

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini akan dijelaskan metode penelitiannya, antara lain tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, bahan dan alat yang digunakan saat penelitian, prosedur pelaksanaan penelitian yang meliputi beberapa uji, yaitu uji komposisi bahan yang menggunakan *X-Ray Flourescent* (XRF) untuk mengetahui komposisi unsur bahan, perancangan perangkat ekspansi linear logam, rancangan perangkat karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin. Selanjutnya, juga dijelaskan prosedur pengukuran koefisien nilai ekspansi linear logam beserta rancangan peralatannya. Setelah melakukan pengukuran koefisien nilai ekspansi linear logam, maka hasil data dari karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin dan hasil data dari tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin dilakukan analisis data yang akan dijelaskan bagaimana cara mengolah data yang didapat.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Kampus C Mulyorejo Surabaya pada bulan Pebruari 2011 sampai bulan Juli 2011.

3.2. Bahan dan Alat-Alat Penelitian

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah tiga buah logam besi dan tiga buah logam besi tuang (diameter luar 8 mm, diameter dalam 4 mm) dengan panjang untuk masing-masing logam 80 mm, 100 mm dan 120 mm. Dengan memakai logam besi dan besi tuang diharapkan udara panas yang dihasilkan blower dapat tersebar merata ke seluruh bagian logam.

Alat-alat penelitian antara lain :

a. *Fiber Coupler* simetri 2x2

Fiber coupler simetri 2x2 yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari bahan serat optik plastik dengan diameter *core* 950 μm , dan total *cladding* 25 μm dengan nilai parameter *Coupling Ratio* (CR) = 0,25; Toleransi *Coupling Ratio* = 7%, *Crosstalk* = 25 dB, *excess lose* = 1,4 dB. *Fiber coupler* berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi pertambahan panjang logam besi dan besi tuang akibat perubahan temperatur yang diberikan pada logam. Mekanisme pendeteksian pertambahan panjang logam dilakukan dengan mendeteksi pergeseran cermin yang dihubungkan secara langsung dengan logam. *Fiber coupler* pada penelitian ini sesungguhnya berfungsi sebagai sensor pergeseran bagi benda berupa cermin yang bergeser, akibat ekspansi linear logam besi dan besi tuang.

b. Laser He-Ne (*Uniphase laser klasse 2* DIN 58126)

Laser He-Ne panjang gelombang keluaran 632,8 nm dan daya 1 mW. berfungsi sebagai sumber cahaya.

c. Detektor OPT 101 (*Bur Brown*)

Detektor OPT 101 merupakan foto detektor yang beroperasi baik pada daya optik yang rendah, mempunyai kepekaan yang tinggi pada daerah dekat panjang gelombang cahaya merah. Detektor ini berfungsi untuk mendeteksi perubahan daya optik cahaya akibat pergeseran cermin yang disebabkan oleh ekspansi linear logam besi dan besi tuang.

d. Mikrovoltmeter tipe LH 53213 (LEYBOLD)

Mikrovoltmeter berfungsi untuk membaca tegangan keluaran detektor OPT 101 saat terkena cahaya.

e. Pemanas tipe Decko Digital

Pemanas berbentuk blower, berfungsi untuk memanaskan logam melalui udara panas yang dihasilkan. Udara panas yang dihasilkan mempunyai rentang temperatur $100^{\circ}\text{C} - 480^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur yang dapat dikontrol.

f. Cermin komersial.

Cermin yang dipakai berfungsi untuk memantulkan berkas keluaran dari *port sensing*.

g. Termometer Digital.

Termometer digital berfungsi untuk membaca temperatur udara panas yang dialirkan pada besi dan besi tuang. Termometer digital yang digunakan mempunyai probe berbentuk *termokopel* dengan display *seven segmen*.

h. Perangkat pendukung

Perangkat pendukung yang dibutuhkan berupa bangku optik, keramik, *holder*, serta kabel-kabel penghubung.

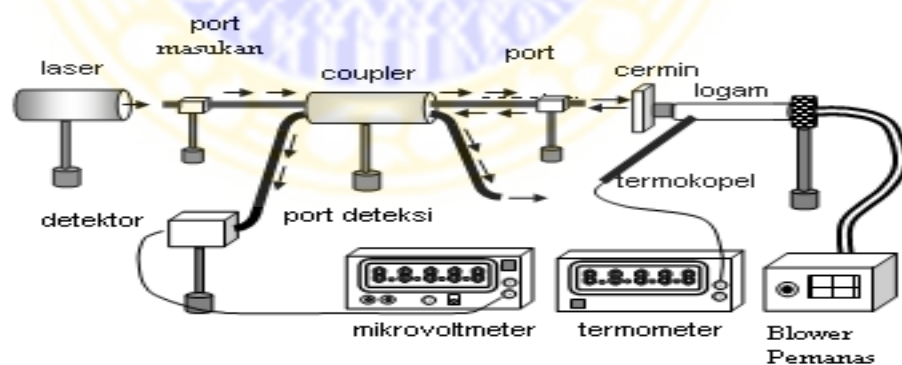
3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1 Uji Komposisi Bahan Menggunakan XRF

XRF adalah salah satu metode analisis non-destruktif. Alat ini digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu bahan baik cairan maupun padatan. Unsur-unsur mulai dari Natrium sampai Uranium dapat ditentukan secara simultan.

3.3.2 Perancangan Perangkat Ekspansi Linear Logam Besi dan Besi Tuang

Rancangan perangkat ekspansi linear logam besi dan besi tuang diperlihatkan pada Gambar 3.1.



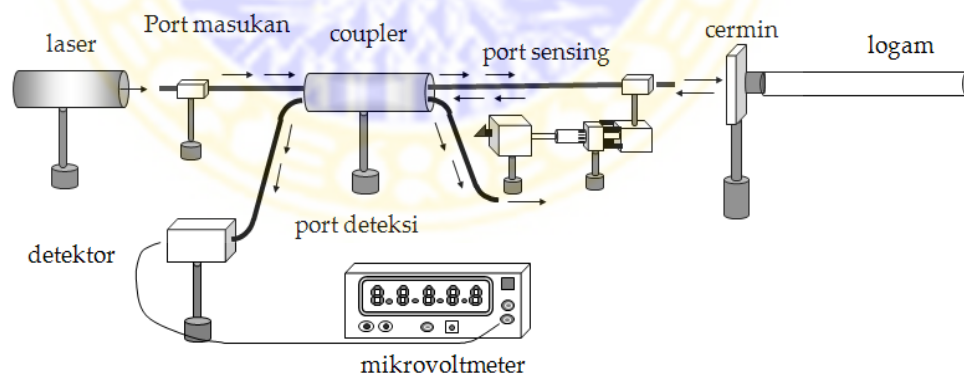
Gambar 3.1. Susunan Alat Eksperimen Sensor Pergeseran

Perangkat untuk mengekspansikan logam besi dan besi tuang memakai Pemanas tipe Decko Digital blower yang menghasilkan udara panas dengan

temperatur yang dapat dikontrol. Udara panas disalurkan melalui pipa ke rongga besi dan besi tuang. Temperatur udara panas pada rongga besi diukur menggunakan termometer digital dengan probe berbentuk termokopel. Sebuah cermin dihubungkan dengan ujung logam besi dan besi tuang melalui bahan isolator keramik. Prinsip pengukuran ekspansi linear logam besi dan besi tuang adalah mengukur pergeseran cermin. Pergeseran cermin terjadi karena adanya perubahan panjang logam besi dan besi tuang pemuai akibat penambahan temperatur pada logam.

3.3.3 Karakterisasi Tegangan Keluaran Yang Diterima Detektor Terhadap Pergeseran Cermin

Rancangan perangkat karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin diperlihatkan pada Gambar 3.2. :



Gambar 3.2. Rancangan perangkat karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin

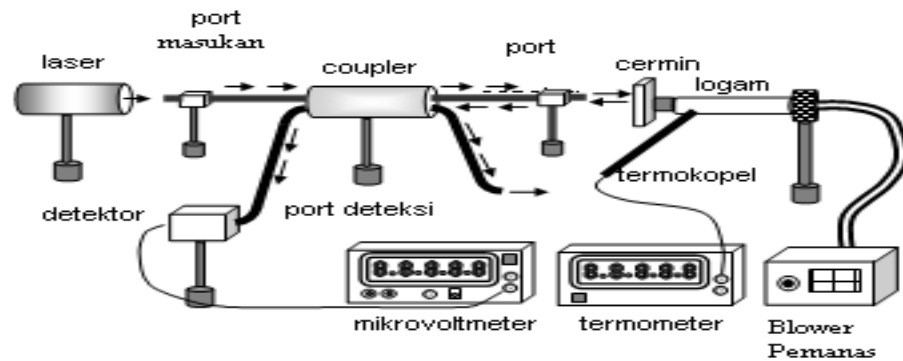
Tujuan dari karakterisasi tegangan keluaran yang diterima detektor terhadap pergeseran cermin adalah :

1. Mencari daerah linear tegangan keluar detektor terhadap pergeseran cermin
2. Menentukan faktor konversi tegangan keluaran detektor ke pergeseran cermin.

Perangkat untuk karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin adalah mikrometer yang berfungsi untuk menggeser ujung port sensing dari posisi menempel cermin digeser setiap langkah $10\mu\text{m}$ hingga tegangan keluaran detektor tidak lagi terbaca oleh mikrovoltmeter. *Fiber Coupler* berfungsi sebagai pembagi berkas dari sumber yaitu laser He-Ne. Berkas pantulan yang tertangkap detektor melalui port masukan akan terbaca pada mikrovoltmeter digital berupa tegangan. Dan semua pemanas (blower) harus dalam keadaan mati supaya proses pemuaiian tidak terjadi.

3.3.4 Pengukuran Koefisien Ekspansi Linear Logam Besi dan Besi Tuang

Prosedur pengukuran nilai koefisien ekspansi linear logam besi dan besi tuang dilakukan dengan rancangan peralatan seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Susunan peralatan pengukuran nilai koefisien ekspansi linear logam besi dan besi tuang

Setelah selesai melakukan karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin, mikrovoltmeter, laser He-Ne, dan detektor OPT 101 dibiarkan tetap menyala. Pengukuran nilai koefisien ekspansi linear logam besi dan besi tuang dengan langkah sebagai berikut: sebelum memanaskan logam, mikrometer diputar terlebih dahulu untuk menjauhkan ujung port sensing dari cermin. Pemanas (blower) dan termometer digital dinyalakan, memutar tombol pengatur udara blower pada posisi maksimum, kemudian memutar secara bertahap tombol pengatur temperatur hingga maksimum pada 480°C. Mendinginkan beberapa menit hingga proses ekspansi linear benar-benar terjadi secara maksimum, setelah yakin pertambahan panjang logam besi dan besi tuang maksimal, lalu memutar mikrometer hingga posisi cermin menempel dengan port sensing, lalu mematikan blowernya. Menunggu hingga temperatur pada logam benar-benar dingin yaitu pada saat panjang logam kembali pada panjang mula-mula. Mencatat temperatur kamar atau temperatur mula-mula yang terbaca

pada termometer digital, dan mencatat juga tegangan yang terbaca pada mikrovoltmeter pada saat temperatur awal. Meyalakan blower dan mengeset posisi tombol pengatur temperatur pada 100°C. Mengamati dan mencatat temperatur yang terbaca pada termometer digital Mengatur kenaikan temperatur setiap 1°C, mengamati dan mencatat tegangan pada mikrovoltmeter catat juga temperatur yang terbaca pada termometer digital. Lakukan langkah tersebut hingga tombol pengatur temperatur pada blower menunjuk temperatur 480°C.

3.4. Analisis Data

3.4.1 Analisis D ata K arakterisasi Te gangan K eluaran D etektor Te rhadap Pergeseran Cermin

Pengukuran koefisien ekspansi linear logam besi dan besi tuang menggunakan *fiber coupler* serat optik pada dasarnya adalah penerapan *fiber coupler* serat optik sebagai sensor pergeseran. Pada pengukuran nilai koefisien ekspansi linear logam besi dan besi tuang, pergeseran cermin terjadi akibat pemuaian logam besi dan besi tuang yang dipanaskan. Data tersebut ditabulasikan dalam tabel 3.1 supaya lebih mudah dipahami. Dalam tabel tersebut disajikan data untuk tegangan yang diterima detektor terhadap temperatur.

Dengan demikian terlebih dahulu kita harus mengetahui karakterisasi tegangan keluaran detektor terhadap pergeseran cermin kemudian dicari daerah linear dan faktor konversi tegangan ke pergeseran yang memenuhi

persamaan $V = aL + b$ dengan V, a, L berturut turut adalah tegangan keluaran detektor, faktor konversi tegangan ke pergeseran cermin, pertambahan panjang logam dan b adalah konstanta.

3.4.2 Analisis Data Tegangan Keluaran Detektor Terhadap Pergeseran Cermin

Data hasil eksperimen Pengukuran Koefisien Ekspansi Linear Logam besi dan besi tuang ditampilkan dalam tabel 3.2. supaya lebih mudah dipahami. Dalam tabel tersebut disajikan data untuk tegangan yang diterima detektor terhadap temperatur. Dari hasil tegangan keluaran detektor yang didapat, kemudian dikonversi menjadi pergeseran dengan persamaan :

$$L = (V - b) / a \quad (3.1)$$

dengan V, a, L berturut-turut adalah tegangan keluaran detektor, faktor konversi tegangan ke pergeseran data karakterisasi, pertambahan panjang logam dan b adalah konstanta data karakterisasi. Berdasarkan data pada tabel di atas, kita buat grafik hubungan antara $T(^{\circ}\text{C})$ terhadap $L (\mu\text{m})$.

Dari hasil tabel kita lakukan regresi linear sehingga mendapatkan persamaan regresi linear:

$$L = aT + d \quad (3.2)$$

dimana L, T, d dan a berturut-turut adalah pergeseran cermin, temperatur pemanas, konstanta dan penambahan panjang logam per satuan temperatur.

Nilai a merupakan gradien atau kemiringan kurva $T(^{\circ}\text{C})$ terhadap L atau $a = \Delta L / \Delta T$, dimana $\Delta L \approx \Delta r$ (pertambahan panjang logam besi).

Dari persamaan (2.15) $\Delta L = L_0 \alpha \Delta t$, maka didapatkan nilai $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t}$
atau pada eksperimen ini $\alpha = \frac{a}{L_0}$ (3.3)

