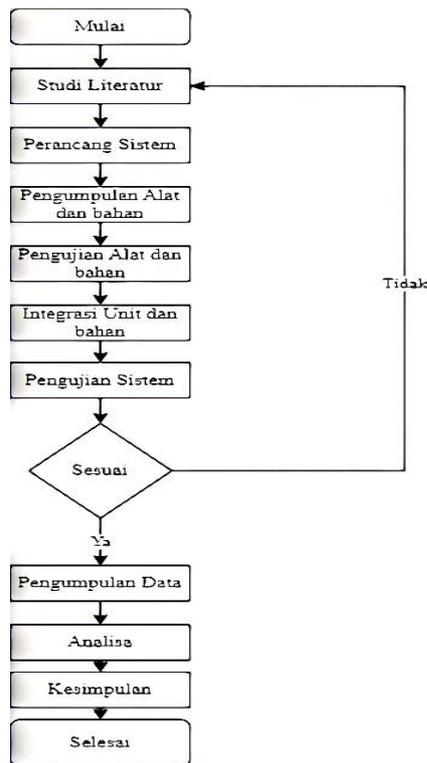


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Pada tahap ini sebelum memulai perancangan Kontrol sistem kendali suhu *electric muffle furnace* menggunakan sensor *thermokopel thype-K* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, ada beberapa tahapan penelitian yang dilakukan sebagai upaya untuk membuat sistem yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Tahapan tersebut dapat dilihat dalam flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Dari gambar 3.1 diatas, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penelitian. Dari setiap tahapannya, terdapat dua metode operasi yakni

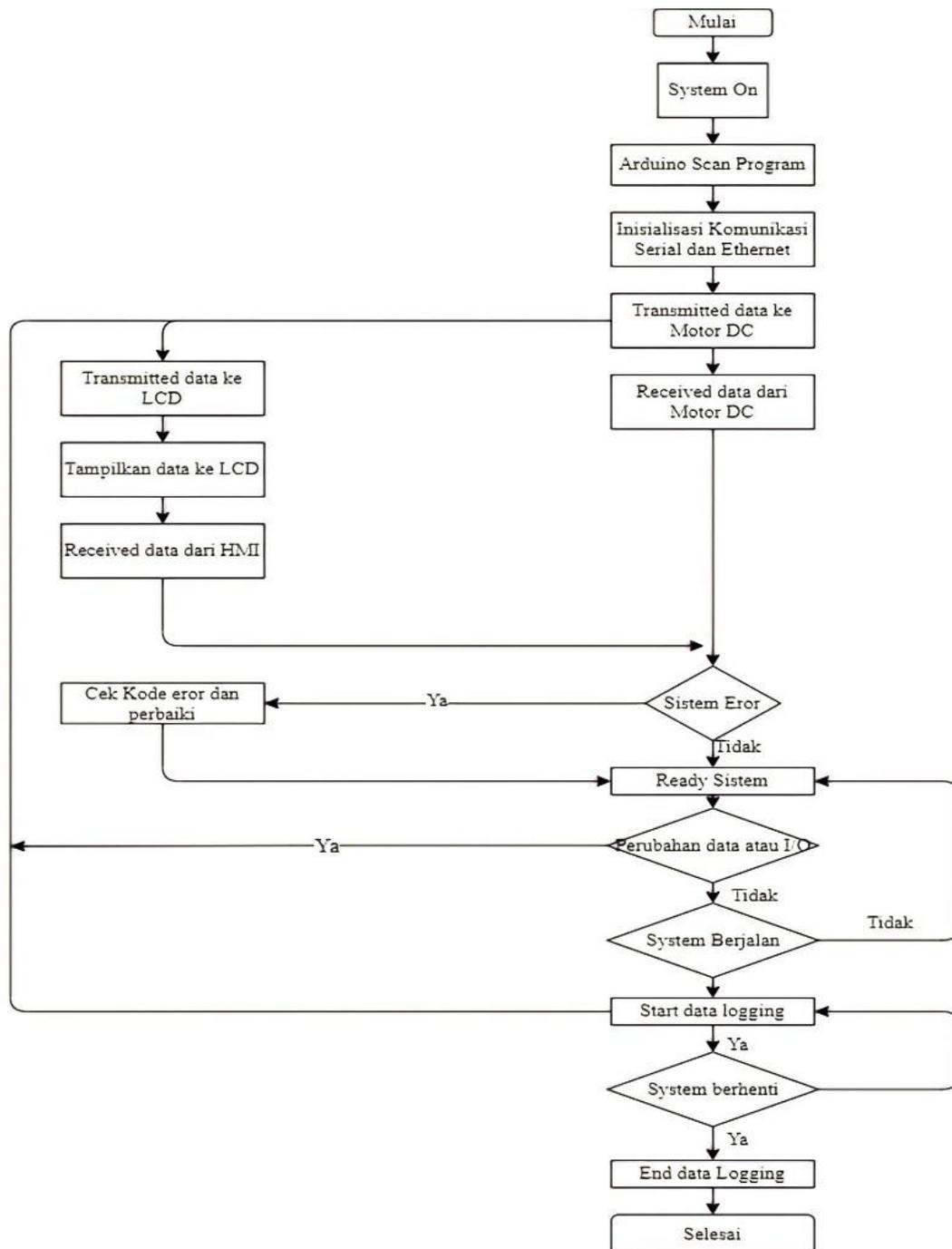
metode validasi dan metode hasil penelitian.

### **3.2 Studi literatur**

Pada proses ini dilakukan studi dalam mencari referensi sebagai landasan teori dan juga mempelajari teori yang berkaitan dengan Kontrol sistem kendali suhu *electric muffle furnace* menggunakan sensor *thermokopel thype-K* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Referensi terkait berupa artikel ilmiah, dimulai dari jurnal nasional maupun internasional serta beberapa buku elektronik.

### **3.3 Perancangan Sistem**

Dalam penelitian ini *furnace* / Tungku listrik menggunakan sistem kontrol PID yang kemudian dibagi menjadi dua, sistem elektronik dan perancangan perangkat lunak. Untuk perancangan sistem elektronik sendiri meliputi perancangan mikrokontroller arduino uno, perancangan sensor suhu Thermokopel Thype-K, perancangan LCD, Perancangan *relay* dan *reactor* kumparan, perancangan catu daya, dan juga perancangan *software*. Perancangan perangkat lunak/*software* berupa perancangan algoritma dan diagram alir *furnace*, dan juga perancangan program sistem mikrokontroler arduino uno. Dalam proses perancangan dilakukan beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem

Gambar 3.2 merupakan *flowchart* sistem, dimana ketika sistem dinyalakan Arduino akan melakukan *scanning* terhadap program yang ada didalam memori, kemudian melakukan inisialisasi komunikasi. Jika inisialisasi tidak menghasilkan *error*, maka sistem *ready* untuk menjalankan sistem. Tetapi jika terdapat *error*,

harus dilakukan pengecekan terhadap kode *error* tersebut, lalu diperbaiki sampai sistem dalam keadaan *ready*. Setiap perubahan data baik itu *input*, *output*, atau data di memori, maka akan di transmisikan oleh Arduino ke LCD dan Motor Servo. Tetapi, ketika tidak ada perubahan data sekalipun, proses kirim terima data terus berlangsung. Ketika system dalam kondisi *running*, Termokopel akan merekam data suhu aktual pada *electric muffle furnace*, dan ditampilkan pada LCD. Ketika motor servo di *stop*, proses rekam data dihentikan.

### 3.4 Pengumpulan Alat dan Bahan

Pada Tahap ini, alat dan bahan yang telah ditentukan perlu dikumpulkan untuk diuji sebagai salah satu tahap merancang sistem yang baik..

#### 3.4.1 Alat Perancangan

Alat yang digunakan dalam merancang sistem ini terbagi menjadi dua, yaitu alat desain dan alat instalasi. Alat desain ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat Desain

No.	Nama Alat	Keterangan
1	Laptop	Windows 10, Processor Intel ® Core™ i5 – 8250 U, RAM 8 GB
2	Software Arduino IDE	Versi 1.8.16 tahun 2020 (pemrograman arduino)
3	Software AutoCAD	Versi 2018 (pembuatan layout)

Alat instalasi yang digunakan, meliputi tang kombinasi, alat pelilit kawat kantal, obeng, palu, bor listrik, gerinda, mesin las, dan multimeter.

#### 3.4.2 Bahan Perancangan

Bahan yang digunakan dalam perancangan sistem ini terbagi menjadi dua, yaitu bahan perangkat keras dan bahan perangkat lunak. Bahan perangkat keras ditunjukkan dalam tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3. 2 Bahan Perangkat Keras

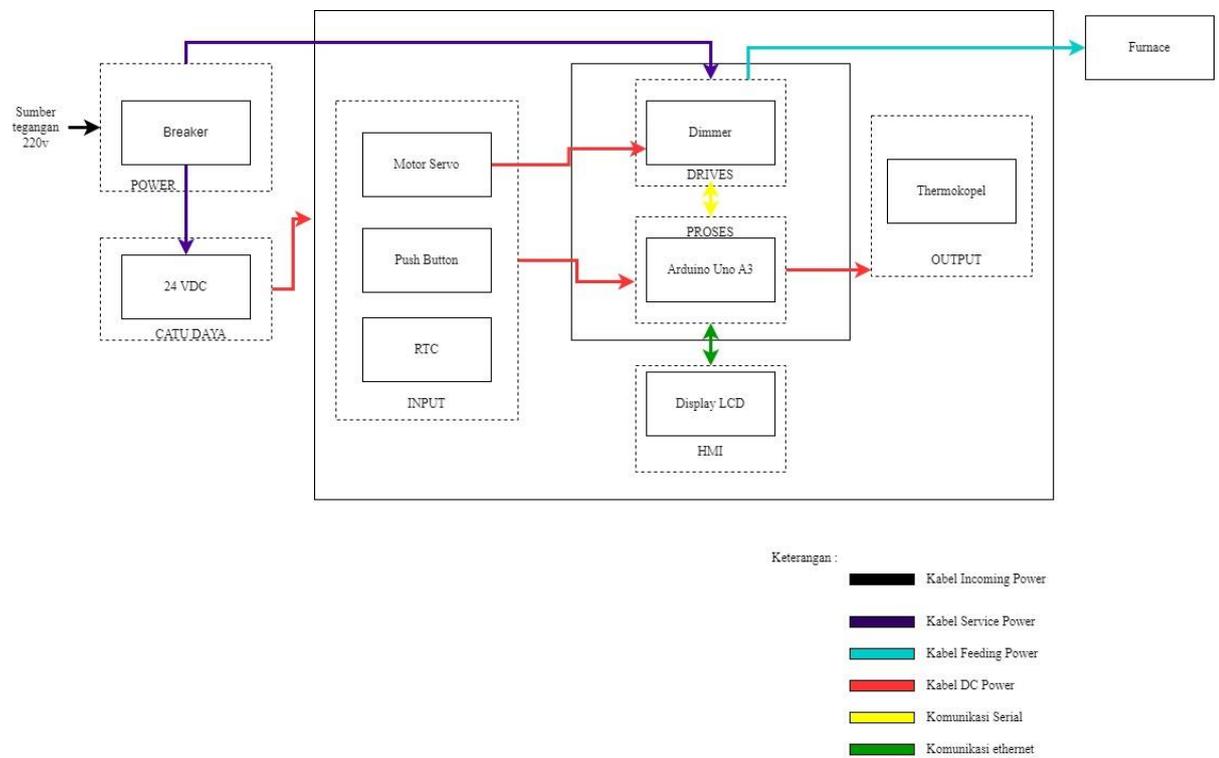
No.	Nama Bahan	Keterangan
1	<i>Electric muffle Furnace</i>	Sebagai Plant utama, didalamnya terdiri dari pemanas 1 dan pemanas 2, kipas pemanas dan sensor termokopel tipe-k
2	Dimmer	Sebagai pengatur naik dan turunnya arus dan tegangan pada sistem
3	Mikrokontroller Arduino uno	Sebagai unit controller untuk pemrosesan kontrol PID dan penentu operasi yang dijalankan sistem.
4	LCD dan Driver 12C LCD	Sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung
5	Sensor Termokopel Tipe-K	Sebagai pendeteksi suhu, kemudian data suhu dikirim ke mikrokontroller yang akan digunakan sebagai umpan balik dari sistem kendali on – off, kemudian datanya ditampilkan ke LCD
6	Push button	Sebagai input nilai setpoint pada sistem serta mengatur besarnya suhu oven oven listrik yang diinginkan dalam satuan celcius sebagai set point
7	RTC	Sebagai objek penentu waktu yang diinginkan

Untuk Bahan software ini meliputi wiring *diagram*, program Arduino, dan *layout* arsitektur

### 3.5 Perancangan Perangkat Keras

Gambar 3.3 merupakan arsitektur sistem yang bisa menggambarkan hubungan setiap unitnya. Garis-garis panah berwarna didefinisikan sebagai jenis kabel yang menghubungkan perangkat sesuai bloknnya. Garis panah hitam didefinisikan sebagai kabel Kendali sistem, yaitu kabel yang mengatur jalannya *system* . Garis panah Merah didefinisikan sebagai kabel *power*, yaitu kabel yang memberikan tenaga kepada sistem. Garis panah biru didefinisikan sebagai kabel input, yaitu kabel yang terhubung dengan arduino. Garis panah Hijau didefinisikan sebagai kabel *Output*, yaitu kabel yang terhubung dengan furnace berfungsi sebagai indicator pemantik dari furnace kepada system, Garis panah kuning didefinisikan sebagai kabel komunikasi *Display*, yaitu kabel yang terhubung dengan LCD yang berfungsi sebagai indicator tampilan dari nilai set point yang akan dimasukkan

kedalam system.



Gambar 3. 3 Arsitektur sistem

Sistem ini terdiri dari beberapa blok kerja, meliputi Blok *Power*, *Catu Daya*, *Input Output*, *Proses*, *Drives*, *HMI* dan *Motor Induksi 3 Fasa*. Pada blok *power*, terdiri dari gawai proteksi (*breaker*), meliputi MCB 1 pole yang berperan dalam proteksi sistem 1 fasa dan berfungsi sebagai pemutus atau pembatas arus dari *service power*, yaitu *power* yang melayani beban seperti perangkat Arduino, *catu daya*, dan sistem ON. kemudian adaptor DC atau *catu daya* berfungsi sebagai *power* atau tenaga pada arduino dan juga motor servo.

Pada blok *input*, terdiri dari *Push button*, motor servo dan modul RTC yang mana masing-masing input unit memiliki perannya masing-masing. *Push Button* berperan sebagai pemberi input masukan nilai *set point* yang akan di masukkan oleh user sementara itu Motor servo berperan sebagai penggerak potensio yang ada pada

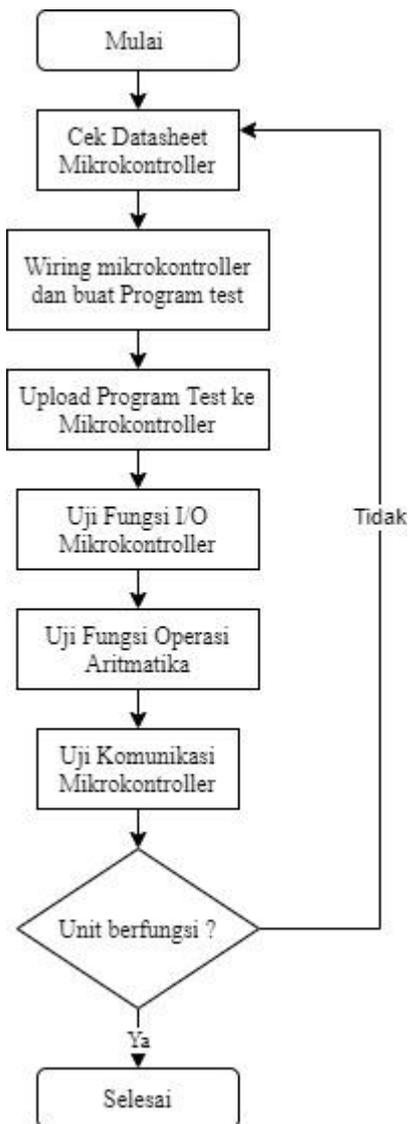
dimmer yang mana nantinya potensio pada dimmer akan berputar secara otomatis melalui perintah dari arduino atau *set point* kemudian Modul RTC berperan sebagai pegantur set waktu otomatis pada sistem.

### **3.6 Perancangan Perangkat Lunak**

Pada penelitian ini perancangan perangkat lunak terdiri dari algoritma beserta diagram alir keseluruhan dan prosedur program metode kontrol PID dalam *electric muffle furnace*. Pada mikrokontroler arduino uno dan sensor akan diprogram menggunakan bahasa C++ dengan program arduino IDE (*Integrated Development Environment*) pada Sistem komunikasi, perangkat komunikasi digunakan sebagai media penghubung antara mikrokontroler ke *interface* dengan program arduino.

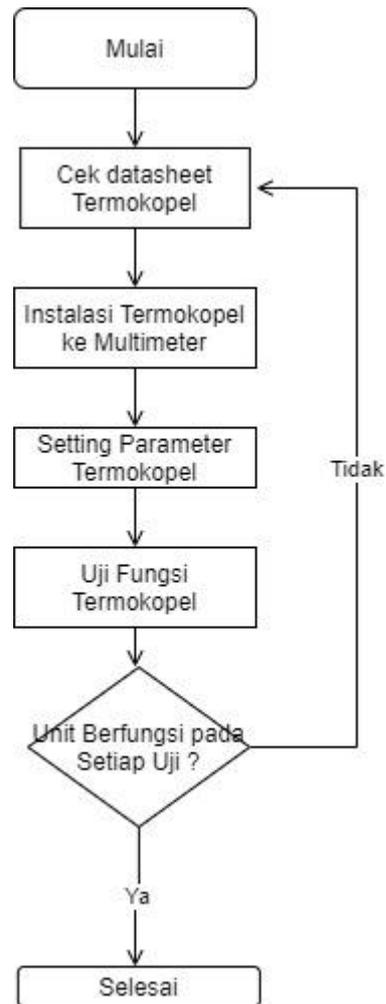
### **3.7 Pengujian Alat dan Bahan**

Dalam Proses ini dilakukan pengujian terhadap arduino, *muffle furnace*, termokopel dan *relay*. Jika unit yang diuji tersebut dapat berfungsi pada setiap ujinya, maka unit tersebut valid untuk dijadikan bahan penelitiannya.



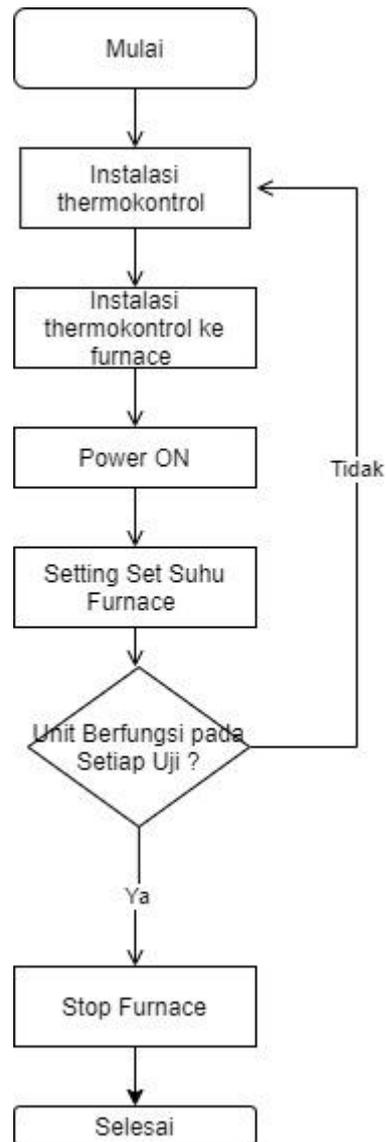
Gambar 3. 4 Flowchart Pengujian Arduino

Berdasarkan Gambar 3.4, pengujian unit mikrokontroller dimulai dengan mempelajari *datasheet* dari Mikrokontroller dan juga penggunaan *software* untuk pemrograman mikrokontroller. Setelah dilakukan observasi, diperlukan pembuatan *wiring* diagram dan program uji unit yang kemudian dilanjutkan instalasi *wiring* dan upload program ke mikrokontroller. Pada tahap program uji unit, dilakukan pengujian program pada pin I/O.



Gambar 3. 5 Flowchart Pengujian Termokopel

Pada gambar 3.5 pengujian termokopel dilakukan dengan menghubungkan termokopel dengan panas dari kompor atau pemanas manual sebagai *trigger* panas untuk termokopel, kemudian pengukurannya dibandingkan dengan alat ukur multimeter.

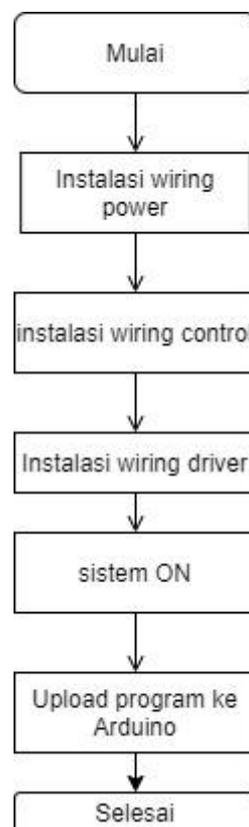


Gambar 3. 6 Flowchart Pengujian *Muffle Furnace*

Pada gambar 3.6 ditunjukkan tahap pengujian unit pada muffle furnace yang dimulai dengan instalasi thermokontrol *general* merek *autonic* sebagai pengujian awal apakah alat berfungsi dengan sempurna, pengecekan kumparan didalam *muffle furnace* apakah kumparan terlihat putus atau tidak. Setelah itu dilakukan instalasi *wiring* thermokontrol ke furnace. Setelah wiring, dilakukan setting suhu untuk pengecekan suhu untuk mengecek laju suhu dan titik puncak suhu.

### 3.8 Integrasi Unit dan Konfigurasi Sistem

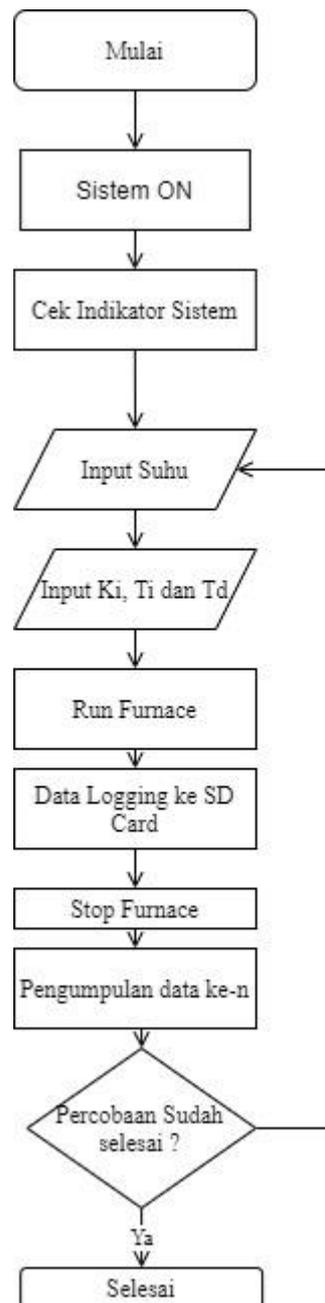
Proses ini merupakan penggabungan setiap unit yang telah dirancang untuk dijadikan suatu sistem, yaitu sebuah sistem kendali suhu *electric muffle furnace* dengan arduino uno A3 menggunakan kendali PID berbasis mikrokontroller yang disusun dan ditempatkan didalam kotak akrilik. Tahap ini dimulai dengan instalasi *wiring power, control* dan *driver* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.7. Hal tersebut termasuk konfigurasi komunikasi antara mikrokontroller, termokopel dan *display*. *Output* dari tahap ini yaitu sistem telah siap digunakan untuk tahap sistem.



Gambar 3. 7 Flowchart Integrasi Unit dan Konfigurasi Sistem

### 3.9 Pengujian Sistem

Dalam tahap ini, sistem yang telah dirancang hubungkan dengan beban untuk mendapatkan hasil penelitian.



Gambar 3. 8 Flowchart Pengujian Sistem

Berdasarkan Gambar 3.8, Pengujian sistem dimulai dengan menyalurkan *incoming power* ke sistem, lalu nyalakan sistem dan cek indikator sistem. Pengecekan meliputi status *power*, *run*, SD card dan juga komunikasi. Jika tidak terdapat eror, pengujian bisa dimulai dengan input suhu dan parameter PID. Input parameter PID dilakukan pencacahan berurutan untuk mencari nilai parameter terbaik untuk sistem

ini. Setelah itu *run furnace*, dimana data saat *starting furnace* direkam selama beberapa detik kemudian disimpan dalam sebuah SD card. Data yang disimpan berupa data laju arus dan suhu, frekuensi dan tegangan. Setelah *data logging* selesai, *stop furnace* dan lakukan percobaan selanjutnya dengan input nilai parameter PID selanjutnya sampai selesai. Metode dalam pengujian ini dinamakan metode *trial and error*.

### **3.10 Pengumpulan Data**

Pada Tahap ini dilakukan dengan cara mengumpulkan hasil data dari setiap pengujian, yaitu percobaan yang telah dilakukan dengan parameter PID yang berbeda-beda. Data yang dihasilkan dari Mikrokontroler berbentuk .csv dimana data ini akan dikonversi ke dalam data Microsoft Excel untuk persiapan tahap analisa.

### **3.11 Analisa**

Pada tahap ini dilakukan analisa data yang dihasilkan dari pengujian dimana respon dari laju arus dan suhu furnace. Dalam hal ini kestabilan dari respon sistem dicari sebagai *indicator* yang menjadi hasil penelitian.

### **3.12 Kesimpulan**

Setelah dilakukan analisa perlu ditarik kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan masalah berupa pengendalian suhu *electric muffle furnace* dilakukan dengan menjaga nilai tegangan dan frekuensi *furnace*. Untuk kestabilan pengendalian metode kendali PID dirancang dan dikonfigurasi dengan Potensiometer. Dengan menggunakan metode *trial and error* didapatkan nilai parameter PID yang paling baik untuk sistem. Hasil pengujian membuktikan bahwa kestabilan sistem dipengaruhi oleh implementasi PID. Dengan PID respon sistem

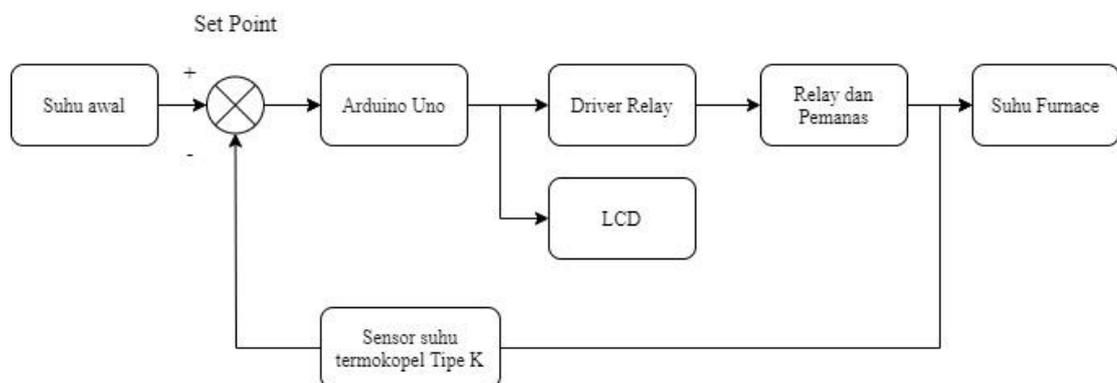
yang dihasilkan menjadi lebih baik dan stabil disbanding dengan tidak menggunakan PID. Parameter PID yang menghasilkan kestabilan sistem paling baik didapat dengan  $K_p = A$ ,  $T_i = B$  dan  $T_d = C$ .

### 3.13 Waktu dan Tempat pelaksanaan penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini dimulai pada bulan Desember tahun 2021 sampai dengan selesai yang bertempat di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya.

### 3.14 Diagram Blok Sistem

Sistem kendali Suhu Electric muffle Furnace dengan Arduino Uno A3 menggunakan kendali PID berbasis Mikrokontroler direpresentasikan dalam diagram blok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9



Gambar 3. 9 Diagram Blok sistem