

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat alat pemanas ASIP berbasis PID. Berikut ini adalah daftar tabel alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut :

**Tabel 3. 1 Alat dan Bahan**

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Arduino UNO	1
2.	Sensor DHT11	2
3.	PTC Fan <i>Heater</i>	1
4.	OLED Display	1
5.	<i>Driver</i> Motor DC VNH2SP30	1
6.	<i>Power Supply</i>	1

##### 3.1.1 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah *board microcontroller* yang berbasis ATmega328. Arduino UNO berfungsi sebagai mikro pengendali dari sistem. Spesifikasi Arduino UNO adalah sebagai berikut :

Mikrokontroler	: ATmega328
Tegangan Operasi	: 5V
Tegangan Masukan	: 7-12V ( <i>recommended</i> ) dan 6-20V ( <i>limits</i> )
Pin Digital I/O	: 14 (6 pin memberikan <i>output</i> PWM)
Pin Masukan Analog	: 6

**Tabel 3. 2 Pin Arduino Yang Digunakan**

Pin	Fungsi
Pin A1/ADC	Sebagai pin data dari sensor DHT11 pertama
Pin A2/ADC	Sebagai pin data dari sensor DHT11 kedua
Pin A4/SDA	Sebagai pin serial data pada <i>interface</i> I2C
Pin A5/SCL	Sebagai pin serial <i>clock</i> pada <i>interface</i> I2C
Pin D11/PWM	Sebagai pin pengatur <i>Driver</i> motor DC VNH2SP30

### 3.1.2 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban. Pada penelitian ini sensor DHT11 digunakan sebagai perangkat yang menerima *input* berupa nilai suhu dari alat penghangat ASIP yang dipanaskan. Berikut spesifikasi dari sensor DHT11 :

Jangkauan maksimal operasi suhu : 0°C sampai 50°C dengan toleransi  $\pm 2$  °C.

Tegangan : 3,3 sampai 5 VDC.

### 3.1.3 PTC Fan Heater

PTC *fan heater* pada penelitian ini berfungsi sebagai aktuator yang akan mengendalikan *system*. *Fan heater* juga digunakan sebagai penghantar panas dalam alat penghangat ASI. Spesifikasi *fan heater* sebagai berikut :

Ukuran : 60x60x35mm

Bahan : Termistor PTC

Tegangan masukan : 12V DC

Daya : 70W (maksimal)

### 3.1.4 OLED Display

OLED display digunakan untuk menampilkan nilai suhu yang terbaca oleh sistem. Spesifikasi OLED *display* sebagai berikut :

Resolusi layer : 128 x 32 *pixel*

Warna pixel : putih atau biru muda

Komunikasi : I2C /IIC

Tegangan masukan : 3.3 - 5V

### 3.1.5 Driver Motor DC VNH2SP30

*Driver* motor DC VNH2SP30 berfungsi sebagai *driver* dari PTC *fan heater* yang berfungsi untuk menaikan tegangan dari *power supply*. Spesifikasi *driver* motor DC VNH2SP30 sebagai berikut :

Tegangan maksimal : 16 V

Arus maksimal : 30 A

Arus *Continue* : 14 A

Frekuensi sinyal PWM : 20 KHz

### 3.1.6 Power Supply

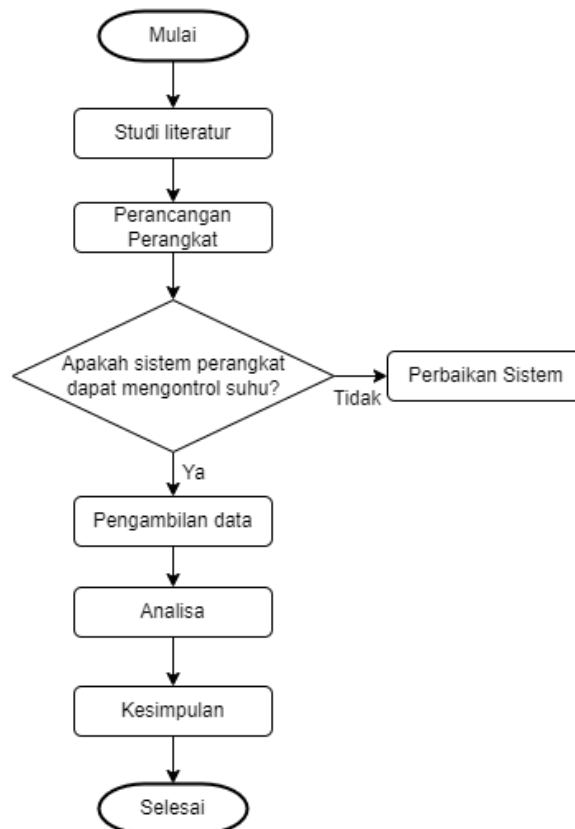
*Power supply* digunakan untuk menyuplai tegangan pada *fan heater*. Pada penelitian ini menggunakan *power supply* 12V dengan spesifikasi sebagai berikut:

Arus : 6A

Tegangan : 12V

## 3.2 ALUR PENELITIAN

Pada penelitian ini dimulai dari studi literatur, perancangan dari sistem, sampai dengan kesimpulan penelitian yang ditunjukkan pada *flowchart* dibawah ini :



**Gambar 3.1 Flowchart Penelitian**

Pada *flowchart* diatas menunjukkan ringkasan alur penelitian yang akan dilakukan. Penelitian dimulai dari studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk memahami dan membandingkan penelitian yang akan dilakukan penulis dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu, studi literatur juga dilakukan untuk

mencari sumber-sumber yang akan dijadikan referensi pendukung penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Sumber-sumber referensi tersebut akan membantu penulis dalam tahap perancangan perangkat. pada perancangan perangkat dibagi menjadi 3 tahapan yaitu, perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan perancangan *prototype* penghangat ASIP.

Perancangan *hardware* dilakukan untuk membuat *system* yang dapat mengontrol suhu alat penghangat ASIP. Perancangan *software* dilakukan untuk membuat program pengontrol PID yang akan digunakan sebagai pengendali suhu dan *tunning cohen coon* dan *ziegler nichols* untuk mendapatkan parameter PID. Kemudian perancangan *prototype* dilakukan untuk membuat *design* alat penghangat ASIP.

Setelah tahap perancangan perangkat, dilakukan pengujian terhadap sistem untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur suhu ASIP. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghangatkan suhu ASIP agar sesuai dengan *setpoint* yaitu suhu 37<sup>0</sup>C. Pengujiannya yaitu dengan cara mengambil data suhu yang terbaca oleh sensor dan ASIP yang dihangatkan kemudian sistem akan menampilkan suhu tersebut pada LCD. Apabila sistem tidak bekerja atau terjadi *error* maka akan dilakukan perbaikan pada *hardware* maupun *software*. Jika sistem telah bekerja dengan baik maka dilakukan tahap analisa yang akan menganalisa hasil dari pengujian sistem. Setelah melakukan analisa akan didapatkan kesimpulan dari keseluruhan sistem yang telah dilakukan oleh penulis.

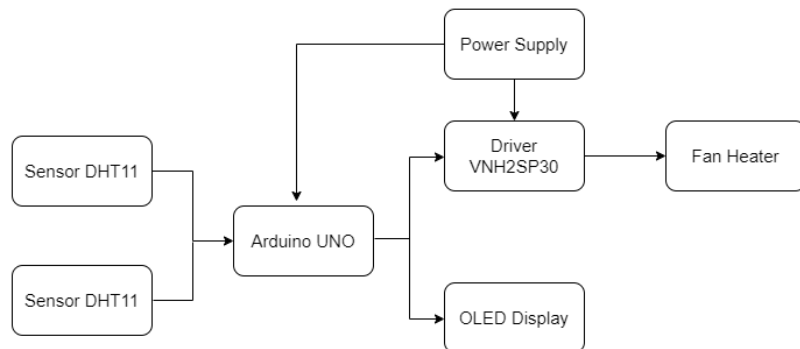
### **3.2.1 Perancangan Perangkat**

Pada perancangan perangkat dibagi menjadi 3 tahap perancangan dengan penjelasan sebagai berikut :

#### **3.2.1.1 Perancangan *Hardware***

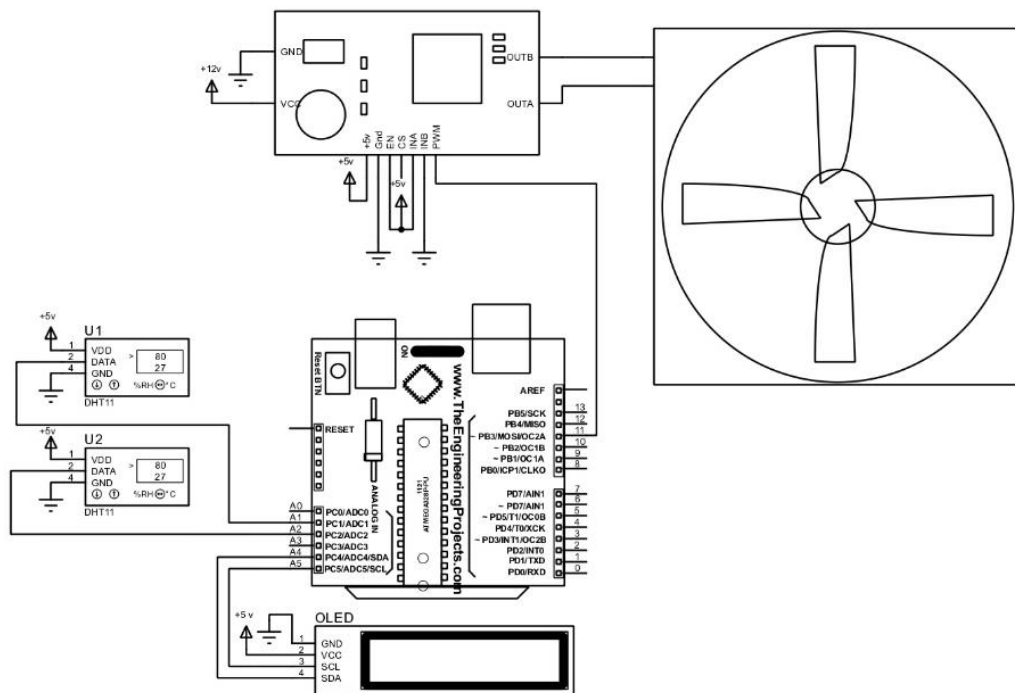
Pada perancangan *hardware* ini membahas mengenai pembuatan sistem yang dimulai dari pembuatan blok diagram sistem, *wiring* diagram, dan skematik rangkaian. Diagram blok menjelaskan urutan setiap komponen yang saling

terhubung pada perancangan sistem. Berikut ini blok diagram mengenai perancangan *hardware* :



**Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Hardware**

Masukan suhu dibaca oleh sensor DHT11 lalu data *input* yang diterima oleh Arduino dalam bentuk sinyal digital. Setelah didapatkan nilai suhu arduino akan mengirimkan perintah ke *driver* DC VN2SP20 dan LCD OLED *display*. Kemudian PTC *fan heater* akan bekerja memanaskan dengan menaikkan suhu. *Driver* DC VN2SP20 dalam sistem ini bekerja sebagai *driver* dari PTC *fan heater*. *Driver* DC VN2SP20 ini menerima tegangan dari *power supply*. Kemudian *power supply* yang terhubung dengan *driver* DC VN2SP20 telah terhubung dengan keluaran PWM dari mikrokontroler. LCD OLED *display* akan menampilkan data suhu yang terbaca baik sesuai *setpoint* maupun tidak.



**Gambar 3. 3 Wiring Diagram**

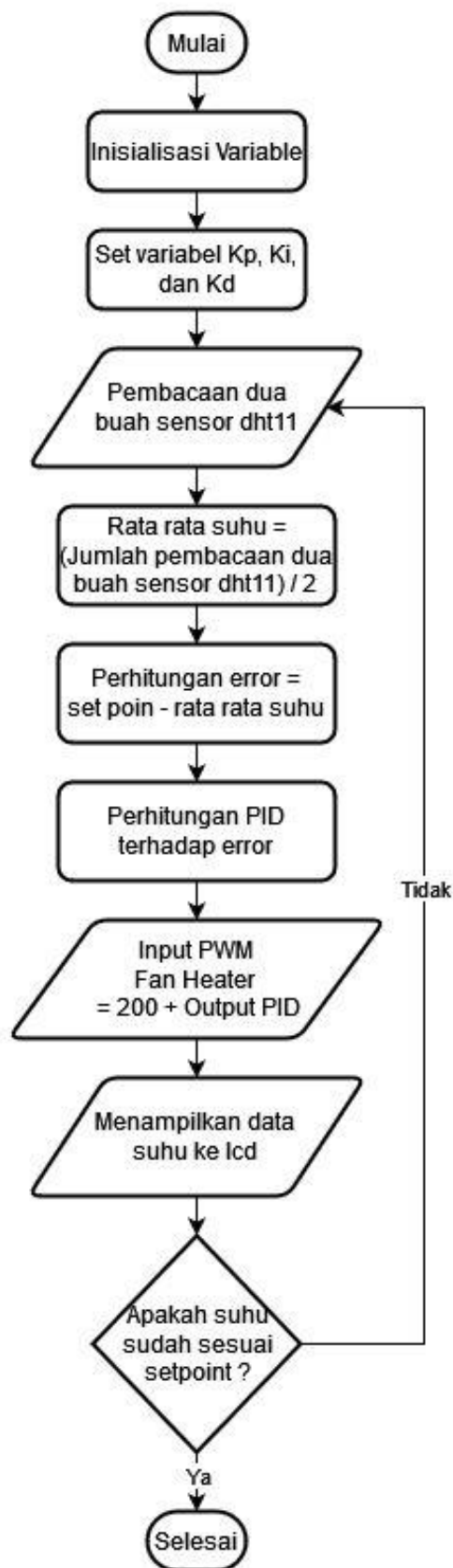
Pada Gambar 3.3 diatas menjelaskan terkait rangkaian sistem pada penelitian ini. Pin keluaran dari kedua sensor suhu DHT11 terhubung dengan pin *input* analog pada Arduino UNO. Kemudian pin SCL dan SDA dari LCD oled *display* terhubung dengan pin *input* analog pada Arduino UNO. Kemudian pin PWM dari *driver* DC VNH2SP20 terhubung dengan pin *input* digital (PWM) dari Arduino UNO. Pin *ouput* A dari *driver* DC VNH2SP20 terhubung dengan pin (-) dari PTC *fan heater* dan pin *output* B dari *driver* DC VNH2SP20 terhubung dengan pin (+) PTC *fan heater*. Pada gambar *wiring* diagram menjelaskan koneksi antar komponen berikut tabel penjelasan dari skematik rangkaian :

**Tabel 3. 3 Koneksi Antar Komponen**

Dari	Ke
Pin Vout sensor DHT11 pertama	Pin A1/ADC1 Arduino UNO
Pin Vout sensor DHT11 kedua	Pin A2/ADC2 Arduino UNO
Pin Vcc sensor DHT11	<i>Power supply 5V</i>
Pin GND sensor DHT11	Gnd
Pin Vcc Oled Display	<i>Power supply 5V</i>
Pin GND Oled Display	GND
Pin SDA Oled Display	Pin A4/SDA Arduino UNO
Pin SCL Oled Display	Pin A5/SCL Arduino UNO
Pin PWM pada <i>driver</i> DC VNH2SP20	Pin D11/PWM Arduino UNO
Pin GND <i>driver</i> DC VNH2SP20	GND
Pin Vin <i>driver</i> DC VNH2SP20	<i>Power supply 12V</i>
Pin <i>Output</i> A <i>driver</i> DC VNH2SP20	Pin (-) Fan Heater
Pin <i>Output</i> B <i>driver</i> DC VNH2SP20	Pin (+) Fan Heater

### 3.2.1.2 Perancangan *Software*

Setelah dibuat rancangan pada *hardware*, kemudian dibuatkan sebuah perancangan *software* yang dibuat menggunakan Arduino IDE. Berikut ini *flowchart* mengenai perancangan *software* :



Gambar 3. 4 *Flowchart* Sistem

Berdasarkan Gambar 3.4 menjelaskan mengenai perancangan *software* pada penelitian ini. Tahap pertama inisialisasi *variable* yang digunakan dalam program. Kemudian perancangan *variable* PID yaitu menentukan parameter PID untuk mendapatkan nilai Kp, Ki, dan Kd. Penentuan nilai parameter PID ini dengan menggunakan metode *tunning cohen coon*. Pada metode *Cohen Coon* akan dicari nilai parameter seperti Kp, Ki, dan Kd seperti pada tabel 2.3 bagian pengendali PID.

Selain untuk menentukan parameter kp, ki, dan kd, pada proses ini juga menentukan nilai *setpoint* yang akan digunakan. Nilai *setpoint* ini adalah nilai suhu ASI yaitu 37°C. Kemudian sensor DHT11 membaca suhu dan keluaran dari pembacaan suhu tersebut. Pembacaan suhu dengan menggunakan nilai rata-rata dari pembacaan 2 buah sensor DHT11 dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pembacaan suhu} = \frac{\text{jumlah pembacaan 2 sensor DHT11}}{2} \quad (3.1)$$

Kemudian hasil rata-rata suhu dibandingkan dengan *setpoint* yang diinginkan untuk mendapatkan nilai *error*. Untuk nilai *error* dari pembacaan suhu didapatkan dari rumus sebagai berikut :

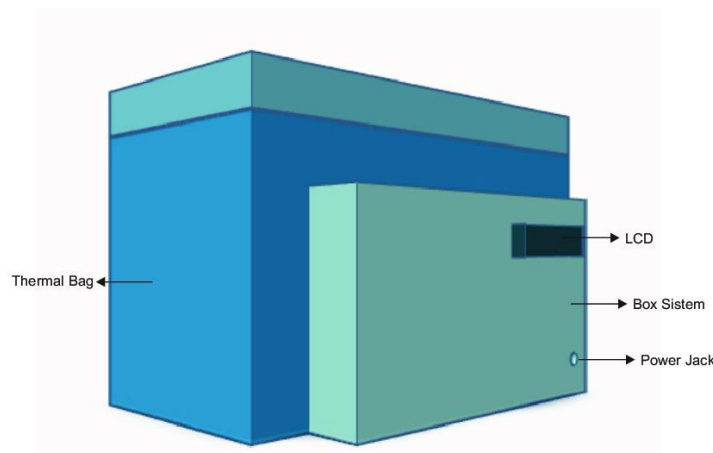
$$\text{nilai error suhu} = \text{setpoint} - \text{suhu pembacaan sensor} \quad (3.2)$$

Kemudian tahap perhitungan PID terhadap *error* adalah perhitungan nilai P, I, dan D terhadap nilai *error* yang telah didapatkan sebelumnya. Kemudian *output* dari P, I, dan D tersebut digunakan untuk menghitung nilai *input* PWM yang akan digunakan. Dimana nilai PWM yang diatur pada awal sistem sebesar 200 yang mana nilai tersebut akan dijumlahkan dengan nilai P, I, dan D yang telah didapatkan. Kemudian *output* PWM dari Arduino UNO tersebut mengatur *driver* motor DC VNH2SP30. Dimana tegangan yang masuk ke *driver* motor DC VNH2SP30 bersumber dari *power supply* dan akan mengatur *fan heater*. Kemudian LCD akan menampilkan nilai suhu. Apabila nilai *setpoint* dan pembacaan suhu memiliki selisih yang jauh dan menghasilkan *error* yang tinggi maka akan dilakukan evaluasi dan perbaikan sistem baik pada program maupun pada perhitungan parameter PID yaitu pada penentuan kp, ki, dan kd. Apabila *setpoint* dan pembacaan suhu telah sesuai dan atau menghasilkan nilai *error* yang kecil maka akan dilakukan pengambilan data dan menganalisa sistem pada alat penghangat ASIP berbasis kontrol PID.

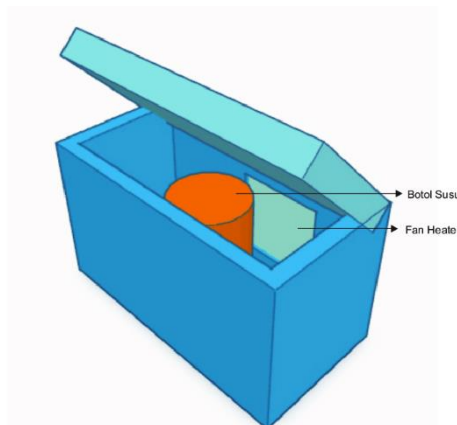


### 3.2.1.3 *Prototype* Penghangat ASIP

*Prototype* penghangat ASIP merupakan alat yang berisi *box* penghangat, mikrokontroler, dan sensor yang bekerja untuk mengetahui suhu. Dimana sensor sebagai nilai masukan akan di koneksi ke sebuah mikrokontroler akan di program dengan Pengendali PID melalui *software* Arduino IDE dan keluarannya akan terkoneksi dengan aktuator untuk mendapatkan nilai sesuai *setpoint* yang diinginkan. *Prototype* yang digunakan berbentuk *box* dengan dimensi Panjang 20 cm, lebar 14 cm, dan tinggi 18 cm dengan menggunakan aluminium *thermal bag*. Berikut gambar *design prototype* penghangat ASIP :



**Gambar 3. 5 *Design Prototype* Penghangat ASIP**



**Gambar 3. 6 Bagian Dalam *Design Prototype* Penghangat ASIP**

Pada Gambar 3.5 merupakan *design* alat penghangat ASIP dan keterangan tiap bagian. Pada bagian dalam *thermal bag* digunakan sebagai tempat penghangat botol yang berisi ASIP dengan *volume* 75ml. kemudian bagian *box* sistem yang berisikan rangkaian sistem seperti mikrokontroler, sensor, dan *fan heater*. Kemudian bagian luar *box* terdapat LCD sebagai menampilkan bacaan suhu dan

*power jack* sebagai penghubung sistem dengan catu daya. Pada bagian dalam *thermal bag* dapat memuat botol ASI dengan ukuran botol 125ml seperti pada Gambar 3.6 yang memperlihatkan bagian dalam *thermal bag* dan sebuah botol ASI yang akan dihangatkan.

### **3.3 METODE PENGUJIAN**

Pada metode pengujian ini dibagi menjadi 2 tahap pengujian sebagai berikut :

#### **3.3.1 Pengujian Sistem Konvensional**

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon sistem tanpa menggunakan pengendali PID. Nilai respon sistem dari pengujian ini akan digunakan untuk pengujian sistem dengan menggunakan pengendali PID. Kemudian pengujian ini akan dibandingkan dengan pengujian sistem yang menggunakan pengendali PID untuk mendapatkan perbandingan sistem mana yang memiliki respon sistem yang cepat dan juga stabil. Data suhu yang didapatkan dari pengujian sistem konvensional ini digunakan untuk mencari nilai L dan T yang mana nilai tersebut digunakan untuk menghitung parameter Kp, Ki, dan Kd. Setelah data suhu dari sistem konvensional didapatkan kemudian digunakan sebagai parameter untuk menganalisis respon sistem.

#### **3.3.2 Pengujian Sistem Dengan PID**

Pengujian sistem dengan menggunakan pengendali PID. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon sistem dengan menggunakan pengendali. Pengujian ini menggunakan parameter Kp, Ki, dan Kd yang telah didapatkan dengan menggunakan 2 metode *tunning* yaitu metode *Cohen Coon* dan metode *Ziegler Nichol*. Setelah data suhu dari sistem dengan pengendali didapatkan kemudian digunakan sebagai parameter untuk menganalisis respon sistem. kemudian dari analisis respon kedua metode tersebut dibandingkan parameter Kp, Ki, dan Kd mana yang paling baik untuk digunakan pada sistem.

### 3.3.2.1 Metode *Cohen Coon*

Pada metode *Cohen Coon* akan dicari nilai untuk parameter  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$ . Dimana parameter  $T_i$  digunakan untuk mendapatkan parameter  $K_i$  dan parameter  $T_d$  digunakan untuk mendapatkan parameter  $K_d$  dengan penjabaran rumus sebagai berikut :

$$K_p = \frac{1}{K} \left( \frac{T}{L} \right) \left[ \frac{4}{3} + \frac{1}{4} \frac{L}{T} \right] \quad (3.3)$$

$$T_i = L \left[ \frac{32 + 6 \frac{L}{T}}{13 + 8 \frac{L}{T}} \right] \quad (3.4)$$

$$T_d = L \left[ \frac{4}{11 + 2 \frac{L}{T}} \right] \quad (3.5)$$

$$K_i = \frac{1}{T_i} \quad (3.6)$$

$$K_d = T_d \quad (3.7)$$

### 3.3.2.2 Metode *Ziegler Nichols*

Pada metode *Ziegler Nichol* akan dicari nilai parameter seperti  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$ . Dimana parameter  $T_i$  digunakan untuk mendapatkan parameter  $K_i$  dan parameter  $T_d$  digunakan untuk mendapatkan parameter  $K_d$  dengan penjabaran rumus sebagai berikut :

$$K_p = 1,2 \left( \frac{T}{L} \right) \quad (3.8)$$

$$T_i = 2L \quad (3.9)$$

$$T_d = 0,5 L \quad (3.10)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad (3.11)$$

$$K_d = K_p \cdot T_d \quad (3.12)$$

### 3.3.3 Pengujian Analisa Tanggapan Waktu

Pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui respon pada setiap pengujian yang dilakukan mulai dari pengujian sistem tanpa pengendali dan pengujian sistem dengan pengendali baik pada metode *cohen coon* maupun *ziegler nichols*. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui terkait

performansi sistem, diantaranya adalah *time rise*, *time peak*, *time settling*, *overshoot*, dan *error steady state* dengan penjelasan sebagai berikut :

a. *Time Rise*

Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat respon sistem dengan pengukuran yang dimulai dari t=0 hingga respon memotong garis *error steady state* yang pertama.

b. *Time Peak*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur waktu yang dimulai saat t=0 hingga respon mencapai puncak pertama kali.

c. *Time Settling*

Pengujian ini dilakukan dengan cara memastikan waktu respon berada pada  $\pm 5\%$  atau  $\pm 2\%$  atau  $\pm 0,5\%$  dari respon *error steady state*.

d. *Overshoot*

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai maksimum respon yang telah melebihi nilai *error steady state* dengan nilai *error steady state*. Pada perhitungan *overshoot* dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Overshoot} = \left| \frac{\text{nilai puncak} - \text{set point}}{\text{set point}} \right| \times 100\% \quad (3.13)$$

e. *Error Steady State*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur nilai persense *error* posisi pada keadaan *steady state* atau keadaan tunak. Pada perhitungan *error steady state* dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Error Steady State (ESS)} = \left| \frac{\text{set point} - \text{suhu stabil}}{\text{set point}} \right| \times 100\% \quad (3.14)$$