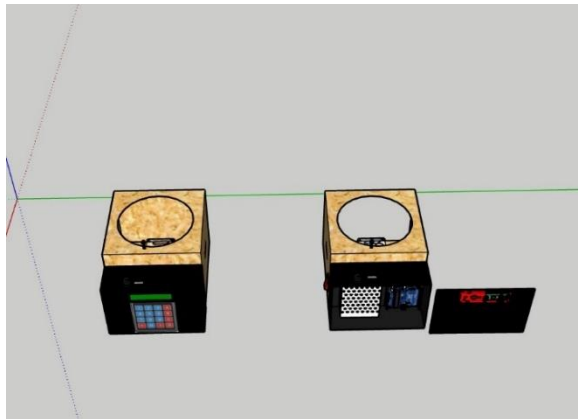


BAB IV

PROSES PEMBUATAN ALAT

4.1. Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Pada proses ini, dilakukan pembuatan perangkat keras “Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Pada Kompor Batik Menggunakan Pengendali PID (Proportional Integral Derivative) Berbasis Arduino Uno” yang memiliki beberapa proses yakni perencanaan desain alat, pemasangan komponen elektronika, dan perakitan komponen pada box sebagai wadah serta pelindung bagi komponen. Gambar 4.1 dan gambar 4.2 merupakan desain tampilan alat dan hasil rancangan alat secara keseluruhan



Gambar 4. 1. Gambar desain keseluruhan



Gambar 4. 2. Hasil perancangan perangkat keras

Pembuatan perangkat keras pada Tugas Akhir ini memiliki beberapa bagian, diantaranya yaitu pembuatan perangkat sistem dan proses pemasangan komponen. Pada pembuatan perangkat sistem, tahapannya terdiri dari merancang desain alat, pembuatan box control, serta pembuatan PCB. Setelah proses pembuatan, maka dilanjutkan dengan proses pemasangan komponen. Terdapat beberapa alat yang dibutuhkan guna membantu pembuatan hardware, yaitu:

Tabel 4-1. Daftar Alat Keseluruhan

NO	NAMA	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Bor Listrik <i>Mini Rotary Drill Tool & PCB</i>	Hilda, 18 VDC, 18000 rpm	1 Buah
2	Gergaji Mesin	Butterfly 30 cm	1 Buah
3	Cutter	Kenko L - 500	1 Buah
4	Solder	Crisbow 60 Watt	1 Buah
5	Timah Solder	Paragon 10 meter	1 Buah
6	Obeng Plus dan Minus	2 way ukuran sedang	2 Buah
7	Tespen	12 cm, 250 VAC	1 Buah
8	Tang Kombinasi	Tekiro 8 inch	1 Buah
9	Lem Kayu	Fox	1 Buah
10	Korek Api	Merk Tokai	1 Buah
11	Spidol	Merk Snowman	1 Buah
12	Multimeter Digital	Merk Sinhwa	1 Buah
13	Bor Listrik	12 VDC, Merk Krisbow	1 Buah
14	Mata Bor Kayu	10 step 3/8", 2.5mm, 3mm, dan 5mm	1 Buah
15	Cat Kayu Putih	Aviant	1 Buah
16	Tang Potong	Tekiro	1 Buah
17	Palu	Gagang Fiber 16 oz (<i>Martil</i>)	1 Buah
18	Tiner	Srikandi	1 Buah
19	Kuas Cat	5 cm	1 Buah
20	Amplas Kayu	#80 (kasar)	1 Buah

4.1.1. Pembuatan Perangkat Sistem

Perangkat sistem digunakan sebagai pusat pengendali untuk dilakukan pengukuran, pendeteksian, dan proteksi pada panel hubung bagi tegangan rendah. Perangkat ini dapat membaca hasil pembacaan dan tegangan, mengirimkan perintah guna pemutusan dan penyambungan aliran listrik, serta dilengkapi oleh layar penampil hasil pengukuran. Pada tabel 4.2 merupakan daftar bahan yang diperlukan untuk membantu pembuatan hardware perangkat sistem

Tabel 4- 2. Daftar bahan pembuatan perangkat sistem

No	NAMA	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Papan kayu	Tebal 3 mm	6 buah
2	Arduino uno	5 VDC, IC 2896 adjustable	1 buah
3	Modul max 6675	-	1 buah
4	Sensor suhu DS18B20	2 wire, probe length 50mm, cable length 1000mm	2 buah
5	LCD 16 x 2	3,3 V- 50 mA	2 buah
6	Kompor listrik 200 W	Max 5A VAC	1 buah
7	Papan PCB single layer	10 x 20 cm	1 buah
8	Soket kabel power AC	1 phasa 220 volt	1 buah
9	Kabel power AC	1 phasa 200 volt	3 buah
10	Kabel jumper female	10 – 30 cm	30 buah
11	Soket molek 4 pin	0,92 mm, 200 cm	1 buah
12	Modul dimmer	AC 220 V – 5 A	1 buah
13	1 set panci	2.0 x 25 cm	1 buah
14	Kabel Arduino	2 pin, 5 mm	1 buah
15	Baut JP M3	10 mm	6 buah
16	Kabel NYA	2.5 mm ²	3 buah

4.2. Rangkaian Masing-masing Blok Diagram

4.2.1. Rangkaian Arduino UNO

Arduino Uno dalam prototype ini merupakan kontroler utama berbasis ATmega328P dalam melakukan berbagai proses komunikasi. Arduino Uno menerima sinyal data besaran dari hasil pembacaan komponen input dalam rangkaian sistem yaitu data suhu dari sensor thermocoupletype dengan modul MAX6675. Data yang dikirimkan dari komponen input tersebut akan di olah oleh

Arduino Uno itu sendiri, lalu arduino memberikan data komunikasi kepada komponen output yaitu mengirimkan data relay, data komunikasi I2C untuk monitoring data pada LCD Display, serta lampu indikator sebagai dengan media Relay 5VDC Logic sebagai indikasi sistem bekerja. Rangkaian Arduino Uno yang terhubung dengan komponen input dan output dapat dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4- 3. Pengamatan sensor ke Arduino UNO

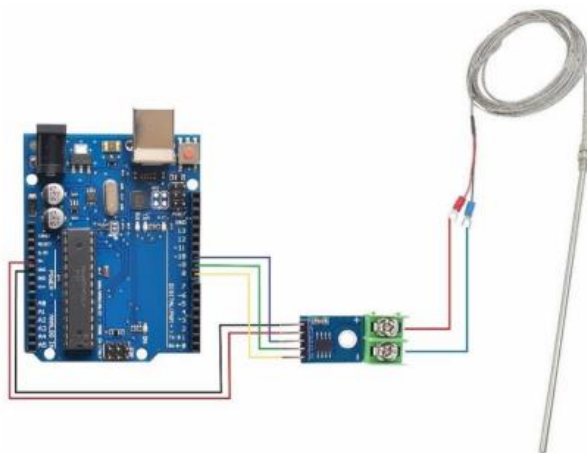
Sensor	Alamat pin	Fungsi
Sensor suhu DS18B20 dan modul max6675	D8 dan D9	Sebagai sensor pembacaan suhu bahan malam kompor batik yang ada dalam panci
Modul light dimmer	D2 dan D3	Sebagai kontrol daya listrik yang akan memanaskan kompor batik
LCD 16 x 2 dan 12C	A4 dan A5	Sebagai penampil data nilai Kp,Ki, Kd, nilai set poin dan nilai suhu kompor batik yang dibaca oleh sensor suhu DS18B20

4.2.2. Rangkaian Sensor suhu DS18B20 dan Modul MAX6675

Sensor suhu DS18B20 pada prototype ini difungsikan untuk mengukur suhu kompor batik yang kemudian data suhu akan dikirimkan ke Arduino kemudian akan ditampilkan pada layar HMI dan layar LCD 16x2. Sensor suhu yang digunakan adalah sensor DS18B20 yang akan dihubungkan ke modul MAX6675. Modul MAX6675 akan dihubungkan ke Arduino pada pin SO ke pin D8, pin CS ke pin D9, dan pin SCK ke pin 10. Pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20

dengan prinsip kerja DS18B20 terdiri dari 2 jenis kawat logam konduktor yang digabung pada ujungnya sebagai ujung pengukuran. Konduktor ini kemudian akan mengalami gradiasi suhu dan dari perbedaan suhu antara ujung DS18B20/ujung pengukuran dengan ujung kedua kawat logam konduktor yang terpisah akan menghasilkan tegangan listrik. Hal ini disebut sebagai efek termo elektrik. Perbedaan ini umumnya berkisar antara 1 hingga 70 microvolt setiap perbedaan satu derajat celcius untuk kisaran yang dihasilkan dari kombinasi logam modern. Jadi sangat penting untuk di ingat bahwa DS18B20 hanya mengukur perbedaan temperatur diantara 2 titik, bukan temperatur absolut. Jadi DS18B20 tidak bisa digunakan untuk mengukur suhu ruangan karena tidak ada perbedaan antara ujung pengukuran dengan ujung referensi/ujung pada kedua kawat logam

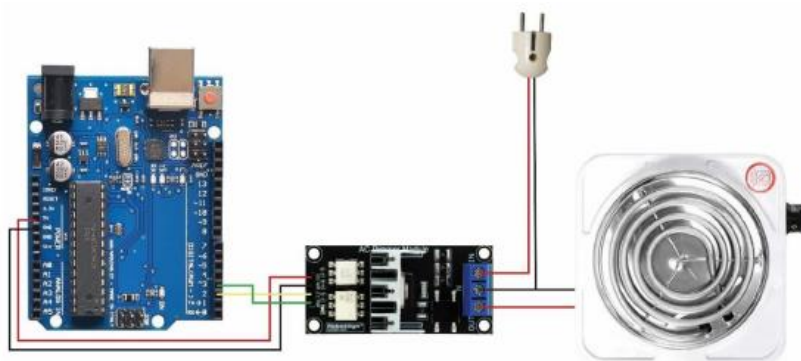
Gambar 4.3. Rangkaian sensor suhu DS18B20 dengan modul MAX6675



4.2.3. Rangkaian Modul Dimmer Dan Kompor Listrik

Pengaturan besaran daya listrik yang digunakan untuk memanaskan kompor listrik pada prototype menggunakan modul light dimmer. Modul tersebut akan dihubungkan ke Arduino Uno pada pin digital selain itu output dari ligh dimmer akan dihubungkan ke kompor listrik. Prinsip kerja dari modul ligh dimmer adalah pin zero crossing detector di modul ini, membuat microcontroller dapat mengetahui timing yang tepat untuk mengirim sinyal PWM. (Tanpa timing yang tepat, arus AC dengan TRIAC jika gatenya dicontrol PWM malah akan kacau sinyal outputnya,

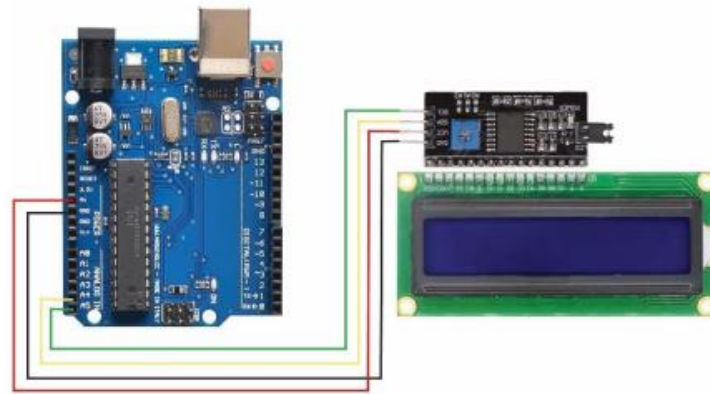
menyebabkan dimmer tidak berfungsi dalam menghasilkan sinyal PSM dengan kurva yang benar). Zero crossing detector adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220Volt saat melewati titik tegangan nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan dari negatif menuju positif. Seberangan-seberangan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan sebagai awal pemberian nilai waktu tunda untuk pemicuan triac



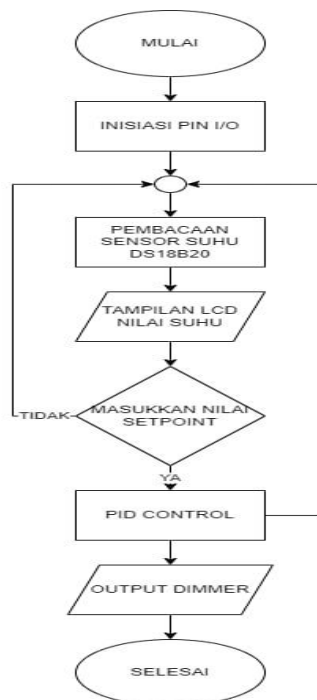
Gambar 4. 4. Rangkaian Modul Dimmer dan kompor listrik

4.2.4. Rangkaian LCD 16 x 2

Monitoring adalah proses pengumpulan informasi mengenai apa yang sebenarnya terjadi selama proses implementasi atau penerapan program. Dalam sistem kendali pada prototipe ini, data-data hasil pembacaan dari sensor DS18B20 MAX6675 yang membaca suhu kompor pada panci, serta data nilai Kp, Ki, Kd, dan data set point di tampilkan dalam LCD Display. I2C yang difungsikan untuk sistem monitoring mesin. Alasan penggunaan LCD Display 16x2 (16 karakter, 2 baris) digabungkan dengan modul komunikasi I2C adalah, untuk memudahkan komunikasi dalam pengaturan pemrograman, serta memperkecil jumlah wiring pada rangkaian agar pin pengalamatan pada arduino mega sebagai control mesin tidak memakan jumlah yang banyak.

Gambar 4. 5. Rangkaian LCD 16 x 2

4.3. Flowchart

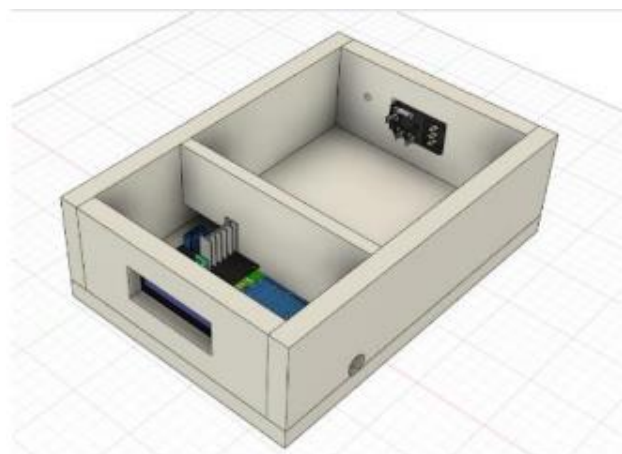
**Gambar 4. 6.** Flowchart Alat

Sesuai dengan Gambar 4.6 dapat dilihat cara kerja sistem dengan tahapan inialisasi port I/O berupa sensor Suhu DS18B20, modul light dimmer, dan koneksi antara Arduino dengan PC. Tahap berikutnya membuka software visual basic untuk membuka HMI yang sudah dibuat. Berikutnya memasukan settingan K_p , K_d , K_i , T_s , dan set point yang diinginkan pada layar HMI. Tahap selanjutnya nilai yang sudah diinputkan akan di proses oleh Arduino dengan metode PID. Selanjutnya

Arduino akan mengirimkan sinyal PWM ke modul light dimmer untuk mengatur daya listrik yang akan digunakan untuk memanaskan kompor listrik. Pada saat yang bersamaan sensor DS18B20 akan mengukur suhu Kompor pada panci secara real-time sebagai data input ke arduino sebagai pembanding mencapai suhu sesuai set point. Apabila suhu Kompor Batik sesuai dengan set point maka kompor listrik akan menurunkan daya listrik untuk memanaskan kompor listrik hingga nol dan mempertahankan suhu sesuai dengan set point tersebut.

4.4. Merancang Desain Alat

Pada perancangan desain dilakukan pembuatan gambar desain untuk kerangka Perangkat Sistem menggunakan aplikasi Autocad Fusion 360. Perangkat Sistem disusun pada box berbahan Kayu sebagai tempat untuk meletakkan komponen. Box Kayu didesain berbentuk Balok berukuran 27 cm x 19 cm x 9,5 cm dengan ketebalan 15 mm sehingga kuat dan kokoh. Berikut merupakan langkah langkah perancangan desain: Langkah pertama, yang harus dilakukan adalah merencanakan peletakan komponen pada box sehingga saat dilakukan penyusunan tidak terjadi kesalahan seperti kurangnya ruang/space pada komponen. Pembuatan desain dapat dilakukan menggunakan aplikasi Autocad Fusion 360 dengan hasil seperti pada gambar 4.7



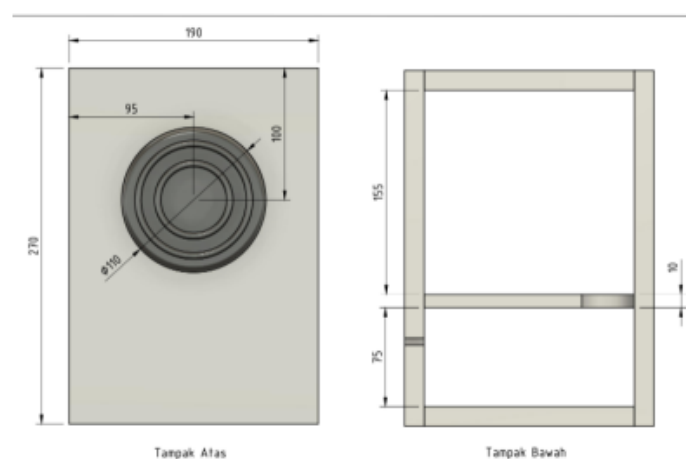
Gambar 4. 7. Desain Perangkat Sistem

Mendownload dan membuka aplikasi Autocad Fusion 360 seperti Gambar 4.3 untuk membuat desain box kayu, dimana kayu akan dipotong menggunakan mesin Bor Listrik Kayu menyesuaikan desain dan ukuran yang telah dibuat.



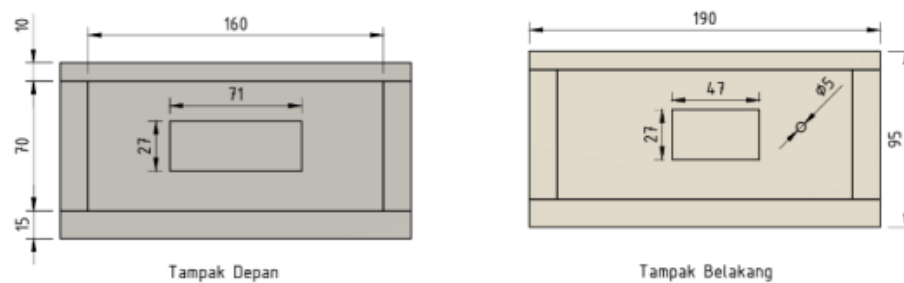
Gambar 4. 8. Membuka aplikasi autocad fusion 360

Membuat rancangan box bagian bawah seperti pada gambar 4.5 dengan ukuran 27 cm x 19 cm, serta bagian atas dengan ukuran 27 cm x 19 cm, ukuran disesuaikan dengan ketebalan kayu 15 mm. Box bagian bawah difungsikan untuk peletakan semua komponen elektronika dan bagian atas dilakukan pemotongan dengan ukuran 10 cm x 9,5 cm untuk meletakan kompor sebagai pemanas



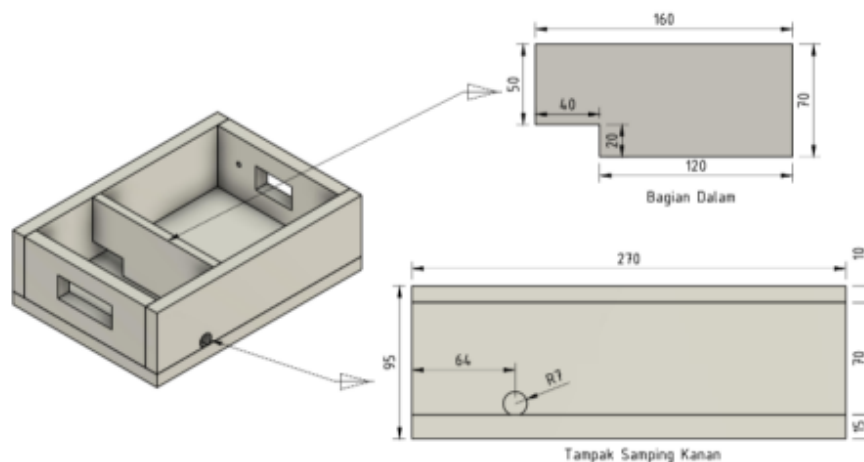
Gambar 4. 9. Ukuran Tampak Bagian Atas dan bawah

Membuat rancangan box tampak belakang seperti pada gambar 4.9 dengan ukuran 19 cm x 9,5 cm, serta tampak depan dengan ukuran 19 cm x 9,5 cm. Box bagian tampak depan terdapat lubang dengan ukuran 7,1 cm x 2,7 cm untuk meletakkan LCD 16 x 2 sebagai tampilan, kemudian tampak belakang terdapat dua lubang dengan ukuran 4,7 cm x 2,7 cm untuk soket power AC dan lubang dengan ukuran diameter 0,5 cm difungsikan sebagai tempat untuk keluaran kabel sensor suhu DS18B20



Gambar 4. 10. Ukuran tampak depan dan belakang

Membuat rancangan box bagian samping kanan seperti pada gambar 4.7 dengan ukuran 27 cm x 9,5 cm dan bagian dalam dengan ukuran 16 cm x 7 cm yang berfungsi sebagai pelengkap keseluruhan bagian box.



Gambar 4. 11. Ukuran desain bagian dalam dan tampak samping kanan

Setelah perancangan semua bagian telah selesai, maka langkah berikutnya adalah melakukan pencetakan kayu dengan menyesuaikan ukuran diatas dan disusun menjadi satu bentuk kesatuan box

4.4.1. Pembuatan Box Kontrol

Proses ini dilakukan untuk memasang seluruh komponen elektronika pada box kayu sesuai dengan tata letak desain yang telah dibuat sehingga ruang/space pada box menjadi efisien. Berikut merupakan langkah langkah dalam memasang komponen elektronika sesuai dengan penempatannya:

Memotong kayu menggunakan Gergaji Listrik Kayu seperti pada gambar 4.12 sebagai wadah komponen elektronika. Proses pemotongan dilakukan dengan memberi tanda berupa titik menggunakan spidol tiap ukuran



Gambar 4. 12. Memotong kayu

Merakit bagian box control sesuai dengan rancangan desain alat menggunakan paku pada lubang yang telah dipersiapkan seperti pada gambar 4.13



Gambar 4. 13. Merakit bagian box control

Melakukan pengecatan dan pemasangan mur penutup seperti pada gambar 4.14, sehingga dapat menutup box untuk menjaga komponen alat.



Gambar 4. 14. Pemasangan mur penutup

4.4.2. Proses Pembuatan PCB

Proses pembuatan PCB ditujukan untuk menghubungkan setiap komponen elektronika untuk menjadi satu kesatuan sistem yang dapat bekerja secara bersama – sama sebagai sistem pusat pengendali alat yang dirancang. Dalam tahapan ini, dibutuhkan kabel guna mengkoneksikan antar komponen sebagai sarana

pengiriman sinyal/tegangan. Pada proses ini, hasil akhir perakitan sistem harus diusahakan dapat bekerja dengan baik serta tidak terdapat kesalahan dalam merangkai komponen. Langkah Pertama yaitu membuat desain Layout PCB (Printed Circuit Board), layout PCB dibuat menggunakan aplikasi Autocad Eagle seperti pada gambar 4.15



Gambar 4. 15. Membuat desain layout PCB

Setelah itu, melakukan pencetakan PCB sesuai dengan desain layout yang sudah dibuat hingga berhasil tercetak pada papan.



Gambar 4. 16. Pencetakan hasil papan PCB

Setelah PCB sudah tercetak, maka proses berikutnya yaitu pelarutan PCB menggunakan cairan ferit clorida selama 15 menit.



Gambar 4. 17. Pelarutan PCB untuk komponen

Apabila telah dilarutkan selama kurang lebih 15 menit, maka didapatkan hasil pelarutan PCB pada gambar 4. 18 dan melakukan pemotongan pada papan PCB.

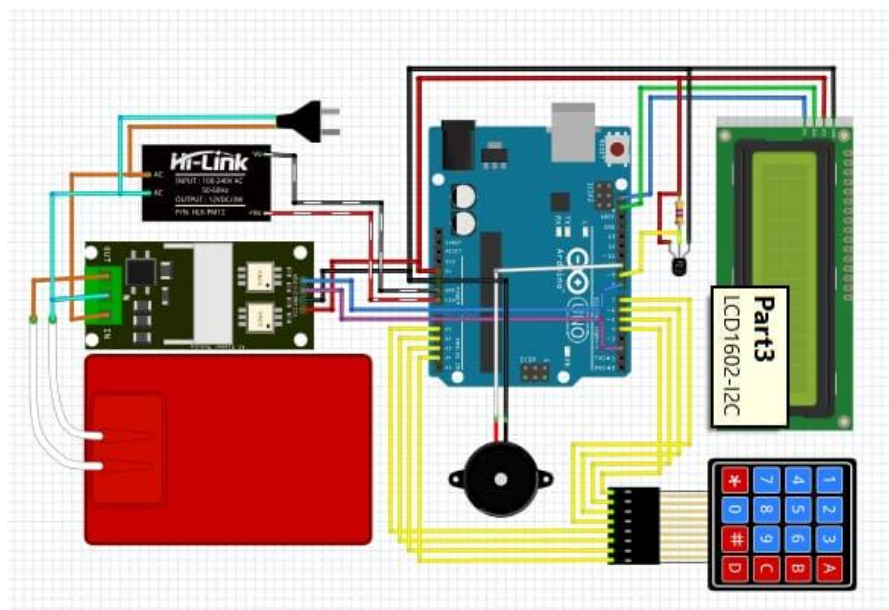


Gambar 4. 18. Hasil pelarutan PCB

Papan PCB yang sudah dilarutkan kemudian dilubangi, sehingga dapat dipasang dengan beberapa komponen yaitu Arduino Uno, Sensor suhu DS18B20 dan Max 6675, modul Light Dimmer dan kompor listrik, LCD 16x2 pada papan PCB. Pastikan pemasangan pin sudah dilakukan dengan benar dan kuat

4.5. Proses Pemasangan Komponen

Realisasi dari pembuatan alat yaitu pemasangan setiap komponen penyusun alat dimana pada alat kompor batik ini terdapat sensor suhu DS18B20 disertai dengan modul MAX6675, Arduino Uno, modul light dimmer, LCD 16x2 disertai dengan I2C, serta kompor listrik. Komponen komponen tersebut dihubungkan sesuai dengan Gambar 4.19 sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:



Gambar 4. 19. Wiring Diagram Alat

1. Modul MAX6675 dihubungkan dengan Arduino Uno dengan rincian pin GND- pin GND, pin VCC-pin 5V, pin SCK-pin 10, pin CS-pin 9, dan pin DO-pin 8. Modul ini juga dihubungkan dengan Sensor suhu DS18B20, yaitu terminal positif (+) dengan kabel merah dan terminal negatif (-) dengan kabel biru.
2. Modul dimmer dihubungkan dengan Arduino Uno dengan ketentuan pin GND – Pin GND, pin VCC – pin 5V, pin Z-C – pin 2, dan pin PWM – pin 3.

3. I2C LCD 16x2 dihubungkan dengan Arduino Uno dengan ketentuan pin GND – pin GND, pin VCC – pin 5V, pin SDA – pin A4, dan pin SCL – pin A5.
4. Kabel power bagian fasa dihubungkan dengan terminal in modul light dimmer, sedangkan bagian netral dihubungkan pin N.
5. Kabel kompor listrik bagian fasa dihubungkan dengan terminal out modul light dimmer, sedangkan bagian netral dihubungkan pin N.

4.6. Pembuatan Perangkat Lunak (Software)

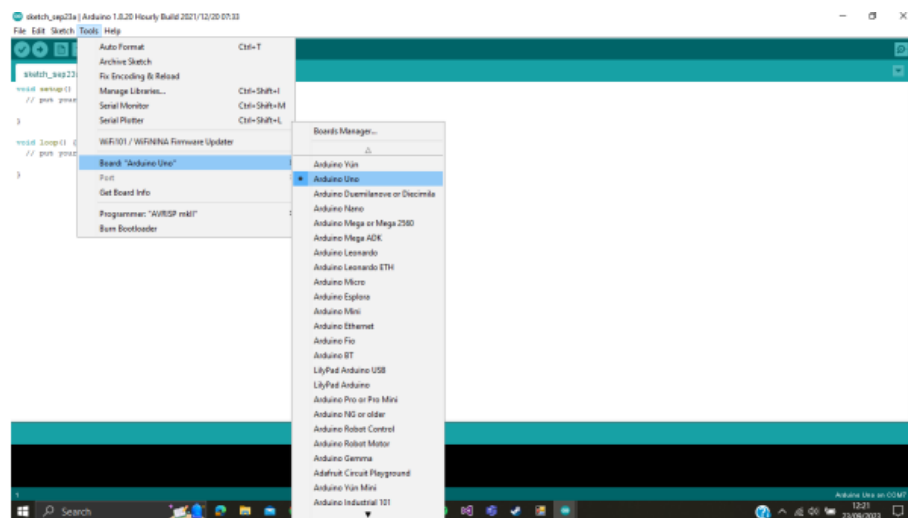
Pada pembuatan perangkat lunak alat yang dirancang, penulis menggunakan software Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino Uno. Selanjutnya, dilakukan juga pembuatan sistem monitoring berbasis HMI menggunakan Microsoft Visual Studio. HMI ini nantinya dapat digunakan untuk memasukkan nilai parameter Kp, Ki, Kd, dan Ts dan menampilkan hasil pembacaan suhu secara realtime dalam bentuk grafik. Selain itu, sistem monitoring ini juga dapat bekerja secara jarak jauh via internet.

4.6.1. Pemrograman Arduino UNO

Pemrograman Arduino Uno dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE yang nantinya kumpulan instruksi pada program akan di upload pada mikrokontroler untuk menjalankan tindakan, yakni menerima data dari sensor suhu DS18B20, mengendalikan light dimmer yang dihubungkan dengan kompor listrik, serta menampilkan hasil pembacaan melalui LCD 16x2. Berikut merupakan langkah dalam pembuatan hingga proses unggah program pada Arduino Uno: Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu membuka aplikasi Arduino IDE yang sudah terinstall pada PC/laptop. Kemudian, pilih port dan board pada project baru yang sesuai dengan mikrokontroller yang digunakan yaitu Arduino Uno.

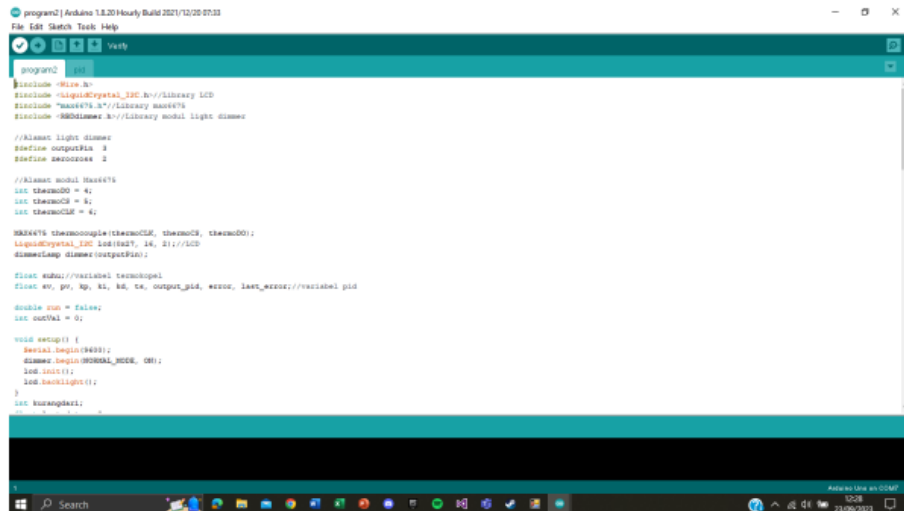


Gambar 4. 20. Software Arduino IDE

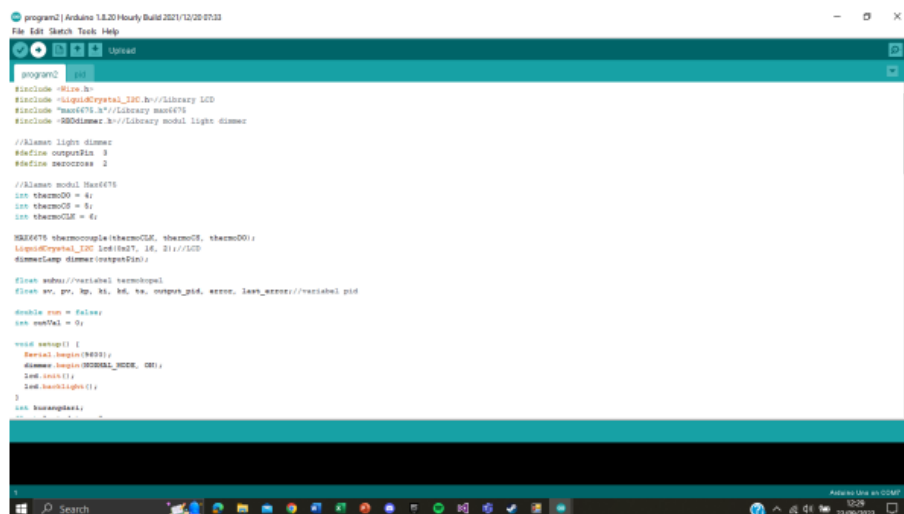


Gambar 4. 21. Pemilihan board dan port pada project baru

Setelah pemilihan port dan board, masukkan program yang akan diupload pada Arduino Uno. Pastikan bahwa program yang akan diupload tidak ada error, yaitu dengan cara klik verify lalu upload.



Gambar 4. 22. Proses verify program

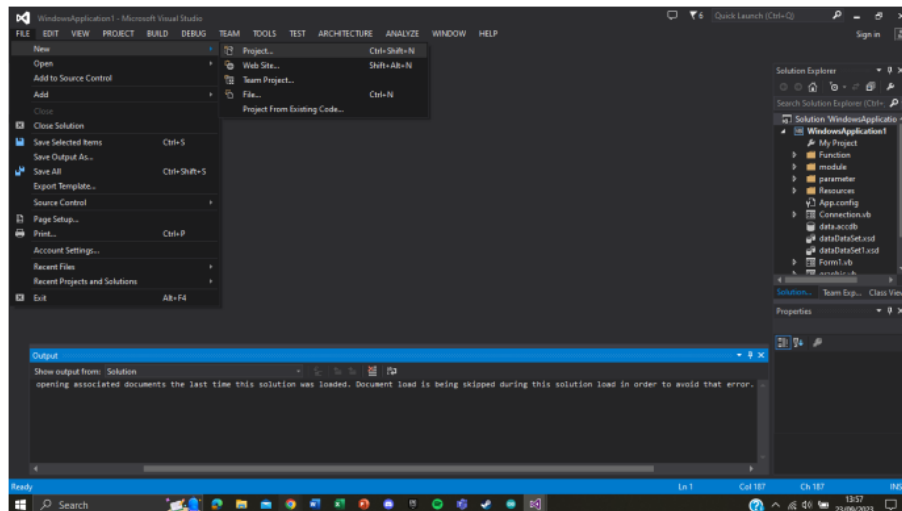


Gambar 4. 23. Proses upload program

4.6.2. Pembuatan HMI Berbasis Microsoft Visual Studio

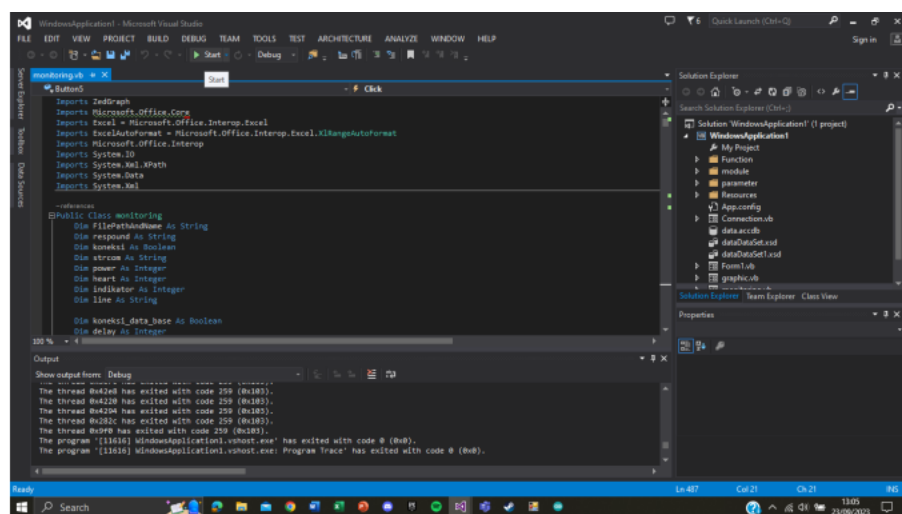
Human Machine Interface (HMI) merupakan sebuah sistem berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. *Microsoft Visual Studio* adalah aplikasi yang digunakan membuat tampilan HMI untuk memonitoring dan mengendalikan alat pemanas susu ini.

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan memastikan bahwa aplikasi *Microsoft Visual Studio* sudah terinstall pada laptop/pc. Setelah itu, untuk membuat project baru klik new lalu pilih project

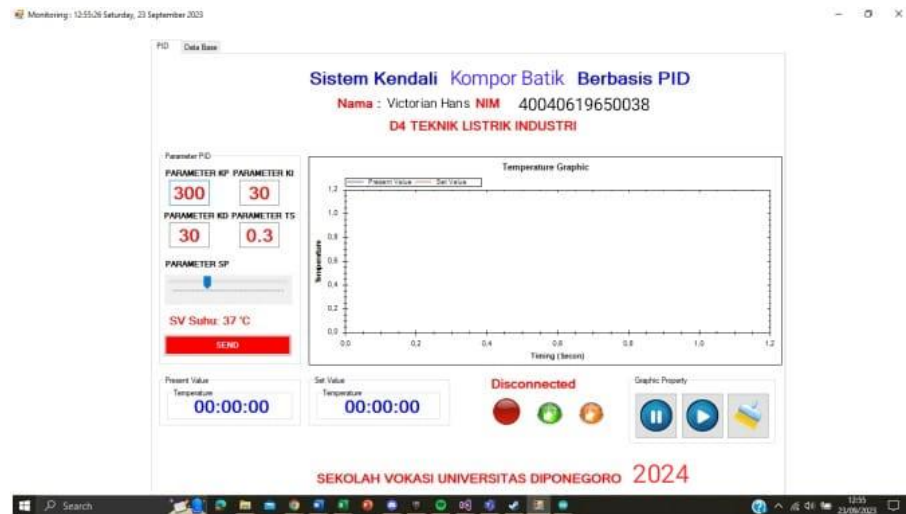


Gambar 4. 24. New project pada microsoft visual video

Apabila sudah berhasil membuat project baru, masukkan program pada aplikasi Microsoft Visual Studio untuk membuat tampilan HMI. Jika program sudah dimasukkan, klik tombol play untuk menjalankan sistem.



Gambar 4. 25. Proses upload program pada microsoft visual video



Gambar 4. 26. Tampilan HMI yang telah dibuat

Merupakan tampilan dari HMI untuk alat sistem kendali pemanas susu. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan parameter Kp, Ki, Kd, Ts, dan Sp. Setelah memasukkan nilai-nilai parameter, klik tombol send. Maka alat akan bekerja sesuai dengan nilai yang telah dimasukkan. Hasil pembacaan sensor juga dapat terlihat pada Temperature Graphic. Selain itu, data hasil pembacaan juga akan ter export dalam bentuk tabel menggunakan aplikasi Microsoft Excel