

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini cukup fleksibel, sehingga dalam pembuatan rancangan serta desain dapat dilakukan di manapun. Untuk pengujian prototype, dilakukan di *Workshop / Bengkel Manufaktur, Laboratorium Teknik 2 Institut Teknologi Sumatera*.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan dari bulan Januari 2021 hingga Mei 2021 yang rinciannya terdapat pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.1 Rincian Waktu Penelitian**

No.	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei
1.	Studi Literatur dan Eksplorasi					
2.	Desain dan Fabrikasi					
3.	Seminar Proposal					
4.	Pengujian <i>Prototype</i>					
5.	Sidang / Seminar Hasil					

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis eksperimental atau metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen (treatment/perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan. Analisis eksperimental pada penelitian ini dilakukan melalui

pembuatan *prototype* atau model sementara yang dapat menggambarkan wujud alat secara nyata. Secara rinci, metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Pengerjaan tugas akhir ini diawali dengan tahapan melakukan studi literatur terkait sistem mikrokontroler, sistem kerja kompresor lokomotif, sistem kelistrikan pada kompresor lokomotif serta berbagai aspek terkait sistem otomasi. Studi awal ini dilakukan sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman, pengetahuan serta pemahaman konsep mengenai perangkat yang hendak dirancang.

2. Eksplorasi

Hal selanjutnya yang dilakukan adalah studi eksplorasi, di mana pada tahapan ini penulis melakukan pencarian terkait komponen yang mendukung konsep maupun fungsi-fungsi dasar perangkat pengukuran tekanan serta spesifikasi komponen atau pendukung fungsi dan beberapa parameter lainnya.

3. Desain Prototype

Pada tahapan ini, dilakukan desain perancangan berdasarkan komponen dan spesifikasi yang sebelumnya didapatkan dari tahap eksplorasi. Desain dirancang sedemikian rupa hingga fungsi perangkat dapat tercapai serta gambaran cara kerja perangkat dijabarkan.

4. Fabrikasi

Setelah desain tersedia, langkah berikutnya adalah mengubah desain tersebut menjadi sebuah rancangan sederhana dalam bentuk fisik. Pada proses fabrikasi ini dilakukan juga proses kalibrasi pada alat agar alat dapat bekerja berdasarkan sistem maupun fungsi yang telah dibuat. Proses ini umumnya merupakan tahapan pengujian baik secara parsial maupun integrasi dimana data-data hasil pengujian selanjutnya dilakukan analisa.

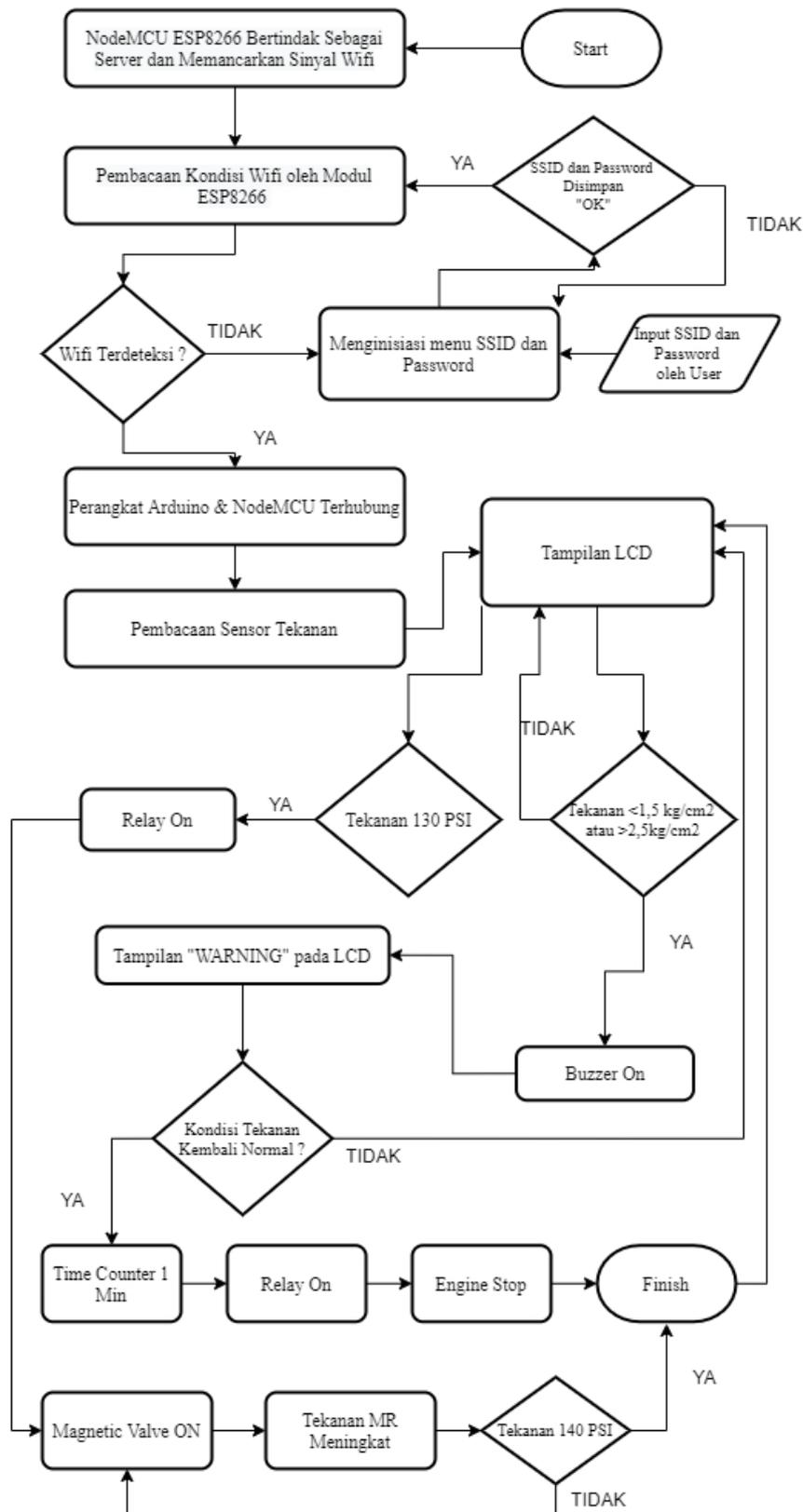
5. Pengujian *Prototype*

Selanjutnya, setelah alat difabrikasi dan dilakukan kalibrasi, dilakukan pengujian dengan cara melakukan pengukuran yang dilakukan dengan cara mendekati kerja alat pada kondisi aktual, serta pengambilan dan pengolahan data untuk dilakukan verifikasi / validasi data.

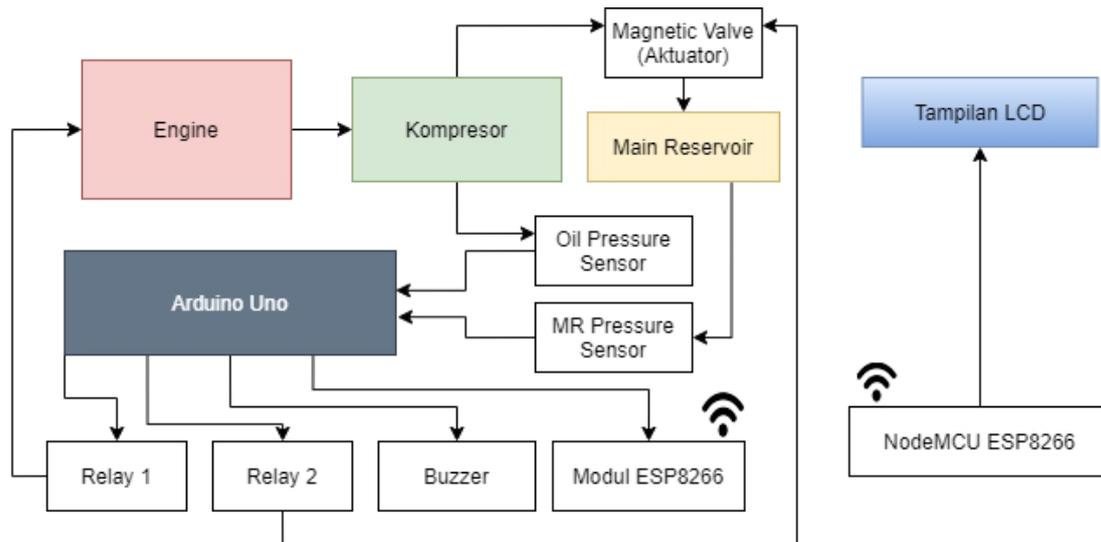
6. Pelaporan tugas akhir

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan tugas akhir.

### 3.3 Diagram Blok dan *Flowchart* Sistem Rancangan *Prototype*



Gambar 3.1 Flowchart System



**Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem**

### 3.4 Analisis Komponen

Dalam pembuatan prototype ini, dilakukan analisis terkait komponen apa saja yang diperlukan agar menghasilkan suatu produk yang tepat dan akurat. Rincian dari komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2 Daftar Komponen**

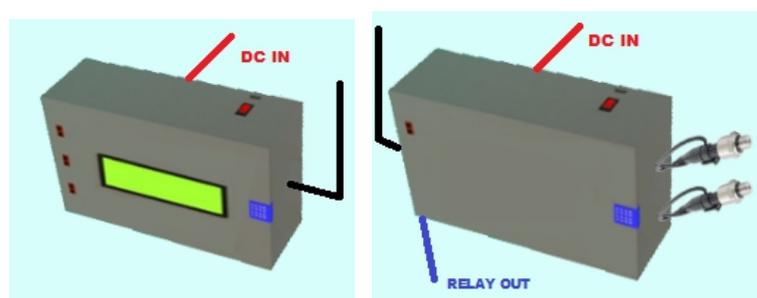
No	Alat / bahan	Tipe / Spesifikasi	Jumlah yg diperlukan
1	Mikrokontroler	Arduino Uno R3	1
2	Pressure Transducer Transmitter Sensor Arduino	1,2 MPa / 174 psi	2
3	NodeMCU	ESP8266	1
4	LCD	20x4	1
5	Relay	1 Channel	2
6	DC-DC Konverter	IC LM2596	2
7	Buzzer	5V DC	1

### 3.5 Desain *Prototype*

Perangkat monitoring digital ini didesain dengan cara membagi alat menjadi dua perangkat utama. Posisi alat monitoring yang rencananya akan diletakkan di kabin lokomotif cukup jauh dengan kompresor yang menjadi sumber parameter pengukuran,

sehingga akan sulit jika data hasil pengukuran yang akan ditampilkan melalui LCD disalurkan melalui kabel yang cukup panjang. Sehingga dua perangkat yang masing-masingnya akan terhubung melalui koneksi wifi akan mempermudah pengiriman data hasil pengukuran dengan cara ditransfer tanpa menggunakan kabel.

Bentuk alat/rancangan dibuat simetris dalam box dengan ukuran yang relatif kecil yaitu panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Perancangan tersebut dibuat sedemikian rupa agar penempatan perangkat dapat lebih fleksibel. Perangkat ini juga dirancang dengan konsep *plug and play* yang berarti pengguna hanya perlu melakukan pemasangan komponen pada *port* yang disediakan tanpa perlu adanya prosedur pengaturan yang rumit. Perangkat pertama berupa perangkat *transmitter*, yang berisikan arduino, alat sensor pengukur tekanan relay, modul ESP serta Konverter IC LM2596. Perangkat kedua berupa *receiver* yang berisikan NodeMCU ESP8266, LCD, *Buzzer* serta Konverter IC LM2596. Keduanya mendapatkan suplai arus DC yang sebelumnya telah dikonversi ke dalam tegangan 12V. Adapun tampilan desain perangkat digambarkan sebagaimana pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Perancangan Alat, *Receiver* (kiri) dan *Transmitter* (kanan)

### 3.6 Pengujian *Prototype*

Proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi sesuai dengan tujuan atau tidak, khususnya pada bagian sensor pengukuran tekanan. Karena pada dasarnya, setiap alat ukur harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara memberikannya nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Selain dari sensor pengukuran tekanan sendiri, komponen pendukung lain pun harus diuji. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai reliabilitas / kelayakan dari alat itu sendiri.

### 3.6.1 Kalibrasi Alat

Dalam melakukan kalibrasi, kondisi alat disesuaikan dengan mendekati kondisi nyata saat alat melakukan pengukuran. Dalam kasus ini, dilakukan dua kali kalibrasi, atau satu kali pada masing-masing sensor tekanan. Pada sensor pertama, dilakukan kalibrasi dengan fluida dengan sistem pneumatik karena memang pada kondisi nyata, sensor ini melakukan pengukuran pada suatu komponen pneumatik. Lalu, pada sensor yang kedua, kalibrasi dilakukan dengan fluida dengan sistem hidraulik karena selanjutnya sensor ini akan digunakan untuk mengukur tekanan pada sistem pelumasan. Alat ukur lain yang digunakan sebagai pembanding dari pengukuran tekanan ini adalah *pressure gauge*. Nilai hasil pengukuran dari sensor selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran dari manometer. Pompa yang digunakan berupa kompresor yang langsung dihubungkan pada *pressure vessel*. Berikut ini merupakan alat dan bahan yang dibutuhkan serta skema rangkaian dalam pengujian *prototype* :

a. Alat dan Bahan Pengujian

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengujian ini adalah :

1. Kompresor dengan *pressure gauge* (simulasi tekanan MR)



Gambar 3.4 Kompresor

2. Pressure gauge (untuk mengukur tekanan pelumas)



Gambar 3.5 Pressure Gauge

3. Pipa PVC 4" dengan cap



**Gambar 3.6 Pipa dengan Cap**

4. Valve



**Gambar 3.7 Valve**

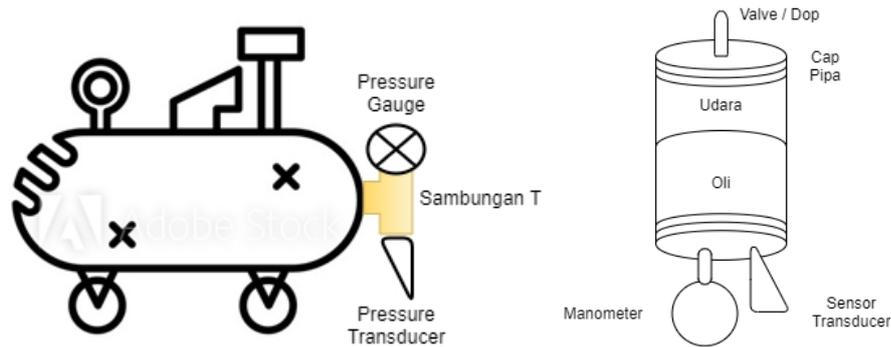
5. Oli



**Gambar 3.8 Oli**

b. Skema Pengujian

Alat dan bahan tersebut selanjutnya dirangkai berdasarkan skema gambar berikut :



**Gambar 3.9 Skema untuk Kalibrasi Sensor Tekanan Udara 1 (kiri) dan Kalibrasi Sensor Tekanan Pelumas (kanan)**

c. Langkah-langkah pengujian

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Kalibrasi Sensor Tekanan Udara

- a) Menyiapkan pompa/kompresor dan manometer dan merangkai seperti gambar skema pertama di atas.
- b) Memasang sensor tekanan pada output kompresor. Menggunakan sambungan jenis T dan menempatkan di bagian manometer. Lalu memasang sensor tekanan secara paralel dengan manometer.
- c) Mengaktifkan sistem kontrol / kontroler dan menyambungkan dengan PC.
- d) Menyalakan kompresor dan menunggu hingga mencapai tekanan maksimal.
- e) Mengamati tekanan pada *pressure gauge*, mencatat hasil pengukuran.
- f) Mengamati tegangan pada *serial monitor* Arduino di PC, mencatat hasil pengukuran.
- g) Mengamati tekanan pada LCD, mencatat hasil pengukuran.
- h) Mengurangi tekanan sebesar 5 psi, lalu mengulangi proses ke-5 dan 6
- i) Melakukan pengukuran hingga 20x penurunan.
- j) Mencatat semua hasil pengukuran
- k) Mematikan alat.

2. Kalibrasi Sensor Tekanan Pelumas

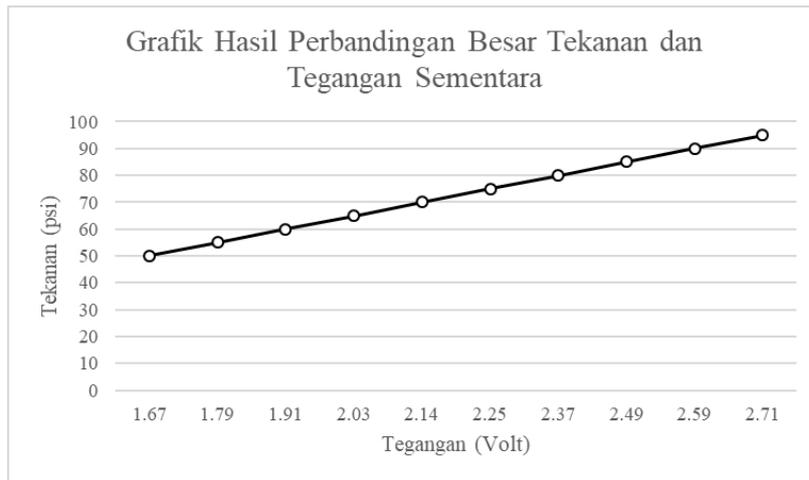
- a) Menyiapkan pompa/kompresor.
- b) Merangkai alat dan bahan seperti pada skema / gambar kedua.

- c) Menyambungkan pipa dengan cup pipa dengan cara dilas. Begitu pula pada sambungan jenis T.
- d) Memasang sensor tekanan secara paralel dengan manometer pada sambungan T di bagian bawah pipa.
- e) Memposisikan alat secara vertikal seperti pada gambar, lalu mengisikannya dengan oli hingga setengah penuh.
- f) Mengaktifkan sistem kontrol / kontroler dan menyambungkan dengan PC.
- g) Nyalakan kompresor, menghubungkan output tekanan kompresor ke bagian input dari rangkaian.
- h) Mengamati tekanan pada *pressure gauge* dan memberikan input hingga tekanan mencapai 3,0 kg/cm<sup>2</sup>
- i) Mengamati tekanan pada *pressure gauge*, mencatat hasil pengukuran.
- j) Mengamati tegangan pada *serial monitor* Arduino di PC, mencatat hasil pengukuran.
- k) Mengamati tekanan pada LCD, mencatat hasil pengukuran.
- l) Mengurangi tekanan sebesar 0,1 kg/cm<sup>2</sup>, mengulangi proses i hingga k
- m) Melakukan pengukuran hingga mencapai 20x
- n) Mencatat semua hasil pengukuran
- o) Mematikan alat.

Hasil pengukuran dari tegangan dan sensor tekanan selanjutnya dibandingkan dan dibuat ke dalam bentuk grafik. Contoh dari hasil pengukuran yang telah dilakukan adalah seperti gambar berikut :

**Tabel 3.3 Data Hasil Pengukuran Sementara**

P (psi)	V (Volt)
100	2.80673
95	2.71484
90	2.59277
85	2.49023
80	2.37305
75	2.25098
70	2.14355
65	2.03125
60	1.91406
55	1.79199



**Gambar 3.10** Grafik Hasil Perbandingan Besar Tekanan dan Tegangan Sementara

Berdasarkan hasil pengukuran di atas, ketika data ditampilkan dalam bentuk grafik, terlihat bahwa grafik memberikan bentuk fungsi linear, dimana perubahan yang antara besar tekanan dan tegangan berlangsung secara konstan dengan nilai yang berbanding lurus. Namun, masih ada nilai error pada hasil pengukuran seperti terdapat bagian pada grafik yang tidak linear, yaitu pada rentang pengukuran 85-65 psi dimana pola penurunan tegangan memiliki perbedaan nilai yang cukup besar. Selain itu, juga terdapat kemungkinan terjadinya nonlinearitas diluar rentang tekanan pengujian, seperti bentuk fungsi kuadrat atau lain sebagainya.

Namun demikian, untuk rentang tekanan operasi kompresor sebagaimana telah diuji, transducer bekerja secara linear sesuai grafik tersebut sehingga dapat dilakukan analisis untuk mendapatkan konstanta perkalian pada grafik yang dimana akan digunakan pada fungsi pengukuran melalui sensor tekanan.

### 3.6.2 Pengujian Prototype

Untuk mengetahui seberapa layak sistem ini bekerja, maka perlu dilakukan pengujian untuk menghindari atau meminimalisir nilai error yang kemungkinan terjadi pada alat. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan prototype yang sebelumnya telah dikalibrasi dan melakukan verifikasi/validasi data hasil pengukuran tersebut serta mengkondisikan alat ke dalam kondisi maksimum atau kondisi paling ekstrim pada sistem / kondisi di mana alat akan bekerja berdasarkan fungsi yang telah dibuat dalam kondisi tersebut. Beberapa metode yang akan dilakukan untuk menguji kelayakan pada alat ini yaitu :

1. Melakukan pengukuran sebanyak 20 kali dengan kondisi yang berubah-ubah setelah dilakukan kalibrasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya error saat dilakukan pengukuran serta mengetahui kesalahan dalam pembacaan ketika hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil lainnya.
2. Melakukan pengujian dengan menaikkan tekanan ke tekanan maksimal atau mengubahnya ke dalam rentang tidak aman, kemudian dilihat untuk mengetahui sistem *automatic stop* bekerja dengan baik, LCD menampilkan indikator bahaya, mendengar *buzzer* menyala dan melihat relay berubah posisi menjadi *on* (yang akan menyebabkan mesin akan mati) jika tidak ada respon atau tanggapan dari indikator bahaya.

Ketika dua proses tersebut dapat dilalui / *prototype* dapat bekerja melalui dua proses tersebut, maka dapat diputuskan bahwa *prototype* tersebut cukup layak dalam bekerja sesuai dengan fungsinya dan dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk selanjutnya dilakukan rancang bangun pada pembuatan alat yang sebenarnya.