to Investigate Claims of Consciosness-Related Anomalies. *Journal of Scientific Exploration, Vol. 12, No. 4*. Halaman 543-550.
- Junaidi, 2013. Komputerisasi Alat Ukur V-R Meter untuk Karakterisasi Sensor Gas Terkalibrasi NI DAQ BNC-2110. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol. 01, No. 01, Halaman 59-64.
- Lasfeto, D. B., Susanto A., dan Agus S.. 2008. Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Estimasi Bobot Badan Ternak. *Buletin Peternakan*. Vol. 33 No. 03. Halaman 167-176.
- Roman, J.S., Ruiz, C., Perez, J.A., Delagado, D., Mendez, C., Plaja, L., dan Roso, L. 2006. Non-linear Young's Double-slit Experiment. *Optic Express*. Vol. 14, No.7.
- Sugito, H., Wahyu, SB., Firdausi, K. S. dan Mahmudah, S.. 2005. Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Cahaya Berdasarkan Pola Interferensi Celah Banyak. *Berkala Fisika Vol. 8 NO. 2*. Halaman 37-44.
- Viridi, Sparisoma. 2010. *Fisika Dasar*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. Halaman 155-162.
- Yudistira, Jeffri. 2011. *Pengembangan Otomasi Sistem Penghitung Volume Kayu Balok Studi Kasus Pabrik Kayu*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh

November. Tugas Akhir Kesarjanaan.
Halaman 51-53.