

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR TUBULAR HEATER PADA MESIN ROASTING KOPI KAPASITAS 1 KG TIPE SILINDER HORIZONTAL

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

M. SYACH ALWI HARAHAP
1907230189



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. Syach Alwi Harahap
NPM : 1907230189
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater
Pada Mesin Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg Tipe Silinder
Horizontal

Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 07 September 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



M. Yani, S.T., M.T

Dosen penguji II



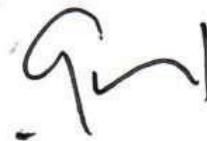
Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M. Syach Alwi Harahap
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 29 Februari 2000
NPM : 1907230189
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin Roasting Kopi Kapasitas 1 KG Tipe Silinder Horizontal”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 07 September 2023

Saya yang menyatakan,



M. Syach Alwi Harahap

ABSTRAK

Rancang bangun ini memuat system kontrol panel pengaturan suhu dan putaran pada mesin *roasting kopi* otomatis. Kontrol panel ini menggunakan mikrokontroler *arduino atmega2560* sebagai pengatur systemnya. Dengan beban input 1100watt untuk kapasitas *roasting kopi* dalam 35 menit dengan pengaturan kontrol pemanas yang menggunakan *tubular heater*. Rancangan ini memiliki 4 pengaturan tombol setpemanas sesuai level kopi yang ditentukan. Dan juga memiliki pengaturan panel manual dengan tambahan monitoring layar *lcd 20x4 mikrokontroler* menampilkan jumlah putaran tabung, pembacaan suhu menggunakan sensor *termokopel type – K* dan waktu *peroastingan*. Waktu pada *peroastingan* dapat diatur sesuai pencapaian yang diinginkan. Juga dapat diatur dengan system *pause* pada timernya. Pada rancangan ini juga dibekali *buzzer speaker* sebagai pengingat jika waktu mundur telah habis dan akan mematikan system pemanas guna menjaga panas berlebih terhadap biji kopi. Pengguna dapat melakukan system *one click* dalam pencapaian level *roasting kopi* yang diinginkan, dan dapat pula ditambah atau diatur pemanas serta putaran tabung jika *peroastingan* tidak sesuai hasil atau tingkat kematangan berdasarkan jenis biji yang *diroasting* maupun jenis biji arabica atau robusta. Hasil rancang kontrol temperature ini suhu yang diperlukan untuk mencapai *roasting kopi* level *light* sebesar 180°c dengan kecepatan putaran tabung 30rpm dan waktu 35 menit. Untuk mencapai *roasting kopi* level *medium roast* suhu yang diperlukan 240 °c dengan putaran dan waktu yang sama dan untuk mencapai *roasting kopi* level *medium to dark* suhu yang diperlukan 300 °c dengan putaran dan waktu yang sama dan untuk mencapai *roasting kopi* level *dark* suhu yang diperlukan 360 dengan putaran dan waktu yang sama pula. Setpoint kalkulasi tersebut tidak tetap karena ada perbedaan dengan biji kopi yang dipilih. Dalam penelitian ini biji kopi yang *diroasting* berjenis robusta.

Kata kunci : *roasting kopi*, system kontrol, *arduino atmega2560*, *tubular heater*, *lcd 20x4*, *termokopel type – k*, *buzzer*, *one click*, *light*, *medium roast*, *medium dark*, *dark*, setpoint.

ABSTRACT

This design contains a control panel system for controlling the temperature and rotation of an automatic coffee roasting machine. This control panel uses the Arduino ATmega2560 microcontroller as the system controller. With an input load of 1100 watts for coffee roasting capacity in 35 minutes with heating control settings that use a tubular heater. This design has 4 heat setting buttons according to the specified coffee level. And also has manual panel settings with additional monitoring of the microcontroller 20x4 LCD screen displaying the number of tube rotations, temperature readings using a type – K thermocouple sensor and roasting time. The roasting time can be adjusted according to the desired achievement. Also can be set with the system pause on the timer. This design is also equipped with a buzzer speaker as a reminder when the countdown time is up and will turn off the heating system to keep the coffee beans from overheating. The user can perform a one-click system to achieve the desired coffee roasting level, and can also add or adjust the heating and tube rotation if the roasting does not match the yield or level of maturity based on the type of bean being roasted or the type of arabica or robusta bean. The results of this temperature control design are the temperature required to achieve light level coffee roasting of 180 °c with a tube rotation speed of 30rpm and 35 minutes of time. To achieve medium to dark coffee roasting the required temperature is 240 °c with the same rotation and time and to achieve medium to dark coffee roasting the required temperature is 300 °c with the same rotation and time and to achieve dark coffee roasting the required temperature 360 with the same rotation and time. The calculation setpoint is not fixed because there are differences with the selected coffee beans. In this study, roasted coffee beans were of the Robusta type.

Key word : roasting kopi, system kontrol, arduino atmega2560, tubular heater, lcd 20x4, termokopel type – k, buzzer, one click, light, medium roast, medium dark, dark, setpoint.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin Roasting Kopi Kapasitas 1 KG Tipe Silinder Horizontal” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Orang tua penulis yang telah berusaha payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 07 September 2023



M. Syach Alwi Harahap

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Perancangan Alat	4
2.2. Mesin Roasting Terdahulu	4
2.3. Mesin Roasting	4
2.3.1. Pengertian Mesin Roasting	4
2.3.2. Mesin Roasting Kopi Tradisional	5
2.3.3. Mesin Roasting Kopi Modern	6
2.4. Tingkatan Roasting Biji Kopi	6
2.4.1. <i>Light Roast</i>	6
2.4.2. <i>Medium Roast</i>	7
2.4.3. <i>Medium Dark Roast</i>	8
2.4.4. <i>Dark Roast</i>	8
2.5. Tubular Heater	9
2.5.1. Konstruksi Tubular Heater	9
2.5.2. Spesifikasi Tubular Heater	11
2.6. Sistem kontrol temperature	12
2.7. Arduino	12
2.8. <i>Program Arduino</i>	13
2.8.1. Bahasa Assembler	13
2.8.2. Bahasa Tingkat Tinggi	14
2.9. Sensor Termokopel Type K	14
2.9.1. Karakteristik sensor termokopel	15
2.10. LCD	16
2.11. Potensiometer	16
2.12. Relay	17
2.13. Printed Circuit Board	18
2.14. Fuse	18
2.15. IC LM538	19
2.16. Aplikasi Fritzing	19
2.17. Dinamo DC	20

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Tempat dan Waktu	22
3.1.1.	Tempat Penelitian	22
3.1.2.	Waktu Penelitian	22
3.2	Alat dan bahan	23
3.2.1	Alat Penelitian	23
3.2.1.1.	Laptop asus X441U	23
3.2.1.2.	Arduino atmega256	23
3.2.1.3.	Pemanas tubular heater	24
3.2.1.4.	Dynamo DC	25
3.2.1.5.	Sensor termokopel type – K	25
3.2.1.6.	LCD 20x4	26
3.2.1.7.	Kabel jumper	26
3.2.1.8.	Modul i2c	26
3.2.1.9.	Push button (NO)	27
3.2.1.10.	LED	27
3.2.1.11.	Buzzer speaker	28
3.2.1.12.	Kipas 8x8cm 12v	28
3.2.1.13.	Modul kontroler heater	28
3.2.1.14.	Power supply 220v AC to 36v DC	29
3.2.1.15.	Modul stepdown DC-DC	30
3.2.1.16.	Modul kontroler motor	30
3.2.1.17.	Solder sunshine	30
3.2.1.18.	Blower uap	31
3.2.1.19.	PCB	31
3.2.2	Bahan Penelitian	32
3.2.2.1.	Timah solder	32
3.2.2.2.	Flux	32
3.2.2.3.	Multimeter	33
3.2.2.4.	Lem PCB	33
3.2.2.5.	Solatip antipanas	34
3.3	Diagram alir pembuatan	35
3.3.1.	Penjelasan diagram alir	36
3.4	Rancangan wiring diagram	37
3.4.1.	Rangkaian wiring diagram motor dc	37
3.4.2.	Diagram skematik motor dc	37
3.4.3.	Rangkaian wiring diagram pemanas tubular	38
3.4.4.	Rangkaian wiring diagram sensor termokopel type-K	39
3.4.5.	Rangkaian wiring diagram sensor rpm	39
3.4.6.	Rangkaian wiring diagram kipas dc	40
3.4.7.	Prinsip kerja rangkaian	40
3.5	Prosedur penelitian	41
3.6	Desain panel kontrol temperature pada mesin roasting kopi	42
BAB 4	HASIL PENELITIAN	43
4.1	Identifikasi beban	43
4.2	Software mesin roasting	43

4.3	Program arduino	44
4.3.1	Bahasa program	44
4.4	Pengujian alat pemanas	48
4.5	Pengujian level biji kopi <i>light</i>	50
4.6	Pengujian level biji kopi <i>medium roast</i>	50
4.7	Pengujian level biji kopi <i>medium to dark</i>	51
4.8	Pengujian level biji kopi <i>dark</i>	51
4.9	Chart pencapaian level kopi	52
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	54
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin roasting tradisional	5
Gambar 2.2. Mesin roasting modern	6
Gambar 2.3. <i>Light roast</i>	7
Gambar 2.4. <i>Medium roast</i>	7
Gambar 2.5. <i>Medium darkroast</i>	8
Gambar 2.6. <i>Darkroast</i>	8
Gambar 2.7. Tubular heater	11
Gambar 2.8. system kontrol temperature	12
Gambar 2.9. Arduino	13
Gambar 2.10. Bahasa assembler	13
Gambar 2.11. Bahasa tingkat tinggi	14
Gambar 2.12. Sensor suhu termokopel type-K	15
Gambar 2.13. Karakteristik sensor termokopel type-K	16
Gambar 2.14. LCD	16
Gambar 2.15. Potensiometer	17
Gambar 2.16. PCB	18
Gambar 2.17. IC LM358	19
Gambar 2.18. Aplikasi fritzing	20
Gambar 2.19. Dinamo DC	21
Gambar 3.1. Laptop asus X441U	23
Gambar 3.2.. Arduino atmega2560	24
Gambar 3.3. Pemanas tubular heater	24
Gambar 3. 4. Motor dc 12v	25
Gambar 3. 5. Sensor suhu termokopel type-K	25
Gambar 3. 6. LCD 20x4	26
Gambar 3. 7. Kabel jumper female-male	26
Gambar 3. 8. Modul i2c	27
Gambar 3. 9. Push button (NO)	27
Gambar 3. 10. LED	27
Gambar 3. 11. Buzzer speaker	28
Gambar 3.12. Kipas 8x8 12v	28
Gambar 3.13. Modul kontroler heater	29
Gambar 3.14. Powersupply 220v AC to 36v DC	29
Gambar 3.15. Modul stepdown DC-DC	30
Gambar 3.16. Modul kontroler motor	30
Gambar 3.17. Solder sunshine	31
Gambar 3.18. Blower uap	31
Gambar 3.19. PCB	31
Gambar 3.20. Timah solder	32
Gambar 3.21. Flux	32
Gambar 3.22. Multimeter	33
Gambar 3.23. Lem PCB	33
Gambar 3.24. Solatip antipanas	34
Gambar 3.25. Diagram alir pembuatan	35
Gambar 3.26. Rangkaian wiring diagram motor dc	37
Gambar 3.27. Diagram skematik motor dc	38

Gambar 3.28. Rangkaian wiring diagram pemanas tubular	38
Gambar 3.29. Rangkaian wiring diagram sensor termokopel type-K	39
Gambar 3.30. Rangkaian wiring diagram sensor rpm	39
Gambar 3.31. Rangkaian wiring diagram kipas dc	40
Gambar 3.32. Desain panel kontrol temperature pada mesin roasting kopi	42
Gambar 4.1. pengujian alat pemanas	48
Gambar 4.2. table pengujian pemanas	49
Gambar 4.3. pengujian level biji <i>light</i>	50
Gambar 4.4. pengujian level biji <i>medium roast</i>	50
Gambar 4.5. pengujian level biji <i>medium to dark</i>	51
Gambar 4.6. pengujian level biji <i>dark</i>	51
Gambar 4.7. chart pencapaian level kopi	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tempat dan waktu penelitian	22
Tabel 3.2. Spesifikasi tubular heater	24
Tabel 3.3. Spesifikasi sensor termokopel type-K	26
Tabel 3.4. Spesifikasi pwm modul heater	29
Tabel 4.1. Identifikasi beban	43
Table 4.2. Tabel pengujian pemanas	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minuman kopi dapat dibedakan atas tingkat keasaman dan rasanya setelah melewati proses pengolahan. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah faktor alam dimana kopi tersebut ditanam, misalkan tinggi permukaan tanah, jenis tanah dan proses budidayanya. Untuk rasa dan aroma pada kopi dapat terbentuk setelah proses pasca panen, yaitu proses roasting (Arifuddin, 2021).

Roasting atau menyangrai merupakan proses langkah lanjutan pengolahan biji kopi mentah (green bean) diubah menjadi biji kopi panggang (roasted bean) dengan cara memanggang atau memasaknya. Kandungan air pada biji kopi akan hilang dan aroma kopi akan muncul pada biji kopi akibat perubahan unsur gula menjadi karbondioksida. Biji kopi juga akan mengembang, tetapi beratnya malah menyusutan (Satya. 2020).

Seiring berkembangnya zaman teknik penyangraian atau cara memasak biji kopi terdapat perubahan, yaitu dengan bantuan mesin. Dengan demikian, pengaruh dari perkembangan teknologi, juga pada mesin roasting terdapat banyak perubahan dari desain bentuk dan kapasitas mesin roasting.

Kebanyakan penyangrai kopi pada industri rumahan, dilakukan secara manual, menggunakan pengaduk tangan dan menggunakan kompor kayu atau kompor gas. Sehingga setiap proses penyangrai kopi, dibutuhkan biaya, waktu dan tenaga yang cukup banyak. Karena, penyangraian masih menggunakan alat manual. Keadaan tersebut membuat penyangrai kurang efisien di mana suhu penyangraian tidak terkontrol dan pengaduknya masih menggunakan tangan menyebabkan penyangraian kopi kurang merata dan gosong. Apabila penyangraian dilakukan dalam skala besar, akan mempengaruhi kualitas dan produktivitas kopi tersebut, serta kurang efisien untuk tenaga (Ristiawan, M., & Ariyanto, E, 2016).

Mesin roasting yang masih menggunakan system pembakaran manual dengan bantuan api kompor dari gas *LPG*, panas yang dihasilkan dari gas *LPG* bersentuhan langsung dengan tabung mesin roasting dan panas tersebar ke sisi tabung sehingga energi panas dari hasil pembakaran akan diserap oleh tabung (Ashari, M. 2014). Memungkinkan panas dari *LPG* tidak teratur dan tidak dapat

dikontrol, yang dapat membuat biji kopi di dalam tabung mesin roasting kopi akan mengalami kematangan yang tidak merata.

Dalam penelitian ini, menggunakan pemanas listrik bertipe tubular heater sebagai sumber panas untuk proses penyangraian. Tubular heater dapat dipergunakan secara *lifetime* dan juga tahan terhadap temperature tinggi (agustanto, 2012).

Pada penggunaan pemanas listrik berjenis tubular heater, suhu dari hasil pemanas tersebut dapat diketahui dengan pembacaan suhu digital. Dalam hal ini, roaster kopi dapat mudah mengetahui suhu pemanas yang dihasilkan juga dengan suhu tabung. Dengan demikian, Mesin roasting yang menggunakan pemanas listrik akan dapat di kontrol temperature suhu dan pengaturan waktunya. Jadi, biji kopi dapat matang dengan maksimal sesuai derajat dan waktu yang ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara penggunaan dan pengaturan system kontrol temperature tubular heater pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg bertipe tabung silinder horizontal

1.3 Ruang Lingkup

Adapun beberapa masalah yang akan dijadikan ruang lingkup pembahasan masalah – masalah antara lain:

- a. Merancang system kontrol pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg berbasis Arduino Atmega 2560
- b. Merancang system kontrol panel temperature suhu tubular heater pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg
- c. Menganalisis kematangan kopi dengan system *setpoint* perhitungan waktu untuk mencapai berbagai level kualitas kopi

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

- a. Merancang dan membangun panel kontrol temperature suhu tubular heater pada mesin roasting kopi.
- b. Untuk meningkatkan kualitas hasil roasting kopi dengan menggunakan treatment dengan pemanas Tubular Heater
- c. Menguji alat control suhu Tubular Heater sebagai pemanas
- d. Menampilkan hasil percobaan peroastingan biji kopi dengan perbandingan suuh dan waktu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini tidak lain hanya memudahkan barista untuk meroasting biji kopi dengan pengaturan kontrol suhu dan juga menggunakan system *oneclick* untuk mencapai level roasting kopi yang diinginkan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Perancangan Alat

Perancangan adalah proses perencanaan berdirinya suatu alat atau barang dengan perhitungan yang akurat serta dapat bermanfaat bagi penggunaannya. Proses perancangan sangat dibutuhkan dalam membangun alat dikarenakan proses tersebut dapat diambil suatu tindakan yang jelas untuk hasil akhir dalam proses pembuatan. Dalam bidang teknik, hal ini masih menyangkut suatu proses dimana prinsip-prinsip ilmiah dan alat-alat teknik seperti matematika computer dan bahasa dipakai, dalam menghasilkan suatu rancangan yang kalau dilaksanakan akan memenuhi kebutuhan manusia (Zainun, 2018).

Adapun tujuan dari perancangan menurut Andri Koniyo dalam (Ii & Teori, 2011) antara lain:

1. Memenuhi spesifikasi fungsional.
2. Memenuhi perancangan implisit dan eksplisit berdasarkan bentuk hasil rancangan yang dikehendaki.
3. Untuk memberikan gambaran yang jelas dan rancangan bangun yang lengkap kepada pemrogram komputer dan teknik ahli lainnya yang terlibat.
4. Untuk tercapainya pemenuhan kebutuhan berkaitan dengan pemecahan masalah yang menjadi sasaran pengembangan sistem.
5. Untuk kemudahan dalam proses pembuatan software dan control dalam mengembangkan sistem yang dibangun.
6. Untuk dapat mengetahui berbagai elemen spesifik pendukung dalam pengembangan sistem baik berupa perangkat lunak maupun perangkat keras yang digunakan pada sistem yang didesain.

2.2 Mesin roasting terdahulu

Menurut penelitian Ramadhan. H (2021) menjelaskan bahwa rancang bangun system control mesin sangrai kopi otomatis dengan kapasitas 5 kg tipe silinder horizontal. Prinsip alat tersebut adalah menggunakan system arduino atmega2560 sebagai pengatur kontroler pada mesin roasting, dalam penelitian ini menggunakan alat sensor suhu DS18B20 sebagai pendeteksi suhu di mesin roasting kopi, dengan kapasitas 5 kg menggunakan pemanas konvensional yang bersumber

dari LPG. Berdasarkan berbagai saran, penulis bertujuan dapat memperbaiki kekurangan agar mesin roasting tersebut dapat dimodifikasi dengan cara merubah kapasitas serta alat pemanas dari LPG ke pemanas listrik bertipe tubular heater dan dengan menggunakan sensor suhu termokopel type K dan juga menggunakan potensiometer untuk mengatur besaran suhu pemanas listrik sesuai dengan level jenis kopi yang diinginkan dengan hanya menggunakan satu tombol (*oneclick*) pada jenis level kopi yang dipilih.

2.3 Mesin Roasting Kopi

2.3.1 Pengertian Mesin Roasting

Mesin roasting kopi adalah alat bantu atau mesin yang memanggang kopi mentah dengan cara menyangrai biji kopi untuk mengeluarkan kadar air dalam biji kopi dengan standar suhu tertentu. Proses roasting kopi secara manual dengan mengabaikan suhu dan waktu sangria dapat menimbulkan masalah yaitu pada tingkat kematangan dan aroma kopi tersebut (Arifuddin, 2021).

Adapun beberapa alat bantu atau mesin roasting kopi, yaitu:

2.3.2. Alat Roasting Kopi Tradisional

Proses penyangraian biji kopi tradisional menggunakan tungku dan wajan yang terbuat dari tanah liat yang pembakarannya menggunakan kayu bakar, sehingga dapat menghasilkan cita rasa yang khas, akan tetapi proses penyangraian dengan cara manual membutuhkan tenaga yang maksimal (Indrawati M, 2021).



Gambar 2.1. Penyangrai kopi tradisional, (Musika A.Y 2017)

2.3.3 Mesin Roasting Kopi Modern

Alat penyangrai biji kopi modern cita rasa tradisional berbasis arduino ini dalam proses pengadukanya di permudah menggunakan motor dan baling-baling pengaduk. biji kopi, kualitas dan rasa yang dihasilkan alat penyangrai biji kopi modern cita rasa tradisional (Indrawati M, 2021).



Gambar 2.2. Penyangrai kopi Otomatis, (Tambunan, R, F, 2023)

2.4. Tingkatan Roasting Biji Kopi

Terdapat beberapa tingkatan - tingkatan peroastingan kopi, yaitu :

2.4.1. *Light Roast*

Pada tingkatan *roasting* ini cita rasanya asam, aroma sangrai kurang tercium, tahapan pertama biji kopi yang telah di sangrai beberapa menit akan sedikit mengembang. *Light roast* Merupakan fase dalam roasting yang memiliki tingkat kematangan paling rendah. Biji kopi akan memiliki warna coklat terang karena proses penyerapan panas yang dilakukan tidak terlalu lama, minyak juga tidak muncul pada biji kopi dan biji kopi cenderung kering. *Light roast* memiliki suhu biji kopi berada pada kisaran 180°C – 205°C. Pada suhu sekitar 205°C tersebut terjadi *first crack* dan pada saat itu pula proses roasting dihentikan. Kopi yang di roasting pada tingkatan ini memiliki keasaman dan caffeine yang tinggi. Tingkatan roasting ini cocok

bagi orang yang menyukai rasa kopi mencolok, karena memiliki ciri khas seperti *citrusy*, *earthy*, dan *buttery* (syafriandi, 2017).



Gambar 2.3. *light roast* (syafriandi, 2017)

2.4.2 *Medium Roast*

Pada tingkatan *roasting* ini, cita rasa terasa manis dan aroma asap penyangraian sangat tajam tercium, karena biji kopi banyak mengeluarkan asap, warnanya makin hitam sampai berminyak dan kandungan gula mulai berkarbonisasi.. Biji kopi akan berwarna lebih gelap apabila dibandingkan dengan *light roast* tetapi lebih terang apabila dibandingkan dengan *dark roast*. Sama seperti *light roast*, pada *medium roast* biji kopi tidak mengeluarkan minyak pada permukaannya. *Medium roast* memiliki suhu biji kopi pada kisaran 210°C dan 220°C. Pada suhu tersebut adalah suhu dimana *first crack* usai namun *second crack* belum terjadi. Selain *caffeine* yang lebih rendah, *medium roast* menghasilkan kopi yang cenderung *balance* aroma, *balance* keasaman dan menghasilkan banyak rasa (syafriandi, 2017).



Gambar 2.4. *medium roast* (syafriandi, 2017)

2.4.3 *Medium Dark Roast*

Medium-Dark Roast memiliki warna yang lebih gelap dan memiliki sedikit minyak yang mulai terlihat di permukaan biji. Medium-dark roast memiliki perbedaan yang sangat banyak jika dibandingkan dengan light atau medium roast.

Proses medium-dark Roast berada di fase awal retakan kedua atau di tengah retakan kedua, proses Medium-Dark Roast menggunakan suhu 225° C atau 230°. Rasa dan Aroma yang ditimbulkan melalui proses Medium-Dark Roast lebih terasa dan memiliki aroma yang khas seperti aroma gosong dan juga rasa kopi mungkin agak pedas. Diantara nama yang paling umum menggunakan proses Medium-Dark Roast adalah Full-City Roast, After Dinner Roast, dan Vienna Roast (syafriandi, 2017).



Gambar 2.5. *medium dark roast*, (syafriandi, 2017)

2.4.4 *Dark Roast*

Merupakan tingkatan paling matang pada proses *roasting* kopi, apabila melebihi tingkatan ini justru kopi menjadi tidak enak. Warna biji kopi akan lebih gelap bila dibandingkan dengan tingkatan –tingkatan *roasting* lainnya. Pada *dark roast* biji kopi hasil *roasting* mengeluarkan minyak pada permukaannya. Rasa kopi juga akan cenderung pahit dan menutupi rasa khas dari masing – masing kopi. *Dark roast* selesai diroasting ketika *second crack* usai terjadi atau pada suhu sekitar 240°C. Bagi yang menyukai kopi dengan kekentalan (body) kopi yang tebal, sangat cocok dengan profil *dark roast*.

Untuk mencapai tingkat Dark Roast, biji kopi di Roasting ke dalam suhu 240° C sekitar akhir retak kedua atau lebih. Dark Roast jarang diroast hingga melebihi 250° C karena akan menyebabkan biji kacangnya tipis dan rasanya akan ditandai dengan rasa tar dan arang. Dark roast memiliki nama umum yang banyak, sehingga akan membuat bingung para calon pembeli. Beberapa sebutan umum yang populer di kalangan pecinta kopi seperti French Roast, Italian Roast, Espresso Roast, Continental Roast, New Orleans Roast, dan Spanish Roast. Banyak hasil olahan dari dark roast digunakan untuk campuran espresso (syafriandi, 2017).



Gambar 2.6. *dark roast* (syafriandi, 2017)

2.5 Tubular Heater

2.5.1. Konstruksi Tubular Heater

Tubular Heater merupakan elemen pemanas listrik menggunakan gulungan coil resistance wire dimasukan kedalam pipa dan di cor bersama-sama dengan bubuk isolator(MgO powder) yang berkemampuan meneruskan panas dan isolator listrik yang baik, sehingga arus listrik tidak menembus dan mengalir pada pipa pembungkusnya, proses pengecoran nya dilakukan dengan menggunakan mesin isi (filling machine) yang dirancang sedemikian rupa.

Tubular Heater adalah salah satu peranti elemen panas listrik dari pipa dan merupakan bentuk dasar dari elemen – elemen pemanas. Proses pengecoran, pipa yang telah berisi resistance wire tersebut di press dengan menggunakan tube reduction machine sehingga diameter pipa akan mengecil dan bubuk isolator akan menjadi padat, hal ini untuk menghindari rongga udara

didalam heater yang menyebabkan ruang kosong sehingga wire resistance yang memuai akibat panas akan bebas bergerak dan menempel pada dinding pipa yang akhirnya terjadi short body dan putusnya resistance wire (Agustanto, 2012).

Jenis – jenis bahan pipa yang digunakan biasanya disesuaikan oleh penggunaan *Heater*. Umum nya bahan yang sering digunakan adalah:

a) Stainless Steel 304

stainless steel 304 adalah bentuk *stainless steel* paling umum diaplikasikan di seluruh dunia karena memiliki kualitas dan ketahanan yang sangat baik terhadap korosi. *Stainless steel* 304 ini mengandung setidaknya 16-24% *chromium* dan 8% nikel dan sejumlah kecil mangan dan karbon. Adapun bentuk paling umum pada *stainless steel* 304 ialah *stainless steel* 18-8 (18/8), artinya yang mengandung 18% *chromium* dan 8% nikel. SS 304 bisa menahan korosi pada sebagian besar asam pengoksidasi. Daya tahan tersebut membuat SS 304 ini gampang dibersihkan dan karenanya material ini ideal untuk aplikasi makanan dan dapur. Alat ini juga berguna untuk dekorasi, bangunan dan perabotan.

b) Stainless Steel 316

Stainless steel 316 merupakan bentuk *stainless steel* kedua yang paling umum digunakan. SS 316 ini mempunyai sifat mekanik dan fisik hampir sama seperti SS 304, dan mengandung bahan *make up* serupa. Hanya saja perbedaannya ialah *stainless steel* 316 mengandung sekitar 2-3% molybdenum. Penambahan kandungan ini dapat meningkatkan ketahanan korosi, terutama terhadap klorida dan pelarut industri lainnya.

c) Incoloy

Incoloy merupakan jenis perpaduan yang memiliki kinerja sangat tinggi. Didirikan dan diproduksi oleh kelompok Perusahaan Logam

Khusus, Incoloy dikenal sangat baik dalam melawan korosi, serta dapat menangani dan mentransfer panas pada suhu tinggi.

Kawat tahanan/resistance wire yang digunakan adalah kawat tahanan bermutu tinggi buatan Swedia yang dimensinya disesuaikan dengan daya yang diminta, dimana kawat ini tahan pada suhu kerja maksimal 1300C. Isolator tahan panas yang digunakan sebagai pengikat dan pembatas antara pipa dan kawat tahanan adalah bubuk MgO berkualitas tinggi yang mempunyai titik cair 290C (Agustanto, 2012).



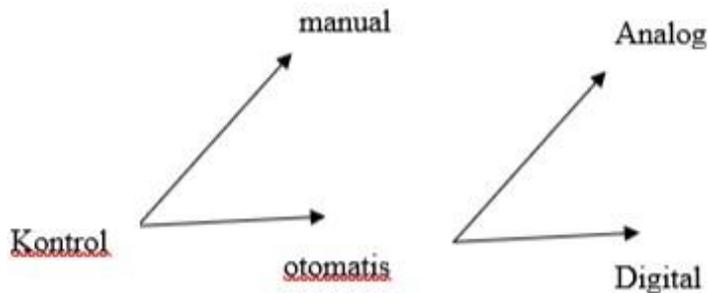
Gambar 2.7 Tubular Heater (Agustanto,2012)

2.5.2. Spesifikasi Tubular Heater

Spesifikasi tubular heater adalah sebagai berikut :

1. Berdiameter bulat 8mm, 11.2mm, 12.5mm, 15.8mm, 18.9mm.
dengan panjang tidak lebih dari 6 meter.
2. Ni80Cr20 Resistance wire
3. UCM high purity MgO powder
4. Resistansi isolator:
 - a. Keadaan dingin $\geq 500M\Omega$
 - b. Keadaan panas $\geq 50M\Omega$
5. Kekuatan dielektrik : AC 2000V/1min.

2.6. Sistem kontrol temperature

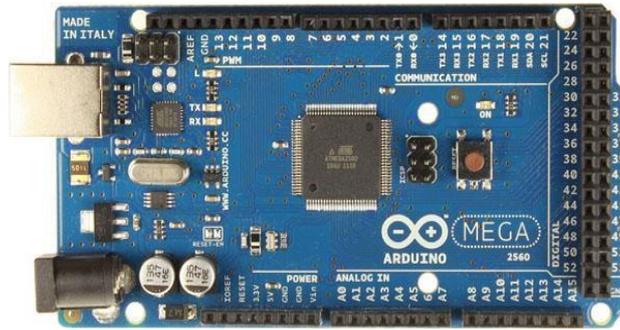


Gambar 2.8. system kontrol temperature

pada gambar 2.8. system kontrol temperature diatas adalah dapat diatur proses kontrol temperature secara manual dan otomatis. Pada system terdapat input dan output yaitu pada inputnya, system kendali menggunakan potensiometer, sensor suhu termokopel type k dan pada outputnya menggunakan data analog yang ditampilkan secara digital dengan lcd bersumber dari data analog yang diproses oleh arduino

2.7. Arduino

Massimo Banzi dan David Cuartielles mendirikan Arduino dengan tujuan awal membantu siswa membuat desain dan perangkat interaktif dengan harga terjangkau. Arduino berasal dari bahasa Italia dan berarti teman pemberani. Arduino Uno R3 versi pertama adalah Arduino Uno R3 yang dirilis pada tahun 2011. R3 sendiri artinya versi ketiga jenis ini digunakan untuk membuat proyek pintu otomatis. Arduino Uno adalah sejenis sirkuit (papan) yang berisi mikrokontroler seukuran kartu kredit yang dilengkapi dengan rangkaian pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain. Arduino adalah mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan pemrograman. Program arduino biasanya disebut sebagai sketsa. Arduino adalah "platform sumber terbuka untuk membuat proyek elektronik". Arduino terdiri dari dua bagian utama, yaitu rangkaian fisik yang sering disebut mikrokontroler, dan perangkat lunak atau IDE yang bekerja seperti compiler pada computer (Tullah, R, 2019).

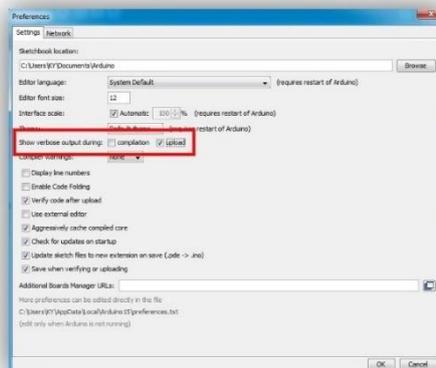


Gambar 2.9 Arduino Atmega 2560, (Sekarningrum,A, 2022)

2.8. Programman Arduino

2.8.1 Bahasa assembler

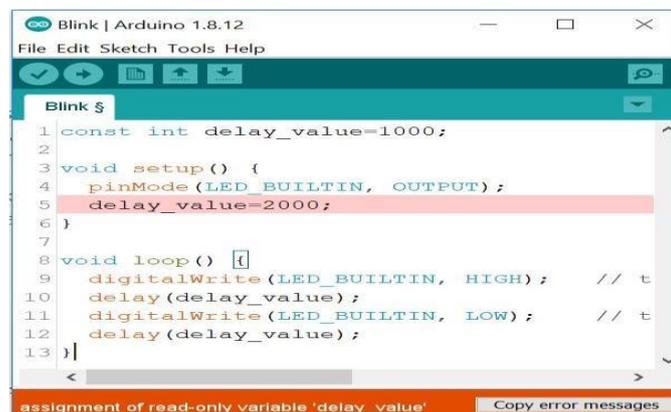
Satu dekade yang lalu pemrograman mikrokontroler masih didominasi oleh bahasa assembler. Bahasa assembler merupakan bahasa tingkat rendah yang sering disebut dengan bahasa mesin. Bahasa mesin merupakan bahasa pemrograman yang berhubungan langsung dengan istilah hardware-nya, seperti register R0. Bahasa assembler memiliki keterbatasan istilah dalam pembuatan sebuah program jika dibandingkan dengan bahasa tingkat tinggi. Gambar 1 merupakan contoh pemrograman dengan bahasa assembler. Bahasa assembler versi lama masih menggunakan sistem DOS. Sedangkan bahasa assembler terbaru sudah bisa dijalankan pada operating sistem windows.



Gambar 2.10. bahasa programan assembler, Rahmadya, 2010

2.8.2. Bahasa tingkat tinggi

Perkembangan bahasa pemrograman dari assembler ke bahasa tingkat tinggi sangat diperlukan untuk menunjang perkembangan sistem pemrograman yang terstruktur. Pemrograman mikrokontroler dalam bahasa tingkat tinggi, seperti bahasa “C” atau “BASIC” dapat mempercepat dalam proses pembuatan suatu algoritma. Dikarenakan bahasa tingkat tinggi lebih terstruktur jika dibandingkan dengan bahasa assembler. Bahasa tingkat tinggi juga dapat mempercepat pemahaman pemrograman mikrokontroler bagi pemula. Disamping ada keunggulan, ada juga kelemahan dalam pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi, yaitu kapasitas hasil compiler lebih besar dan kecepatan lebih lambat jika dibandingkan dengan bahasa assembler. Hal ini dikarenakan terlalu banyak perintah yang harus diterjemahkan dalam bahasa tingkat tinggi tersebut. Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berbasis open source dapat mempercepat perkembangan bahasa pemrograman tersebut. Dikarenakan banyak peneliti yang bisa ikut dalam mengembangkan bahasa pemrograman tersebut. Arduino merupakan salah satu bahasa pemrograman berbasis C yang open source. Ardupilot adalah salah satu hasil perkembangan arduino yang berbasis open source baik secara hardware maupun software-nya (Arisandi, E. D, 2016).



```
Blink | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help

Blink $
1 const int delay_value=1000;
2
3 void setup() {
4   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
5   delay_value=2000;
6 }
7
8 void loop() {
9   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // t
10  delay(delay_value);
11  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // t
12  delay(delay_value);
13 }
```

assignment of read-only variable 'delay_value' Copy error messages

Gambar 2.11. bahasa programan C Arduino, (Sitepu, J, 2018)

2.9. Sensor suhu termokopel tipe K

Termokopel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur/suhu. Termokopel memiliki output berupa arus listrik sehingga pengkonversiannya dapat secara digital.

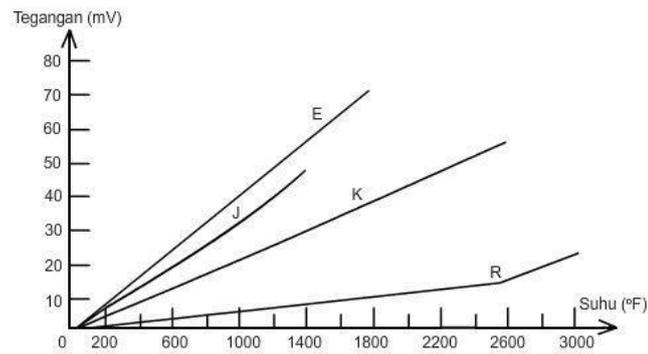
Menurut Rosman, termokopel dapat berfungsi berdasarkan pembangkitan tenaga listrik pada titik sambung dua buah logam yang tidak sama (titik panas/titik ukur). Ujung lain dari logam tersebut sering disebut titik referensi (titik dingin) dengan temperaturnya konstan. Umumnya termokopel digunakan untuk mengukur temperatur berdasarkan perubahan temperatur menjadi tegangan listrik. Bila antara titik dingin dan titik ukur terdapat perbedaan temperatur, maka akan menyebabkan adanya arus pada rangkaian. Bila titik referensi ditutup dengan cara menghubungkannya dengan sebuah alat pencatat maka penunjukan alat ukur akan sebanding dengan selisih temperatur antara ujung panas (titik ukur) dan ujung dingin (titik referensi) (Santoso H, 2019).



Gambar 2.12. Termokopel tipe K, (Suprianto, 2015)

2.9.1. Karakteristik sensor termokopel

Sensor termokopel tipe K dapat mendeteksi suhu dari -2000°C sampai $+12500^{\circ}\text{C}$, Bahan Logam Konduktor Positif : Nickel-Chromium, Bahan Logam Konduktor Negatif : Nickel-Aluminium. Pada percobaan ini sensor termokopel akan mendeteksi suhu mulai dari 300°C hingga 1000°C . Pada gambar 2.6.1 akan menunjukkan kurva dari masing – masing jenis termokopel.



Gambar 2.13. Kurva termokopel,(Nugroho. W.D. 2018)

2.10. LCD

Liquid Crystal Display merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, symbol maupun grafik. Karena ukurannya 20x4mm yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan Mikrokontroler. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, control catu daya, dan pengatur kontras.



Gambar 2.14 LCD 20x4 Module

2.11. Potensiometer

Dalam Peralatan Elektronik, sering ditemukan Potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur volume di peralatan Audio / Video seperti Radio, Walkie Talkie, Tape Mobil, DVD Player dan Amplifier. Potensiometer juga sering digunakan dalam Rangkaian Pengatur terang gelapnya Lampu (Light Dimmer Circuit) dan Pengatur Tegangan pada Power Supply (DC Generator). Potensiometer adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan

kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya (Yusuf, H. 2017).



Gambar 2.15. Potensiometer

2.12. Relay

Menurut penelitian Yusuf, H. 2017. Relay Proteksi, adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur/ memasukan suatu rangkaian listrik (rangkaiannya trip atau alarm) akibat adanya perubahan lain. Maksud dan tujuan pemasangan Relai proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar, dengan cara :

1. Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal lainnya yang dapat membahayakan peralatan atau sistem.
2. Melepaskan (memisahkan) bagian sistem yang terganggu atau yang mengalami keadaan abnormal lainnya secepat mungkin sehingga kerusakan instalasi yang terganggu atau yang dilalui arus gangguan dapat dihindari atau dibatasi seminimum mungkin dan bagian sistem lainnya tetap dapat beroperasi.
5. Memberikan pengamanan cadangan bagi instalasi lainnya.
6. Memberikan pelayanan keandalan dan mutu listrik yang terbaik kepada konsumen.
7. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

2.13.PCB

Printed Circuit Board atau disebut juga PCB adalah sebuah papan sirkuit cetak yang penuh dengan sirkuit dari logam yang menghubungkan komponen elektronik yang berbeda jenis maupun sama satu sama lain tanpa kabel. Umumnya papan sirkuit ini terbuat dari bahan ebonite atau fiber glass yang salah satu atau kedua sisinya dilapisi oleh lapisan tembaga. Printed circuit board (PCB) digunakan dalam berbagai aplikasi rancangan elektronika, mulai yang paling sederhana hingga yang kompleks. Misalnya penggunaan pada rangkaian lampu, rangkaian radio, hingga pada komputer dan handpone memiliki pcb. Jadi dapat menyimpulkan bahwa fungsi pcb sebagai komponen penopang komponen elektronika dapat digunakan menjadi satu kesatuan yang membentuk rangkaian dan dapat digunakan dalam berbagai kegunaan (Darmawan, I. A. 2020).



Gambar 2.16. PCB, (Darmawan, I. A. 2020)

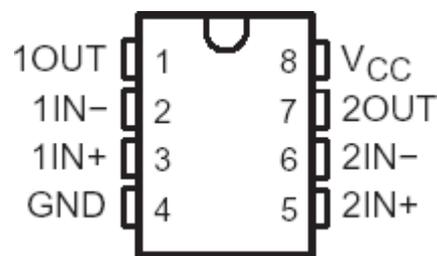
2.14.Fuse

Sekering atau Fuse merupakan perangkat listrik yang biasanya dipasang pada awal perangkat listrik seperti setrika, Rice cooker, kipas angin, Pompa air dan lain sebagainya. Fuse terdiri dari sepotong kawat yang akan meleleh dengan mudah bila terjadi pembebanan berlebih. Kabel sekering ini akan meleleh bila daya listrik melebihi yang dibutuhkan oleh perangkat tersebut, Ketika beban arus listrik lebih besar dari standar perangkat elektronik atau yang disesuaikan dengan Ampere yang tertera pada fuse, maka sepotong kawat pada fuse akan meleleh dan memutusny.

Sekering tidak dapat digunakan kembali sebab kawat yang memfasilitasi aliran arus listrik putus karena meleleh. Pergantian sekering harus dengan ampere yang sesuai dengan yang sebelumnya digunakan. Jika tidak maka bisa menyebabkan panas berlebih.(Ramadhan.W.S. 2021).

2.15. IC LM358

LM358 IC dirancang serta diperkenalkan oleh semikonduktor nasional. Ini terdiri dari dua kompensasi internal, gain tinggi, op-amp independen. IC ini dirancang untuk khusus beroperasi dari satu daya tunggal melewati beberapa tegangan. IC LM358 terdapat dalam paket berkapasitas chip serta software op amp ini tergolong rangkaian op-amp konvensional, blok penguatan DC, serta amplifier transduser. LM358 IC adalah penguat operasional standar yang baik digunakan untuk kontrol. Bisa menangani pasokan dan sumber DC 3-32V sampai 20mA per saluran. Op-amp ini bisa mengoperasikan dua op-amp terpisah untuk satu daya tunggal. Ini terdapat dalam paket DIP 8-pin (Darpono, R. 2021).



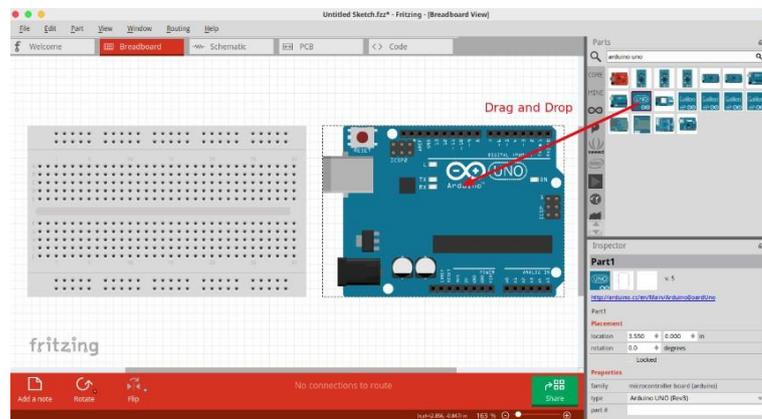
Gambar 2.17. Diagram pin IC LM358, (Prongo. J,K, 2018)

1. pin-1 dan pin-8 adalah o / p dari komparator
2. Pin-2 dan pin-6 adalah pembalik i / id
3. Pin-3 dan pin-5 adalah non inverting i / id
4. Pin-4 adalah terminal GND
5. Pin-8 adalah VCC +.

2.16. Aplikasi fritzing

Pada perancangan ini peneliti menggunakan aplikasi fritzing untuk membuat desain skema pada kontrol temperature. Aplikasi fritzing adalah

perangkat lunak yang dapat digunakan untuk merancang diagram elektronika, merancang mikrokontroler, dan terdapat komponen-komponen elektronik di menu bar nya. Aplikasi ini mudah untuk dipelajari karena system antarmuka nya mudah dipahami, dan juga terdapat menu bar *breadboard*, *Schematic*, *pcb*. Yang memudahkan pengguna untuk mengetahui perancangan dan nama part komponennya. Aplikasi fritzing ini dapat membuat code atau bahasa pemrograman untuk mengatur mikrokontroler arduino. Sehingga cukup dapat membantu mengemban



Gambar 2.18. Tampilan muka aplikasi fritzing

2.17. Dinamo DC

Dinamo DC adalah sebuah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetic. Dinamo ini memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah untuk dapat menggerakkannya. Dinamo DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasa dikenal dengan RPM (Revolusi Per Menit), dinamo ini tersedia dalam berbagai macam ukuran rpm dan bentuk dan kebanyakan dinamo ini memberikan gerakan rotasi 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5 V hingga 24 V. Pada prinsipnya dinamo ini menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap utara magnet (Santoso, R. 2021).



Gambar 2.19. Dinamo DC 24v

Pada penelitian ini, Motor dynamo dc menggunakan rpm 3000 dengan daya input maksimum 12v. Dengan demikian, putaran dynamo akan diteruskan ke tabung. Hal ini dapat membuat tabung berputar sangat cepat. Pada penelitian ini motor dynamo dipasang gear rasio atau gearbox dengan jumlah rpm 130, yang dapat menstabilkan putaran tabung mesin agar biji kopi dapat tersangrai dengan baik.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat penelitian

Adapun tempat pelaksanaan dalam menyelesaikan pembuatan kontrol temperature pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg tipe silinder horizontal dengan menggunakan tubular heater sebagai pemanas ini adalah di bengkel H2H, Jl Pancing Lk.V Gg, Mesjid Istiqomah Kecamatan Medan Deli Mabar Hilir dan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

3.1.2. Waktu penelitian

Waktu penelitian dan perancangan Tugas Akhir dimulai dari persetujuan yang diberikan pembimbing, perancangan, pengujian hingga pengambilan data hingga data sampai dinyatakan selesai.

Adapun kegiatan yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada table 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	5	6	8		
1	Pengajuan Judul	■							
2	Study literature	■	■						
3	Penyediaan komponen		■	■					
4	Analisa skematik		■	■	■				
5	Perakitan modul dan pemanas		■	■	■	■			
6	Pengujian sistem			■	■	■	■		
7	Penulisan laporan akhir						■	■	
8	Seminar sidang dan hasil							■	■

3.2. Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

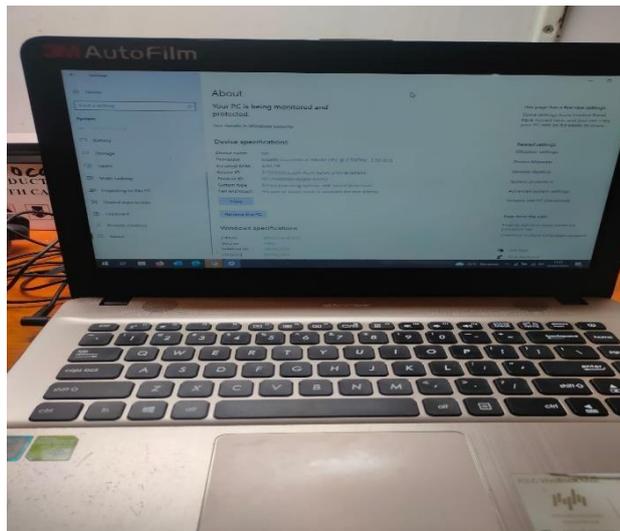
3.2.1. Alat penelitian

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah:

3.2.1.1. Laptop Asus - X441U

Pada penelitian ini digunakan laptop asus X441U untuk melakukan program data pada perangkat arduino atmega2560. Laptop ini mempunyai spesifikasi berikut

- a. CPU : Intelcore i3-6006U
- b. RAM : 4GB
- c. Memory : 1 Terabyte bertipe SSD
- d. Operating system : Windows 11



Gambar 3.1. Laptop asus X441U

3.2.1.2. Arduino Atmega 2560

Arduino atmega2560 adalah mikrokontroler yang berbasis arduino bercipset atmega 2560. Mikrokontroler ini mempunyai kapasitas memori flash 256kb dan kecepatan clockspeed 16MHz.



Gambar 3.2. Arduino Mega 2560

3.2.1.3. Pemanas tubular heater

Pemanas ini berfungsi untuk memanaskan tabung pada mesin roasting kapasitas 1 kg. pemanas ini berbentuk tabung atau oval sehingga modelnya mudah disesuaikan pada penggunaan untuk memanaskan benda padat, cair dan gas.



Gambar 3.3. Pemanas tubular heater

Tabel. 3.2. Spesifikasi tubular heater

a. Diameter tubular	: 8mm
b. Panjang pipa tubular	: 510mm
c. L (arak terminal)	: 50mm
d. Arus (AC)	: 220v 1 phase 500watt

3.2.1.4. Motor DC 12v

Motor DC ini adalah motor listrik penggerak yang menggunakan sumber arus baterai atau arus dc. Motor ini mempunyai putaran dengan kecepatan 3000 – 8000 Rpm. Dan memiliki tegangan kerja sebesar 2,5volt sampai 24volt. Pada penelitian ini digunakan motor dc 12v dengan putaran 560rpm, juga menggunakan rasio gearbox 130 rpm sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.4. Motor DC 12v 130 Rpm

3.2.1.5. Sensor suhu termokopel type-K

Termokopel type-K adalah sensor yang digunakan untuk mengukur temperature suhu. Sensor ini digunakan pada tabung mesin roasting dan ditampilkan ke LCD melalui mikrokontroler untuk mengetahui suhu dalam tabung pada mesin roasting.



Gambar 3.5. Sensor suhu termokopel type-K

Tabel. 3.3. Spesifikasi sensor termokopel type-K

a. Temperature range	: 0 – 400 deg C
b. Thread diameter	: M6
c. Total length	: 1 m
d. Internal insulation	: Fibreglass
e. External shielding	: Stainless steel

3.2.1.6. LCD 20x4

Pada penelitian ini menggunakan tampilan lcd 20x4 berbasis mikrokontroler yang akan menampilkan suhu, waktu, dan status dari proses mesin roasting.



Gambar 3.6. LCD 20x4

3.2.1.7. Kabel jumper female-male

Kabel jumper ini berfungsi untuk menyambungkan dari suatu modul ke arduino mikrokontroler.



Gambar 3.7. kabel jumper female-male

3.2.1.8. Modul i2c

Modul i2c adalah alat komunikasi antara arduino mikrokontroler dan pengontrolannya. Modul ini dapat menerima data dan mengirim data. Pada penelitian ini modul i2c digunakan untuk membantu instruksi dari mikrokontroler ke tampilan lcd.



Gambar 3.8. Modul inter integrated circuit

3.2.1.9. Push button (NO)

Tombol atau saklar ini adalah alat untuk menyambung dan memutuskan arus listrik. Dalam tombol ini ada dua jenis yaitu *normally open* dan *normally close*. Pada penelitian ini digunakan tombol yang berjenis *normally open* yang akan menyambungkan arus listrik saat ditekan, dan memutuskan arus listrik saat dilepas.



Gambar 3.9. push button bertipe NO

3.2.1.10. LED

Pada penelitian ini digunakan led berwarna merah dan hijau, led berfungsi untuk menandakan mesin roasting bekerja.



Gambar 3.10. Lampu LED

3.2.1.11. Buzzer speaker

Speaker ini berfungsi untuk menandakan mesin roasting telah selesai digunakan. Speaker ini di atur oleh mikrokontroler yan telah dilakukan programan *setpoint*.



Gambar 3.11. Buzzer speaker

3.2.1.12. Kipas 8x8 12v

Kipas ini berfungsi untuk pendinginan pada biji kopi setelah proses roasting.



Gambar 3.12. Kipas 8x8 12v DC

3.2.1.13. Modul kontroler heater

Pwm modul kontroler heater adalah komponen alat elektronik yang berfungsi untuk mengatur putaran dynamo, heater dengan cara memutar potesiometer. Pada penelitian ini digunakan untuk mengatur panas dari tubular heater sesuai dengan target pencapaian panasnya.



Gambar 3.13. PWM modul heater

Tabel. 3.4. Spesifikasi dari pwm modul heater

a.	Input voltage	: 220v
b.	Maximum power	: 2000W
c.	Range voltage	: 50-220v AC
d.	Size approx.	: 5.3x4.7x2.8 cm
e.	Weight	: 43g

3.2.1.14. Power supply 220v Ac to 36v DC

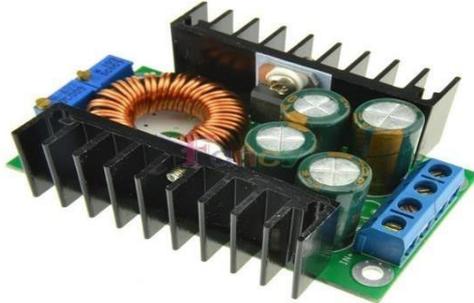
Power supply adalah adaptor yang memiliki arus keluaran sebesar 36v DC. Alat ini berguna untuk proteksi ke alat elektronik DC lainnya.



Gambar 3.14. PSU 220v AC-36v DC

3.2.1.15. Modul stepdown DC-DC

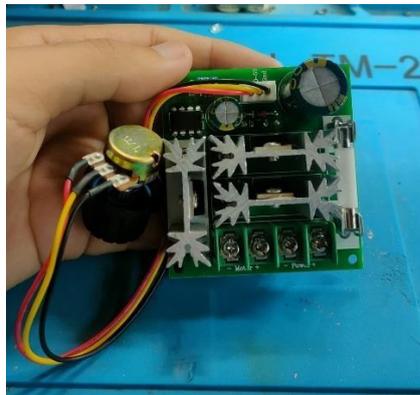
Modul ini berfungsi mengatur menurunkan besaran tegangan listrik DC untuk dibagi ke peranti eletronik lainnya.



Gambar 3.15. Modul stepdown DC-DC

3.2.1.16. Modul kontroler motor

Modul ini digunakan untuk mengatur putaran rpm motor DC. Pada penelitian ini digunakan piranti ini untuk mengatur kecepatan putaran rpm yang disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 3.16. modul kontroler motor

3.2.1.17. Solder sunshine

Alat ini digunakan untuk menyatukan komponen-komponen elektronik ke pcb.



Gambar 3.17. Solder Sunshine

3.2.1.18 Blower uap

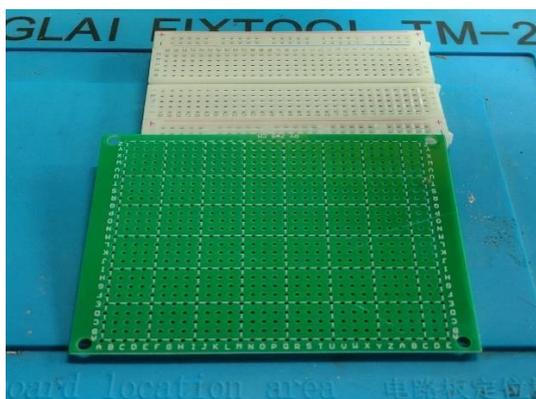
Alat ini digunakan untuk mengangkat ic atau chipset di dalam arduino atau memasang komponen elektronik yang mempunyai kaki dibawah ic.



Gambar 3.18. Blower uap

3.2.1.19. PCB

Komponen ini digunakan untuk menata letakkan komponen elektronika dengan cara menyambung dan mensolder pin pin dibawah papannya.



Gambar 3.19. PCB

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

3.2.2.1. Timah solder

Timah solder adalah sejenis timah yang terbuat dari pencampuran perak dan timah, bahan ini diperlukan untuk mematri satu komponen ke komponen lainnya (alloy).



Gambar 3.20. Timah solder

3.2.2.2. Flux

Flux adalah senyawa korosif yang menghilangkan lapisan oksidasi dari permukaan yang disorder. Flux ini sangat penting dalam menyolder, dikarenakan flux ini dapat membuat timah solder lengket ke sudut mata solder yang panas.



Gambar 3.21. Flux

3.2.2.3 Multimeter

Alat ini digunakan untuk mengukur hambatan dan tegangan dari semua komponen elektronika yang akan dirakit. Dalam penelitian ini sangat penting menggunakan alat ini, karena dapat membantu meminimalisir terjadinya kerusakan akibat nilai tegangan berlebih yang tidak diketahui.



Gambar 3.22. Multimeter digital

3.2.2.4. Lem PCB

Alat ini berfungsi untuk mencegah terjadinya short terhadap pin komponen yang berlebih mengenai cover body. Lem ini akan mengeras dengan cahaya uv dan menjaga stabilan resistansi dari komponen.



Gambar 3.23. Lem PCB

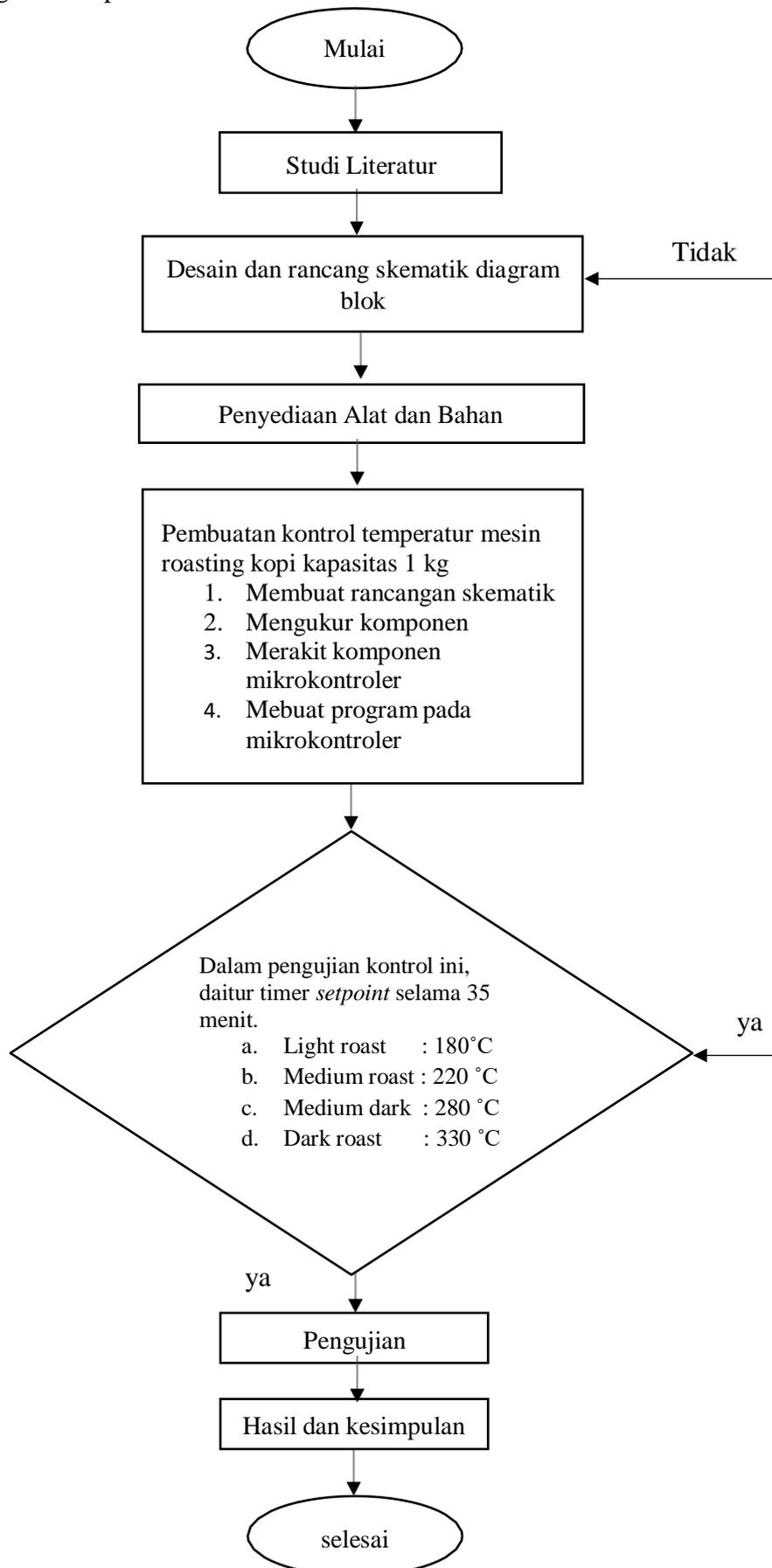
3.2.2.5. Solatip antipanas

Solatip ini berguna untuk menjaga short dari pin komponen yang berlebih. Namun solatip ini digunakan dalam penelitian ini adalah menjaga temperature suhu dari ic mikrokontroler.



Gambar 3.24. Solatip antipanas

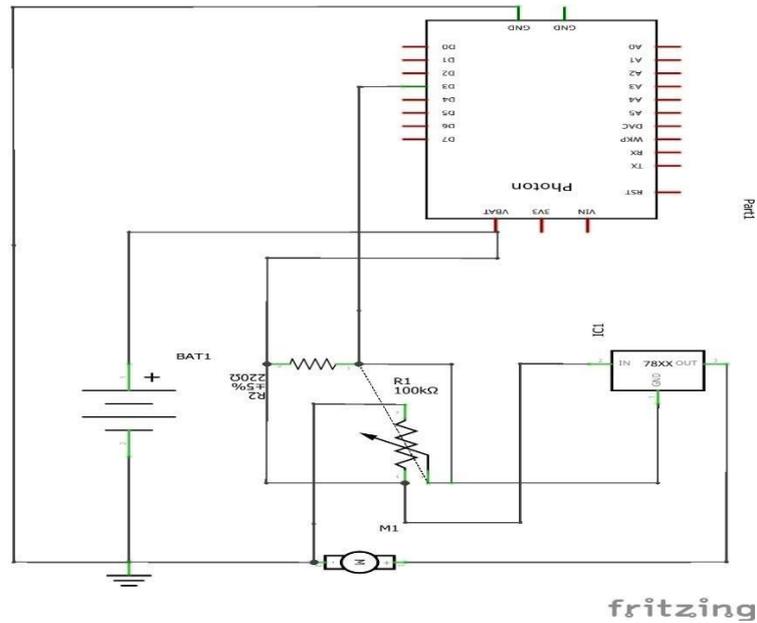
3.3. Diagram alir pembuatan



Gambar 3.25. Diagram alir proses pembuatan

3.3.1. Penjelasan Diagram Alir

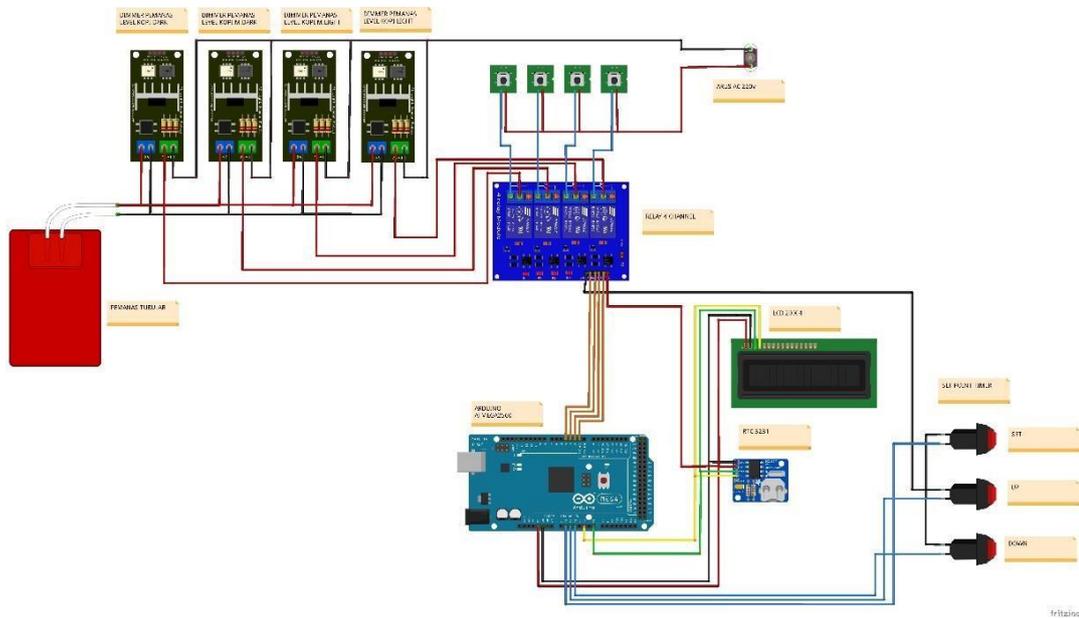
1. Study Literatur, merupakan bagian sangat penting dari sebuah atau laporan penelitian, teori-teori yang melandasi dilakukannya. penelitian, penelitian. Studi literature dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Desain rancangan merupakan suatu perencanaan atau perancangan yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur.
3. Penyediaan alat dan bahan adalah mengumpulkan bahan yang akan digunakan untuk membuat kontrol temperature mesin roasting kopi tersebut.
4. Pembuatan merupakan kegiatan menciptakan atau memproses sesuatu kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan sesuatu dengan beberapa cara atau langkah yang sesuai dengan level jenis kopi yang diinginkan.
5. *Assembly*(perakitan) merupakan suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat kontrol.
6. Pengoperasian merupakan untuk mengetahui apakah kontrol temperature pada mesin roasting kopi dapat beroperasi secara baik dengan kombinasi tombol.
7. Pengujian merupakan pengambilan hasil data hasil dari mesin roasting kopi yang telah selesai dibuat.
8. Kesimpulan adalah hasil yang didapat dari pembuatan alat kontrol temperature pada mesin roasting kopi tersebut apakah sudah layak untuk dioperasikan.



Gambar 3.27. diagram skematik motor dc

3.4.3. Rangkaian wiring diagram pemanas tubular

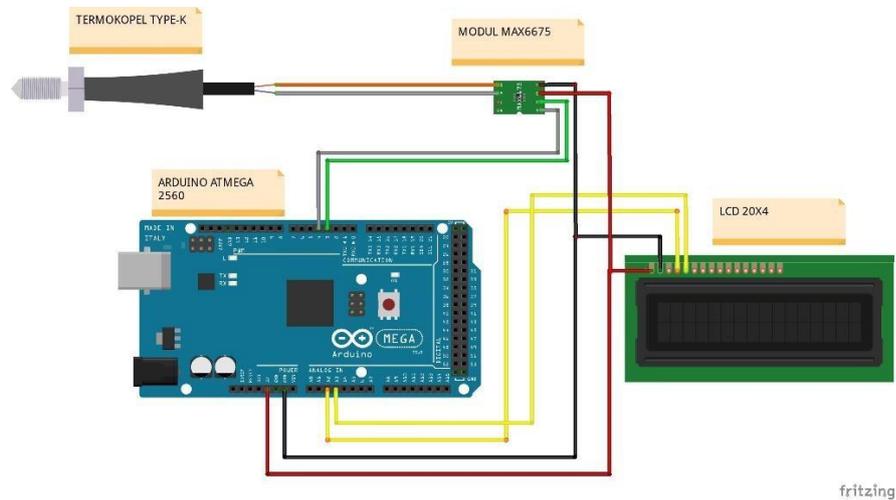
Berikut adalah rangkaian tubular sebagai pemanas pada mesin roasting kopi kapasitas 1kg tipe horizontal. Pada rangkaian ini pemanas digunakan tombol kombinasi yang bisa disesuaikan sesuai level jenis kopi yang dipilih.



Gambar 3.28. wiring diagram pemanas tubular aplikasi fritzing

3.4.4. Rangkaian wiring diagram sensor termokopel type-K

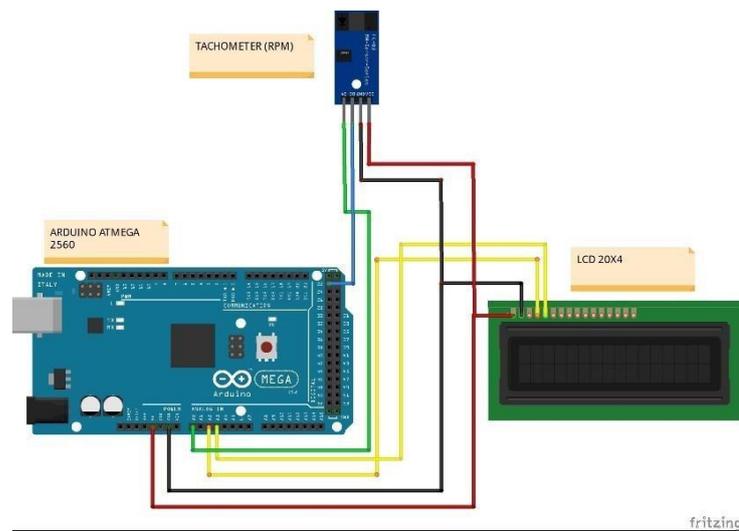
Pada rangkaian ini ditampilkan sensor pembacaan suhu tabung pada mesin roasting menggunakan sensor termokopel type-K dan pada pembacaan sensor suhu ditampilkan ke LCD 20x4 mikrokontroler.



Gambar 3.29. wiring diagram termokopel type-K aplikasi fritzing

3.4.5. Rangkaian wiring diagram sensor rpm

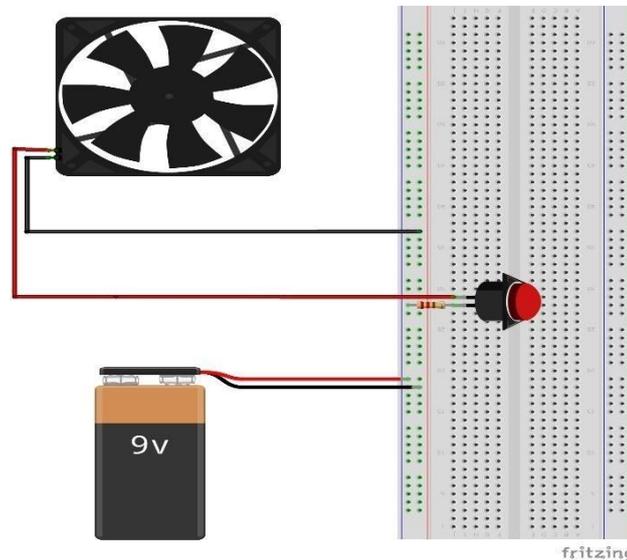
Untuk mengetahui kecepatan putaran motor diperlukan sensor rpm yang dapat ditampilkan pada lcd 20x4 mikrokontroler. Berikut rangkaian skematik sensor rpm dengan menggunakan aplikasi fritzing.



Gambar 3.30. wiring diagram diagram tachometer rpm

3.4.6. Rangkaian wiring diagram kipas dc

Pada rangkaian ini, kipas dc diperlukan pada saat hasil roasting biji kopi telah selesai di roasting. Kipas ini dipasang pada rangkaian luar tabung mesin roasting dengan tujuan mendinginkan suhu biji kopi dengan cepat.



Gambar 3.31. wiring diagram diagram kipas aplikasi fritzing

3.4.7. Prinsip kerja rangkaian

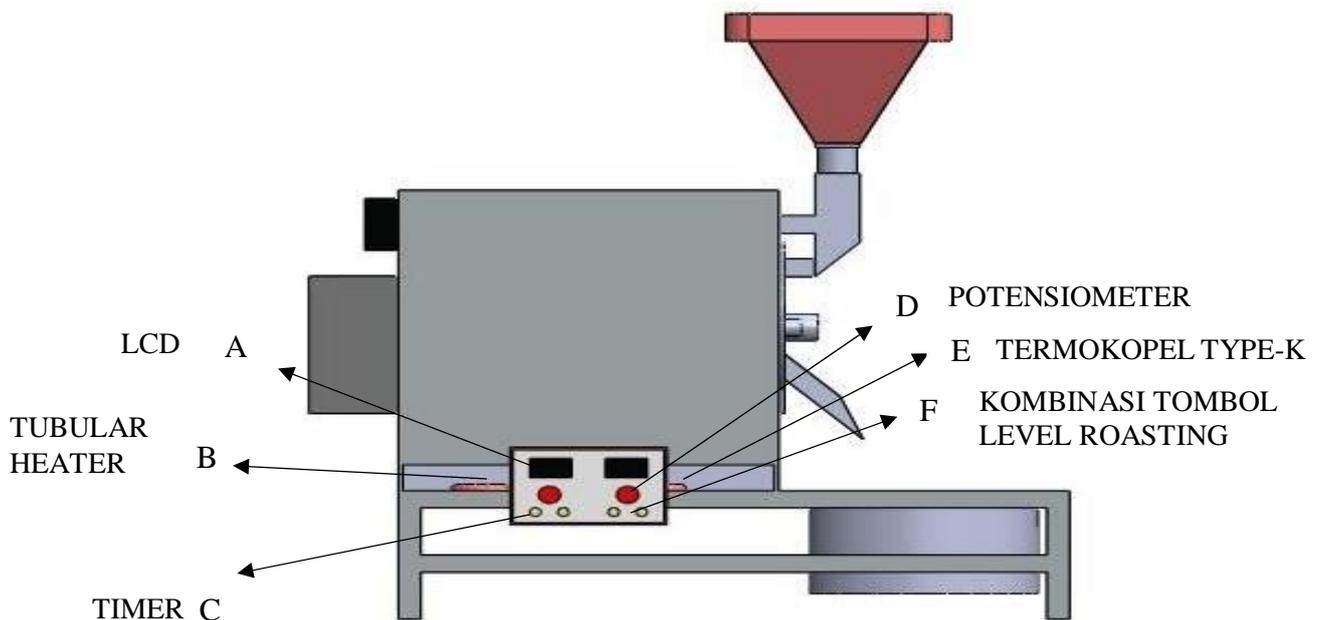
Sistem yang dibangun adalah sistem pengendali temperature suhu pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg bertipe horizontal. Sistem ini menggunakan mikrokontroler atau arduino atmega 2560. Arduino adalah pengendali penting pada mesin roasting ini. Arduino akan mengatur data setiap relay sesuai *setpoint* yang ditentukan. Pada gambar 3.27. skema diagram pada pemanas terlihat bahwa menggunakan arduino dan beberapa komponen lainnya seperti triac, modul dimmer ac yang berfungsi untuk mengatur besaran tegangan pada pemanas, modul rtc3231 berfungsi untuk mengatur timer yang ditetapkan pada program arduino, dan relay 4 channel yang berfungsi untuk mengatur saklar otomatis jika timer telah habis. Pada rangkaian ini menggunakan 2 arus, yaitu arus AC untuk komponen pemanas dan dimmer, arus DC untuk komponen mikrokontroler seperti arduino dan rtc dan tombol saklar. Pada perancangan ini juga ditampilkan rpm pada putaran dynamo DC sesuai pada diagram skematik gambar 3.29, dan menampilkan suhu yang terdeteksi pada sensor termokopel type-K.

3.5. Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah melakukan prosedur penelitian pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg:

1. Untuk mengetahui kinerja pemanas tubular heater sebagai inti pemanas:
 - a. Pemanas menggunakan system elektrik dengan tipe pemanas tubular heater
 - b. Untuk mengetahui tingkat maksimal suhu pemanas menggunakan modul dimmer dan sensor termokopel type k
 - c. Percobaan tingkat maksimal suhu pemanas sampai 380°C
 - d. Mencatat hasil pemanas maksimal yang telah dilakukan
2. Untuk mengetahui putaran tabung sebagai tempat sangria biji kopi:
 - a. Sensor rpm diletakkan diujung as putaran tabung
 - b. Putaran tabung didapatkan sebesar 30 – 130 rpm pada daya listrik DC 12V
 - c. Mencatat hasil putaran tabung dan ditetapkan sebagai setpoint putaran tabung ialah 30 rpm untuk 4 kali percobaan.
3. Menentukan waktu produksi roasting kopi kapasitas 1 kg:
 - a. Percobaan waktu untuk tahapan pertama selama 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 1 jam.
 - b. Percobaan roasting yang ideal selama 35 menit untuk semua level biji kopi
4. Menentukan hasil biji kopi terhadap suhu pemanas tubular heater:
 - a. Hasil biji yang ideal untuk biji kopi sesuai levelnya. Ditetapkan putaran tabung sebesar 30 rpm pada waktu timer 35 menit.
 - Suhu 180 °C untuk hasil roasting kopi level light
 - Suhu 240 °C untuk hasil roasting kopi level medium roast
 - Suhu 300 °C untuk hasil roasting kopi level medium to dark
 - Suhu 360 °C untuk hasil roasting kopi level dark
 - b. Melakukan setingan suhu pada tombol otomatis pada panel
 - c. Membuat kesimpulan dari hasil pengujian level kopi yang diproduksi.

3.6. Desain panel kontrol temperature pada mesin roasting kopi



Gambar 3.32. desain panel kontrol temperature

Keterangan gambar:

Pada gambar 3.32. diatas adalah panel kontrol berbasis mikrokontroler yang telah dipasang pada mesin roasting kopi kapasitas 1 kg tipe horizontal. Adapun keterangannya sebagai berikut:

1. (A) adalah LCD display 20x4 berbasis inter integrated circuit yang dikendalikan mikrokontroler untuk menampilkan data suhu, rpm, dan timer
2. (B) adalah pemanas listrik menggunakan type tubular heater sebagai sumber pemanas pada mesin roasting kopi.
3. (C) adalah *setpoint* pada timer sebesar 15 menit hitungan mundur sejak saklar di hidupkan.
4. (D) adalah potensiometer yang berfungsi untuk mengatur putaran rpm motor dc didalam ruangan mesin roasting kopi.
5. (E) adalah sensor termokopel type-k yang akan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk ditampilkan ke lcd
6. (F) adalah pengaturan level jenis kopi yang dipilih.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Beban

Sebelum dilakukan rancangan bangun system kontrol temperature pada unit ini terlebih dahulu di identifikasi terhadap beban yang akan dilayani oleh panel instrumen. Identifikasi ini secara keseluruhan terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Identifikasi keseluruhan beban pada panel instrument.

a. Powersupply converter (AC-DC)	: 220v AC to 36v DC
b. Kipas DC	: Convert 12v DC
c. Arduino Atmega2560	: Convert 9v DC
d. Dinamo DC	: Convert 12v – 25v DC
e. Tubular Heater	: 220v – 500Watt
Total Daya	: 658 watt

Besar daya berikut dapat dihitung dengan rumus.

$$P = V \times I$$

P = daya listrik (watt)

V= tegangan (volt)

I = arus (a)

Diketahui : Tegangan dan arus minimal

220vac dan 2a

$$P = (220v \times 2a)$$

= Daya pemanas + total daya arus dc keseluruhan

= 500 watt + 158 watt Total daya

= 658 watt

4.2. Software Mesin Roasting

Mesin roasting ini menggunakan program untuk mengatur Langkah Langkah penyangraian. Adapaun software yang digunakan adalah *Arduino IDE* yang dipakai untuk menginput data programan ke system mikrokontroler.

4.3. Program Arduino

Program ini menggunakan bahasa dasar dari pemrograman, perintah ini dijalankan sesuai fungsi yang dipilih. Dalam program terdapat perintah untuk mengatur waktu mundur (timer) dalam proses peroastingan, waktu pembacaan suhu menggunakan modul termokople type -K dan membaca output putaran tabung. Berikut adalah listing program arduino sesuai dengan perintahnya.

4.3.1. Bahasa programan

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "Countimer.h"
#include "max6675.h"

float REV = 0;
int RPM;
int PREVIOUS = 0;
int TIME;

#define pb_set A1 //Set
#define pb_up A2 //Up dan Start
#define pb_down A3 //Down, Pause, dan Reset

int SO = 10;
int CS = 9;
int SCLK = 8;

Countimer tdown;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
MAX6675 tkp(SCLK, CS, SO);

void INTERRUPT ()
{
    REV++;
}

int led = 12;
int relay = 50;
int buzzer = A12;

int set_detik = 0;
int set_menit = 0;
int last_set_detik = 0;
int last_set_menit = 0;
int set = 0;

bool kondisi_set = 0;
bool kondisi_relay = 1;
bool kondisi_reset = 0;
unsigned long lastmillis;

void setup() {
```

```

Serial.begin(9600);
lcd.init();
lcd.backlight(); //initialize LCD
attachInterrupt(1, INTERRUPT, RISING); //attaching the interrupt
Serial.begin(9600);

pinMode(pb_set, INPUT_PULLUP);
pinMode(pb_up, INPUT_PULLUP);
pinMode(pb_down, INPUT_PULLUP);

pinMode(relay, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
pinMode(led, OUTPUT);

lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("      MESIN ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("      ROASTING KOPI");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" *****");
tdown.setInterval(print_time, 250);
delay(7000);
lcd.clear();
}
void print_time() {
  set_detik = set_detik - 1;
  if (set_detik < 0) {
    set_detik = 59;
    set_minut = set_minut - 1;
  }
  if (set_minut < 0) {
    set_minut = 59;
  }
}
void loop(){

  lcd.setCursor(1,5);
  lcd.print("SUHU TAB: ");
  lcd.print(tkp.readCelsius());
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");

  detachInterrupt(0);
  TIME = millis() - PREVIOUS;
  RPM= (REV/TIME) * 60000;
  PREVIOUS = millis();
  REV = 0;
  Serial.print("RPM = ");
  Serial.println(RPM);
  lcd.setCursor(3,2);
  lcd.print(" RPM :");
  lcd.print(RPM);
  lcd.print(" ");
  attachInterrupt(1, INTERRUPT, RISING);

  if(tkp.readCelsius() > 250){

```

```

    digitalWrite(led, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(led, LOW);
}
delay(500);

tdown.run();
if (digitalRead(pb_set) == 0) {
    if (kondisi_set == 0 && kondisi_relay == 0) {
        kondisi_set = 1;
        set = set + 1;
        if (set > 2) {
            set = 0;
        }
        delay(100);
    }
} else {
    kondisi_set = 0;
}

if (digitalRead(pb_up) == 0) {
    if (set == 0) {
        tdown.start();
        kondisi_relay = 1;
    }
    if (set == 1) {
        set_detik++;
        last_set_detik = set_detik;
    }
    if (set == 2) {
        set_menit++;
        last_set_menit = set_menit;
    }
    if (set_detik > 59) {
        set_detik = 0;
    }
    if (set_menit > 59) {
        set_menit = 0;
    }
    delay(100);
}

if (digitalRead(pb_down) == 0) {
    //delay(500);
    lastmillis = millis();
    kondisi_reset = 0;
    while (digitalRead(pb_down) == 0 && set == 0) {
        if (millis() - lastmillis > 1000) {
            kondisi_reset = 1;
            kondisi_relay = 0;

            tdown.stop();

            set_detik = last_set_detik;
            set_menit = last_set_menit;
            lcd.setCursor(7,1);
            if (set_menit <= 9) {

```

```

        lcd.print("0");
    }
    lcd.print(set_menit);
    lcd.print(":");
    if (set_detik <= 9) {
        lcd.print("0");
    }
    lcd.print(set_detik);
    delay(100);
}
}

if (kondisi_reset == 0) {
    if (set == 0) {
        tdown.stop();
        kondisi_relay = 0;
    }
    if (set == 1) {
        set_detik--;
        last_set_detik = set_detik;
    }
    if (set == 2) {
        set_menit--;
        last_set_menit = set_menit;
    }
    if (set_detik < 0) {
        set_detik = 59;
    }
    if (set_menit < 0) {
        set_menit = 59;
    }
    delay(200);
}
}

lcd.setCursor(0,0);
if (set == 0) {
    lcd.print("    TIMER ROASTING    ");
}
if (set == 1) {
    lcd.print(" *Set Timer Second ");
}
if (set == 2) {
    lcd.print(" *Set Timer Minutes ");
}

lcd.setCursor(7,1);
if (set_menit <= 9) {
    lcd.print ("0");
}
lcd.print(set_menit);
lcd.print(":");

if (set_detik <= 9) {
    lcd.print("0");
}
lcd.print(set_detik);

if (set_detik == 0 && set_menit == 0 && kondisi_relay == 1) {

```

```

kondisi_relay = 0;

tdown.stop();
digitalWrite(relay, HIGH);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(200);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(200);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(buzzer, LOW);
}

if (kondisi_relay == 1) {
  digitalWrite(relay, LOW);
} else {
  digitalWrite(relay, HIGH);
}

delay(1);
}

```

4.4. Pengujian alat pemanas

Hasil dari uji kinerja pemanas sebanyak 4 kali dengan bahan baku biji kopi green bean sebanyak 1 kg. pengujian alat pemanas ini digunakan untuk lanjutan dari penggunaan system otomatis 4 tombol yang diaplikasikan pada panel instrumen. Penggunaan pemanas ini diawali dengan memanaskan tabung tanpa bahan terlebih dahulu selama 15 menit dengan suhu pemanas 100°C maka tabung siap untuk dimasukkan biji greenbean.



Gambar 4.1. Pengujian alat pemanas

4.2. Tabel pengujian pemanas

Berat	Waktu	Setpoint Suhu	Level
1 Kg	35 menit	180	<i>Light roast</i>
1 Kg	35 menit	240	<i>Medium roast</i>
1 Kg	35 menit	300	<i>Medium to dark</i>
1 Kg	35 menit	360	<i>Dark roast</i>

Gambar 4.2. table pengujian pemanas

Untuk melihat tingkat pengaruh pemanas tubular heater terhadap biji kopi, maka dapat dilakukan percobaan sebesar 1 kg biji kopi dengan pemanas elektrik tubular heater. Pada tahap ini dilakukan 4 kali percobaan sesuai dengan karakteristik level biji kopi.

Keterangan table diatas adalah ditentukan berat biji kopi dan waktu dalam peroastingan yaitu 35 menit. Dan pada set point suhu dapat ditentukan dengan perbandingan putaran tabung yaitu 30 rpm. Dengan demikian dapat ditemukan derajat suhu yang sesuai untuk peroastingan dengan pencapaian level kopi.

Pada penggunaan pemanas tubular heater ini terdapat perbedaan suhu antara pemanas menggunakan bahan bakar lpg. Yang mana pada pemanas lpg ini api kompor dapat berkenaan langsung dengan tabung dengan demikian panas akan lebih cepat memanaskan tabung sesuai dengan pengaturan atau kontrol waktu. Berbeda dengan pemanas listrik (tubular heater) yang hanya di tempatkan pada bawah tabung. Panas yang dihasilkan akan merata pada silinder tabung namun proses pemanasnya sedikit lebih lama merambat ketabung dikarenakan tidak terjadi kontak antara pemanas dengan tabung.

Dalam penelitian ini, pemanas diberi sensor suhu termokopel type K yang diatur oleh perangkat arduino sebagai pembaca suhu. Suhu maksimal pemanas ini sampai 380°c.

4.5. Pengujian level biji kopi *light*

Pada gambar 4.2. Table pengujian pemanas ditentukan waktu roasting 35 menit, putaran tabung 30 rpm dan suhu pemanas 180 °c. Maka hasil peroastingan mencapai level *light*.



Gambar 4.3. Hasil level kopi *light*

4.6. Pengujian level biji kopi *Medium roast*

Pada gambar 4.2. Table pengujian pemanas ditentukan waktu roasting 35 menit, putaran tabung 30 rpm dan suhu pemanas 240 °c. Maka hasil peroastingan mencapai level *medium roast*.



Gambar 4.4. Hasil level kopi *medium roast*

4.7. Pengujian level biji kopi *medium to dark*.

Pada gambar 4.2. Table pengujian pemanas ditentukan waktu roasting 35 menit, putaran tabung 30 rpm dan suhu pemanas 300 °c. Maka hasil peroastingan mencapai level *medium to dark*



Gambar 4.5. Hasil level kopi *medium to dark*

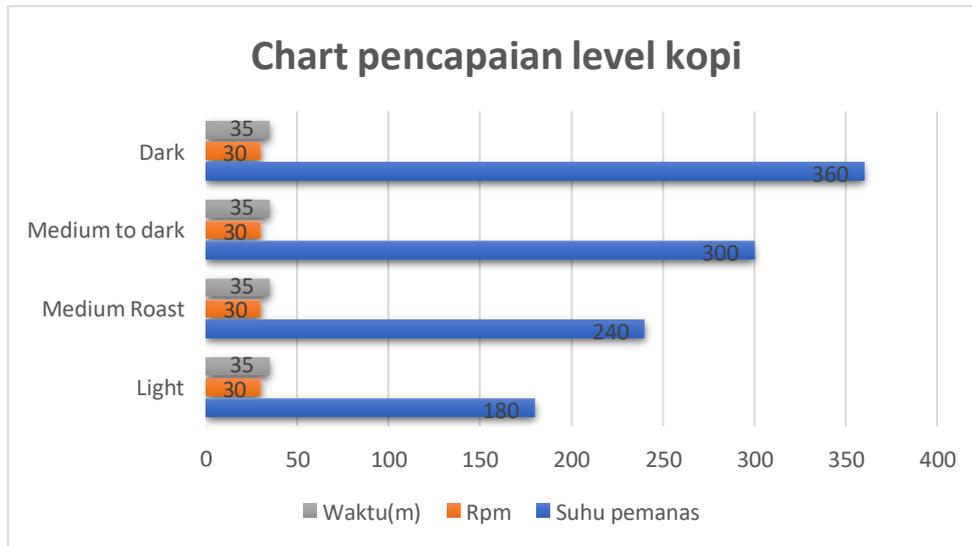
4.8. Pengujian level biji kopi *Dark*.

Pada gambar 4.2. Table pengujian pemanas ditentukan waktu roasting 35 menit, putaran tabung 30 rpm dan suhu pemanas 360 °c. Maka hasil peroastingan mencapai level *Dark*



Gambar 4.6. Hasil level kopi *Dark*

4.9. Chart pencapaian level kopi



Gambar 4.7. Chart pencapaian level kopi

Keterangan chart diatas telah ditentukan waktu dan putaran tabung pada proses peroasting biji kopi. Pencapaian ini hanya mengubah derajat suhu pemanas terhadap biji kopi. Pada 4 tahapan pencapaian ini diaplikasikan pada tombol untuk menentukan hasil biji kopi yang ditentukan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses rancangan, pembuatan dan pengujian alat dapat diambil kesimpulan bahwa mesin roasting kopi kapasitas 1 kg menggunakan pemanas elektrik berjenis tubular heater sebagai berikut.

1. Mesin roasting kopi ini dapat digunakan dikedai kopi karena memiliki daya listrik yang hanya sebesar 658 watt.
2. Hasil biji kopi yang ideal setelah diroasting dengan pengaturan waktu 35 menit dengan putaran tabung 30 rpm dan pada suhu 180 °c untuk hasil level kopi light, 240 °c untuk hasil level kopi medium roast, 300 °c untuk hasil level kopi medium to dark, dan 360 °c untuk hasil level kopi dark.
3. Kontrol temperature suhu dapat diatur secara manual sesuai keinginan barista.

5.2. Saran

Setelah menghidupkan mesin maka disarankan untuk :

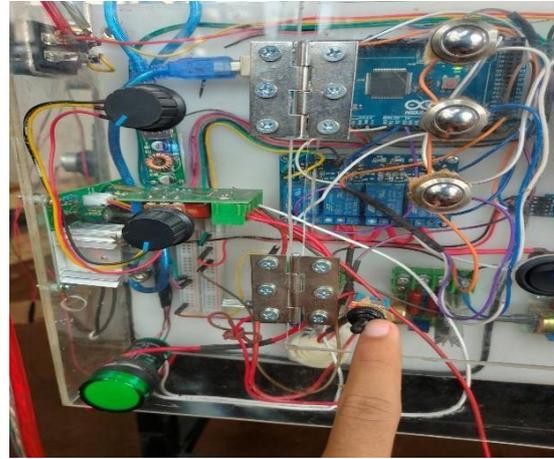
1. Memanaskan terlebih dahulu tabung penyangrai tanpa berputar dengan suhu 100 °c atau 10 menit. Pembacaan suhu dan waktu dapat dimonitoring melalui LCD yang ditampilkan atau setelah bunyi buzzer.
2. Disarankan untuk mematikan switch on off Ketika mesin telah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

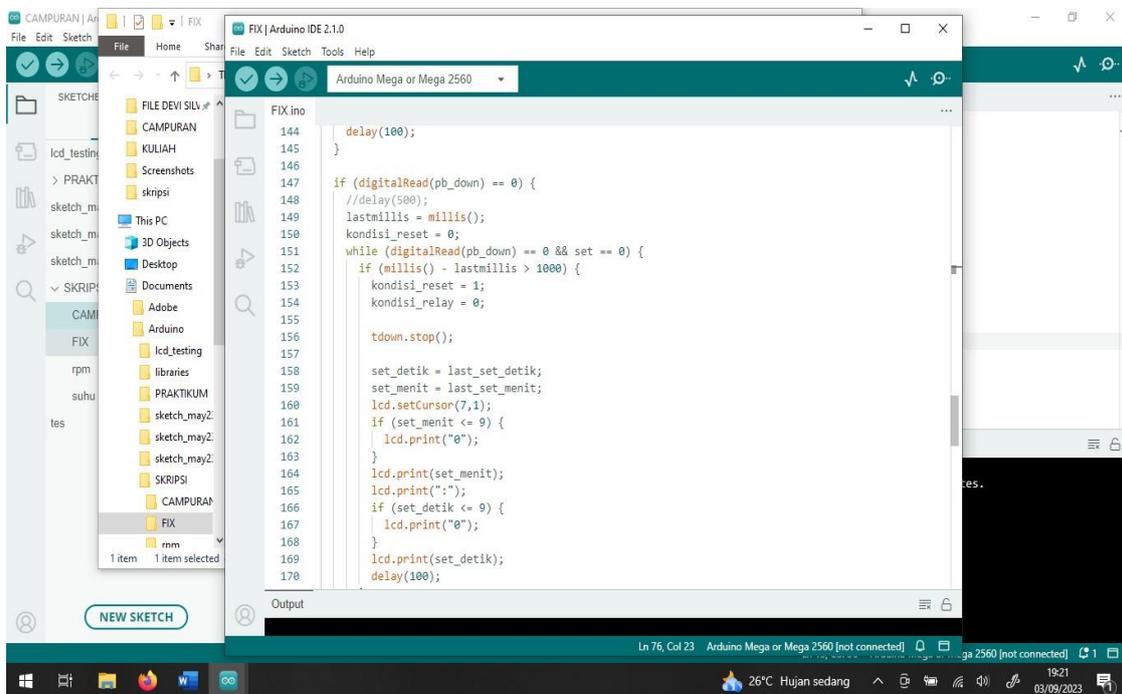
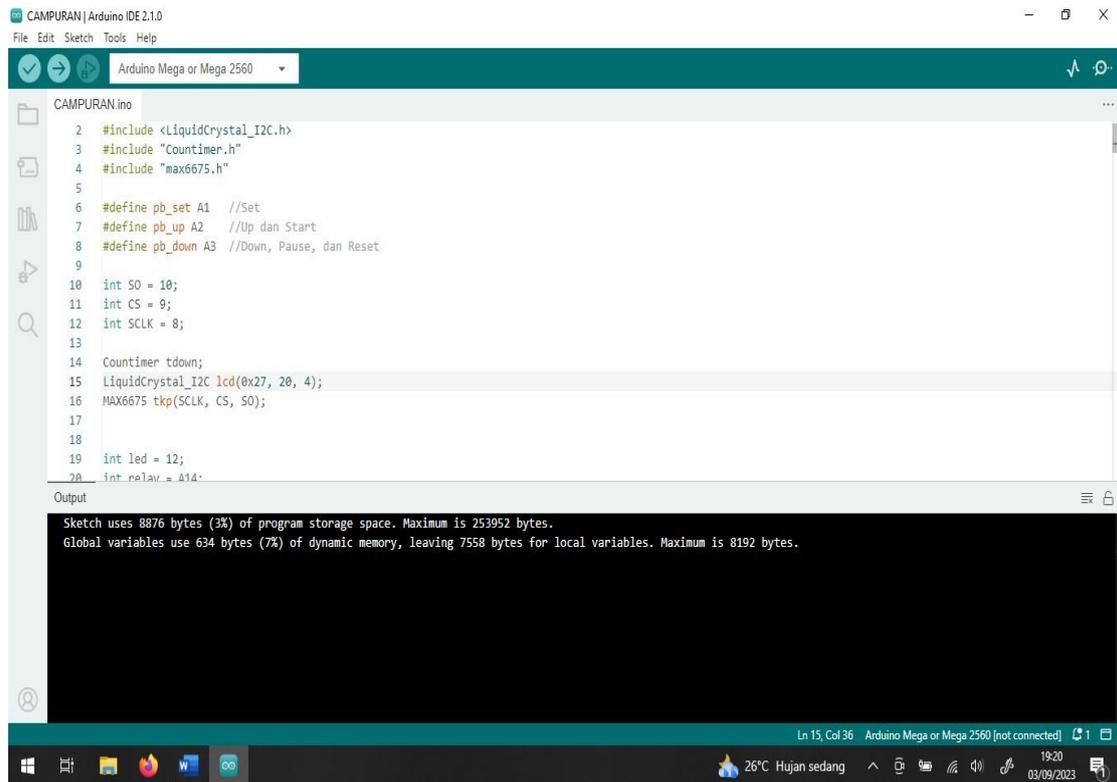
- Zainun, 1999. (2018). Zainun, 1999) 2.2. *Zainun*, 2, 5–17.
- Ii, B. A. B., & Teori, L. (2011). *Perancangan*. 8–22.
- Satya, 2012. Tingkat kematangan biji kopi hasil roasting.
- Ristiawan, M., & Ariyanto, E. 2016. Otomatisasi Pengatur Suhu Dan Waktu Pada Penyangrai Kopi (Roaster Coffee) Berbasis Atmega 16 Pada Tampilan Lcd (Liquid Crystal Display). *Gema Teknologi*, 19(1), 6-8.
- Ashari, M., 2014. *Pengaruh Jarak Selubung dengan Panci Terhadap Efisiensi Sistem Pemanasan Menggunakan Kompor Gas* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- syafriandi,. 2017. mengetahui karakter rasa kopi dari tingkatan roasting.
- Da'im, M., Indrawati, E. M., & Sari, K. R. T. P., 2021. EFEKTIVITAS ALAT PENYANGRAI BIJI KOPI MODERN CITA RASA TRADISIONAL BERBASIS ARDUINO UN. *Nusantara of Engineering*, 4(2), 137-142.
- Tullah, R., Sutarman, S., & Setyawan, A. H., 2019. Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi. *Jurnal Sisfotek Global*, 9(1).
- Arisandi, E. D., 2016. Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 3(2), 114-117.
- Agustanto,. 2012. *Jenis – jenis elemen pemanas*
- Arifuddin, R., Mujahidin, I., Respati Wikantiyoso, dan, & Merdeka Malang Jalan Terusan Dieng No, U., 2021. (n.d.). *Sistem Kontrol Suhu dan Waktu Otomatis Mesin Roasting Kopi Portabel*.
- Santoso, H., & Ruslim, D., 2019. Pembuatan Termokopel Berbahan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) Sebagai Sensor Temperatur *INDONESIAN JOURNAL OF FUNDAMENTAL SCIENCES (IJFS)*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 5(1).
- Almanda, D., & Yusuf, H. (n.d.). Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Elektum*, 14(2).
- Darmawan, I. A., 2020. Faktor-Faktor Kegagalan Pemasangan Komponen Chip Pada Papan PCB Menggunakan Mesin Chip Mounter. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA UNTIRTA* (Vol. 3, No. 1).
- Prongo. J,K,. 2018. Pengertian IC LM358 dan Fungsinya.

- Niam, B., Albab, U., & Darpono, R., 2021. PEMAKAIAN DAN PENCEGAHAN COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN HAND SANITIZER TANPA SENTUH DI MASJID THOYBAH KABUPATEN TEGAL. *Join*, 2(1).
- Ramadhan, W.S., 2021. Circuit breaker sekring *artikel kelistrikanku*. Widjan Kelistrikan 2021.
- Putri, A. M., Istiasih, H., & Santoso, R. 2021. Rancang Bangun Mesin Penyemprot Cat Dinding Menggunakan Dinamo DC. *Nusantara of Engineering*, 4(1), 10-10.

LAMPIRAN







LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin Roasting Kopi Kapasitas 1 KG Tipe Silinder Horizontal.

Nama : M. SYACH ALWI HARAHAP

NPM : 1907230189

Dosen Pembimbing : Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	18/02/2023	Diskusi Penelitian & Judul	[Signature]
2	01/03/2023	Diskusi Latar Belakang	[Signature]
3	03/03/2023	Asistensi BAB I	[Signature]
4	17/02/2023	Asistensi BAB I	[Signature]
5	21/02/2023	Asistensi Literatur Review	[Signature]
6	01/03/2023	Asistensi BAB II & Metode	[Signature]
7	02/03/2023	Asistensi & Diskusi BAB II (Akhir)	[Signature]
8.	07/03/2023	ACC Nark Sempoa	[Signature]

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg tipe Silinder Horizontal

Nama : M. Syach Alwi Harahap
NPM : 1907230189

Dosen Pembimbing 1 : Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	08/07/2023	Asistensi Revisi BAB III.	24
	20/07/2023	Asistensi Rumus yang dipakai di BAB IV (Analisa dst)	24
	20/07/2023	Asistensi Hasil Perancangan Mesin Roasting	24
	14/08/2023	Pengukuran Mesin Roasting	24
	21/08/2023	Asistensi BAB IV Analisis	24
	25/08/2023	Asistensi BAB IV & kesimpulan dan daftar Pustaka.	24
	25/08/2023	ACC seminar Hasil 20/09/2023	24 24

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesi Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg Tipe Silinder Horizontal

Nama : M.Syach Alwi Harahap

Npm : 1907230189

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	01/09/2023	Revisi Bab <u>IV</u> Kosil penentuan	2/
	02/09/2023	Penggunaan mesin Roasting / panel listrik	2/
	04/09/2023	Perbaiki sistem kontrol.	2/
	04/09/2023.	Rapikan sistem penulisan dan gambar Hari. 5 cm x 5 cm.	2/
	05/09/2023	Revisi ppt minimal 1 slide dan maksimal 15 slide.	2/
	06/09/2023	Acc Sidang	2/
			2/

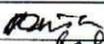
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : M. Syach Alwi Harahap

NPM : 1907230189

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin
Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg Betipe Silinder Horizontal

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT		 
Pemanding – I : M. Yani, ST, MT		 
Pemanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT		 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230100	RISQY PRATAMA	
2	1907230140	M. FAUZI FIKRI TOLO	
3	1907230064	NOOR FAIZI NASUTION	
4	1907230102	Muhammad Inbra Wana	
5	1907230183	Muhammad AZRI	
6	1907230096	Yudha Mandala Putra	
7	1907230162	MURALI EKA PUTRA	
8			
9			
10			

Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : M. Syach Alwi Harahap
NPM : 1907230189
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin
Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg Betipe Silinder Horizontal

Dosen Pembanding – I : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
lihat pada draft skripsi, bagian yg harus diperbaiki
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

M. Yani, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : M. Syach Alwi Harahap
NPM : 1907230189
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Kontrol Temperatur Tubular Heater Pada Mesin
Roasting Kopi Kapasitas 1 Kg Betipe Silinder Horizontal

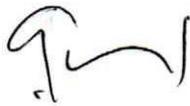
Dosen Pembanding – I : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
ditulis pada draft skripsi, bagian yg harus diperbaiki
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Sudirman Lubis, ST, MT



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [i umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [t umsumedan](https://www.twitter.com/umsumedan) [y umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
. DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 86/11.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 16 Januari 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : M. SYACH ALWI HARAHAP
Npm : 19072300189
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 7 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN CONTROL TEMPERATUR TUBULAR
HEATER PADA MESIN ROASTING KOPI KAPASITAS 1 KG TIPE
SILENDER

Pembimbing : RIADINI WANTY LUBIS ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 24 Jumadil Akhir 1444 H
17 Januari 2023 M

Dekan



Munawar Mansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : M. Syach Alwi Harahap
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 29 Februari 2000
Alamat : Jl. Alfaka VIII No.115A Tanjung Mulia Hilir
Agama : Islam
E-Mail : syachalwiharahap@gmail.com
No Hp : 082165670434

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD ASUHAN RAYA 2006-2012
2. SMP BUDI MULIA 2012-2015
3. SMK NEGERI 5 MEDAN 2015-2018
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2019-2023