

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PLC Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, mulai dari bulan Oktober - Desember 2015.

#### **3.2. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk membuat alat ini yaitu menggunakan metode penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian dilakukan dengan membuat alat yang dimulai dengan perancangan alat terlebih dahulu yang akan dibahas pada bagian Rancangan Penelitian, selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan perancangan yang dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

#### **3.3. Rancangan Penelitian**

##### **3.3.1. Pembuatan Trainer**

Langkah awal dalam pembuatan trainer pemanas air minum otomatis adalah mempersiapkan alat, bahan dan komponen listrik yang diperlukan.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan trainer:

1. Papan Kayu
2. Akrilik Putih
3. Baut dan paku

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan trainer:

1. Gergaji kayu dan besi
2. Tang Kombinasi
3. Tang Potong
4. Obeng (+) dan obeng (-)
5. Penggaris
6. Multitester digital
7. Bor Besi
8. Pensil dan Spidol
9. Holdsaw

Komponen listrik yang digunakan dalam pembuatan trainer yaitu:

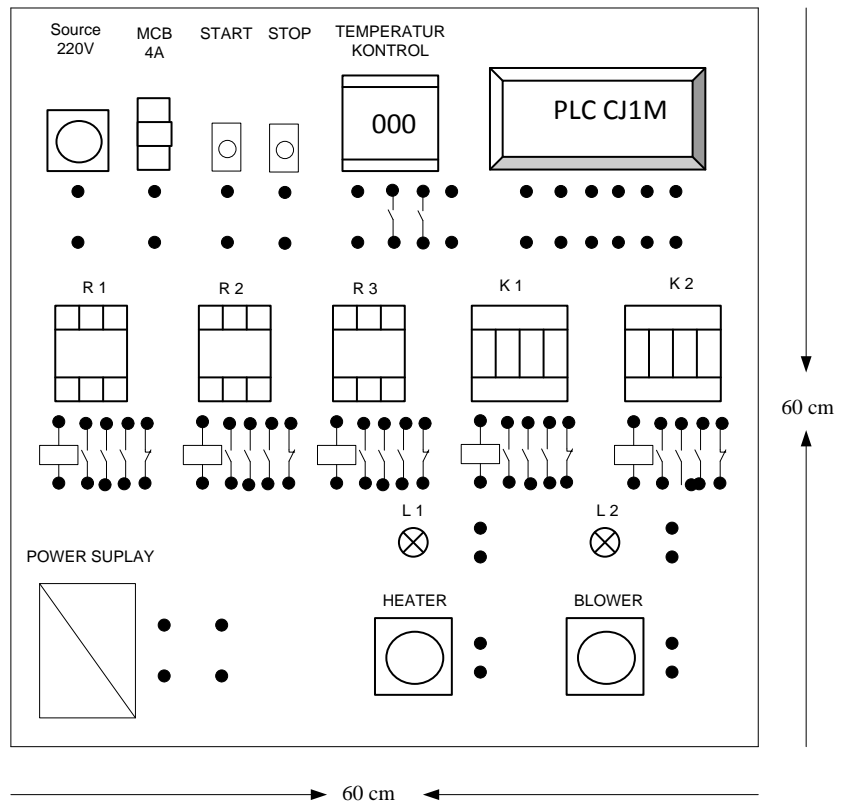
1. MCB Merlin Gerin 2 Ampere
2. Power Suplay 24 Volt DC
3. PLC OMRON CJ1M
4. Termokopel Type J
5. Temperatur Kontrol Type 24 R
6. Element Heater 350 Watt
7. Mug Air
8. Blower 24 Volt

9. Relay 24 Volt DC

10. Kontaktor 220 Volt AC

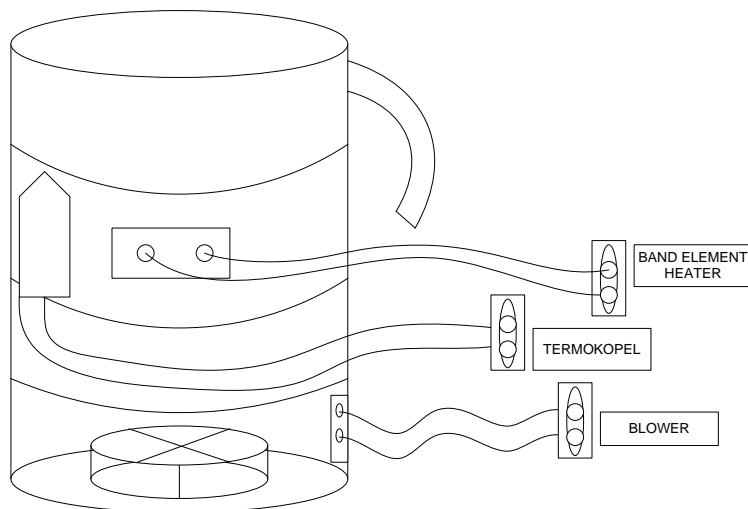
Dikarenakan penelitian merupakan pembuatan trainer, maka dilakukan pendahuluan dengan cara perancangan tata letak komponen listrik terlebih dahulu. Buatlah tata letak komponen pemanas suhu air minum seefisien mungkin dan jangan lupa ada unsur estetika seperti gambar layout 3.1. Pada pembuatan trainer pemanas air minum otomatis diperlukan beberapa tahapan yaitu:

1. Menentukan jumlah dan bentuk komponen listrik yang akan dipasang.
2. Mengukur jarak setiap komponen listrik.
3. Memotong akrilik dengan ukuran 60 x 60 cm.
4. Mengebor tanda-tanda komponen di akrilik.
5. Memasang komponen-komponen listrik yang sudah di disain seperti gambar layout 3.1.
6. Lakukan pengawatan pemanas air minum otomatis dengan benar.



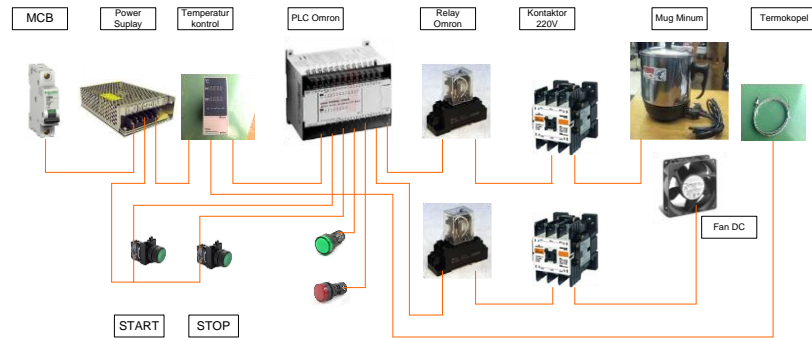
Gambar 3.1 Layout Trainer Pemanas Air Minum Otomatis

Sumber tegangan listrik yang digunakan pada pemanas air minum otomatis ini adalah 220 Volt AC. Air akan dipanaskan pada Mug minum dan bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mug Air Minum

Setelah bagian perencanaan tata letak komponen selesai, maka langkah selanjutnya merencanakan skema urutan kerja pemanas air minum otomatis yang dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema Urutan Kerja Alat

Sumber tegangan listrik yang digunakan pada pemanas air minum otomatis ini adalah 220 Volt AC maka naikan pengaman rangkaian atau MCB, posisikan *togle swicth* ke arah ON untuk menghidupkan temperatur kontrol, setting besarnya suhu yang diinginkan, dalam waktu 2 detik enkoder akan membaca digital input yang diberikan oleh shift key, kemudian komperator akan mengeluarkan output ke relay 12 volt DC. Out pertama yang dikeluarkan temperatur kontrol akan memberikan input ke PLC, kemudian output PLC akan menyulut relay 24 Volt DC, kemudian kontak NO pada relay tersebut akan menyulut kontaktor 220 Volt AC sehingga *heater* akan bekerja.

Jika temperatur air ingin segera dingin settinglah suhu temperatur dibawah aktual suhu maka termokopel akan memberikan masukan ke enkoder pada temperatur kontrol dan akan diolah oleh komperator, dari pengolahan data tersebut maka

komperator akan memberikan tegangan output ke relay 12 Volt DC pada temperatur kontrol, maka out kedua pada temperatur kontrol akan memberikan masukan pada PLC, kemudian PLC akan mengolah input tersebut dan memberikan output ke Relay 24 Volt DC, kemudian relay tersebut akan menyulut kontaktor 220 Volt AC, sehingga blower dapat bekerja.

Untuk menentukan pengaman arus pada rangkaian pemanas air minum otomatis maka diperlukan perhitungan daya yang terpasang :

- |                           |   |          |
|---------------------------|---|----------|
| 1. Band Element Heater    | = | 350 Watt |
| 2. Blower                 | = | 3 Watt   |
| 3. <u>Lampu Indikator</u> | = | 2 Watt   |
|                           | = | 355 Watt |

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$I = P / V \times \cos \varphi$$

$$I = 355 \text{ Watt} / 220 \text{ Volt} \times 0,8$$

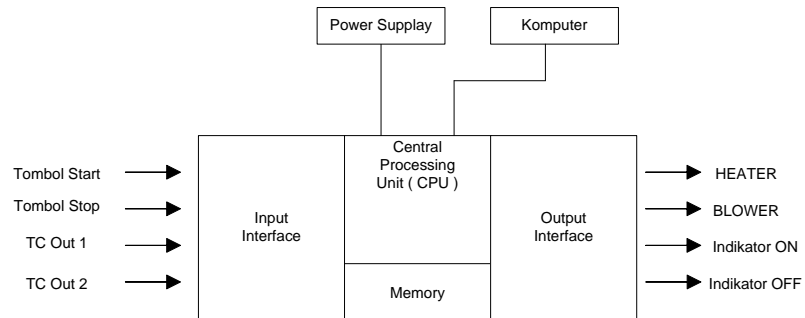
$$I = 355 \text{ Watt} / 176 \text{ Volt}$$

$$I = 2,01 \text{ Ampere}$$

Setelah mengetahui beban yang terpasang, langkah selanjutnya yaitu menentukan *Miniatur Circuit Breaker* (MCB). Sesuai dengan standar PLN maka rangkaian tersebut menggunakan pengaman MCB 2 Ampere.

### 3.3.2. Perancangan Sistem Kendali PLC

Perancangan sistem kendali PLC untuk sistem pemanas air minum dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bagan Kerja PLC CJ1M

Cara kerja PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan input untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencanaan (*programmer*) untuk mengontrol keadaan output. Komponen sistem kendali PLC terdiri atas CPU, peralatan *input*, peralatan *output*, peralatan penunjang dan catu daya<sup>1</sup>.

Komponen sistem kendali PLC terdiri atas CPU, peralatan *input*, peralatan *output*, peralatan penunjang, dan catu daya. Penjelasan masing-masing komponen sebagai berikut:

#### 1. CPU-PLC

PLC terdiri atas CPU (*Central Processing Unit*), memori, modul *interface input* dan *output* program kendali disimpan dalam memori program.

<sup>1</sup>Suhendar, *Programmable Logic Control (PLC)*, Jilid 1 (Cet. 1 ; Yogyakarta : Graha Ilmu, 2005), h. 26-28.

Program mengendalikan PLC sehingga saat sinyal *input* dari peralatan *input* menjadi *on*, timbul respon yang sesuai. Respon ini umumnya menghidupkan sinyal *output* pada peralatan *output*.

CPU adalah mikroprosesor yang mengkoordinasikan kerja sistem PLC. CPU pada PLC dapat mengeksekusi program, memproses sinyal *input* atau *output*, dan mengkomunikasikan dengan peralatan luar. Memori adalah daerah yang menyimpan sistem operasi dan data pemakai. Sistem operasi sesungguhnya *software* yang mengkoordinasikan PLC. Program kendali disimpan dalam memori pemakai.

Ada dua jenis memori yaitu: ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Access Memor*). ROM adalah memori yang hanya dapat diprogram sekali. Penyimpanan program dalam ROM bersifat permanen, maka ia digunakan untuk menyimpan sistem operasi. Ada sejenis ROM, yaitu EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) yang isinya dapat dihapus dengan cara menyinari menggunakan sinar ultraviolet dan kemudian diisi program ulang menggunakan PROM *Writer*.

*Interface* adalah modul rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan sinyal pada peralatan luar. *Interface input* menyesuaikan sinyal dari peralatan *input* dengan sinyal yang



dibutuhkan untuk operasi sistem. *Interface output* menyesuaikan sinyal dari PLC dengan sinyal untuk mengendalikan peralatan *output*.

## 2. Peralatan *Input*

Peralatan *input* adalah yang memberikan sinyal kepada PLC dan selanjutnya PLC memproses sinyal tersebut untuk mengendalikan peralatan *output*. Peralatan *input* itu antara lain:

- a. Berbagai jenis saklar, misalnya tombol, saklar *toggle*, saklar batas, saklar *level*, saklar tekan, saklar *proximity*.
- b. Berbagai jenis sensor, misalnya sensor cahaya, sensor suhu, sensor *level*, sensor *infrared*.

## 3. Peralatan *Output*

Sistem otomatis tidak lengkap tanpa ada peralatan *output* yang dikendalikan. Peralatan *output* itu misalnya: Kontaktor, Motor Listrik, Lampu, *Buzzer*.

## 4. Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang adalah peralatan yang digunakan dalam sistem kendali PLC, tetapi bukan merupakan bagian dari sistem secara nyata. Maksudnya, peralatan ini digunakan untuk keperluan tertentu yang tidak berkaitan dengan aktifitas pengendalian. Peralatan penunjang itu antara lain:

- a. Berbagai jenis alat pemrogram, yaitu komputer, *software ladder*, konsol pemrogram, *programmable terminal*, dsb.
- b. Berbagai *software ladder*, yaitu: SSS, LSS, Syswin, dan CX Programmer.
- c. Berbagai jenis memori luar, yaitu: disket, CD ROM, *flash disk*.

5. Catu Daya

PLC adalah sebuah peralatan digital dan setiap peralatan digital membutuhkan catu daya DC. Catu daya ini dapat dicatu dari luar atau dari dalam PLC itu sendiri. PLC tipe modular membutuhkan catu daya dari luar, sedangkan pada PLC tipe *compact*, catu daya tersedia pada unit.

**3.3.3. Penetapan Input atau Output PLC**

Tabel 3.1 Penetapan Alamat Input

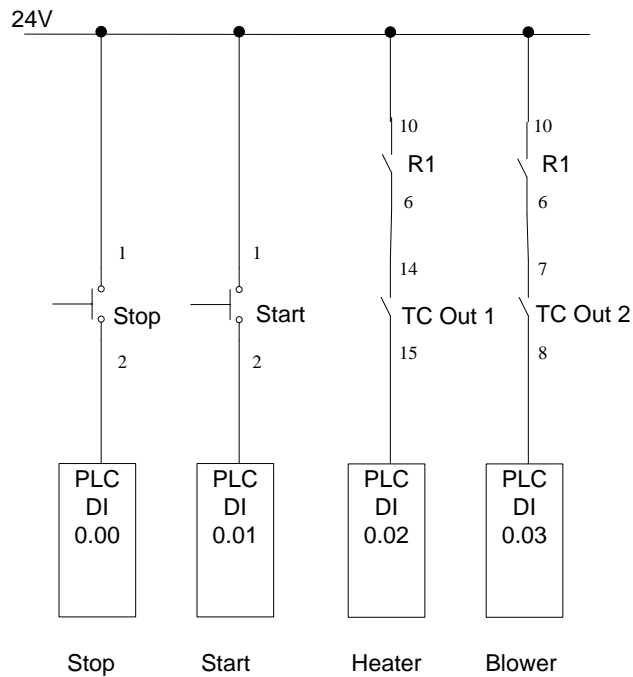
NO	Alamat Input	Keterangan
1	0.00	Tombol STOP
2	0.01	Tombol START
3	0.02	Temperatur Control Out 1
4	0.03	Temperatur Control Out 2

Tabel 3.2 Penetapan Alamat Output

NO	Alamat Output	Keterangan
1	1.00	Relay Start
2	1.01	Band Element Heater
3	1.02	Blower
4	1.03	Indikator heater
5	1.04	Indikator blower

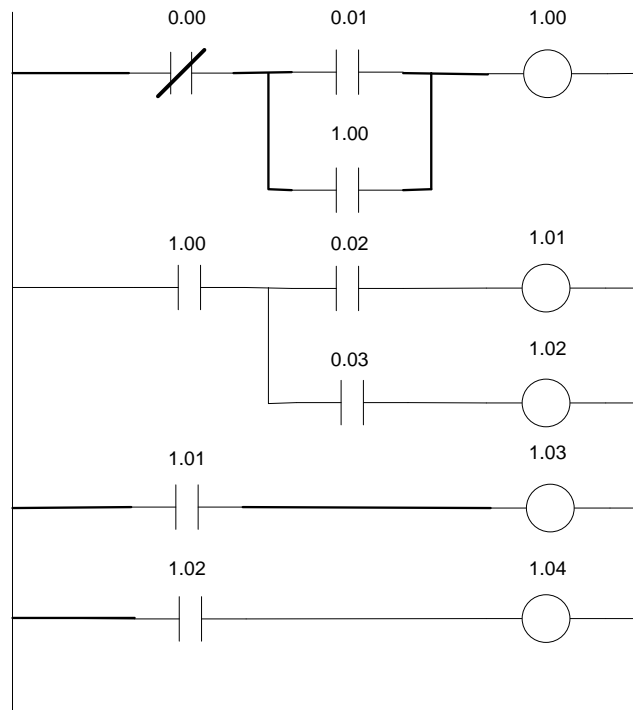
### 3.3.4. Program PLC

Pengawatan hardware yang masuk ke PLC digunakan untuk mengeksekusi perintah-perintah di dalam program ladder sesuai yang kita buat. Pengawatan tersebut bisa dilihat pada gambar 3.5.



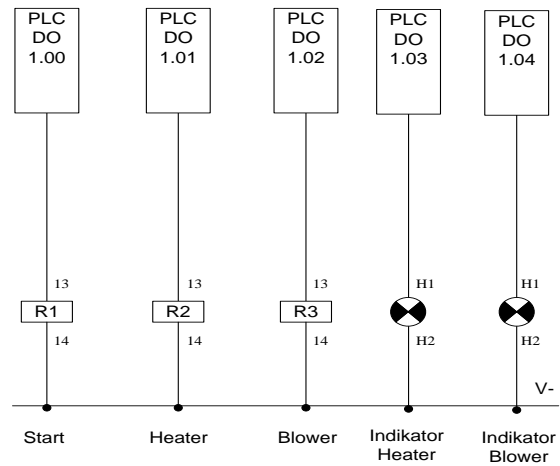
Gambar 3.5 Pengawatan Input PLC

Untuk membuat diagram ladder diperlukan software yang bernama cx-programmer. Kelebihan cx-programmer yaitu diagram ladder bisa disimulasikan sistem kerjanya, jika suatu program diagram ladder sudah benar maka program tersebut bisa ditransfer ke CPU PLC, diagram ladder untuk sistem pemanas bisa dilihat pada gambar 3.6.



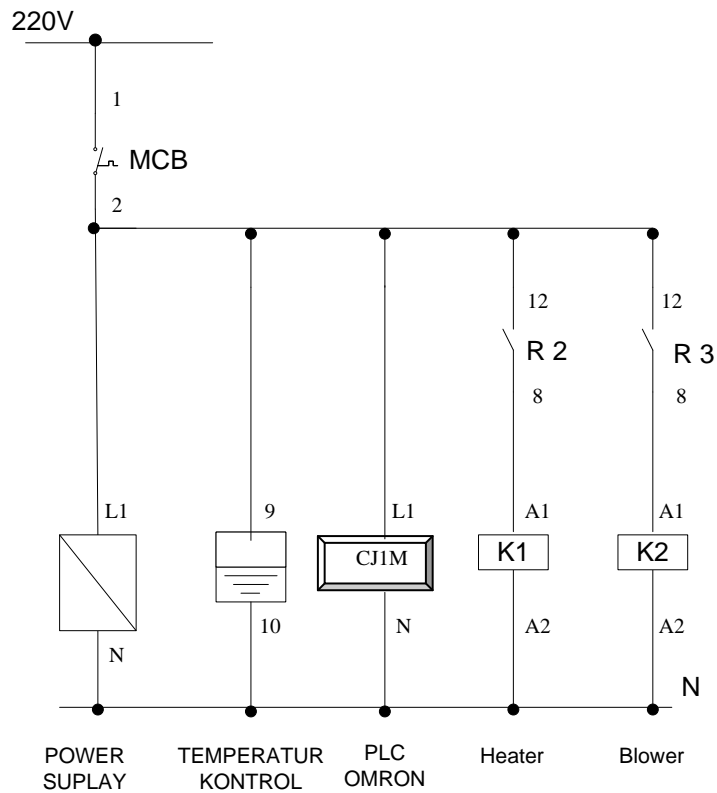
Gambar 3.6 Program Diagram Ladder PLC

Jika simulasi diagram ladder sudah benar maka output 1.01, 1.02, 1.03, 1.04, dan 1.05 akan bekerja sesuai dengan perintah inputan-inputan PLC. Output PLC tersebut kemudian disambungkan ke relay-relay seperti yang terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pengawatan Output PLC

Ketika output PLC sudah bekerja dan menyalakan relay-relay, maka kontak-kontak relay tersebut bisa digunakan untuk menyulutkan kontaktor, selonoid valve, indikator lampu dan lain-lain, seperti yang terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengawatan Garis Tunggal

### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Multimeter Digital digunakan untuk mengukur dan kalibrasi besarnya tegangan input dan output pada rangkain penguat op-amp.
2. Thermometer Digital digunakan untuk mengukur besarnya suhu air dari hasil pemanasan.
3. Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu (lamanya) hasil pemanasan air.

### 3.5 Kriteria Pengujian Alat

Untuk menguji apakah rangkaian yang dibuat tersebut dapat bekerja dengan baik, perlu dilakukan beberapa kriteria pengujian. Kriteria pengujian dilakukan dalam tiga tahap yaitu: kriteria pengujian pada komponen rangkaian input, komponen rangkaian pengatur suhu, dan komponen rangkaian output.

1. Kriteria pengujian komponen rangkaian input

Tabel 3.3 Pengujian Tegangan Tombol Start-Stop dan *out 1-out 2* pada *Temperature Control*

NO	Komponen	Alamat <i>Input</i> PLC	Tegangan ( <i>Volt</i> )	
			Tidak ditekan	Ditekan
1	Tombol <i>START</i>	0.00		
2	Tombol <i>STOP</i>	0.01		
3	OUT TC 1	0.02		
4	OUT TC 2	0.03		

2. Kriteria pengujian pengatur suhu

Tabel 3.4 Pengujian Waktu Suhu Naik Dengan Temperatur Kontrol

TZ4H

NO	VOLUME AIR (LITER)	ALAT UKUR SUHU	SUHU NAIK (0°C)	WAKTU (MENIT)
1	0,6	Temperatur Kontrol TZ4H	30 – 35	
2			35 – 40	
3			40 – 45	
4			45 – 50	
5			50 – 55	
6			55 – 60	
7			60 – 65	
8			65 – 70	
9			70 – 75	
10			75 – 80	

Tabel 3.5 Pengujian Waktu Suhu Turun Dengan Temperatur Kontrol

TZ4H

NO	VOLUME AIR (LITER)	ALAT UKUR SUHU	SUHU TURUN (0°C)	WAKTU (MENIT)
1	0,6	Temperatur Kontrol TZ4H	80 – 75	
2			75 – 70	
3			70 – 65	
4			65 – 60	
5			60 – 55	
6			55 – 50	
7			50 – 45	
8			45 – 40	
9			40 – 35	
10			35 – 30	

Tabel 3.6 Pengujian Waktu Suhu Naik Dengan Temperatur Digital

NO	VOLUME AIR (LITER)	ALAT UKUR SUHU	SUHU NAIK (0°C)	WAKTU (MENIT)
1	0,6	Temperatur Digital	30 – 35	
2			35 – 40	
3			40 – 45	
4			45 – 50	
5			50 – 55	
6			55 – 60	
7			60 – 65	
8			65 – 70	
9			70 – 75	
10			75 – 80	

Tabel 3.7 Pengujian Waktu Suhu Turun Dengan Temperatur Digital

NO	VOLUME AIR (LITER)	ALAT UKUR SUHU	SUHU TURUN (0°C)	WAKTU (MENIT)
1	0,6	Temperatur Digital	80 – 75	
2			75 – 70	
3			70 – 65	
4			65 – 60	
5			60 – 55	
6			55 – 50	
7			50 – 45	
8			45 – 40	
9			40 – 35	
10			35 – 30	

Tabel 3.8 Pengujian Instruksi Kontak NO – NC pada PLC

No	Alamat Input PLC	Kondisi Kontak PLC	
		Sebelum Kerja	Sesudah Kerja
1	0.00		
2	0.01		
3	0.02		
4	0.03		



Tabel 3.9 Pengujian Warna Koil Pada PLC

No	Alamat Output PLC	Warna Koil PLC	
		Sebelum Kerja	Sesudah Kerja
1	1.00		
2	1.01		
3	1.02		
4	1.03		
5	1.04		

Tabel 3.10 Pengujian Tegangan Pada Termokopel

No	Suhu ( °C )	Tegangan ( miliVolt )
1	30	
2	40	
3	50	
4	60	
5	70	
6	80	

### 3. Kriteria pengujian rangkaian output

Tabel 3.11 Pengujian Tegangan Output Pada PLC

No	Alamat Output PLC	Tegangan Output PLC (Volt)	
		Sebelum Kerja	Sesudah Kerja
1	1.00		
2	1.01		
3	1.02		
4	1.03		
5	1.04		

### 3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data kualitatif dimana data-data yang diperoleh akan dijadikan pertimbangan dalam menentukan kualitas dari alat yang telah dibuat. Dengan menggunakan berbagai data sekunder maka akan dapat menggali lebih dalam melalui analisisnya sendiri.