

Cincin Newton

Mohammad Istajarul Alim, Diajeng Indraswary, Dian Zherlitha A

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: diajengindraswary75@gmail.com, dianzherlithaanjarwati@gmail.com

Abstrak—Cincin Newton merupakan efek terjadinya pola cincin-cincin yang melingkari dengan orde tertentu. Tujuan dari percobaan Cincin Newton yaitu untuk mempelajari peristiwa interferensi pada percobaan Cincin Newton, menjelaskan fungsi-fungsi alat pada Cincin Newton, mengukur panjang gelombang dari lampu halogen dengan menggunakan metode *Newton Ring's*, dan mencari keakuratan panjang gelombang yang terukur dengan panjang gelombang yang sebenarnya. Prinsip dari percobaan Cincin Newton yaitu menggunakan prinsip interferensi yang terjadi pada set alat Cincin Newton. Ketika sumber cahaya halogen yang telah disejajarkan mengenai permukaan bagian datar lensa *plankonveks*, maka cahaya tersebut sebagian kecil akan dipantulkan dan sebagian banyak akan dibiaskan. Cahaya yang dibiaskan akan dipantulkan kembali oleh cermin datar yang berada dibagian bawah lensa *plankonveks*. Seluruh hasil pantulan yang ada akan mengalami interferensi sehingga dapat terjadi pola gelap terang yang membentuk Cincin Newton. Hasil yang didapat pada percobaan Cincin Newton yaitu nilai panjang gelombang halogen percobaan sebesar 367 nm dan keakuratan panjang gelombang halogen pada percobaan dengan panjang gelombang sebenarnya didapatkan eror sebesar 44,03 %

Kata Kunci—Cermin datar, Cincin Newton, halogen, interferensi, *plankonveks*.

I. PENDAHULUAN

Cahaya merupakan sumber energi yang melimpah dimuka bumi. Tanpa adanya cahaya, mata kita tidak dapat mengambil berkas cahaya sehingga akan terlihat ketiadaan cahaya. Tanpa adanya cahaya, maka bumi ini akan memiliki suhu dibawah 0° karena cahaya matahari mengakibatkan kesetimbangan suhu dipermukaan bumi. Tentunya, cahaya memiliki berbagai sifat yang menyusunnya. Apabila cahaya mengalami proses interferensi, maka cahaya tersebut akan menghasilkan suatu pola pelangi atau pola gelap terang. Pola-pola tersebut dapat terjadi karena adanya beda fase antar gelombang yang berinteraksi. Apabila beda fasenya sama, maka gelombang tersebut akan saling menguatkan. Dan apabila memiliki beda fase 180° , maka gelombang tersebut akan saling menghilangkan. Prinsip interferensi tersebut dapat dilakukan pada percobaan Cincin Newton.

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang membawa energi dengan panjang gelombang kasat mata diantara 380-750 nm. Cahaya dapat memiliki sifat sebagai partikel dan cahaya juga bisa memiliki sifat sebagai gelombang. Dalam bahasan sifat cahaya tersebut, cahaya tidak dapat memiliki kedua sifat dalam waktu yang bersamaan. Artinya, apabila cahaya bersifat gelombang pada waktu t_1 , maka cahaya tidak akan bersifat partikel pada waktu t_1 juga. Namun ketika t_2 , cahaya bisa berganti sifat menjadi sebaliknya [1].

Dalam bahasan mengenai cahaya sebagai sebuah gelombang, merupakan bahasan pada era optika klasik. Pada

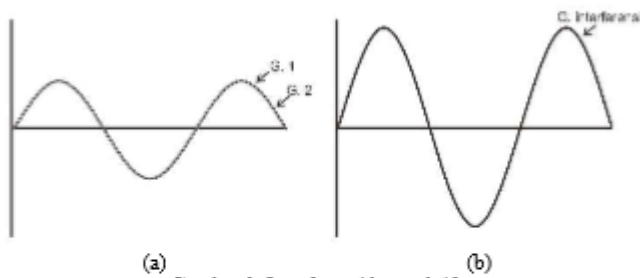
puncaknya, cahaya didefinisikan sebagai sebuah gelombang elektromagnetik yang memicu serangkaian penemuan oleh beberapa ilmuwan fisika klasik. Penemuan yang paling populer mengenai gelombang cahaya adalah ketika ditemukannya teori radiasi benda hitam [1].

Interferensi cahaya merupakan interaksi antara gelombang cahaya yang melewati suatu daerah. Interferensi terdapat dua jenis yaitu interferensi yang membangun atau disebut dengan interferensi konstruktif dan interferensi yang merusak atau destruktif. Interferensi konstruktif dapat terjadi ketika dua buah gelombang cahaya atau lebih memiliki amplitudo dan beda fase yang sama. Dengan begitu, interaksi antar dua gelombang cahaya tersebut akan saling menguatkan. Interferensi jenis ini merupakan penjumlahan dari seluruh gelombang gelombang yang ada. Adapun skema terjadinya interferensi yang konstruktif atau membangun dapat dilihat pada gambar 1 [2].

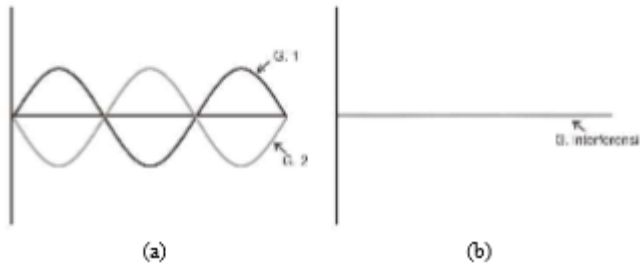
Interferensi yang selanjutnya merupakan jenis interferensi yang bersifat merusak atau destruktif. Interferensi jenis ini terjadi karena dua buah gelombang atau lebih yang memiliki amplitudo yang sama, namun memiliki amplitudo yang berbeda sebesar 180° . Apabila kedua gelombang cahaya memiliki beda fase sebesar 180° , maka gelombang-gelombang tersebut akan saling menguatkan. Artinya, interaksi antar dua gelombang cahaya tersebut merupakan pengurangan dari seluruh gelombang cahaya yang ada. Adapun skema terjadinya interferensi yang destruktif dapat dilihat pada gambar 2 [2].

Sejatinya, interferensi juga dapat terjadi pada gelombang cahaya yang memiliki beda fase yang berbeda, namun tidak 180° dan 360° . Interferensi jenis ini bisa dikatakan interferensi yang sedikit merusak. Artinya, antar gelombang cahaya yang apabila memiliki beda fase sebesar $0 < \phi < 180^{\circ}$ dan $180^{\circ} < \phi < 360^{\circ}$, keduanya akan saling menghilangkan namun masih memiliki bentuk gelombang akhir yang masih berbentuk [2].

Cincin Newton adalah fenomena terbentuknya cincin pelangi atau cincin gelap terang yang melingkar dan ditimbulkan oleh proses pembiasan cahaya dari suatu lapisan tipis ke medium yang menyebabkan perbedaan diameter cincin-cincin yang terbentuk. Hasil cincin yang terbentuk dapat berupa cincin pelangi ataupun cincin gelap terang. Hal ini tergantung pada jenis cahaya yang digunakan. Ketika menggunakan cahaya monokromatik, maka cincin yang terbentuk merupakan cincin dengan pola gelap terang. Sedangkan ketika menggunakan cahaya polikromatik, maka cincin yang terbentuk merupakan cincin dengan bentuk pelangi. Warna pelangi yang terbentuk pada saat menggunakan cahaya polikromatik dapat terjadi karena cahaya polikromatik merupakan kumpulan cahaya dengan panjang gelombang yang banyak. Sehingga dapat berbentuk adanya pola pelangi pada cincin-cincin yang sedang dilakukan analisa [3].



Gambar 1. Interferensi konstruktif.
(a) sebelum interferensi, (b) setelah interferensi

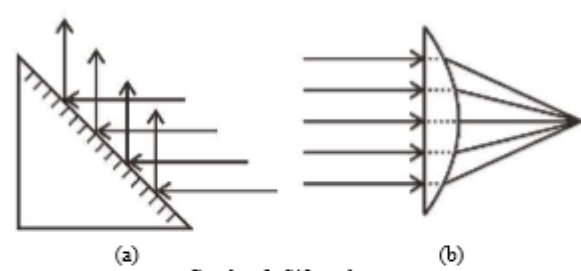


Gambar 2. Interferensi destruktif.
(a) sebelum interferensi, (b) setelah interferensi

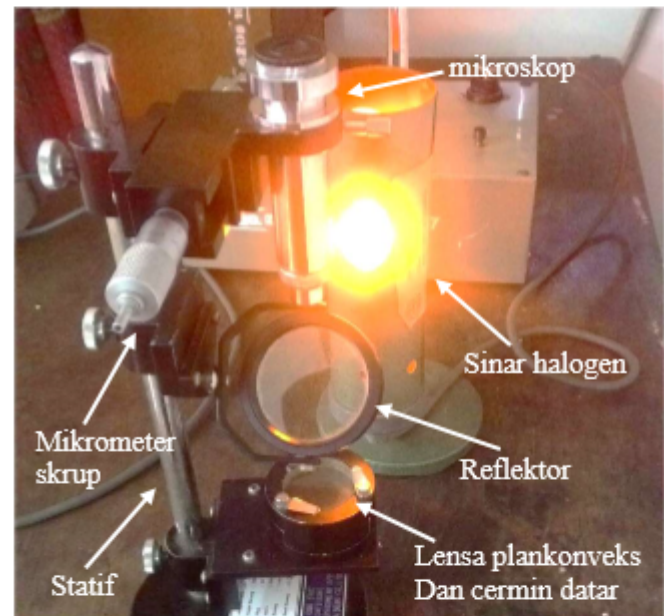
Fenomena cincin Newton dapat terjadi karena adanya interferensi warna yang diakibatkan oleh refleksi cahaya antar dua permukaan. Akibat dari adanya interferensi yang dimaksud, maka akan menghasilkan cincin-cincin melingkar yang saling menguatkan dan saling meniadakan pada gelombang-gelombang yang ada. Cincin akibat interferensi terbentuk karena adanya cahaya. Apabila digunakan cahaya monokromatik akan terjadi pola gelap terang. Namun jika cahaya polikromatik akan terjadi pola pelangi [3].

Dalam cincin Newton, cahaya yang menghasilkan lingkaran berbentuk cincin-cincin mengalami sifat-sifat khusus. Selama perjalanannya membentuk cincin Newton, cahaya akan mengalami serangkaian proses pemantulan, pengumpulan, dan juga proses interferensi. Pemantulan cahaya pada terjadinya cincin Newton terjadi karena adanya cermin datar dan lensa *plankonveks*. Pada cermin datar, pemantulan yang terjadi merupakan pemantulan sempurna dengan sudut pantul besarnya sama dengan sudut datang terhadap sumbu optikal. Sedangkankan pada lensa *plankonveks*, pemantulan yang terjadi hanya sebagian kecil saja. Kemudian sifat cahaya yang selanjutnya pada cincin Newton yaitu cahaya dapat dikumpulkan. Artinya, cahaya yang datang sejajar nantinya dapat dikumpulkan ke jarak fokus tertentu yang tergantung pada diameter lensa yang digunakan. Selanjutnya, sifat cahaya yang terakhir pada cincin Newton yaitu cahaya dapat mengalami proses interferensi akibat adanya lensa *plankonveks* dan cermin datar yang memantulkan cahaya, sehingga pantulan cahaya dapat mengalami proses interferensi dan dapat menyebabkan cincin pola gelap terang terjadi. Adapun skema gambar dari berkas sinar yang berinteraksi dengan cermin dan lensa *plankonveks* dapat digambarkan pada gambar 3 [4].

Fenomena cincin Newton dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh dapat kita lihat pada gelembung sabun yang terlihat adanya cincin berwarna pelangi mengelilingi gelembung sabun tersebut. Pola cincin Newton yang terbentuk pada kebanyakan gelembung sabun merupakan pola cincin berwarna pelangi. Hal ini tentunya dapat terjadi karena berkas cahaya yang melewati gelembung sabun merupakan cahaya polikromatik. Sehingga, pada gelembung sabun tidak terdapat adanya pola gelap terang yang notabennya terjadi pada cahaya monokromatik [4].



Gambar 3. Sifat cahaya
(a) memantul pada cermin datar, (b) divergen pada lensa cembung

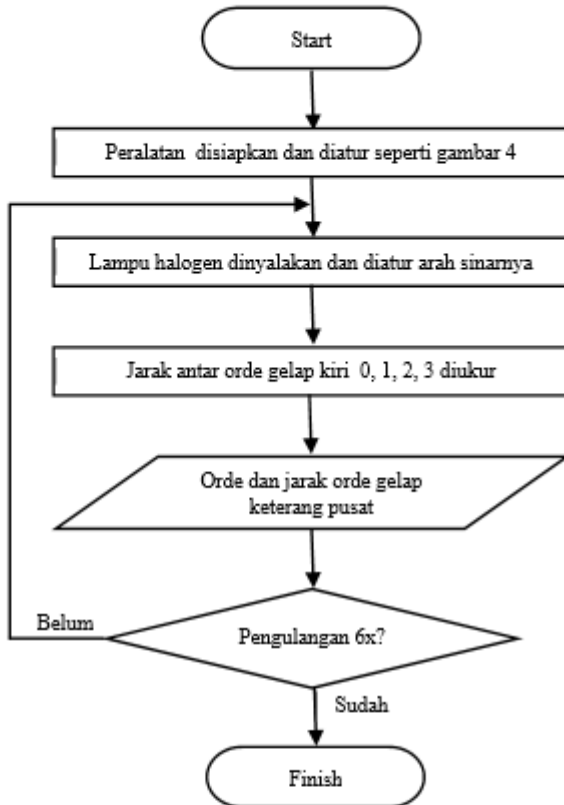


Gambar 4. Skema alat percobaan cincin newton

II. METODE PENELITIAN

Pada percobaan cincin newton digunakan beberapa peralatan untuk menunjang dalam pengambilan data. Adapun alat-alat tersebut yaitu sumber lampu halogen sebagai sumber sinar yang dicari nilai panjang gelombangnya dan satu set alat cincin newton. Set alat cincin newton tersebut terdiri dari peralatan pendukung berupa mikroskop yang digunakan untuk memperbesar dan mengumpulkan cahaya sehingga dapat dilakukan pengukuran pola gelap terang. Kemudian digunakan reflektor sebagai perubah arah berkas sinar halogen agar lensa *plankonveks* dapat dituju. Digunakan selanjutnya mikrometer skrup sebagai alat dalam diukurnya pola cincin gelap terang. Digunakan lensa *plankonveks* dan cermin datar untuk didapatkan pola interferensi sehingga dihasilkan pola gelap terang. Dan yang terakhir digunakan statif agar seluruh komponen set alat cincin newton dapat dirangkai.

Langkah kerja dilakukan percobaan cincin newton yaitu peralatan disiapkan seperti pada gambar 4 dan diatur sesuai posisi yang ditentukan. Kemudian sumber sinar halogen dinyalakan dengan diberikan tegangan listrik dan diatur reflektor agar berkas sinar halogen dapat diterima oleh lensa *plankonveks* dan cermin datar sehingga pola cincin newton yang terlihat pada mikroskop dapat terbentuk dan ditentukan tiap orde-nya. Skala mikrometer skrup digeser baik untuk skala utama maupun skala *nonius* agar didapatkan jarak terang pusat ke suatu orde gelap. Kemudian dilakukan pengukuran untuk orde gelap yang dua dan tiga. Langkah terakhir setiap orde gelap dilakukan pengukuran sebanyak enam kali sehingga didapatkan nilai rata-rata.



Gambar 5. Diagram alir percobaan cincin newton

Dalam percobaan cincin newton digunakan beberapa persamaan yang membantu untuk terselesaikannya masalah nilai panjang gelombang sinar yang digunakan. Adapun langkah awal yaitu menentukan regresi dari hubungan nilai jarak kuadrat dari orde ke terang pusat untuk sumbu x dengan orde-nya untuk sumbu y. Adapun persamaan regresi yang akan didapat seperti pada persamaan (1).

$$y = ax + b \tag{1}$$

Berdasarkan persamaan (1) yang telah diperoleh, kemudian didapatkan nilai b. Nilai b tersebut kemudian dimasukkan kedalam persamaan (2) untuk menentukan nilai panjang gelombang sumber sinar halogen secara percobaan.

$$\lambda = \frac{r^2}{(m-b)R} \tag{2}$$

Dimana nilai r merupakan jarak orde ke terang pusat, m adalah orde yang digunakan dan R merupakan konstanta yang nilainya 2.500. Selanjutnya, nilai panjang gelombang tersebut dapat dilakukan perbandingan dengan nilai panjang gelombang sesuai dengan teori untuk didaptkannya nilai eror. Adapun persamaan yang digunakan yaitu seperti pada persamaan (3).

$$\text{eror}_\lambda = \left| \frac{\lambda_{\text{percobaan}} - \lambda_{\text{teori}}}{\lambda_{\text{teori}}} \right| \times 100\% \tag{3}$$

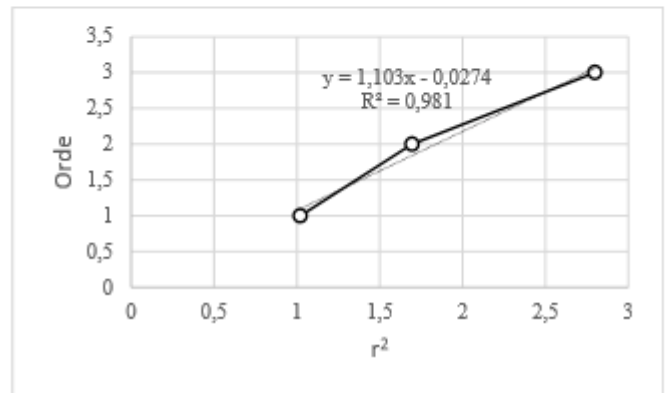
Langkah kerja pada percobaan cincin newton ini dapat ditulis dalam diagram alir percobaan. Adapun diagram alir tersebut seperti pada gambar 5.

III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah didapatkan dalam percobaan cincin newton dapat disusun pada suatu tabel dan dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai panjang gelombang percobaan dari sinar halogen dan didapatkan nilai eror-nya. Hasil keseluruhan yang diperoleh dapat dilakukan pembahasan mengenai terjadinya peristiwa pada cincin newton.

Tabel 1
Analisa data percobaan cincin newton

Orde	Jarak orde (r) berdasarkan pengulangan (mm)							F
	1	2	3	4	5	6		
0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1,26	1,23	1,29	0,94	0,64	0,7	1,01	
2	1,63	1,62	1,64	1,03	1,16	0,73	1,302	
3	2,01	1,98	2,00	1,21	1,52	1,12	1,673	



Gambar 6. Grafik hubungan antara orde jarak kuadrat terhadap orde-nya

3.1 Analisa Data

Data yang telah didapat pada percobaan cincin newton yaitu besarnya jarak orde gelap sebelah kiri ke terang pusat beserta nilai orde yang digunakan. Adapun data selengkapnya dapat ditulis pada tabel 1.

3.2 Grafik

Data yang telah didapatkan pada percobaan cincin newton dapat diolah dalam bentuk grafik hubungan antara nilai kuadrat dari jarak orde gelap ke terang pusat pada sumbu x terhadap orde-nya pada sumbu y. Berdasarkan grafik tersebut akan didapatkan regresi sehingga didapatkan pula nilai b seperti persamaan (1). Adapun grafik yang dapat dibuat yaitu seperti pada gambar 6.

3.3 Perhitungan

Berdasarkan analisa data dan nilai b yang didapat pada grafik, maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai percobaan panjang gelombang sinar halogen dan nilai erornya terhadap referensi panjang gelombang halogen. Adapun contoh perhitungan yang ada seperti berikut ini.

Diketahui : b = -0,0274
 r = 1,01 mm
 m = 1
 R = 2500

Ditanya : λ dan eror_λ ?

Jawab :

$$\lambda = \frac{r^2}{(m-b)R}$$

$$\lambda = \frac{1,01^2}{(1-(-0,0274))2500}$$

$$\lambda = \frac{1,02}{2568,5}$$

$$\lambda = 0,000397 \text{ mm}$$

$$\lambda = 397 \text{ nm}$$

$$\text{eror}_\lambda = \left| \frac{\lambda_{\text{percobaan}} - \lambda_{\text{teori}}}{\lambda_{\text{teori}}} \right| \times 100\%$$

$$\text{eror}_\lambda = \left| \frac{397 - 656}{656} \right| \times 100\%$$

$$\text{eror}_\lambda = 39,46\%$$

Tabel 2
Data perhitungan percobaan cincin newton

Orde	λ teori (nm)	λ percobaan (nm)	Error, %
1	656	397	39,46
2	656	334	49,00
3	656	370	43,63
	Rata-Rata	367	44,03

Berdasarkan contoh perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai panjang gelombang halogen percobaan dan nilai eror-nya terhadap panjang gelombang dapat diketahui adapun data selengkapnya seperti pada tabel 2.

3.4 Pembahasan

Percobaan cincin newton dapat terjadi karena adanya proses interferensi cahaya yang bila diamati akan menghasilkan suatu pola cincin. Interferensi tersebut juga merupakan prinsip dari dilakukannya percobaan cincin newton ini. Tanpa kita sadari, berbagai proses kejadian cincin newton dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari misal pada gelembung sabun yang dapat memproyeksikan bentuk muka cincin pelangi yang terkadang memutari penuh permukaan dari bola gelembung sabun.

Cincin newton dipengaruhi oleh beberapa hal sehingga proses pembentukan cincin newton dapat terjadi. Faktor-faktor tersebut antara lain dari faktor dapat terjadinya pola interferensi cahaya. Artinya, interferensi pada percobaan cincin newton dapat terjadi ketika suatu muka gelombang cahaya saling berinteraksi antara semuanya karena adanya beda fase gelombang. Pada beda fase sendiri dapat terjadi karena pada piranti alat cincin newton, cahaya yang ditangkap oleh mikroskop merupakan cahaya yang datangnya tidak seragam. Ketika cahaya yang sebagian dipantulkan oleh lensa *plankonveks* diterima oleh mikroskop, namun sebagaiannya lagi masih diteruskan menuju kedalam lensa sebelum dipantulkan kembali dan diterima oleh mikroskop. Hal inilah yang dapat menyebabkan pola interferensi pada percobaan cincin newton. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya cincin newton yaitu jenis lensa yang digunakan. Pada percobaan ini, lensa yang digunakan merupakan lensa jenis *plankonveks*, artinya lensa tersebut merupakan lensa datar-cembung yang dapat memfokuskan berkas cahaya ke suatu titi. Karena prinsip dari fokus cahaya merupakan bentuk radial yang menuju ke titik tengah-tengah atau jari-jari dari lensa *plankonveks*, maka cahaya tersebut akan bergerak secara melingkar. Sehingga dengan begitu didapatkan suatu pola yang berbentuk cincin. Tanpa adanya bentuk radial dari lensa *plankonveks*, interferensi yang terjadi tidak akan menghasilkan interferensi dengan proyeksi di mikroskop dalam bentuk cincin-cincin. Kemudian faktor terjadinya cincin newton yaitu dari sumber cahaya yang digunakan. Kita tahu bahwa sumber cahaya halogen pada percobaan cincin newton ini merupakan sumber cahaya dengan panjang gelombang yang seragam atau disebut dengan cahaya monokromatik. Sumber cahaya ini apabila mengalami interferensi, maka akan menghasilkan suatu pola gelap dan terang karena panjang gelombangnya yang seragam. Lain halnya apabila kita menggunakan sumber cahaya putih atau cahaya polikromatik. Sumber cahaya tersebut apabila mengalami proses interferensi maka akan menghasilkan suatu pola pelangi. Hal ini tentunya dikarenakan pada cahaya putih merupakan cahaya dengan panjang gelombang yang beragam. Dengan begitu pada

percobaan cincin newton ini menggunakan cahaya monokromatik sehingga menghasilkan pola gelap terang.

Data yang telah didapatkan pada percobaan cincin newton dapat digunakan untuk menentukan nilai panjang gelombang cahaya halogen secara percobaan dan dapat dibandingkan dengan panjang gelombang halogen secara teori. Dengan jelas tertulis pada tabel 1 bahwa jarak orde ke terang pusat akan semakin besar ketika ordenya membesar pula. Nilai dari jarak orde tersebut dapat dihubungkan dengan ordenya itu sendiri sehingga didapatkan grafik persamaan garis linier. Data yang telah didapatkan berdasarkan grafik persamaan garis linier dapat dimasukkan kedalam persamaan yang ada sehingga didapatkan nilai panjang gelombang halogen secara percobaan. Secara percobaan, nilai panjang gelombang halogen yang telah didapatkan memiliki nilai yang lebih kecil dari pada nilai yang sebenarnya. Pada percobaan didapatkan nilai panjang gelombang halogen sebesar 367 nm, sedangkan secara teori secara literatur nilai panjang gelombang cahaya halogen sebesar 656 nm. Dengan begitu, berdasarkan masing-masing hasil perhitungan panjang gelombang halogen secara percobaan dapat dibandingkan dengan nilai panjang gelombang halogen secara teori dan didapatkan nilai eror untuk panjang gelombang tersebut. Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa eror yang terjadi secara rata-rata berada pada inilai 44,03 %. Artinya, data yang telah didapat pada percobaan ini tidak sampai menyimpang dari setengah nilai yang secara teori.

Sejatinya pada percobaan cincin newton ini memiliki nilai kesimpangan atau eror yang didapat. Eror yang didapat tersebut terjadi karena banyak faktor yang pada dasarnya ada dua, faktor *human error* dan faktor lingkungan. Untuk faktor *human error* terjadi karena kesalahan pengamat itu sendiri, semisal ketika dalam menentukan nilai jarak antar orde. Di mikroskop ketika melakukan pengamatan untuk menentukan jarak tersebut harus secara sejajar antara mata dengan permukaan lensa mikroskop. Hal ini dikarenakan apabila dilakukan pengamatan yang tidak sejajar akan terjadi paralaks sehingga adanya kesimpangan data. Paralaks ini terjadi karena pengamatan dilakukan tidak secara sejajar dengan lensa mikroskop. Paralaks dapat menyebabkan data yang sebenarnya tidak sesuai namun karena kesalahan pengamatan, oleh si pengamat data dinyatakan sesuai. Faktor human eror yang lain yaitu terjadi ketika menentukan garis pengukur apakah sudah menyinggung dengan sempurna terhadap garis-garis yang dihasilkan oleh cincin newton. Garis-garis cincin yang dimaksud memiliki ketebalan yang lumayan besar terhadap garis pengukuran. Hal ini tentunya dapat menyebabkan kebingungan dari si pengamat apakah sudah presisi di garis singgung atau apakah belum. Pengamat akan merasa bahwa garis pengukur telah menyinggung dari permukaan garis cincin yang terbentuk, namun karena adanya ketebalan menyebabkan pengamat akan menentukannya ditengah-tengah garis yang terkadang mengalami ketidakpresisiannya dalam data yang telah diambil. Faktor ini walaupun hanya mempengaruhi sedikit nilai penyimpangan pada percobaan namun tetap perlu diminimalisir agar data yang didapat mendekati dengan data secara teori.

Selanjutnya, faktor yang menyebabkan terjadinya eror pada percobaan cincin newton yaitu faktor lingkungan ketika pengambilan data. Perlu diketahui, bahwa selama percobaan cincin newton dilakukan tidak pada ruang gelap. Artinya, faktor cahaya lain selain dari sumber cahaya halogen masih

berpengaruh walaupun hanya sedikit saja. Hal ini tentunya akan menyebabkan adanya panjang gelombang lain yang akan diamati pada mikroskop. Selain itu faktor lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya eror pada percobaan yaitu terdapat pada keakuratan alat dalam penempatannya. Yang dimaksud demikian adalah pengaturan jarak antar lensa kemudian jenis lensa yang digunakan. Apabila jarak-jarak yang telah diatur tidak akurat atau dalam melakukan percobaan, jarak antar komponen dilakukan pergeseran secara signifikan, maka akan menghasilkan pola cincin newton yang berbeda-beda berdasarkan jarak ordenya ke terang pusat. Hal tersebut tentunya dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan data pada percobaan cincin newton.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa peristiwa interferensi dapat dipelajari berdasarkan konsep cincin newton karena adanya beda fase yang dihasilkan akibat pemantulan dan pembiasan pada lensa. Kemudian fungsi alat pada cincin newton juga didapatkan dan telah dijelaskan pada bab metode penelitian. Untuk nilai panjang gelombang lampu halogen secara percobaan didapatkan nilai rata-rata sebesar 367 nm dengan eror terhadap panjang gelombang lampu halogen secara teori sebesar 44,03 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan ini dan praktikan dari percobaan Cincin Newton mengucapkan terimakasih kepada segenap asisten laboratorium Fisika Madya. Terimakasih saya sampaikan kepada saudari Diajeng Indraswary dan saudari Dian Zherlitha A sebagai asisten laboratorium dari percobaan Cincin Newton. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum Cincin Newton baik saat melakukan percobaan serta dalam melakukan penyusunan laporan praktikum ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simpson D G. "Introductory Physics II". Largo : Prince George's Community College (2013)
- [2] Pedrotti F L, Pedrotti L S. "Introduction to Optics". New York : Prentice-Hall International, Inc (1993)
- [3] Pain H J. "The Physics of Vibrations and Wave". New York : John Willey & Sons, Ltd (2005)