

Skripsi Fisika

**ANALISIS POLA INTERFERENSI TERHADAP PERUBAHAN SUHU
MENGUNAKAN INTERFEROMETER MICHELSON**

DEVI FADRI

H211 15 515



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**ANALISIS POLA INTERFERENSI TERHADAP PERUBAHAN SUHU
MENGUNAKAN INTERFEROMETER MICHELSON**

SKRIPSI



*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Departemen Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

**OLEH:
DEVI FADRI
H 211 15515**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN

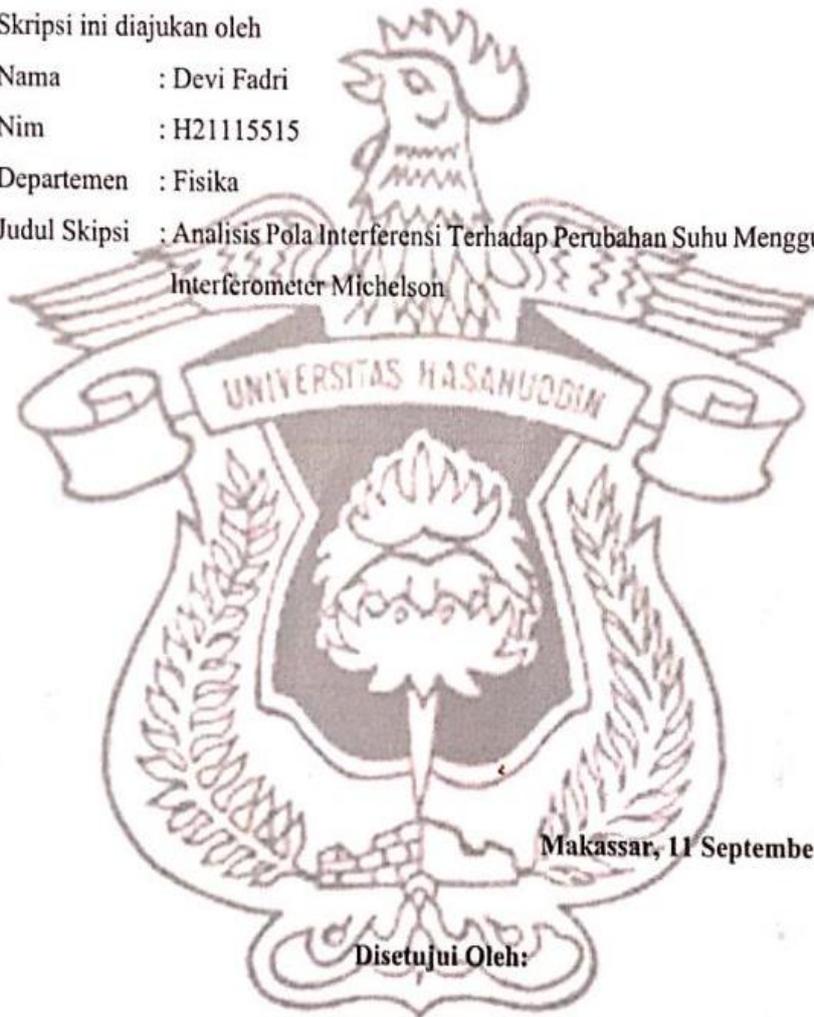
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Devi Fadri

Nim : H21115515

Departemen : Fisika

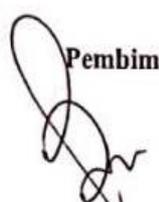
Judul Skripsi : Analisis Pola Interferensi Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan Interferometer Michelson



Makassar, 11 September 2020

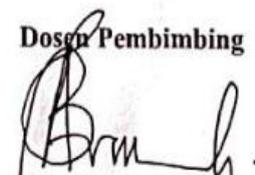
Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



(Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc)
NIP. 19550105 197802 1 001

Dosen Pembimbing


(Dr. Bidayatul Armynah, M.T)
NIP. 19630830 198903 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinil saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasi atau telah ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk suatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan tinggi lainnya di manapun; kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

The image shows a green and yellow postage stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, "TGL 20" below it, a serial number "57F5CAHF738046228", and the value "6000 ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. A signature is written over the stamp. To the right of the stamp, the word "Penulis" is written above the signature, and the name "Devi Fadri" is printed below it.

Penulis
Devi Fadri

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap pola interferensi pada interferometer Michelson. Besarnya perubahan suhu dapat diperoleh dengan menganalisis pola interferensi berupa pola gelap terang (frinji) yang mengalami pergeseran akibat adanya gangguan berupa udara dengan suhu yang bervariasi yaitu 30°C, 33°C, 36°C, 39°C, 42°C, 45°C, 48°C dan 51°C. Pengamatan frinji dilakukan dengan cara meletakkan sampel berupa udara pada salah satu lengan interferometer yaitu diantara cermin 1 dengan *beam splitter*. Setiap perubahan suhu diukur dengan 5 posisi titik yaitu pada posisi titik 1 hingga posisi titik 5. Pergeseran frinji paling bagus pada posisi titik pertama karena memiliki linearitas paling besar yaitu 0,0300. Selanjutnya, posisi titik 2 = 0,0225, posisi titik 3 = 0,0179, posisi titik 4 = 0,0144 dan posisi titik 5 = 0,0105. Linearitas paling rendah terdapat pada posisi titik 5. Jadi, semakin jauh posisi titik frinji maka kemampuan alat menghasilkan pergeseran frinji semakin rendah. Hasil pengukuran temperatur udara yang diperoleh menggunakan interferometer Michelson memiliki koefisien korelasi pearson $r = 0,9953$ sedangkan hasil pengukuran menggunakan termometer memiliki $r = 0,9950$, sehingga nilai temperatur udara yang diperoleh menggunakan interferometer Michelson hampir sama dengan hasil pengukuran menggunakan termometer sebagai alat ukur pembanding suhu udara dengan tingkat korelasi yang signifikan yakni 99,03%. Metode interferometer Michelson dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter fisis seperti indeks bias, konsentrasi, tekanan, kelembaban dan perubahan suhu.

Kata Kunci: *interferensi, interferometer Michelson, suhu, termometer.*

ABSTRACT

Research has been carried out on the effect of temperature on the interference pattern of the Michelson interferometer. The magnitude of the temperature change can be obtained by analyzing the interference pattern in the form of a light dark pattern (fringe) which has shifted due to interference in the form of air with varying temperatures, namely 30°C, 33°C, 36°C, 39°C, 42°C, 45°C, 48°C and 51°C. Fringe observation is carried out by placing a sample in the form of air on one of the interferometer arms, namely between mirror 1 and the beam splitter. Each temperature change is measured by 5 point positions, namely at point 1 to point 5. The fringe shift is best at the first point position because it has the greatest linearity, namely 0.0300. Furthermore, point position 2 = 0.0225, point position 3 = 0.0179, point position 4 = 0.0144 and point position 5 = 0.0105. The lowest linearity is at point 5. So, the farther the position of the fringe point, the lower the ability of the tool to produce a fringe shift. The results of air temperature measurements obtained using the Michelson interferometer have a pearson correlation coefficient $r = 0.9953$ while the measurement results using a thermometer have $r = 0.9950$, so that the value of the air temperature obtained using the Michelson inteferometer is almost the same as the measurement using a thermometer as a measuring tool for comparison of air temperature with a significant correlation level of 99.03%. The Michelson interferometer method can be used to measure several physical parameters such as refractive index, concentration, pressure, humidity and temperature changes.

Keywords: *interference, Michelson interferometer, temperature, thermometer*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala Rabb semesta alam, shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi yang paling mulia yakni Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam, kepada para keluarga serta sahabat beliau yang senantiasa kita rindukan perjumpaan dengannya.

“... Ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat”

(QS. Al-Baqarah :)

Alhamdulillah, segala kemudahan yang penulis dapatkan dari penyusunan skripsi ini tidak lepas dari pertolongan Allah dan do'a dari orang-orang yang tulus sehingga skripsi dengan judul “Analisis Pola Interferensi Terhadap Perubahan Suhu Menggunakan Interferometer Michelson” yang disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin ini dapat dirampungkan. Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan dan rintangan berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa materi, dukungan moral maupun spritual. Oleh karena itu, izinkan penulis haturkan rasa terima kasih yang tulus serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Orangtua tercinta Ayahanda (**Usman Fadri**) dan Ibunda (**Murni**) yang telah banyak memberikan cinta, kasih sayang, do'a, motivasi dan segala bentuk pelajaran serta pendidikan sebagai bekal kehidupan, dan paling penting selalu mengerti akan hati ketika yang lain tidak memahami. Semoga Allah memberikan balasan dengan sebaik-baik balasan melalui perantara Ananda, aamiin. Juga teruntuk bapak **Bahar** dan **H. Pua Asang Squad** terimakasih telah mendo'akan dan memberikan semangat serta dukungan baik secara materiil dan moril, Barokallahu fiikum.
2. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.,Sc** selaku pembimbing utama sekaligus penasehat akademik dan Ibu **Dr. Bidayatul Armynah, M.T** selaku pembimbing pertama yang dengan sabar dan tulus meluangkan banyak

waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Jazakumullahu ahsanal jazaa’.

3. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T** dan Bapak **Eko Juarlin, S.Si, M.Si.**, sebagai tim penguji skripsi fisika yang telah meluangkan waktunya dan memberikan masukan serta saran-saran demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh **Bapak/Ibu dosen** Departemen Fisika dan Fakultas MIPA yang telah mendidik dan membagi ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh staf akademik Departemen Fisika dan Fakultas MIPA, **Pak Ali, Ibu Rana, Ibu Evi, Pak Sangkala** dan **Pak Suardi** yang dengan sabar membantu penulis dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik.
6. **Pak Syukur** yang telah membantu penulis dalam membuat rangkaian tabung sampel serta meminjamkan alat-alat penelitian, **Pak Ahmad** yang rela datang ke kampus hanya untuk mengantarkan kunci laboratorium optik, **Kak Radha, Ida Laila, Roni** dan **Fadil** yang telah meluangkan waktu dan berbagi ilmunya kepada penulis sehingga dapat memudahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Jazakumullahu khairan wa barokallahu fiikum.
7. My Best Partner **Mufliha Lestari**. Terimakasih telah setia menemani dan berjuang bersama penulis selama penelitian, saling memberi semangat, motivasi dan do’a, serta membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Allah mudahkan segala urusannya.
8. Sahabat yang selalu menjadi teman belajar, diskusi, motivator khususnya dalam penulisan skripsi bagi penulis, **Mirawati**. Jazaakillah khairan atas kesabarannya dalam mendengarkan, menjawab dan menyemangati penulis. Barokallahu fiik.
9. Sahabat-sahabat ‘*Demiriky*’ Ukhti **Mira Riska, Kiki.** Terimakasih atas motivasi, do’a dan kebersamaannya dari maba hingga Jannah-Nya Insya Allah.
10. ‘*Wanita Surga*’ Ukhti **Windi, Shalehah, Try, Mira.** Terimakasih atas kebersamaannya, do’a yang tulus dan nasehat-nasehatnya yang sangat menyentuh. Semoga persahabatan kita sampai Surga-Nya.
11. ‘*Lajnah Syabaab Qur’an Center*’ Ukhti **Suci, Risma, Aldina, Ratih, Ainun.** Sahabat yang selalu memberikan semangat, nasehat, motivasi dan do’a serta

berbagi ilmunya kepada penulis. Semoga persahabatan yang dijalin di dunia bisa menjadi syafaat di akhirat kelak.

12. *'Wildevain'* **Wildhana, Aini, dan Irwana**. Jazakillah khairan telah menjadi sahabat setia penulis, memberikan semangat, do'a dan bantuannya.
13. **Ibu Kos, Umi Een, Umi Helmi, Tante Iin, Ibu Shopia, Ustadzah Susi, Umi Tirza dan keluarga besar SQC**. Terimakasih atas bantuan dan dukungannya baik berupa materi, moral dan spritual. Jazakunnalahu Ahsanal Jazaa'.
14. Teman-teman **Fisika 2015**, terimakasih atas kebersamaan dan kebahagiaannya.
15. Keluarga besar **HIMAFI FMIPA UNHAS, MUSHALLA ISTIQOMAH FMIPA UNHAS, LDM AL-AQSHO UNHAS, SC-LOCUS FMIPA UNHAS, KOMPAQ UNHAS, RQH PERINTIS**. Terima kasih atas ilmu yang mungkin tidak bisa didapatkan diproses perkuliahan. Penulis merasa bangga menjadi salah satu bagian dari organisasi/ komunitas/ lembaga diatas.
16. Teman-teman **Pondok orange** terimakasih atas kebersamaanya.
17. Teman-teman **MTQMN Aceh** terimakasih atas pelajaran, pengalaman dan kebersamaannya. Bersyukur, bangga dan tenang rasanya berada di lingkungan para Qari', Qari'ah, Hafizh dan Hafizhah hebat Masya Allah.
18. **Kak Dera, Kak Maria Ulfa, Kak Hilwah, Kak Lispi, Kak Iffah**. Jazaakunnalllahu khairan atas bekal ilmu syar'i yang diberikan.
19. **KKN Infrastruktur Pinrang (Posko 5 Squad)** yang telah memeberikan doa dan semangat kepada penulis.
20. Semua pihak yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam seluruh proses perkuliahan di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, olehnya penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Makassar, 11 September 2020

Devi Fadri
H21115515

DAFTAR ISI

SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Sumber Cahaya	5
II.2 Interferensi	6
II.3 Interferometer Michelson	7
II.4 Suhu	10
BAB III METODE PENELITIAN	
III.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	12
III.2 Alat Dan Bahan	12
III.3 Prosedur Penelitian	13
III.3.1 Kalibrasi Interferometer Michelson	13
III.3.2 Pengamatan Frinji Interferometer	14
III.3.3 Analisis Data	14

III.4 Bagan Alur Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Penentuan Pergeseran Frinji Interferometer Michelson	16
IV.2 Perhitungan Temperatur Menggunakan Interferometer Michelson	21
BAB V PENUTUP	
V.1 Kesimpulan	24
V.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema interferometer Michelson	8
Gambar 2.2	Pola gelap-terang (frinji)	9
Gambar 2.3	Termometer batang	11
Gambar 3.1	Skema rangkaian interferometer Michelson	13
Gambar 3.2	Bagan Alur Penelitian	15
Gambar 4.1	Frinji tanpa sampel	16
Gambar 4.2	Frinji dengan gangguan suhu 30°	17
Gambar 4.3	Frinji dengan gangguan suhu 33°	17
Gambar 4.4	Frinji dengan gangguan suhu 36°	17
Gambar 4.5	Frinji dengan gangguan suhu 39°	18
Gambar 4.6	Frinji dengan gangguan suhu 42°	18
Gambar 4.7	Frinji dengan gangguan suhu 45°	18
Gambar 4.8	Frinji dengan gangguan suhu 48°	19
Gambar 4.9	Frinji dengan gangguan suhu 51°	19
Gambar 4.10	Gafik hubungan pergeseran frinji terhadap temperatur termometer	21
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara temperatur termometer dengan temperatur interferometer	22
Gambar 4.12	Grafik hubungan temperatur interferometer terhadap nilai $1 - \Delta n$	23

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perhitungan pergeseran frinji (w)	20
Tabel 4.2 Perhitungan temperatur interferometer	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengukuran jarak frinji (d) setelah suhu udara dinaikkan.....	27
Lampiran 2. Data hasil perhitungan indeks bias.....	28
Lampiran 3. Rangkaian tabung sampel untuk menaikkan suhu udara.....	30
Lampiran 4. Rangkaian Interferometer Michelson.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

II.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini telah mencakup berbagai aspek kehidupan, mulai dari industri, kesehatan, pendidikan, serta penelitian. Oleh sebab itu, banyak ilmuwan yang berlomba untuk membuat penelitian baru khususnya dalam bidang fisika, karena teknologi berawal dari bidang fisika. Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang fenomena atau gejala alam. Gejala-gejala ini berawal dari apa yang dialami oleh indra manusia, seperti pendengaran menemukan pelajaran tentang bunyi, indra peraba yang dapat merasakan suhu (panas maupun dingin), dan penglihatan menemukan cahaya atau optik.

Optik merupakan cabang ilmu fisika yang menjelaskan tentang teori gelombang cahaya seperti fenomena interferensi. Cahaya mempunyai sifat dapat merambat. Apabila cahaya merambat melewati suatu medium maka kecepatannya akan mengalami perubahan. Jika perubahan kecepatan tersebut diukur, maka akan diperoleh informasi tentang keadaan medium yang bersangkutan seperti indeks bias, tebal medium dari bahan yang dilewatinya, dan panjang gelombang sumbernya. Informasi tersebut diperoleh dari pengamatan pergeseran pola interferensi^[1].

Fenomena interferensi terjadi apabila gelombang-gelombang terpadu bersifat koheren, yaitu memiliki perbedaan fase yang konstan. Salah satu gelombang yang bersifat koheren dimiliki oleh sinar laser disamping memiliki sifat *polymated* dan monokromatik. Oleh sebab itu, melihat pola interferensi cahaya dengan menggunakan sinar laser dalam eksperimen sangat tepat^[2]. Pola interferensi dapat dibentuk dengan menggunakan interferometer. Interferometer memiliki berbagai jenis susunan, seperti Interferometer Michelson, Fabry Perot dan Mach Zender^[1].

Interferometer Michelson disusun oleh sumber cahaya yang koheren, dua cermin dan pembagi berkas (*beam splitter*)^[3]. Interferometer Michelson mempunyai susunan yang paling sederhana dan akurasi paling tinggi. Selain itu, kelebihan dari interferometer Michelson yaitu dapat membentuk pola interferensi

yang lebih tajam dan jelas dibanding interferometer yang lain, baik interferometer Fabry Perot maupun Mach Zender^[1]. Metode interferometer Michelson dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter fisis seperti indeks bias, konsentrasi, tekanan, kelembaban dan perubahan suhu.

Pengukuran yang menggunakan metode interferometer telah berkembang, seperti Studi interferometer Mach Zender dengan menggunakan sumber laser He-Ne diteliti oleh Fatmawati (2005)^[4]. Penelitian ini menggunakan interferometer Mach Zender untuk pengukuran suhu, dimana salah satu lengan interferometer diberi gangguan berupa nyala api lilin sehingga pola interferensi yang terbentuk mengalami pergeseran frinji. Pengukuran temperatur dilakukan dengan mengukur jarak frinji pada interferogram sebelum diberi gangguan dan setelah diberi gangguan berupa suhu nyala api lilin. Ketidakpastian hasil pengukuran antara interferometer dengan termokopel disebabkan adanya perubahan pada distribusi temperatur nyala api lilin karena ruangan penelitian tidak hampa udara dan penyusunan interferometer Mach Zender dilakukan di atas permukaan meja biasa. Selanjutnya penelitian tentang *The effect of rotations on Michelson interferometers* diteliti oleh Paolo Maraner (2014)^[5]. Dalam penelitian tersebut interferometer Michelson digunakan untuk menguji teori relativitas khusus berupa efek rotasi seragam. Pada interferometer Michelson yang berotasi secara seragam menyebabkan terjadinya pergeseran fasa. Pergeseran fasa dihitung dalam hal perbedaan waktu perjalanan cahaya di kedua lengan interferometer. Penelitian selanjutnya oleh Riza Amelia (2015) tentang analisis pola interferensi pada interferometer Michelson untuk menentukan indeks bias bahan transparan berbasis *image processing*^[6]. Bahan transparan yang digunakan pada penelitian ini yaitu akrilik dan kaca. Indeks bias bahan transparan dapat diketahui dengan cara menganalisis pola interferensi yaitu mengukur jari – jari pusat pola interferensi sebelum dan setelah penyisipan bahan. Hasil yang diperoleh nilai rata - rata indeks bias akrilik dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm yaitu masing-masing 1,24707 dan 1,30917. Sedangkan nilai rata - rata indeks bias kaca dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm yaitu masing-masing 1,06375 dan 1,09650. Bahan akrilik memiliki indeks bias lebih besar dibandingkan dengan bahan kaca. Selanjutnya penelitian

tentang *Refraction and dispersion measurement using dispersive Michelson interferometer* diteliti oleh M. Medhat dkk (2017)^[7]. Penelitian ini menggunakan interferometer Michelson dispersive (DMI) dengan sumber cahaya putih, yang digunakan untuk pengukuran refraksi dan dispersi indeks bias (RID). Sampel yang digunakan adalah 4 pelat kaca yang berbeda (BAK1, BK7, N-LAF35 dan SK4) dengan ketebalan yang juga berbeda. Sampel diletakkan di salah satu lengan interferometer sehingga menghasilkan *Ring Equal Chromatic Order* (RECO). Dari interferogram RECO tunggal maka dapat diperoleh hasil refraksi dan dispersi sampel. Penelitian selanjutnya diteliti oleh Bowen Wang (2018) tentang *A CNT-coated refractive index sensor based on Michelson interferometer with thin-core fiber* ^[8]. Sensor indeks bias ini terbuat dari sambungan *Single Mode Fiber* (SMF) pada satu ujung serat inti tipis (TCF) yang dilapisi oleh *Carbon Nanoube*. Sensor tersebut kemudian dicelupkan sepenuhnya dalam solusi variasi indeks bias. Cahaya BBS melewati sirkulator, kemudian menuju ke struktur sensor; cahaya yang dipantulkan melewati sirkulator, lalu ke OSA. Kemudian perubahan spektrum refleksi dapat diamati melalui OSA.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, penulis berinisiatif untuk mengembangkan penelitian tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan interferometer Michelson untuk pengukuran suhu, dimana salah satu lintasan berkas sinar diberi gangguan berupa suhu udara dalam ruang hampa sehingga terjadi pergeseran pola interferensi. Perubahan pola interferensi tersebut kemudian dianalisis sehingga diperoleh nilai temperatur menggunakan interferometer, dan hasilnya dibandingkan dengan pengukuran langsung menggunakan termometer. Kelebihan dari penelitian ini yaitu interferometer yang digunakan memiliki susunan yang lebih sederhana dan akurasi yang lebih tinggi.

II.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perubahan frinji pada interferometer Michelson sebelum dan setelah diberi gangguan ?
2. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran temperatur menggunakan interferometer Michelson, dengan hasil pengukuran pada termometer ?

3. Bagaimana pola interferensi perubahan suhu pada interferometer Michelson ?

II.3 Tujuan

1. Mengukur frinji interferometer Michelson sebelum dan setelah diberi gangguan berupa suhu.
2. Menghitung temperatur udara dalam pipa paralon menggunakan intereferometer Michelson, kemudian membandingkan dengan pengukuran termometer.
3. Menganalisis pola interferensi terhadap perubahan suhu menggunakan interferometer Michelson.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sumber Cahaya

Secara umum cahaya dibagi menjadi dua bagian yaitu monokromatis dan polikromatis. Sumber monokromatis hanya dapat memancarkan cahaya dengan satu macam panjang gelombang, sedangkan sumber polikromatis dapat memancarkan cahaya panjang gelombang yang bervariasi. Salah satu gelombang monokromatis yang sering digunakan saat ini adalah laser^[2].

Laser merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang artinya penguatan intensitas cahaya oleh pancaran terangsang. Laser adalah sumber yang memancarkan sejenis cahaya dengan kemurnian dan intensitas yang cukup kuat dan tidak dapat ditemukan dalam sumber-sumber radiasi elektromagnetis yang diketahui sebelumnya. Dua laser pertama yang berhasil dikembangkan selama tahun 1960 yakni laser gas helium-neon yang didemonstrasikan untuk pertama kalinya oleh Javan, Bennet, Heriot. Setelah itu, berkembang sinar laser jenis gas seperti kripton dan sinar laser jenis zat cair seperti laser *dyne*^[9].

Laser gas merupakan jenis laser dimana campuran gas digunakan sebagai medium aktif laser. Salah satu laser gas yang sering digunakan yaitu laser HeNe. Laser HeNe merupakan laser gas pertama yang spektrumnya kontinu. Dalam laser HeNe terdapat 3 bagian konstruksi yang penting, yaitu bahan aktif laser, sumber pompa (*power supply* tegangan tinggi) dan resonator (cermin pantul dan cermin pantul sebagian^[10]).

Bahan aktif laser terdiri dari gas helium dan neon yang terkandung dalam tabung kaca dengan tekanan rendah. Campuran gas sebagian besar terdiri dari 10% gas neon dan 90% gas helium. Untuk menghasilkan sinar laser, sangat penting untuk mencapai inversi populasi. Inversi populasi dapat dicapai dengan memberi sumber daya ke elektroda yang berada pada *gain medium*. Cahaya yang dihasilkan akan dipantulkan oleh cermin-cermin dalam laser secara berulang-ulang dengan arah yang sama. Terdapat dua buah cermin, salah satu cermin memantulkan berkas secara sempurna dan yang lainnya memantulkan sebagian. Pemantulan dari cermin

berfungsi untuk memperkuat cahaya laser yang akan membuat cahaya dari resonator. Laser HeNe digunakan sebagai sumber cahaya yang koheren^[10].

II.2 Interferensi

Interferensi dan difraksi merupakan salah satu fenomena alam yang berhubungan dengan cahaya. Interferensi adalah penggabungan secara superposisi dua gelombang atau lebih yang bertemu dalam satu titik di ruang. Sedangkan difraksi adalah pembelokan gelombang di sekitar sudut yang terjadi apabila sebagian muka gelombang dipotong oleh halangan atau rintangan^[1].

Apabila dua gelombang harmonik yang berfrekuensi dan berpanjang gelombang sama tetapi berbeda fase bergabung, maka gelombang yang dihasilkan merupakan gelombang harmonik yang amplitudonya tergantung pada perbedaan fasenya. Jika perbedaan fasenya 0 atau bilangan bulat kelipatan 360°, maka gelombang akan sefase dan berinterferensi secara saling menguatkan (interferensi konstruktif). Sedangkan amplitudonya sama dengan penjumlahan amplitudo masing-masing gelombang. Jika perbedaan fasenya 180°, maka gelombang yang dihasilkan akan berbeda fase dan berinterferensi secara saling melemahkan (interferensi destruktif). Amplitudo yang dihasilkan merupakan perbedaan amplitudo masing-masing gelombang^[6].

Perbedaan fase antara dua gelombang sering disebabkan oleh adanya perbedaan panjang lintasan yang ditempuh oleh kedua gelombang. Perbedaan lintasan satu panjang gelombang menghasilkan perbedaan fase 360°, yang ekuivalen dengan tidak ada perbedaan fase sama sekali. Perbedaan lintasan setengah panjang gelombang menghasilkan perbedaan fase 180°. Umumnya, perbedaan lintasan yang sama dengan Δd menyumbang suatu perbedaan fase δ yang diberikan oleh^[11]:

$$\delta = \frac{\Delta d}{\lambda} 2\pi = \frac{\Delta d}{\lambda} 360^\circ \quad 2.1$$

Fenomena interferensi akan teramati jika sumbernya koheren yaitu keadaan dua sumber cahaya atau lebih yang mempunyai frekuensi, amplitudo, dan beda fase yang tetap^[12]. Karena berkas cahaya pada umumnya adalah hasil dari jutaan atom yang memancar secara bebas, dua sumber cahaya biasanya tidak koheren.

Koherensi dalam optika sering dicapai dengan membagi cahaya dari sumber tunggal menjadi dua berkas atau lebih, yang kemudian dapat digabungkan untuk menghasilkan pola interferensi. Pembagiannya dapat dicapai dengan cara memantulkan dari dua permukaan yang terpisah^[1].

Prinsip interferensi adalah jika dua gelombang yang merambat yang sama dengan beda fase yang tetap konstan terhadap waktu, maka dapat terjadi keadaan sedemikian rupa sehingga energinya tidak didistribusikan secara merata, tetapi pada titik-titik tertentu tercapai harga maksimum, dan pada titik-titik lain dicapai harga minimum^[11].

II.3 Interferometer Michelson

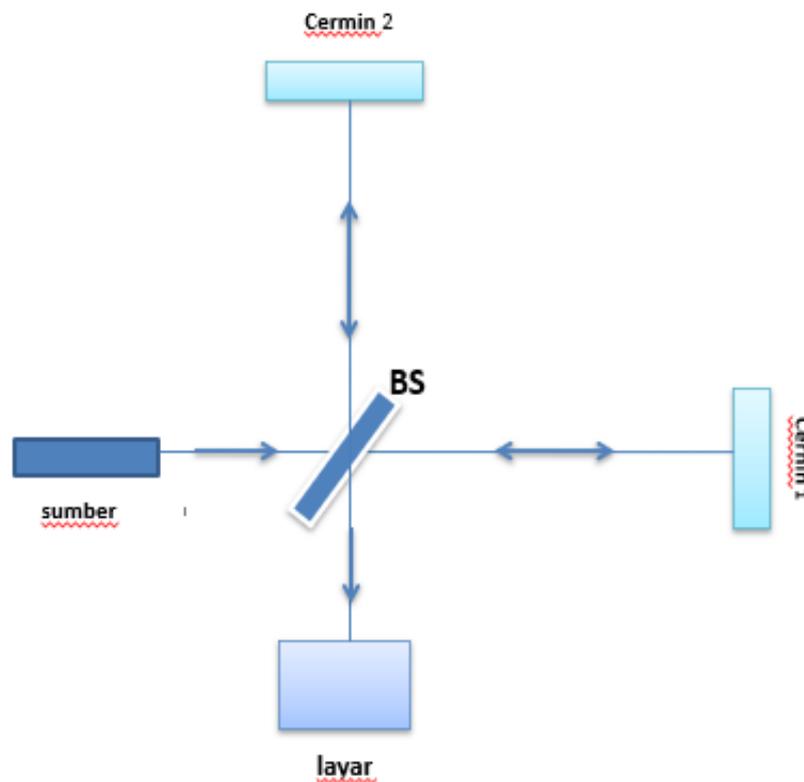
Suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan pola interferensi dari perbedaan panjang lintasan optik disebut interferometer. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur panjang gelombang atau perubahan panjang gelombang dengan ketelitian sangat tinggi berdasarkan penentuan garis-garis interferensi^[12].

Interferometer dibagi menjadi dua jenis, yaitu interferometer pembagi muka gelombang (*wave front splitting*) dimana kedua berkas gelombang yang berinterferensi diperoleh dari gelombang semula tanpa mengurangi intensitasnya, dan interferometer pembagi amplitudo (*amplitudo splitting*) yakni kedua gelombang yang berinterferensi diperoleh dengan membagi intensitas gelombang semula^[13]. Adapun yang termasuk interferometer pembagi amplitudo ialah interferometer Michelson, dimana interferometer ini sangat berguna dalam pengukuran indeks bias, panjang gelombang, dan getaran (vibrasi) dan dapat juga digunakan untuk pengukuran simpangan permukaan^[13].

Interferometer memiliki berbagai macam susunan seperti interferometer Michelson, Febry Perot dan Mach Zender^[1]. Interferometer yang memiliki susunan paling sederhana dan akurasi yang sangat tinggi diantara interferometer lain adalah interferometer Michelson^[14]. Interferometer Michelson disusun oleh sumber cahaya yang koheren, dua cermin dan pembagi berkas (*beam splitter*)^[3].

Interferometer Michelson merupakan suatu perangkat optik yang memanfaatkan gejala interferensi. Interferometer yang dikembangkan oleh A. A.

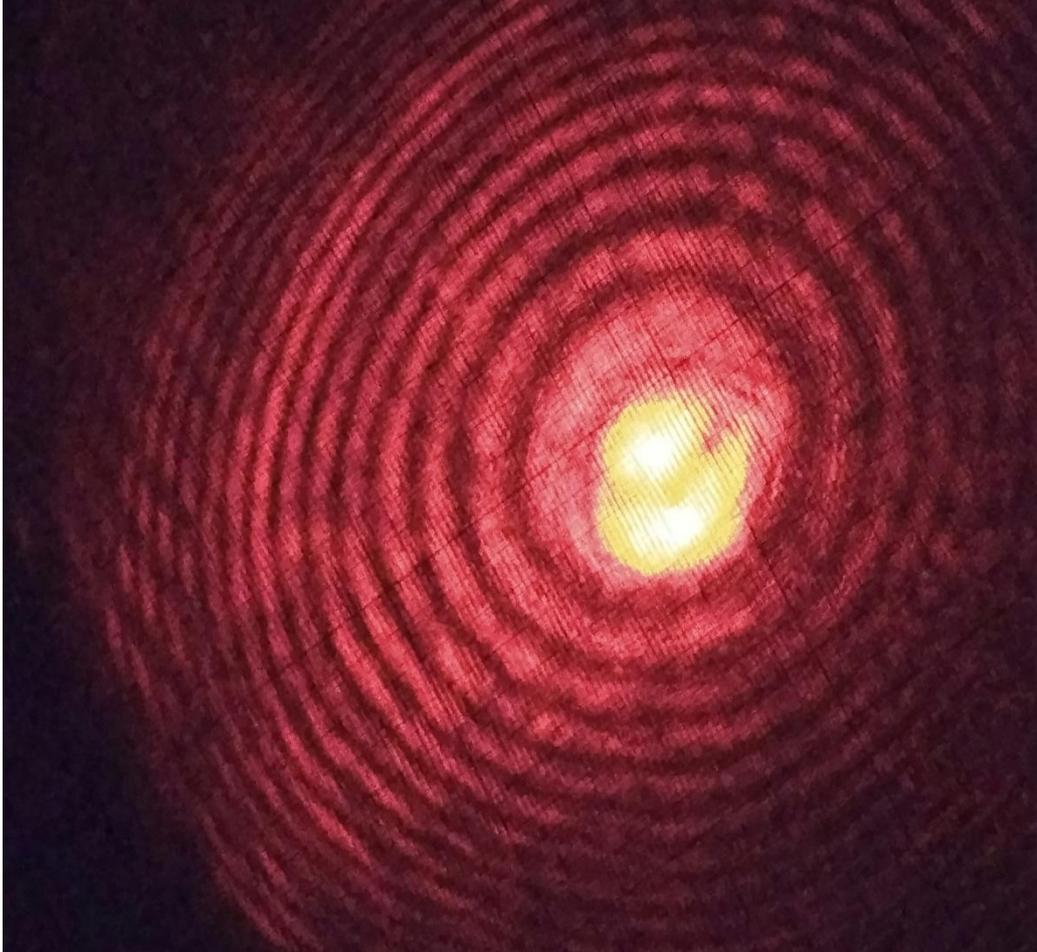
Michelson pada tahun 1881 menggunakan prinsip pembagi amplitudo gelombang cahaya menjadi dua bagian yang berintensitas sama. Pembelahan amplitudo gelombang menjadi dua bagian dilakukan dengan menggunakan pembagi berkas atau biasa disebut dengan *beam splitter*. Interferometer Michelson dapat menghasilkan pola interferensi yang lebih tajam, jelas dan jarak antar fringinya lebih sempit dibandingkan dengan interferometer yang lain, baik interferometer Febry-Perot maupun Twymwn-Green^[15].



Gambar 2.1 Skema Interferometer Michelson^[5].

Diagram skematik dari interferometer Michelson dapat dilihat pada Gambar 2.1. Sumber cahaya yang berasal dari laser ditransmisikan ke *beam splitter*. Kemudian *beam splitter* akan membagi dua berkas cahaya menjadi dua bagian, ada yang dipantulkan ke cermin datar (cermin 1) dan ada yang diteruskan ke cermin datar (cermin 2). Cahaya yang dipantulkan dari cermin 1 akan dipantulkan kembali ke *beam splitter* yang kemudian menuju ke *screen* (layar). Adapun bagian yang ditransmisikan ke cermin 2 juga akan dipantullkan ke *beam splitter*, kemudian bersatu dengan cahaya yang berasal dari cermin menuju ke layar, sehingga kedua

sinar akan berinterferensi yang ditunjukkan dengan adanya pola-pola cincin gelap-terang (frinji) seperti pada gambar II.2^[16].



Gambar II.2 Pola Gelap-terang (frinji)

Pengukuran jarak yang tepat dapat diperoleh dengan menggerakkan salah satu cermin pada Interferometer Michelson dan menghitung frinji interferensi yang bergeser atau berpindah, dengan acuan suatu titik pusat sehingga diperoleh jarak pergeseran yang berhubungan dengan perubahan frinji, sebesar:

$$\Delta d = \frac{\Delta N \lambda}{2} \quad (2.2)$$

dimana Δd adalah perubahan lintasan optis, ΔN adalah perubahan jumlah frinji dan λ adalah nilai panjang gelombang laser yang digunakan^[1].

Metode interferometer Michelson dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter fisis seperti indeks bias, konsentrasi, tekanan dan suhu. Pada interferometer Michelson suhu sampel dapat diketahui dengan mengamati frinji

sebelum dan setelah diberi gangguan. Dari frinji yang terbentuk dapat diukur nilai pergeseran frinji (w), spasi frinji sebelum gangguan (d) dan lebar sampel yang dilewati oleh berkas (l). Dari beberapa variabel tersebut maka suhu sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan^[4]:

$$T = \left[\frac{1}{1 - \frac{w\lambda}{dl \cdot \Delta n}} \right] T_0 \quad 2.3$$

Dimana:

T = Temperatur sampel

T_0 = Temperatur ruangan

W = Pergeseran frinji

Δn = Perubahan Indeks bias

d = Jarak pola gelap terang sebelum udara dipanaskan

l = Panjang lintasan optik pipa paralon

λ = Panjang gelombang laser He-Ne 632,8 nm

II. 4 Suhu

Suhu adalah suatu besaran yang menunjukkan derajat panas atau dinginnya suatu benda atau ruangan. Suhu merupakan salah satu dari empat besaran dasar yang diakui oleh Sistem Pengukuran Internasional (*The International Measuring System*). Berbeda dengan panjang, massa dan waktu yang merupakan besaran ekstensif, suhu merupakan besaran intensif yaitu kombinasi dari dua benda dengan suhu yang sama menghasilkan suhu yang besarnya sama^[17].

Tahun 1848 Lord Kelvin mengusulkan skala temperatur termodinamika yang memberikan dasar teoretis yang tidak tergantung pada sifat bahan manapun dan didasarkan pada siklus Carnot. Suatu angka dipilih untuk menjelaskan temperatur dari titik tetap yang ditentukan. Pada saat tersebut titik tetap diambil sebagai titik-tripel (yaitu keadaan di mana fase-fase padat, cair dan uap berada bersama dalam ekuilibrium) dan karena itulah keadaan air dapat diulang dan diketahui. Angka tersebut adalah 273,16°K (°K = derajat Kelvin) yang juga merupakan titik es. Skala lain yaitu Celcius, Fahrenheit, dan Rankine^[18].

Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur adalah termometer. Termometer berasal dari bahasa Latin, termo yang berarti panas dan meter yang berarti untuk mengukur. Ada beberapa jenis termometer, salah satunya adalah termometer batang^{[18][19]}.



Gambar II.3 Termometer batang

Termometer batang berisi cairan yang berupa alkohol atau air raksa. Skala termometer ini antara 0°C hingga 100°C . Fungsinya biasanya digunakan berdasarkan riset atau penelitian yang dilakukan, seperti mengukur titik didih dan beku air, menentukan suhu zat padat yang dipanaskan, dan sebagainya^[18].

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2019 di Ruang Gelap Laboratorium Optik Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

III.2 Alat dan Bahan

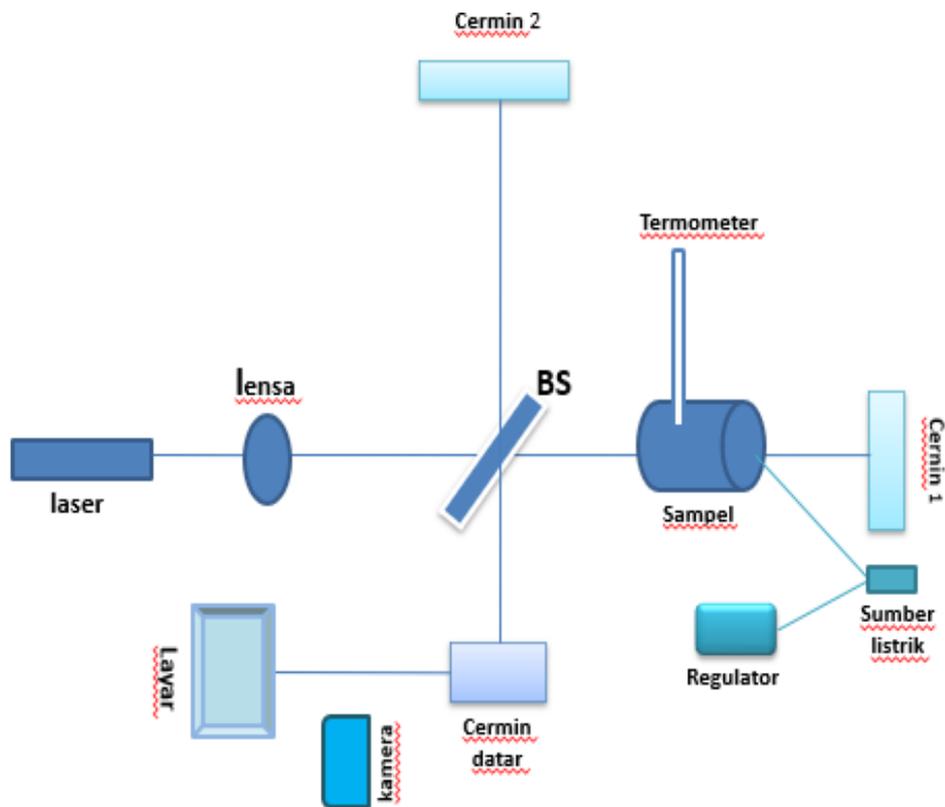
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Seperangkat alat interferometer Michelson, terdiri dari:
 - a. Cermin gerak, merupakan cermin yang dapat diputar ke segala arah: kanan, kiri, atas dan bawah.
 - b. Cermin tetap, berfungsi untuk memantulkan berkas cahaya ke *beam splitter* yang kemudian menuju layar pengamatan.
 - c. Pembagi berkas (*Beam splitter*), berfungsi untuk membagi sinar dari laser menjadi dua, yang dipantulkan dan diteruskan ke cermin tetap dan cermin gerak.
 - d. Lensa, dengan titik fokus +100 mm, berfungsi untuk memfokuskan berkas cahaya dari laser.
2. Laser Helium-Neon dengan Panjang gelombang 632,8 nm, berfungsi sebagai sumber cahaya.
3. Elemen setrika, merupakan sampel yang digunakan untuk menaikkan suhu.
4. Pipa paralon, digunakan sebagai wadah elemen setrika.
5. Regulator, berfungsi untuk mengatur besar tegangan listrik agar tetap stabil.
6. Cawan petri, digunakan sebagai penutup pipa agar suhu dalam medium tetap terjaga.
7. Termometer, berfungsi untuk mengukur suhu sampel.
8. Kamera, digunakan untuk merekam frinji.

III.3 Prosedur Penelitian

III.3.1 Kalibrasi Interferometer Michelson

Proses utama dalam penelitian ini adalah mengkalibrasi interferometer Michelson dengan cara mengatur posisi alat seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema rangkaian interferometer Michelson

Menyalakan laser dan menembakkan berkas cahaya yang kemudian mengenai lensa, di mana lensa berfungsi untuk memfokuskan cahaya dari laser menuju *beam splitter*. Kemudian mengatur posisi *beam splitter* agar berkas cahaya terbagi menjadi dua bagian, ada yang dipantulkan ke cermin 1 dan ada yang diteruskan ke cermin 2. Cahaya yang dipantulkan dari cermin 1, dipantulkan kembali ke *beam splitter* yang kemudian menuju ke *screen* (layar). Adapun bagian yang diransmisikan ke cermin 2 juga dipantulkan kembali ke *beam splitter*, kemudian bersatu atau bertumpang tindih dengan cahaya yang berasal dari cermin 1 menuju ke layar, sehingga menghasilkan pola interferensi yang ditunjukkan dengan adanya pola-pola cincin gelap-terang (frinji).

III.3.2 Pengamatan Frinji Interferometer

1. Meletakkan sampel tanpa elemen setrika diantara *beam splitter* dan cermin 1, kemudian mengamati pergeseran pola interferensi yang digunakan sebagai acuan dalam pengukuran temperatur.
2. Meletakkan sampel yang berisi elemen setrika dan menaikkan suhu sampel dari 27° sampai 30°.
3. Memotret pergeseran pola frinji di layar saat suhu sampel dinaikkan dengan menggunakan kamera digital.
4. Mengulangi langkah percobaan 2 sampai 3 dengan variasi suhu sampel 33°, 36°, 39°, 42°, 45°, 48° dan 51° .
5. Sebagai pembanding dilakukan pengukuran temperatur dengan menggunakan termometer.

III.3.3 Analisis Data

1. Memasukkan data mulai dari suhu yang rendah ke suhu yang tinggi.
2. Menghitung suhu sampel dengan menggunakan persamaan:

$$T = \left[\frac{1}{1 - \frac{w\lambda}{dl \cdot \Delta n}} \right] T_0 \quad 3.1$$

Dimana:

T = Temperatur sampel

T₀ = Temperatur ruangan

W = Pergeseran frinji

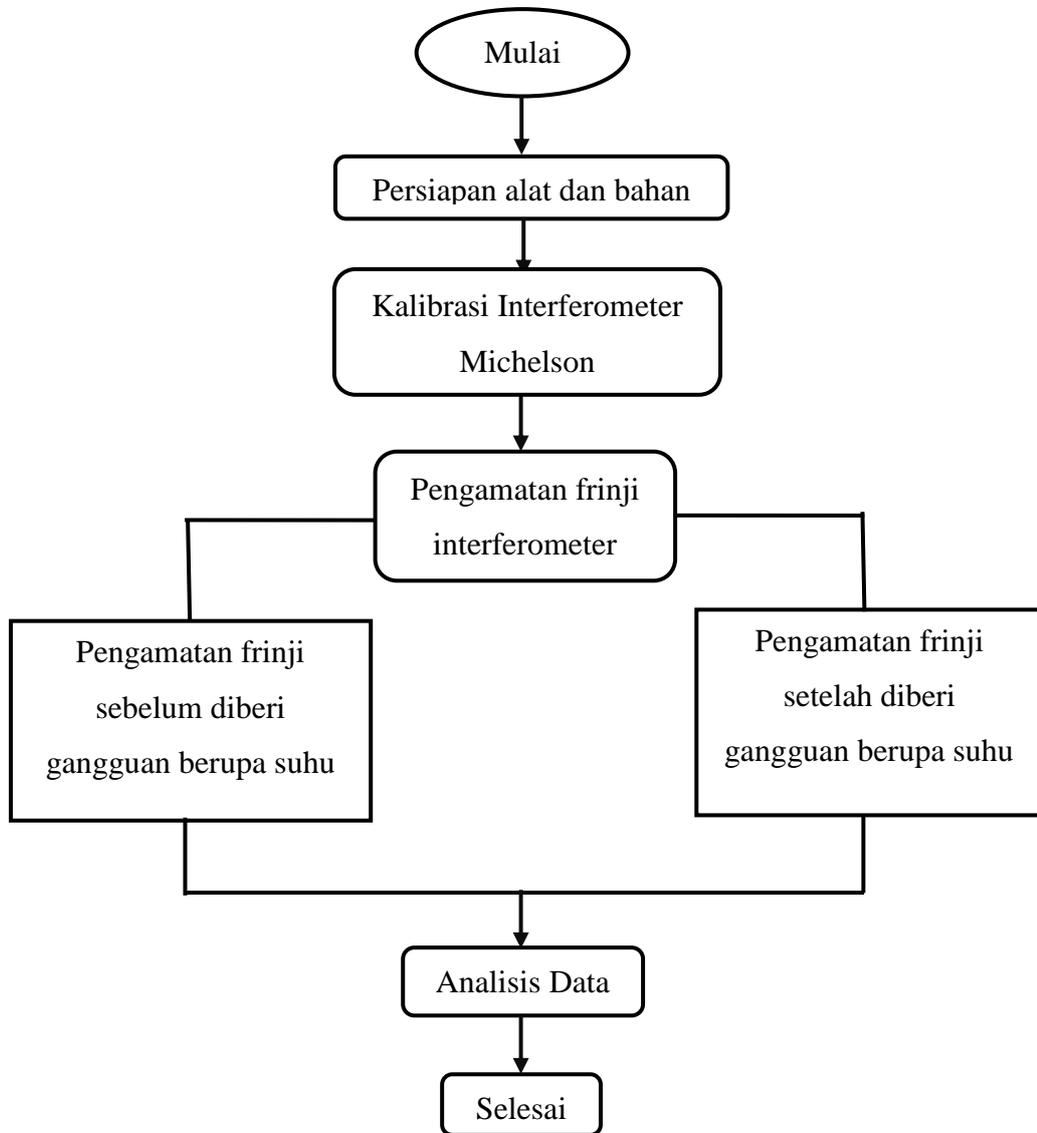
d = Jarak pola gelap terang sebelum udara dipanaskan

l = Panjang lintasan optik pipa paralon 140 mm

λ = Panjang gelombang laser He-Ne 632,8 nm

Δn = Perubahan Indeks bias

III.4 Bagan Alur Penelitian

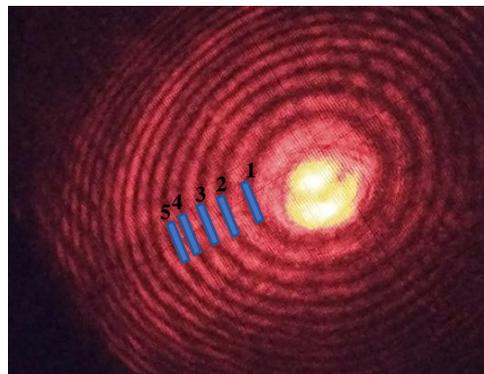


Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

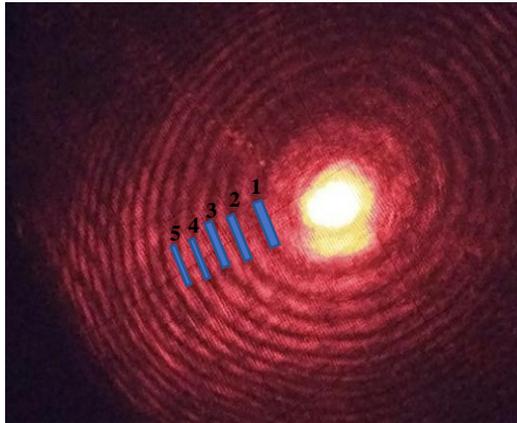
IV.1 Penentuan Pergeseran Frinji Interferometer Michelson

Pola interferensi terjadi akibat adanya perbedaan panjang lintasan yang ditempuh oleh dua berkas gelombang cahaya masing-masing dari cermin 1 dan cermin 2 yang kemudian bersatu kembali di *beam splitter*, dan diteruskan ke layar pengamatan. Proses pengamatan frinji dilakukan dengan cara meletakkan sampel berupa udara dengan suhu yang berbeda pada salah satu lengan interferometer yaitu diantara cermin 1 dengan *beam splitter*. Pergeseran frinji dapat diamati sebelum udara dipanaskan menggunakan elemen setrika dan suhu diukur menggunakan termometer dimana suhu udara sebelum dipanaskan yaitu 27°C , kemudian memotret hasil pola gelap terang dan mengukur jarak pola gelap terang yang digunakan sebagai standar pengukuran. Selanjutnya mengulangi langkah percobaan dengan memvariasikan suhu. Variasi suhu yang digunakan yaitu 30° , 33° , 36° , 39° , 42° , 45° , 48° dan 51° . Hasil pola gelap terang (frinji) sebelum udara dipanaskan dapat dilihat pada Gambar 4.1

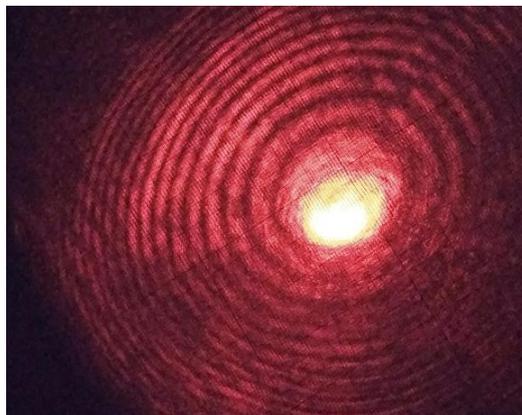


Gambar 4.1 Frinji sebelum udara dipanaskan

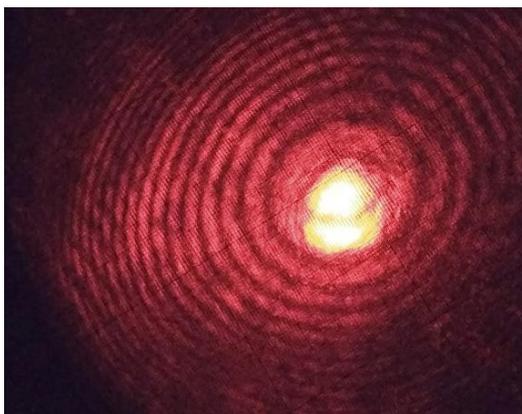
Nilai jarak pola gelap terang (d) dapat diperoleh dengan mengukur jarak antara garis terang dengan garis terang berikutnya menggunakan jangka sorong, seperti pada Gambar 4.1 yang ditandai dengan garis biru. Setiap perubahan suhu diukur dengan 5 posisi titik yaitu pada posisi titik 1 hingga posisi titik 5, dimana posisi titik 1 merupakan jarak antara garis terang pertama dengan garis terang berikutnya. Hasil yang diperoleh masing-masing adalah 4,90 mm, 4,46 mm, 4,06 mm 3,62 mm dan 3,50 mm. Adapun frinji yang diperoleh setelah suhu udara divariasikan dapat dilihat pada Gambar 4.2 hingga 4.9 berikut.



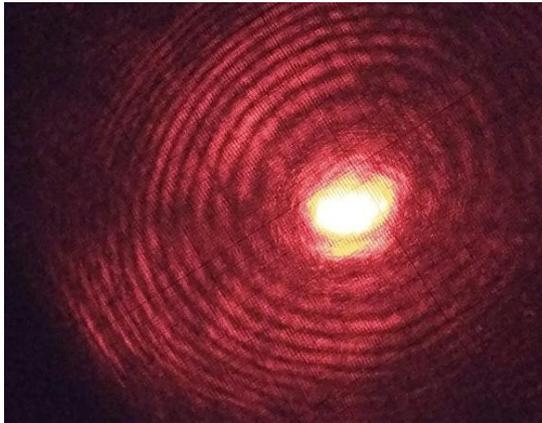
Gambar 4.2 Frinji dengan suhu udara 30°



Gambar 4.3 Frinji dengan suhu udara 33°



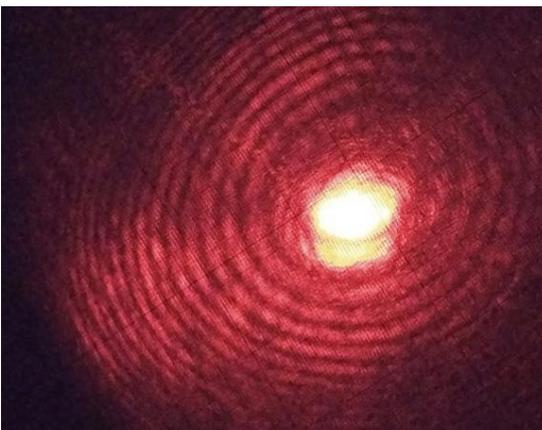
Gambar 4.4 Frinji dengan suhu udara 36°



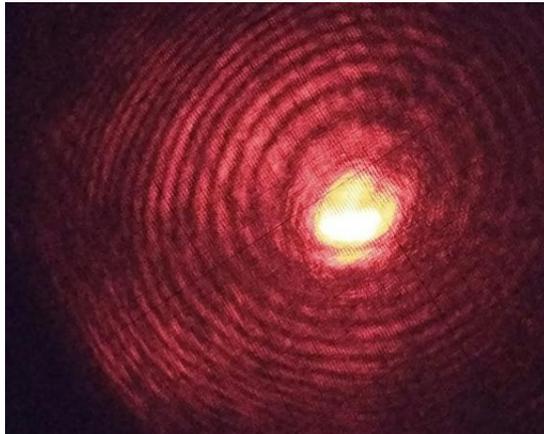
Gambar 4.5 Frinji dengan suhu udara 39°



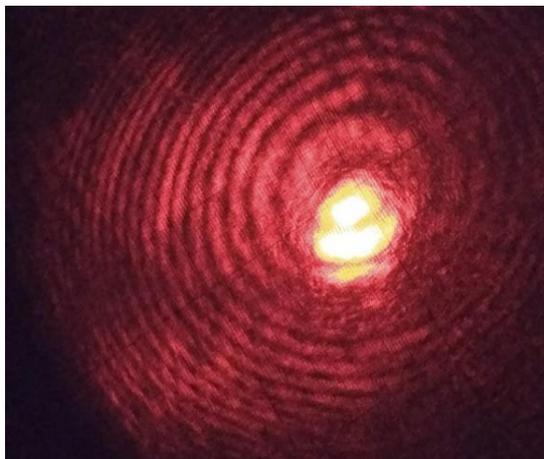
Gambar 4.6 Frinji dengan suhu udara 42°



Gambar 4.7 Frinji dengan suhu udara 45°



Gambar 4.8 Frinji dengan suhu udara 48°



Gambar 4.9 Frinji dengan suhu udara 51°

Dari gambar 4.1 hingga 4.9 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan maka jarak pola gelap terang semakin besar (renggang). Adapun hasil pengukuran jarak pola gelap terang setelah suhu udara dinaikkan (d_2) dengan variasi suhu 30°, 33°, 36°, 39°, 42°, 45°, 48° dan 51° dapat dilihat pada lampiran 1.

Pergeseran frinji dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$w = d_2 - d_1 \quad (4.1)$$

Dimana:

w = pergeseran frinji

d_1 = jarak pola gelap terang sebelum udara dipanaskan

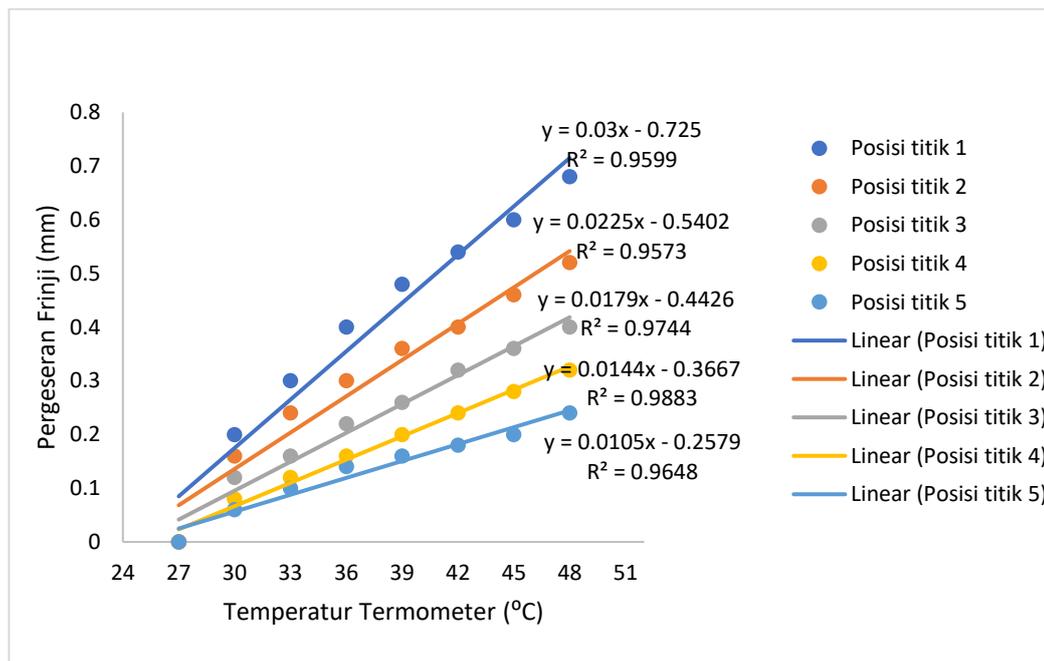
d_2 = jarak pola gelap terang setelah suhu udara dinaikkan

Hasil perhitungan pergeseran frinji (w) dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Perhitungan pergeseran frinji (w)

Posisi titik 1	Jarak pola gelap terang sebelum udara dipanaskan (d) mm	Temperatur Termometer (°C)	Pergeseran frinji (w) mm
1	4,9	30	0,20
		33	0,30
		36	0,40
		39	0,48
		42	0,54
		45	0,60
		48	0,68
		51	0,74
2	4,46	30	0,16
		33	0,24
		36	0,30
		39	0,36
		42	0,40
		45	0,46
		48	0,52
		51	0,60
3	4,06	30	0,12
		33	0,16
		36	0,22
		39	0,26
		42	0,32
		45	0,36
		48	0,40
		51	0,44
4	3,62	30	0,08
		33	0,12
		36	0,16
		39	0,20
		42	0,24
		45	0,28
		48	0,32
		51	0,36
5	3,5	30	0,06
		33	0,10
		36	0,14
		39	0,16
		42	0,18
		45	0,20
		48	0,24
		51	0,28

Berdasarkan hasil perhitungan pergeseran frinji interferometer Michelson, dapat dilihat bahwa semakin besar temperatur yang diberikan maka semakin besar pula pergeseran frinji yang dihasilkan. Dengan demikian, temperatur berbanding lurus dengan pergeseran frinji. Dari Tabel 4.1 dapat dibuat Grafik hubungan antara pergeseran frinji (w) dengan perubahan suhu termometer (T_0) seperti pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Grafik hubungan pergeseran frinji terhadap temperatur termometer

Berdasarkan grafik di atas, pembacaan pergeseran frinji paling bagus pada posisi titik pertama karena memiliki linearitas paling besar yaitu 0,0300. Selanjutnya, posisi titik 2 = 0,0225, posisi titik 3 = 0,0179, posisi titik 4 = 0,0144 dan posisi titik 5 = 0,0105. Hal ini dapat dilihat bahwa linearitas paling rendah terdapat pada posisi titik 5. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin jauh posisi titik frinji maka kemampuan alat menghasilkan pergeseran frinji semakin rendah.

IV.2 Perhitungan Temperatur Menggunakan Interferometer Michelson

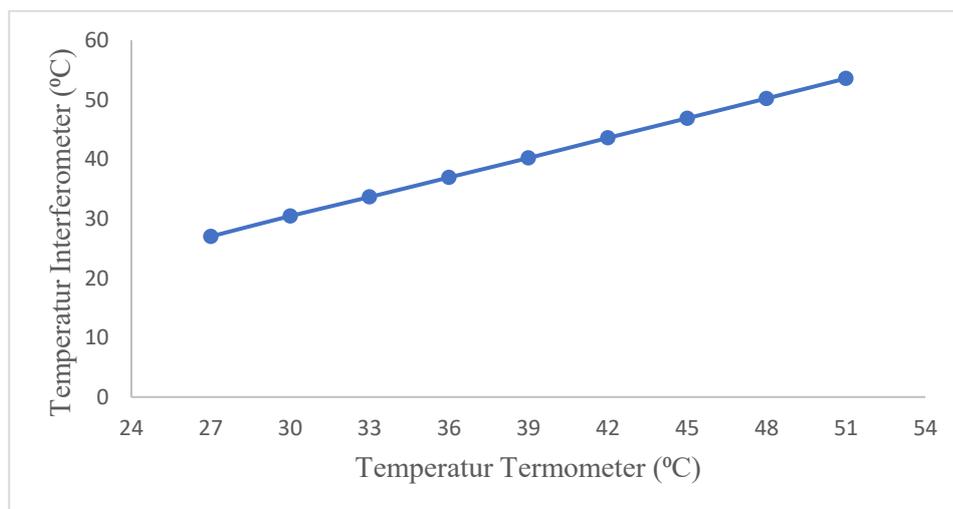
Nilai temperatur udara secara praktek dapat diperoleh dengan melihat nilai yang terbaca pada termometer yang digunakan sebagai alat pembanding. Adapun

secara teori nilai temperatur udara dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.3. Hasil perhitungan temperatur menggunakan inteferometer Michelson dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Perhitungan temperatur interferometer

Temperatur (°C)		1 - Δn
Termometer	Interferometer	
27	27,00	0,9999908
30	30,43	0,9999906
33	33,63	0,9999905
36	36,93	0,9999903
39	40,19	0,9999902
42	43,57	0,9999901
45	46,88	0,9999900
48	50,21	0,9999899
51	53,57	0,9999898

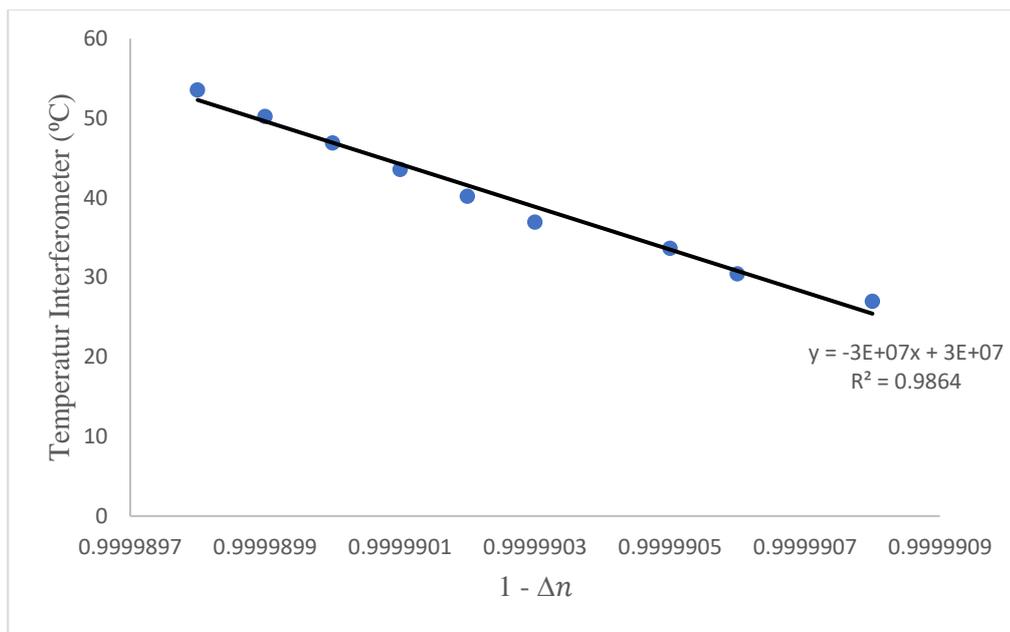
Hasil perhitungan temperatur interferometer pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa sebelum suhu udara dinaikkan nilai yang terbaca pada termometer yaitu 27°C sama dengan hasil yang diperoleh pada interferometer, hal ini karena belum terjadi pergeseran frinji. Dari tabel 4.2 dapat dibuat grafik hubungan antara temperatur termometer dengan temperatur interferometer seperti pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik hubungan antara temperatur termometer dengan temperatur interferometer

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa nilai temperatur interferometer mendekati nilai temperatur termometer. Hubungan antara temperatur ($^{\circ}\text{C}$) secara praktek dan teori terjadi hubungan yang signifikan yaitu semakin tinggi temperatur termometer maka semakin tinggi pula temperatur interferometer yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur interferometer berbanding lurus dengan temperatur termometer. Dengan demikian, pengukuran temperatur menggunakan termometer merupakan pembandingan yang layak untuk pengukuran temperatur menggunakan interferometer Michelson.

Hasil pengukuran temperatur dengan menggunakan interferometer dapat dibuat grafik hubungan temperatur terhadap nilai $1 - \Delta n$ dan diolah menggunakan analisis korelasi.



Gambar 4.12 grafik hubungan temperatur interferometer terhadap nilai $1 - \Delta n$

Dari Gambar 4.12 dapat diketahui koefisien determinasi (R^2) = 0,9864. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang linear antara nilai $1 - \Delta n$ dengan temperatur interferometer. Dengan demikian, interferometer Michelson dapat digunakan untuk mengukur temperatur mulai dari 30°C sampai 51°C .

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pola interferensi terhadap perubahan suhu menggunakan interferometer Michleson, maka dapat disimpulkan:

1. Sebelum diberi gangguan berupa udara jarak pola gelap terang (d) sebesar 4,9 mm. Adapun setelah diberi gangguan berupa udara dengan suhu yang bervariasi yaitu 30°C, 33°C, 36°C, 39°C, 42°C, 45°C, 48°C dan 51°C menyebabkan terjadinya pergeseran frinji (w) masing-masing 0,20 mm, 0,30 mm, 0,40 mm, 0,48 mm, 0,54 mm, 0,60 mm, 0,68 mm, 0,74 mm.
2. Hasil pengukuran temperatur udara yang diperoleh menggunakan interferometer Michelson memiliki koefisien korelasi pearson $r = 0,9953$ sedangkan hasil pengukuran menggunakan termometer memiliki $r = 0,9950$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai temperatur udara yang diperoleh menggunakan inteferometer Michelson hampir sama dengan hasil pengukuran menggunakan termometer sebagai alat ukur pembanding suhu udara dengan tingkat korelasi yang signifikan yakni 99,03%.
3. Pola interferensi dipengaruhi oleh perubahan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara yang diberikan maka semakin besar pergeseran frinji yang dihasilkan.

V.2 Saran

Penulis menyadari bahwa pada penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan bahasa pemrograman untuk menganalisis pola interferensi agar hasil temperatur dapat ditampilkan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Falah. “Analisis Pola Interferensi Pada Interferometer Michelson Untuk Menentukan Panjang Gelombang Sumber Cahaya”. Universitas Diponegoro, 2006.
- [2] E. Sulistri dan Masturi. “Analisis Interferensi Cahaya Laser Terhambur Menggunakan Cermin Datar “Berdebu” Untuk Menentukan Indeks Bias Kaca”. *Jurnal Fisika*, vol. 3, no. 1, hal. 1-8, 2013.
- [3] C. Nguyen, dan S. Kim. *Theory, Analysis and Design of RF Interferometric Sensors*. Springer, London, 2012.
- [4] Fatmawati. *Studi Interferometer Mach-Zender dengan menggunakan sumber laser He-Ne*. Skripsi, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2005.
- [5] P. Maraner. “The effect of rotations on Michelson interferometers”. *Annals of Physics*, vol. 350, hal. 95-104, 2014.
- [6] R. Amelia, G. A. Pauzi dan Warsito. “Analisis Pola Interferensi Pada Interferometer Michelson Untuk Menentukan Indeks Bias Bahan Transparan Berbasis *Image Processing*”. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 03, no. 02, hal. 132-136, 2015.
- [7] M. Medhat, S.Y. El-Zaiat, M.F. Omar, S.S. Farag dan S.M. Kamel. “Refraction and dispersion measurement using dispersive Michelson interferometer”. *Optics Communications*, vol. 393, hal. 275–283, 2017.
- [8] B. Wang, K. Ni, P. Wang, Q. Ma, W. Tian dan L. Tan. “A CNT-coated refractive index sensor based on Michelson interferometer with thin-core fiber”. *Optical Fiber Technology*, vol.46, hal. 302–305, 2018.
- [9] S. Pikatan. “Laser”. *Jurnal Kristal*, no. 4, hal. 1-2, 1991.
- [10] W. M. Darma. *Pengolahan Citra Digital Frinji Pola Interferensi Untuk Penentuan Ketebalan Bahan Mica Transparan Pada Orde Mikro*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2018.
- [11] D. Halliday, R. Resnick dan J. Walker. *Dasar-Dasar Fisika*. Bina Rupa Aksara, Jakarta, 2012.

- [12] S. Dewang. “Penggunaan Metode Interferometer Michelson Untuk Analisis Gangguan Bunyi”. *Jurnal Fisika*, vol. 8, 2009.
- [13] N. H. Fitriana, S. Yuliatun, T. M. ‘Adhimah dan W. M. Sholih. “Pengaruh Suhu Terhadap Perubahan Pola Interferensi Pada Fiber Optik”. *Unnes Physics Journal*, vol. 6 no. 1, hal. 45-49, 2017.
- [14] F. A. Nugraheni. *Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula dengan Menggunakan Interferometer Michelson*. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2012.
- [15] Marzuaraman. *Penentuan Tingkat Konsentrasi Gas Metode Interferometri Optik*. Tesis, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [16] B. Setyahandana, Martanto, R. D. Agusulistyo dan A. B. S. Utomo. “Sistem Interferometer Michelson untuk Mengukur Regangan pada Mesin Uji Tarik”. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 14, no. 2, hal. 64–70, 2013.
- [17] A.C. Srivastava. *Teknik Instrumentasi*. Universitas Indonesia, Jakarta, 2006.
- [18] B. M. E. Jati dan T. K. Priyambodo. *Fisika Dasar Edisi 2*. Andi, Yogyakarta, 2013.
- [19] A. P. Putera dan K. L. Toruan. “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara *Portable* Berbasis Mikrokontroler Atmega16”. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, vol. 3, no.2, 2016.

Lampiran 1. Data Pengukuran jarak frinji (d) setelah suhu udara dinaikkan

posisi titik	Temperatur termometer (°C)	Jarak frinji setelah suhu udara dinaikkan (d ₂) mm
1	30	5.1
	33	5.2
	36	5.3
	39	5.38
	42	5.44
	45	5.5
	48	5.58
	51	5.64
2	30	4.62
	33	4.7
	36	4.76
	39	4.82
	42	4.86
	45	4.92
	48	4.98
	51	5.06
3	30	4.18
	33	4.22
	36	4.28
	39	4.32
	42	4.38
	45	4.42
	48	4.46
	51	4.5
4	30	3.7
	33	3.74
	36	3.78
	39	3.82
	42	3.86
	45	3.9
	48	3.94
	51	3.98
5	30	3.56
	33	3.6
	36	3.64
	39	3.66
	42	3.68
	45	3.7
	48	3.74
	51	3.8

Lampiran 2. Data hasil perhitungan indeks bias

Nilai indeks bias dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$n = \frac{\Delta m}{2d} \lambda$$

Keterangan:

n = Indeks bias

Δm = Jarak antara frinji satu dengan frinji berikutnya

λ = Panjang gelombang laser He-Ne 632,8 nm

d = Panjang lintasan optik pipa paralon 140 mm

Posisi titik	Temperatur Termometer	Temperatur Interferometer	$\Delta n + 1$
1	27	27,00	1,0000111
	30	30,49	1,0000115
	33	33,79	1,0000118
	36	37,14	1,0000120
	39	40,47	1,0000122
	42	43,77	1,0000123
	45	47,10	1,0000124
	48	50,49	1,0000126
2	51	53,90	1,0000127
	27	27,00	1,0000101
	30	30,48	1,0000104
	33	33,78	1,0000106
	36	37,04	1,0000108
	39	40,35	1,0000109
	42	43,61	1,0000110
	45	46,97	1,0000111
3	48	50,35	1,0000113
	51	53,87	1,0000114
	27	27,00	1,0000092
	30	30,43	1,0000094
	33	33,63	1,0000095
	36	36,93	1,0000097
	39	40,19	1,0000098
	42	43,57	1,0000099
	45	46,88	1,0000100
	48	50,21	1,0000101
	51	53,57	1,0000102

4	27	27,00	1,0000082
	30	30,36	1,0000084
	33	33,59	1,0000085
	36	36,87	1,0000085
	39	40,17	1,0000086
	42	43,50	1,0000087
	45	46,86	1,0000088
	48	50,26	1,0000089
	51	53,68	1,0000090
5	27	27,00	1,0000080
	30	30,29	1,0000080
	33	33,53	1,0000081
	36	36,81	1,0000082
	39	40,01	1,0000083
	42	43,21	1,0000083
	45	46,43	1,0000084
	48	49,82	1,0000085
	51	53,24	1,0000086

Lampiran 2. Rangkaian tabung sampel untuk menaikkan suhu udara



Lampiran 3. Rangkaian Interferometer Michelson

