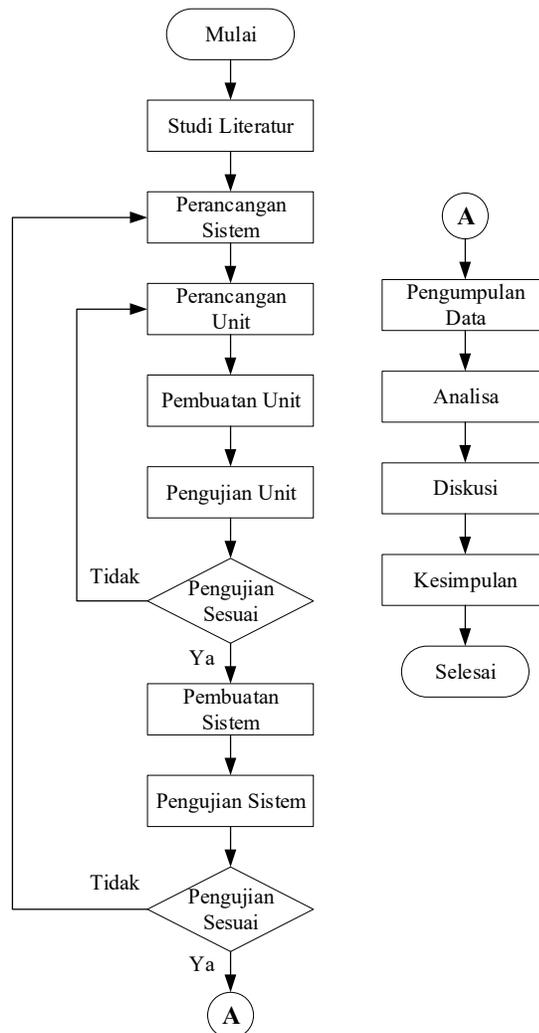


BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Untuk membuat sistem yang baik dan berfungsi sesuai dengan yang dituju, penelitian dilakukan melalui penyusunan tahapan penelitian. Tahapan tersebut dapat dilihat dalam *flowchart* pada Gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* tahapan penelitian

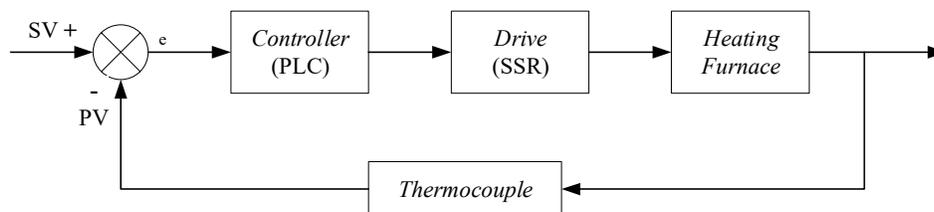
Dalam proses perancangan dan pembuatan sistem terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

1. Tahap pertama adalah memulai penelitian
2. Tahap kedua adalah studi literatur. Pada tahap ini dilakukan studi literatur dengan mencari referensi pendukung tentang sistem kendali, suhu, *electric muffle furnace*, PLC, HMI dan kendali PID. Referensi yang digunakan bersumber dari buku yang serta artikel ilmiah berupa jurnal nasional maupun internasional yang berhubungan dengan penelitian
3. Tahap ketiga adalah perancangan sistem, Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem kendali secara garis besar.
4. Tahap keempat adalah perancangan unit. Pada tahap ini dilakukan perancangan *electric muffle furnace*, perancangan *wiring diagram*, perancangan program PLC, serta perancangan desain *interface* HMI sebagai monitoring sistem.
5. Tahap kelima adalah pengujian unit. Pada tahap ini unit akan diuji kesesuaiannya terhadap spesifikasi perancangan. Jika tidak sesuai, maka akan dilakukan perancangan ulang unit.
6. Tahap keenam adalah pembuatan sistem. Pada tahap ini dilakukan pembuatan sistem kendali suhu dengan menghubungkan keseluruhan unit yang telah diuji.
7. Tahap ketujuh adalah pengujian sistem. Pada tahap ini sistem akan diuji kesesuaiannya terhadap spesifikasi perancangan sistem. Jika tidak sesuai, maka akan dilakukan perancangan sistem kembali.

8. Tahap kedelapan adalah analisa. Pada tahap ini akan dilakukan analisa dari data hasil pengujian.
9. Tahap kesembilan adalah diskusi. Pada tahap ini akan dilakukan diskusi dari hasil perancangan sampai hasil analisa.
10. Tahap kesepuluh adalah kesimpulan. Pada tahap ini akan dibuat kesimpulan berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.
11. Tahap kesebelas adalah penelitian selesai.

3.2. Tahapan Perancangan Sistem

Secara garis besar rancangan sistem kendali suhu pada *electric muffle furnace* adalah seperti pada Gambar 3. 2 meliputi *Setpoint* sebagai nilai *input* yang diinginkan, *Controller* sebagai proses kendali PID, *heating furnace* sebagai *output* dan sensor termokopel sebagai pembacaan nilai aktual suhu pada *furnace* serta menjadi *feedback* dari hasil pengukuran suhu.



Gambar 3. 2 Blok diagram rancangan sistem kendali

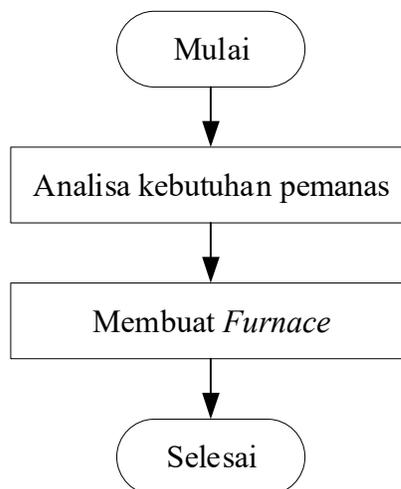
Untuk sistem monitoring dan data *logging* pada PLC menggunakan HMI yang diintegrasikan dengan unit PLC sehingga pada HMI akan menampilkan proses sistem dan menu-menu untuk mengatur proses pada sistem.

3.3. Tahapan Perancangan Unit

Perancangan unit merupakan tahapan dimana semua unit untuk kebutuhan sistem kendali akan didesain sehingga dapat dipresentasikan kedalam bentuk nyata. Perancangan unit meliputi unit *electric muffle furnace*, pengkabelan (*wiring*) PLC dan desain tampilan HMI

3.3.1. Tahapan Perancangan *Electric Muffle Furnace*

Electric muffle furnace akan dirancang mengikuti tahapan yang terdapat pada *flowchart* yang terdapat pada Gambar 3. 3



Gambar 3. 3 *Flowchart* perancangan *furnace*

Analisa kebutuhan pemanas diperlukan untuk menentukan spesifikasi reaktor kawat baik berupa ukuran panjang, ukuran diameter, dan nilai tahanan untuk membuat pemanas sesuai yang diinginkan. Serta menentukan isolator panas pada *furnace*.

3.3.2. Tahapan Perancangan *Wiring* PLC

Pada perancangan pengkabelan (*wiring*) pada unit PLC akan dilakukan mendesain tata letak komponen serta jalur pengkabelan PLC dengan unit *input*, *output* dan HMI, untuk menghubungkan masing-masing unit seperti *push button*, *pilot lamp*, SSR, dan HMI dapat mengacu pada *datasheet* setiap unitnya serta mengacu pada Lampiran 1

3.3.3. Tahapan Perancangan Desain Tampilan HMI

Perancangan desain tampilan HMI akan dilakukan dengan cara membuat tampilan menu-menu yang memuat perintah-perintah, data *logger*, mode *tuning* dan untuk memasukkan parameter PID maupun suhu dan waktu.

3.4. Tahapan Pengujian Unit

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui keadaan dan karakteristik dari setiap unit penyusun sistem. Pengujian unit mengacu pada *datasheet* dari masing-masing unit untuk mengetahui bagaimana tindakan yang akan diambil untuk melakukan pengujian. Contohnya, untuk mengetahui bagaimana cara pemasangan unit. Pada tahapan ini meliputi pengujian unit PLC, *furnace*, HMI, SSR, dan sensor temperatur.

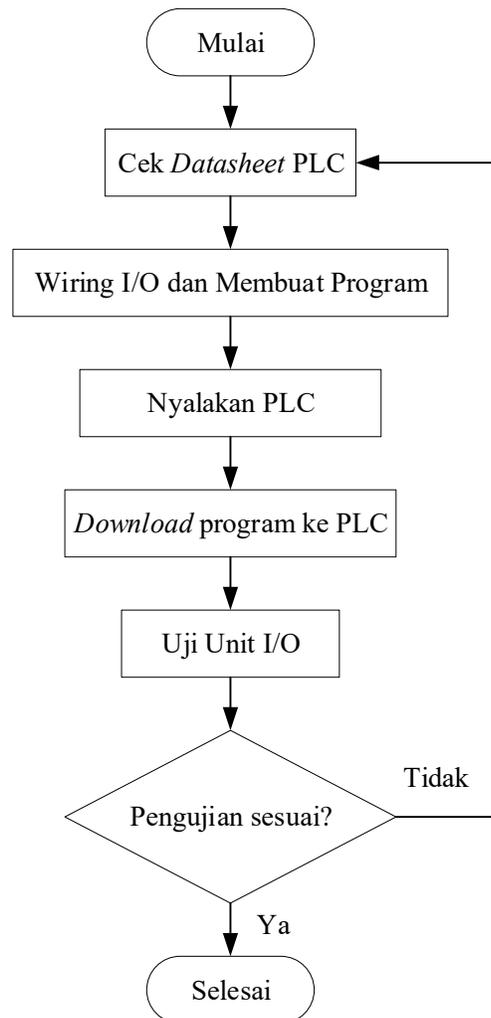
3.4.1. Tahapan Pengujian Unit *Furnace*

Pada pengujian unit *furnace* dilakukan dengan cara menyalakan pemanas melalui *driver* SSR sehingga didapatkan nilai suhu, tegangan, dan arus *furnace*.

3.4.2. Tahapan Pengujian Unit PLC

Pada tahap ini dilakukan pengujian unit PLC mengikuti *flowchart* Gambar

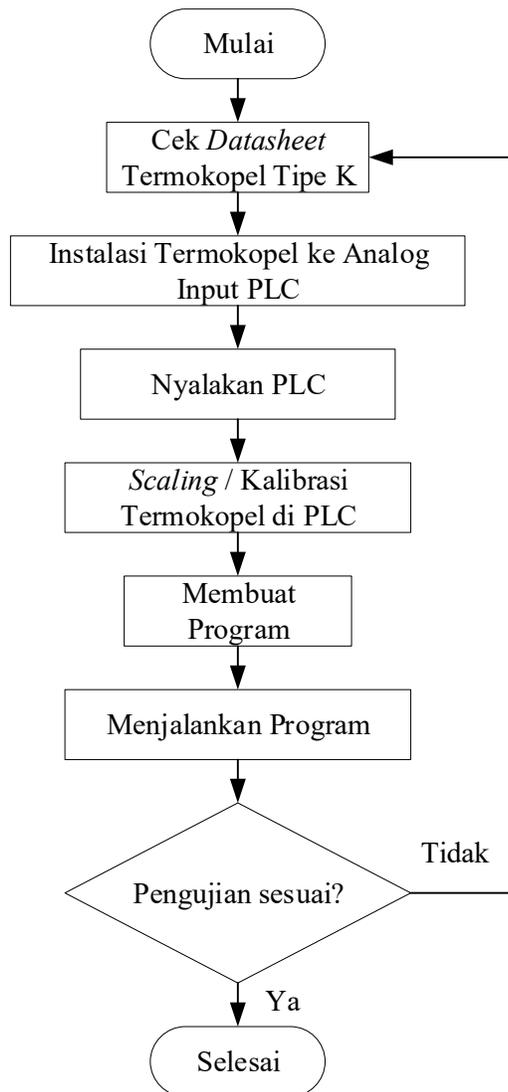
3. 4.



Gambar 3. 4 *Flowchart* pengujian *Programmable Logic Control*

3.4.3. Tahapan Pengujian Unit Temperatur Sensor

Pada penelitian ini unit temperatur sensor menggunakan sensor termokopel tipe-k. Pengujian unit termokopel tipe-k ini dilakukan pengujian mengikuti *flowchart* Gambar 3. 5.

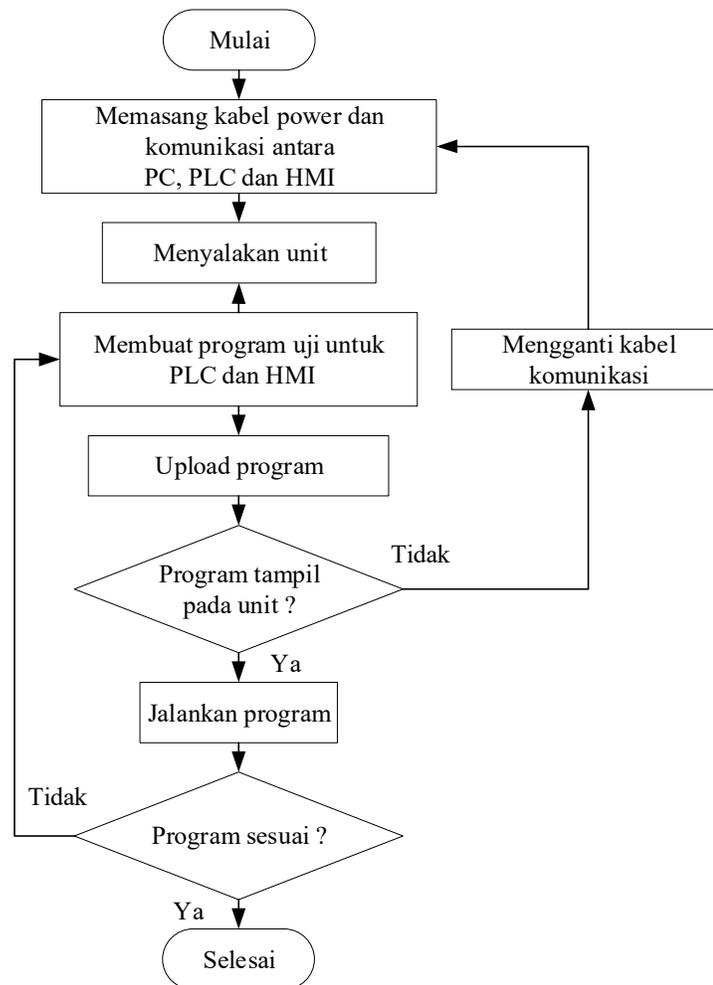


Gambar 3. 5 *Flowchart* Pengujian Termokopel Tipe-K

Kemudian hasil dari pembacaan termokopel di PLC dibandingkan dengan nilai pada alat ukur termometer digital untuk mengetahui nilai *error*.

3.4.4. Tahapan Pengujian Unit HMI

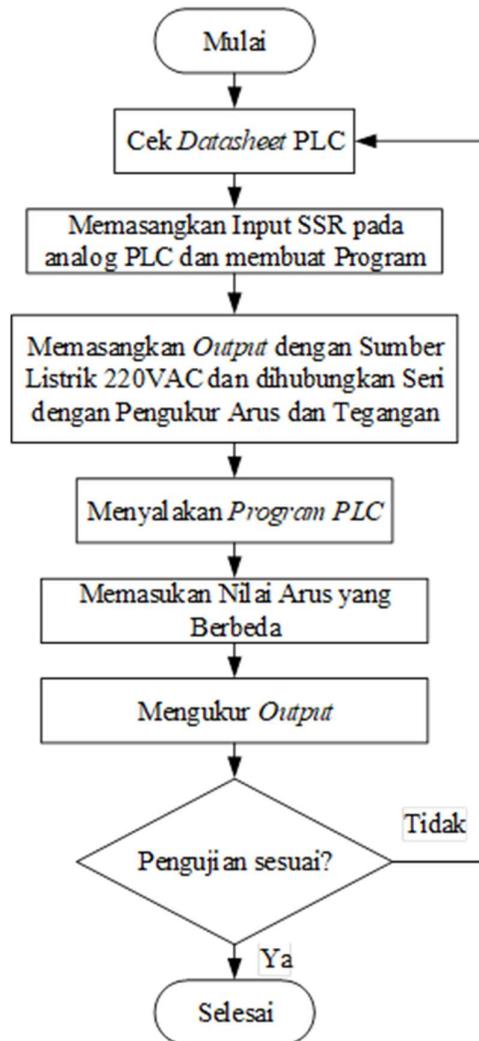
Pada tahapan pengujian unit HMI dilakukan dengan menguji fungsi-fungsi dari HMI dengan cara membuat desain seperti membuat simbol-simbol untuk intruksi ke PLC. Unit HMI akan diuji mengikuti *flowchart* Gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 *Flowchart* pengujian *Human Machine Interface*

3.4.5. Tahapan Pengujian Unit SSR

Pada pengujian unit SSR (*solid state relay*) ini dilakukan pengujian mengikuti *flowchart* Gambar 3. 7.



Gambar 3. 7 *Flowchart* pengujian *Solid State Relay*

Pengujian unit SSR diharapkan menghasilkan *output* tegangan dan arus yang bervariasi yang mengakibatkan elemen pemanas *furnace* dapat mudah dikendalikan suhunya.

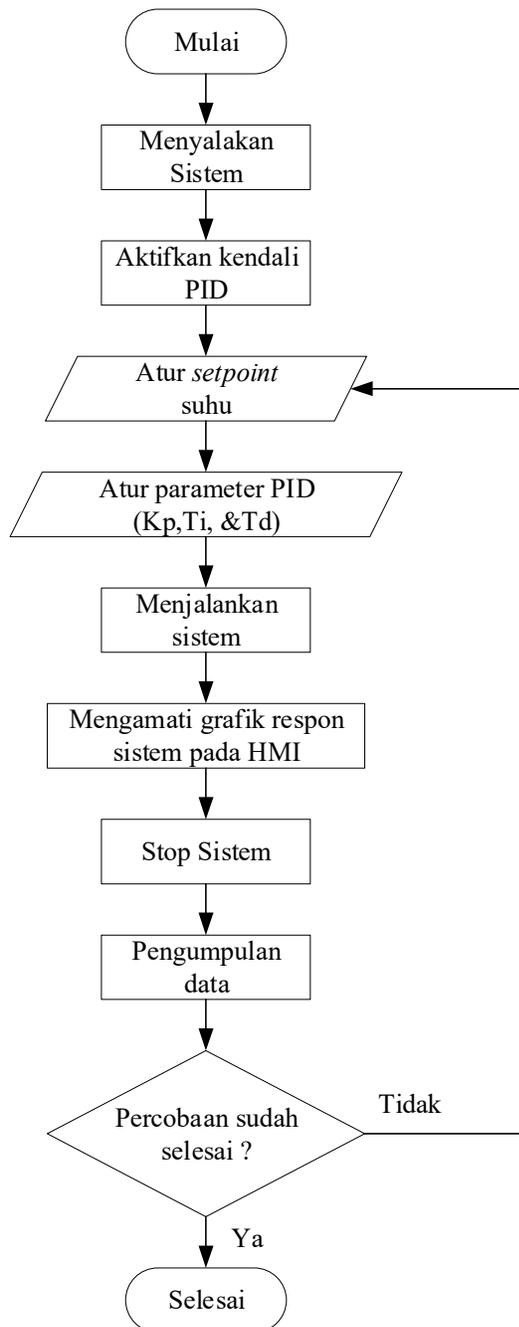
3.5. Tahapan Pembuatan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sistem dengan cara menggabungkan seluruh unit yang telah diuji.

3.6. Tahapan Pengujian Sistem

Pada tahapan ini dilakukan pengujian sistem mengikuti *flowchart* Gambar

3. 8 sistem tersebut telah terintegrasi antara semua unit.



Gambar 3. 8 *Flowchart* Pengujian Sistem

3.7. Alat dan Bahan

Dalam proses pembuatan sistem ini, penulis membutuhkan alat untuk merancang sistem baik *software* maupun *hardware*. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan dan pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 3. 1

Tabel 3. 1 Alat Perancangan Sistem

No.	Nama Alat	Keterangan
A. Hardware		
1.	<i>Personal Computer</i>	Acer Aspire V5, prosesor Core i5-4200U RAM 6 GB
B. Software		
1.	AutoCAD	Versi 2020 sebagai alat pembuat <i>layout hardware</i> sistem
2.	SEE <i>Electrical</i>	V7R2 sebagai alat pembuat desain <i>wiring diagram</i>
3.	TIA PORTAL	Versi 18 sebagai alat pemograman dan desain HMI pada PLC dan HMI Siemens
4.	SketchUp	Versi 2020 sebagai alat untuk desain <i>furnace</i>
C. Alat Ukur		
1.	Multimeter	Kyoritsu KEW Snap 2055, sebagai alat ukur arus, tegangan, resistansi dan lainnya
2.	Termometer	Sebagai alat ukur suhu untuk membandingkan dengan penguuran pada sistem yang telah dibuat
D. Alat Instalasi		
1.	Peralatan Instalasi Listrik	Alat untuk instalasi listik seperti obeng, tang potong, tang kombinasi, tang krimpung dan lainnya

Selain alat-alat tersebut dibutuhkan bahan-bahan untuk pada proses perancangan sistem. Bahan-bahan tersebut dapat diuraikan pada Tabel 3. 2

Tabel 3. 2 Bahan Perancangan Sistem

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	PLC	SIEMENS S7 1200 DC/DC/DC
2.	HMI	SIEMENS KTP700 Basic
3.	<i>Solid State Relay</i>	Autonic SPC1-50
4.	<i>Push Button</i>	NO, NC
5.	<i>Selector Switch</i>	2 posisi
6.	<i>Emergency Stop Button</i>	22mm 1NC
7.	<i>Pilot Lamp</i>	24 VDC
8.	<i>Buzzer</i>	24 VDC
9.	<i>Enclosure / Panel Box</i>	-
10.	Kabel	6 mm, 1,5 mm, 0,5 mm
11.	MCB	30A, 4A, 2A
12.	<i>Duct Cable</i>	25mm
13.	DIN rail	Alumunium
14.	Terminal Blok	30A
15.	Stoper Dinrail	-
16.	Kawat Nikelin	1mm, 0,8 ohm permeter
17.	Terminal keramik	30A
18.	Termokopel Tipe-K	-
19.	<i>Transmitter</i>	PK02 0-1300c 4-20A
20.	Bata Tahan Api	-
21.	Besi siku 30mm x 30mm	5 meter

3.8. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini dimulai pada bulan Oktober tahun 2023 yang bertempat di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Kampus 2, Kota Tasikmalaya.

3.9. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Waktu Pelaksanaan									
		Bulan Ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Penyusunan Proposal	■	■	■	■						
2.	Perancangan Sistem					■	■				
3.	Perancangan Unit						■	■	■	■	
4.	Pengujian Unit						■	■	■	■	
5.	Pembuatan Sistem							■	■	■	
6.	Pengujian Sistem								■	■	■
7.	Pembuatan Laporan					■	■	■	■	■	■