



**PEMBUATAN ALAT PENGHANGAT AIR DENGAN METODE
PEMANFAATAN INDUKSI ARUS EDDY**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

O L E H

**NAMA : BENJOVA LUMBANTOBING
NPM : 1724210225
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2019

**PEMBUATAN ALAT PENGHANGAT AIR DENGAN METODE
PEMANFAATAN INDUKSI ARUS *EDDY***

Benjova Lumbantobing *

Solly Aryza **

Hariyanto **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Alat penghangat air pada umumnya masih banyak menggunakan cara manual dalam proses pemanasannya. terlebih lagi pada saat memanaskan air, air tersebut tidak bisa ditinggal lama, bisa berdampak negatif karena suhu air yang terus meningkat. Oleh karena itu, untuk mempermudah seseorang menghangatkan air dan menjaga suhu air tetap terjaga. maka dibuatlah sebuah alat penghangat air dengan Metode Pemanfaatan *Induksi Arus Eddy* berbasis mikrokontroler, alat ini dikendalikan oleh sebuah *mikrokontroler Atmega8*, untuk menghangatkan air dan menstabil suhu air dengan aman. Pendeteksi suhu air menggunakan *sensor suhu LM35*, dan sumber pemanas air dari induksi arus *eddy*. Panas air dikendalikan secara otomatis serta suhu air dapat diatur sesuai keinginan. pada saat kondisi suhu *setpoint* berbanding lurus dengan suhu air maka alat akan otomatis *off*, sebaliknya pada kondisi suhu air lebih kecil dari pada suhu *setpoint*, maka alat akan otomatis *on*.

Kata kunci : *Induksi Arus Eddy, Mikrokontroler Atmega8, Sensor Suhu LM35*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : benjova93@gmail.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulis	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Perancangan Terdahulu.....	6
2.2 Pemanas Induksi	7
2.3 Arus <i>Eddy</i>	10
2.3.1 Manfaat Arus <i>Eddy</i>	12
2.4 Teori Pemanasan Induksi	12
2.5 Lilitan Pemanas	13
2.6 Komponen Elektronika.....	15
2.6.1 <i>MOSFET</i>	15
2.6.2 Kapasitor	16
2.6.3 Transistor	17
2.6.3.1 Fungsi Transistor	18
2.5.3.2 Cara Kerja Transistor	19
2.6.4 DIODA.....	20
2.6.5 Resistor	21
2.6.6 <i>IGBT</i>	22

2.7 Mikrokontroler ATMEGA8.....	23
2.7.1 Mikrokontroler AVR ATmega8	24
2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	27
2.9 Sensor Suhu LM35	29
2.9.1 Karakteristik sensor LM35.....	30
2.9.2 Prinsip Kerja Sensor LM35.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Metode Penelitian	33
3.2 Waktu dan Tempat.....	33
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	33
3.3.1 Alat yang Digunakan	33
3.3.2 Bahan dan Komponen yang Digunakan.....	34
3.4 Teknik Pengambilan Data.....	36
3.4.1 Tahap Rancang Bangun Alat	35
3.4.2 Perancangan Pendeteksi Suhu Plat Besi Menggunakan Sensor LM35...	38
3.5 Perancangan Perangkat Lunak	38
3.5.1 Block Diagram	38
3.6 Rancangan <i>Flow chart</i>	40
3.7 Perancangan Perangkat Keras Sistem	43
3.7.1 Rancang Rangkaian Pengendali Sistem.....	43
3.7.2 Rancangan Rangkaian Pengendali	43
3.8 Bentuk Akhir Keseluruhan Alat Pemanas	49
3.9 Pemograman	50
3.9.1 Cara Memprogram ATmega 8 Menggunakan Perangkat Lunak	51
3.9.2 Pengecekan Program.....	54
3.10 Mendownload Program Menggunakan <i>Software</i> PC	55
3.10.1 Mentransfer Data Program ke <i>ATmega8</i>	56
BAB VI HASIL DAN ANALISA DATA	59
4.1 Tujuan Pengujian Alat	59

4.1.1 Peralatan yang Digunakan Dalam Pengujian.....	60
4.2 Hasil Pengujian	61
4.2.1 Pengujian Pin ATmega 8	61
4.2.2 Pengujian Modul <i>Display</i> M1632	64
4.2.3 Pengujian Sensor Analog Suhu <i>LM35</i>	66
4.2.4 Pengujian Driver Transistor.....	68
4.2.5 Pengujian Catu Daya System.....	69
4.2.6 Pengujian Secara Keseluruhan.....	70
4.2.7 Pengujian Waktu Pemanasan.....	73
4.3 Pengujian Alat untuk Memanaskan Air.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Transformator dengan Kumparan Sekunder yang Diganti.....	9
Gambar 2.2 Prinsip Induksi dari Kumparan Primer ke Kumparan Sekunder	9
Gambar 2.3 <i>Induction Heater</i> dengan Inductor Tunggal Diameter Luar dan Dalam	9
Gambar 2.4 Sistem Kerja Pemanas Induksi	9
Gambar 2.5 Arah Medan Magnet <i>Eddy Current</i> Berlawanan dengan Arah Medan Magnet Kumparan.....	11
Gambar 2.6 Elemen Pemanas Induksi	13
Gambar 2.7 Rangkaian Pemanas Induksi dengan Sumber AC	15
Gambar 2.8 Skema <i>MOSFET</i> Sederhana.....	16
Gambar 2.9 Salah Satu Jenis Kondensator Beserta Lambangnya.....	17
Gambar 2.10 Salah Satu Jenis Kapasitor Beserta Lambangnya	18
Gambar 2.11 Transistor Bipolar.....	18
Gambar 2.12 Struktur Dan Simbol Transistor Tipe n-p-n dan p-n-p.....	20
Gambar 2.13 Susunan dan Simbol Dioda	21
Gambar 2.14 Resistor.....	21
Gambar 2.15 <i>ATmega8</i>	23
Gambar 2.16 Konfigurasi Pin <i>ATmega8</i>	25
Gambar 2.17 <i>Display LCD</i>	27
Gambar 2.18 Sensor Suhu <i>LM35</i>	30
Gambar 3.1 Tampak Keseluruhan Alat Pemanas Induksi	37
Gambar 3.2 Tampak Atas Perancangan Alat	37
Gambar 3.3 Tampak Depan Pemanas Induksi	37
Gambar 3.4 Letak Sensor <i>LM35</i>	38

Gambar 3.5 Block Diagram	39
Gambar 3.6 <i>Flow Chart</i>	41
Gambar 3.7 Rangkaian Pengendali System	43
Gambar 3.8 Rangkaian Saklar.....	44
Gambar 3.9 Rangkaian <i>display LCD</i>	45
Gambar 3.10 Rangkaian sensor suhu <i>LM35</i>	46
Gambar 3.11 Sensor <i>LM35</i>	46
Gambar 3.12 Rangkaian mikrokontroler <i>ATmega8</i>	47
Gambar 3.13 Rangkaian Driver/ Penguat	48
Gambar 3.14 Rangkaian Kumparan Induksi (coil)	48
Gambar 3.15 Rangkaian Potensiometer	49
Gambar 3.16 Keseluruhan Alat Pemanas Induksi.....	50
Gambar 3.17 <i>Software Code vision AVR</i>	50
Gambar 3.18 Fitur awal <i>Software Code Vision AVR</i>	51
Gambar 3.19 Tampilan projek baru <i>Code Wizard AVR</i>	52
Gambar 3.20 Pemilihan Chip.....	52
Gambar 3.21 Pin Pada <i>LCD</i>	53
Gambar 3.22 Pengaktifan ADC	53
Gambar 3.23 Pengaktifan <i>Output Port</i>	53
Gambar 3.24 Tampilan Peringatan Error pada Program.....	54
Gambar 3.25 Program yang Error.....	55
Gambar 3.26 <i>Downloader</i>	55
Gambar 3.27 <i>Software eXtreme Burner AVR v1.0</i>	56
Gambar 3.28 Pengecekan Informasi Mikrokontroler	56
Gambar 3.29 Pemilihan Chip.....	57
Gambar 3.30 Data Pada <i>ATmega8</i>	57
Gambar 3.31 Gambar Flash	58
Gambar 3.32 Mendownload <i>ATmega8</i>	58
Gambar 4.1 Pengukuran pada Pin Mikrokontroler <i>Atmega 8</i>	63
Gambar 4.2 Foto Pengujian pada <i>Display LCD</i>	66

Gambar 4.3 Foto Pengukuran Sensor pada Suhu 40°C.....	68
Gambar 4.4 a-b. Pengukuran pada Driver Transistor <i>IGBT</i>	69
Gambar 4.5 Pengujian Sistem Pemanas Induksi Secara Keseluruhan.....	71
Gambar 4.6 Pengujian Pengukuran Kumparan Induksi.....	72
Gambar 4.7 Pengukuran Pulsa <i>Switching</i> pada Driver Transistor.....	72
Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Pulsa <i>Switching</i> Transistor.....	72
Gambar 4.9 Pulsa Keluaran dari Mikrokontroler Atmega 8.....	73
Gambar 4.10 Plat Aluminium dan Besi dengan Ketebalan 0.9 mm.	73
Gambar 4.11 Pengujian pada Plat.	75
Gambar 4.12 Proses Pemanasan Logam A Plat Aluminium dan B pada Plat besi...	75
Gambar 4.13 Pengukuran Suhu dan Waktu Pemanasan Air.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Perancangan Terdahulu.....	7
Tabel 2.2. Pesifikasi <i>IGBT</i> G60N120	22
Tabel 2.3. Fungsi Port <i>Display LCD</i>	28
Tabel 3.1. Daftar Peralatan yang Digunakan	34
Tabel 3.2. Daftar Bahan dan Komponen yang Digunakan	35
Tabel 4.1. Tegangan Pada Tiap Pin Atmega 8.....	61
Tabel 4.2. Tegangan <i>Input LCD</i>	64
Tabel 4.3. Pengujian Sensor Analog Suhu LM 35	66
Tabel 4.4. Pengukuran Transistor <i>IGBT</i>	69
Tabel 4.5. Pengukuran Catu Daya.....	70
Tabel 4.6. Waktu Pemanasan Material Plat Aluminium 0,9 mm	74
Tabel 4.7. Waktu Pemanasan Material Plat Besi 0,9 mm	74
Tabel 4.8. Pengujian Alat dengan Volume Air 320 ml	76

SKATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan yang maha pengasih dan penyayang, yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan sesuai pada waktunya.

Adapun judul laporan ini adalah, *“Pembuatan Alat Penghangat Air dengan Metode Pemanfaatan Induksi Arus Eddy”*. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik program Studi Teknik Elektro di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis telah mendapat bantuan dari berbagai pihak baik berupa material, spiritual, informasi, maupun administrasi. Karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H.M. Isa Indrawan, S.E.,M.M. selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Solly Aryza, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing I dan Bapak Hariyanto, S.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu, perhatian, petunjuk dan arahan serta mengajari penulis dengan sabar dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai.

5. Seluruh dosen dan staff pengajar Teknik Elektro yang telah sabar dan tabah dalam mengajar selama kuliah di Universitas Pembangunan Panca Budi.
6. Orang Tua serta keluarga tercinta yang telah memberi dukungan baik dalam semangat, nasihat, serta materi terlebih dalam dukungan doa sehingga dapat menyelesaikan Pendidikan Sarjana di Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Teman-teman tim Chapel Oikoumene USU, rekan-rekan kerja TB. Gramedia Asri Media, KTB Hasea yang selalu mendukung dan membantu baik dalam dalam doa ataupun informasi.
8. Teman-teman saya di Kelas Reguler LB yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam pembuatan laporan ini. Penulis menyadari terdapat kekurangan dalam laporan ini, sebab itu penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Medan, 20 Juli 2019

Benjova Lumbantobing
NPM: 1724210225

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peralatan pemanas yang terus meningkat mendorong manusia melakukan penemuan baru dan mengembangkan peralatan-peralatan listrik yang bertujuan untuk memberi kemudahan dan keamanan bagi manusia. salah satunya adalah peralatan pemanas air. pada umumnya beberapa yang kita ketahui banyak peralatan listrik yang berfungsi sebagai penghangat air masih manual penggunaannya seperti, *water heater*, elemen pemanas dll. yang belum memberi rasa aman dalam proses pemanasannya, alat tidak bisa ditinggal lama, suhu air yang terus meningkat dan panas yang dari pemanas masih menyebar oleh karena itu alat yang akan dirancang tujuannya sama sebagai penghangat air biasa tetapi metode pemanas yang digunakan berbeda dalam proses memanaskan air, yaitu menggunakan induksi arus *eddy*. Seperti yang kita ketahui arus *eddy* banyak digunakan untuk sensor dan pemanas besi. proses pemanasannya lebih aman dan tidak menimbulkan panas yang berlebihan dari alat tersebut, pemanasannya secara otomatis, suhu air dapat dijaga konstan, dapat ditinggal lama dan suhu air dapat *disetting* sesuai yang kita inginkan. prinsip induksi arus *eddy* bekerja berdasarkan manipulasi pada arus listrik AC terhadap sebuah kumparan. koil yang dialiri arus AC akan menimbulkan induksi yang disebut arus pusar (arus *eddy*). Pengaruh Induksi arus *eddy* memanaskan air yaitu dengan menempelkan wadah besi pada permukaan kumparan pada saat *on* maka induksi akan memberikan panas pada wadah.

Cara kerja alat ini, sebelum di *on* kan maka kita mengatur suhu *setpoint* terlebih dahulu sesuai kebutuhan kemudian tekan *on*, dan kumparan akan mulai menginduksi besi yang menempel pada kumparan. Setelah suhu panas besi meningkat dan telah mencapai suhu set point maka induksi akan secara otomatis *off* dan pada saat suhu air menurun lebih kecil dari suhu *setpoint* maka otomatis alat akan kembali *on* dan kembali menuju suhu *setpoint*. Prinsip kerja induksi arus *eddy* membuat pemanas tetep menjaga suhu air konstan.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka penulis mencoba melakukan studi dan mengambil judul skripsi tentang: ***“PembuatanAlat Pehangat Air dengan Metode Pemanfaatan Induksi Arus Eddy”***

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1.2.1 Bagaimana penerapan mikrokontroller dan sensor suhu pada sistem pemanas pada objek pemanas.
- 1.2.2 Bagaimana merancang sebuah komponen menjadi suatu alat pehangat air.
- 1.2.3 Bagaimana memprogram mikrokontroller terhadap metode arus *eddy* dapat bekerja secara otomatis seperti yang diinginkan.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan materi dalam penelitian ini terarah, maka penulis menetapkan batasan batasan masalahnya sebagai berikut:

- 1.3.1 Merancang *hardware* dan *Software* pemanas air dengan pengaturan suhu melalui potensiometer, sensor suhu *LM35*, dan suhu ditampilkan pada layar *displayLCD*.

1.3.2 Sistem pemrosesannya menggunakan mikrokontroler *ATmega8*.

1.3.3 Alat yang dirancang dalam bentuk *prototype* untuk volume air yang terbatas (0 – 500 ml).

1.3.4 Tidak membahas titik didih, rugi-rugi daya dan histerisis

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Bagaimana cara mengimplementasikan *ATmega8* di dalam sistem induksi penghangat air.

1.4.2 Merancang *prototype* pemanas air menggunakan sistem induksi arus *eddy*.

1.4.3 Bagaimana cara merancang otomatisasi pada pemanas air dan Menguji alat yang akan dirancang untuk mengetahui kerja alat *on* atau *off* secara otomatis.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1.5.1 Agar penulis mengetahui manfaat induksi arus *eddy* dapat digunakan sebagai penghangat air.

1.5.2 Mahasiswa dapat memahami kriteria dari pemanas air dengan sistem induksi arus *eddy*. sehingga alat dapat dikembangkan lagi fungsi, efesiensinya, serta berinovasi

1.5.3 Menjadi salah cara yang efektif untuk proses memanaskan air otomatis tanpa harus menggunakan bahan bakar fosil.

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Studi literatur, yaitu mempelajari teori melalui buku- buku ataupun literatur yang berhubungan dengan tugas akhir dan mengembangkan sesuai kebutuhan.

1.6.2 Studi *prototype* yaitu membuat simulasi, membuat *prototype* dan merancang sistem, kalibrasi, pengujian dan analisa hasil.

1.7 Sistematika Penulis

Gambaran penelitian ini secara singkat dapat diuraikan dalam 5 bab dengan masing-masing pembahasan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini menguraikan tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Dasar Teori

Bab ini membahas teori-teori dasar dan teori pendukung tentang sistem *control* dalam perancangan alat dan komponenyang digunakan, khususnya yang menunjang perancangan dan pembuatan alat ini.

Bab III Konsep Perancangan / Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan langkah-langkah perancangan pembuatan proyek dan perancangan mekanik, pembuatan alat penghangat air dengan metode pemanfaatan induksi arus *eddy*.

Bab IV Hasil Dan Analisa Data

Bab ini menjelaskan mengenai analisa rangkaian, hasil uji rangkaian, petunjuk pengoperasian dan cara kerja dari pembuatan alat penghangat air dengan metode pemanfaatan induksi arus *eddy*.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi berupa kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil perhitungan atau analisa data.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Perancangan Terdahulu

Perancangan ini dilakukan tidak terlepas dari hasil perancangan-perancangan terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil perancangan yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik perancangan. Dari perancangan terdahulu, penulis tidak menemukan perancangan dengan judul yang sama seperti judul perancangan penulis. Namun penulis mengangkat beberapa perancangan sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada perancangan penulis. Berikut ini tabel perbedaan mengenai tinjauan perancangan terdahulu beserta kontribusi bagi perancangan ini:

Tabel 2.1 Perancangan Terdahulu

Nama Perancang	Judul Perancangan	Hasil Perancangan	Perbedaan
Kamil Erwansyah, Beni Andika, Hendra Jaya, STMIK Triguna Dharma, 2017	Rancang Bangun Pemanas Air Pintar Berbasis Mikrokontroller	Perancangan menghasilkan sebuah alat yang dapat memanaskan air secara otomatis menggunakan elemen pemanas berbasis mikrokontroller.	Perancangan yang dikerjakan menggunakan element pemanas sebagai sumber panas yang dimasukkan kedalam sebuah wadah plastik. Kemudian heater akan memanaskan air dalam wadah. Sedangkan perancangan yang dirancang penulis menggunakan induksi arus <i>eddy</i> sebagai sumber panas cara kerjanya alat ini akan menghasilkan panas jika

			terinduksi dengan plat besi yang menempel pada kumparan secara.
Trisutrisno Pandiangan, Universitas Panca Budi medan, 2018	Rancang Bangun pemanas air otomatis berbasis <i>PLC Zelio 1250</i>	Perancangan menghasilkan sebuah alat pemanas air pada kamar mandi hotel yang menggunakan PLC Zelio dan Atmega 8 sebagai basis pengedali untuk kamar mandi perhotelan.	Perancangan yang dilakukan saudara Trisutrisno Pandiangan menggunakan PLC Zelio dan mikrokontroler <i>ATmega8</i> dalam perancangan alat pemanas air untuk kamar mandi perhotelan dimana suhu dapat di set dan sesuai keinginan. dan parameter yang dimonitoring antara lain temperatur air. sedangkan pada perancangan yang dirancang penulis menggunakan mikrokontroler <i>ATmega8</i> sebagai pengendali dan arus <i>eddy</i> sebagai sumber panas dapat memanaskan air dan panas yang dihasilkan sesuai keinginan dan parameter yang dimonitoring yaitu suhu air dan suhu <i>setpoint</i> , secara otomatis <i>on</i> atau <i>off</i> ketika telah mencapai suhu <i>setpoint</i> .

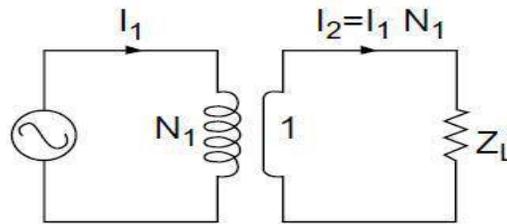
Sumber : Penulis

2.2 Pemanas Induksi

Pemanas Induks (Induction Heater) adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC dengan frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang

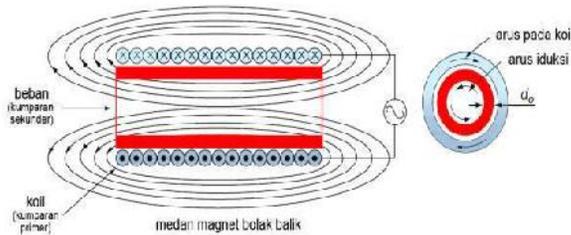
penghantar yang akan menghasilkan medan elektromagnetik disekitar benda kerja tersebut, sehingga menghasilkan arus *eddy* yang akan membuat molekul-molekul dari benda logam yang terdapat disekitar medan elektromagnetik mengeluarkan panas dapat meleburkan benda itu sendiri jika suhu melebihi kemampuan panas besi itu dan sebagai sumber pemanas air menggunakan plat besi. Prinsip kerja Pemanas induksi (*Induction Heater*) sama dengan prinsip transformator sebagaimana yang dinyatakan (*Wukofany zulkarnain, 2013:32*) sebagai berikut :

*Pemanas induksi (Induction heater) memiliki prinsip kerja yang sama dengan Transformator, dimana transformator bekerja karena adanya fenomena induksi elektromagnetik yang mana ketika ada suatu rangkaian tertutup yang di dalamnya mengalir arus AC menghasilkan medan elektromagnetik yang berubah-ubah pula. Seperti yang terjadi transformator, medan elektromagnetik (pada kumparan primer) yang berubah-ubah tersebut mempengaruhi kumparan sekunder dan pada kumparan sekunder timbul ggl induksi dan mengalir arus AC jika kumparan sekunder merupakan rangkaian tertutup. Besarnya arus pada kumparan sekunder (I_2) ditentukan dari besarnya arus pada kumparan primer (I_1) dan perbandingan lilitan antara kumparan primer dan skundel (N_1/N_2). Seperti pada Gambar 2.2, ketika kumparan sekunder kita ganti dengan 1 kawat ($N_2=1$) dan dijadikan rangkaian tertutup, maka kita akan mendapatkan nilai perbandingan lilitan yang besar dari kumparan primer dan sekunder dan akan menimbulkan arus sekunder (I_2) yang besar. Hal ini juga akan diikuti oleh kenaikan panas yang cukup besar karena adanya kenaikan beban tersebut (*Febriansyah. 2017*)*



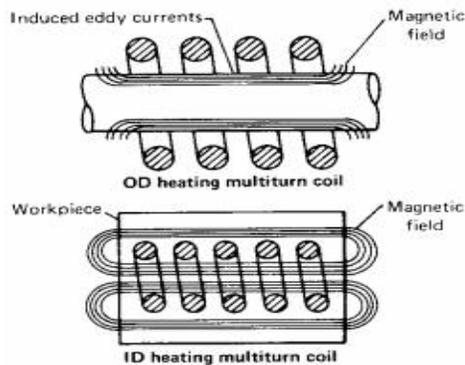
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Transformator dengan Kumparan Sekunder Yang Diganti dengan 1 Kawat

Sumber : E.J. Davies, 2007:55



Gambar 2.2 Prinsip Induksi dari Kumparan Primer ke Kumparan Sekunder

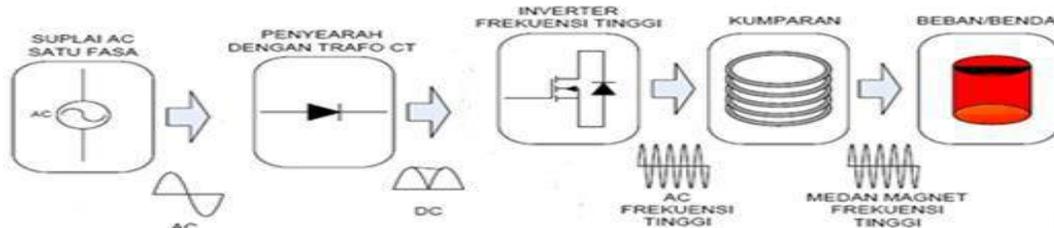
Sumber : E.J. Davies, 2007:76



Gambar 2.3 Induction Heater dengan Inductor Tunggal Diameter Luar dan Dalam

Sumber : E.J. Davies, 2007:78

Berdasarkan penjelasan gambar (2.1, 2.2, dan 2.3) diatas dapat kita gambarkan sistem kerja dari pemanas induksi ini sebagai berikut :



Gambar 2.4 Sistem Kerja Pemanas Induksi

Sumber : Google image.com, 17/03/2017

Berdasarkan gambar 2.4 diatas dapat kita simpulkan bahwa *Induction Heater* (Pemanas Induksi) ini terbentuk dari beberapa konversi tegangan dan arus yang pada akhir konversi tersebut menghasilkan arus listrik AC dengan frekuensi tinggi, karena arus listrik AC menghasilkan induksi medan elektromagnetik dengan kutub medan yang dapat berganti sesuai gelombang arus listrik AC tersebut, frekuensi tinggi dari gelombang arus listrik AC tersebut akan membuat benda kerja atau logan yang akan dipanaskan makin cepat jenuh dan panas, kuat arus listrik AC yang dihasilkan akan menentukan daya penetrasi (daya tembus *fluks* magnetik) terhadap benda dalam dan membuat molekul dari benda kerja (plat besi) makin cepat panas.

2.3 Arus Eddy

Arus *eddy* memiliki peranan yang paling dominan dalam proses pemanasan induksi. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus *eddy* yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. Jika terdapat bahan konduktif disekitar medan magnet yang berubah-ubah tersebut, maka pada bahan konduktif tersebut akan mengalir arus yang disebut arus *eddy*. (*Rezon Arif, 2013*)

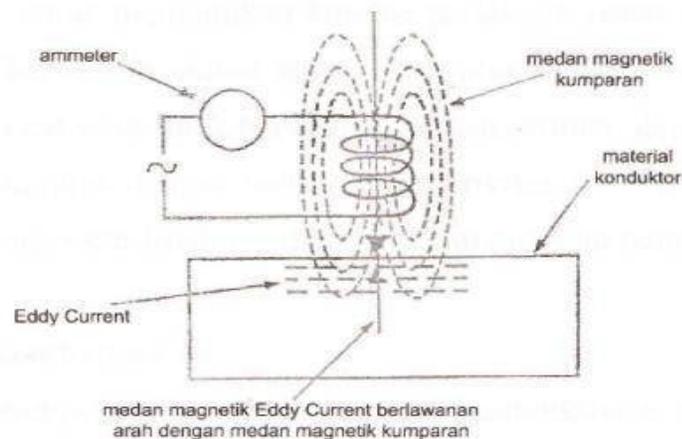
Eddy Current adalah induksi arus listrik bolak-balik didalam materialkonduktif oleh medan magnetik bolak-balik (yang dihasilkan oleh arus listrik bolak-balik tersebut). Arus induksi didalam material yang termodifikasiakan menimbulkan perubahan nilai

arus induksi yang melalui material tersebut. Perubahan arus induksi dapat dianalisis dan dapat menunjukkan kemungkinan modifikasi dari material.

Prinsip *Eddy Current* didasarkan pada hukum Faraday yang menyatakan bahwa pada saat sebuah konduktor dipotong garis-garis gaya dari medan magnetik atau dengan kata lain, gaya elektromotif (EMF) akan terinduksi kedalam konduktor. Besarnya EMF bergantung pada : (Rezon Arif, 2013)

1. Ukuran, kekuatan, dan kerapatan medan magnet.
2. Kecepatan pada saat garis-garis gaya magnet dipotong.
3. Kualitas konduktor.

Karena *Eddy Current* adalah perjalanan arus listrik didalam konduktor, maka akan menghasilkan medan magnetik juga. Hukum Lenz menyatakan bahwa medan magnetik dari arus terinduksi memiliki arah yang berlawanan dengan penyebab arus terinduksi. Medan magnetik *Eddy Current* berlawanan arah terhadap hasil medan magnetik kumparan. Ditunjukkan oleh Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arah Medan Magnet *Eddy Current* Berlawanan dengan Arah Medan Magnet Kumparan.

Sumber : Rizky Noviansyah, 2011

2.3.1 Manfaat Arus *Eddy*

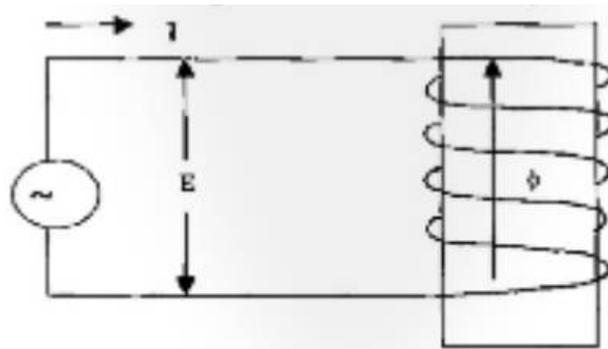
Manfaat arus *eddy* akan dapat terasa jika kita mengaplikasikannya kedalam sebuah alat yang membutuhkan prinsip-prinsip kerja arus *eddy*, secara prinsipnya beberapa manfaat arus *eddy* adalah sebagai berikut:

1. Pengereman pada kereta api.
2. Pemanas pada kompor listrik.
3. Dapat menghentikan gerakan sebuah konduktor.
4. Dapat dijadikan sebagai sensor.
5. Alat pemisah antar besi dan aluminium pada sistem pengolahan sampah.

2.4. Teori Pemanasan Induksi

Suatu pemanas induksi dapat kita bayangkan sebagai bagian dari sebuah transformator dengan pengisian arus terjadi pada kumparan. Setelah sumber AC dihubungkan dengan kumparan maka arus bolak-balik akan mengalir pada semua bagian konduktor dan akan timbul medan magnet disekitar kumparan induksi tersebut, Apabila pada kumparan tersebut ditempatkan suatu beban konduktif, maka akan timbul arus *eddy* dalam bahan tersebut, karena arus *eddy* dalam mengambil energinya dalam bentuk panas sedangkan magnetisasi bahan magnet dalam bentuk lingkaran histerisis, maka panas yang dihasilkan dari pemanas akan berubah apabila terjadi perubahan frekuensi. (Febriansyah, 2017)

Pemanas induksi ditunjukkan sebagai rugi-rugi arus *eddy* sebab pemanasannya terjadi pada inti besi yang diberi frekuensi. Karena panas yang ditimbulkan pada bahan pemanas sepenuhnya dari *fluks* magnetik yang diciptakan oleh lilitan induktor, maka hanya dengan mengubah intensitas fluksi maka kemampuan pemahas akan bisa dikontrol, dibawah ini adalah elemen dari sebuah pemanas induksi :



Gambar 2.6 Elemen Pemanas Induksi

Sumber : Mohan dkk, 2003:52

2.5 Lilitan Pemanas

Perancangan lilitan pemanas harus diperhatikan bahwa panas yang ditimbulkan pada bahan tersebut sepenuhnya hasil fluksi magnet, fluksi magnet yang ditimbulkan karena lilitan induktor tersebut akan menjadi pengontrol panas yang diinginkan.

Apabila intensitas bentuk fluksi mengalami perubahan maka akan berpengaruh pada panas yang dihasilkan, fluksi magnetik yang dihasilkan tersebut akan berbanding lurus dengan jumlah putaran ampere dalam lilitan, yaitu arus lilitan mengatur jumlah efektif dari putaran. Panas yang dihasilkan dari kumparan dapat dibangkitkan pula dengan kepekatan fluksi dari konduktor, pengurangan spasi sekitarnya dan kedekatan lilitan dengan bahan yang dipanaskan, apabila bila kita ingin mendapatkan konsentrasi yang tinggi pada alat pemanas induksi yang berada dalam ruang yang terbatas, maka digunakan lilitan putaran tunggal yang dapat mengangkut arus tinggi. Karena pemanasan ini akan dibangkitkan dari tegangan dan frekuensi yang cukup tinggi, maka penggunaan lilitan induktor sangat diperhatikan, lilitan induktor (kumparan) yang didesain harus dicermati sekali dan diperhatikan sifat – sifat penting diantaranya :

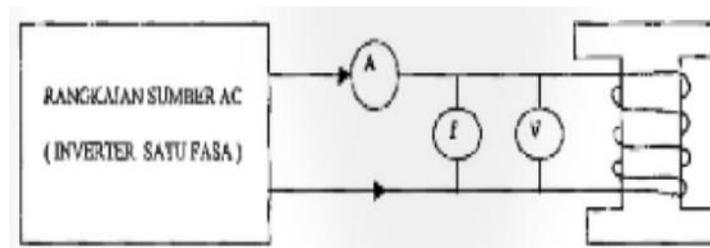
1. Hambatan dalam, dimana hambatan dalam ini akan mempengaruhi besarnya arus pada kumparan. Hal ini akan berpengaruh pula pada harga rugi-rugi.
2. Induktansi kumparan bergantung pada suhu. Perubahan suhu terakhir perubahan ukuran-ukuran fisik dari kumparan (panjang lilitan dan luas penampang) sehingga induktansi akan berubah.
3. Pada kumparan menggunakan inti besi, hasil induktansinya akan bergantung pada kuat arus yang mengalir pada kumparan.
4. Dalam kondisi nilai arus tertentu, induktansi akan menurun dan hal ini disebabkan inti besi sudah jenuh.

Pada frekuensi yang lebih tinggi, panas yang dibangkitkan oleh fluksi magnetik sangat dipengaruhi oleh penggunaan inti besi. Hal tersebut disebabkan karena dengan menggunakan inti besi, rugi-rugi arus *eddy* yang ditimbulkan sangat tinggi nilainya, sehingga panas yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Sebuah pemanas induksi dapat digunakan untuk mengaplikasikan rangkaian inveter satu fase apabila suplay frekuensi yang digunakan untuk pemanas induksi tersebut sesuai dengan sumber rangkaian inveter satu fase tersebut.

Frekuensi yang dihasilkan dari sumber AC akan diterapkan untuk perancangan pemanas induksi yang lebih *konvensional*, pada pemanas ini menggunakan inti besi berupa plat besi, dimana inti besi tersebut akan membantu menyalurkan panas ke bahan lain yang akan dipanaskan (air). (Febriansyah. 2017)

Berikut ini adalah gambar rangkaian pemanas induksi yang bersumber dari rangkaian inverter satu fasa :



Gambar 2.7 Rangkaian Pemanas Induksi dengan Sumber AC
Sumber : E.J. Davies, 2007:204

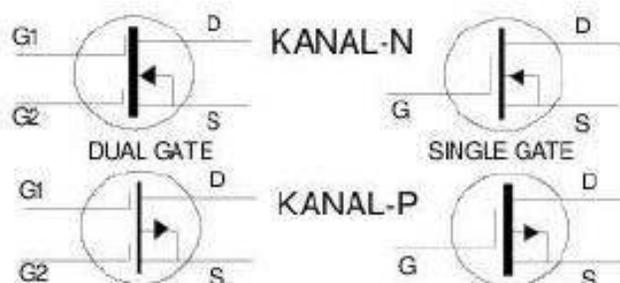
2.6 Komponen Elektronika

Komponen elektronika daya merupakan komponen yang sangat penting, dimana keberadaan komponen elektronika daya inilah yang mampu untuk mengkonversi besaran listrik dari searah menjadi besaran listrik bolak-balik dan sebaliknya, juga untuk mengatur frekuensi yang diharapkan, dan lain sebagainya.

2.6.1. MOSFET

MOSFET merupakan singkatan dari *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* yang merepresentasikan bahan-bahan penyusunnya yang terdiri dari logam, oksida dan semikonduktor (Baskara Internalis, 2007). Terdapat 2 jenis *MOSFET* yaitu tipe NPN atau N channel dan PNP atau biasa disebut P channel. *MOSFET* dibuat dengan menyusun lapisan oksida pada semikonduktor dari tipe NPN maupun PNP dan lapisan logam diletakkan di atasnya. Perangat empat terminal dengan sumber (S), gerbang (G), saluran (D), dan basis (B) terminal, basis dari *MOSFET* sering terhubung ke sumber terminal, membuatnya menjadi perangat tiga terminal seperti transistor efek medan lainnya. Karena dua terminal ini biasanya terhubung satu sama lain (hubung pendek) secara internal, hanya tiga terminal yang muncul dalam diagram listrik.

Pada bahan semikonduktor pilihan adalah silikon, namun beberapa produsen IC, terutama IBM, mulai menggunakan campuran silikon dan germanium (SiGe) sebagai kanal *MOSFET*. Sayangnya, banyak semikonduktor dengan karakteristik listrik yang lebih baik daripada silikon, seperti *galium arsenid* (GaAs), tidak membentuk antarmuka semikonduktor ke isolator yang baik sehingga tidak cocok untuk *MOSFET*. Hingga kini terus diadakan penelitian untuk membuat isolator yang dapat diterima dengan baik untuk bahan semikonduktor lainnya. Untuk mengatasi peningkatan konsumsi daya akibat kebocoran arus gerbang, dielektrik κ tinggi menggantikan silikon dioksida sebagai isolator gerbang, dan gerbang logam kembali digunakan untuk menggantikan polisilikon. Gerbang dipisahkan dari kanal oleh lapisan tipis isolator yang secara tradisional adalah silikon dioksida, tetapi yang lebih maju menggunakan teknologi *silicon oxynitride*. Beberapa perusahaan telah mulai memperkenalkan kombinasi dielektrik κ tinggi + gerbang logam di teknologi 45 nanometer. (*Baskara Internalis, 2007*)



Gambar 2.8Skema *MOSFET* Sederhana

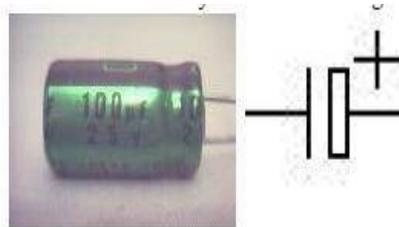
Sumber : *Choirul Anam, 2008*

2.6.2 Kapasitor

Kondensator (*Capasitor*) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari

muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad. Ditemukan oleh *Michael Faraday* (1791-1867). Kondensator kini juga dikenal sebagai "kapasitor", namun kata "Kondensator" masih dipakai hingga saat ini. Pertama disebut oleh *Alessandro Volta* seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Italia *condensatore*), berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Kebanyakan bahasa dan negara yang tidak menggunakan bahasa Inggris masih mengacu pada perkataan bahasa Italia "*condensatore*", seperti bahasa Perancis *condensateur*, Indonesia Kondensator dan Jerman atau Spanyol *Condensador*.

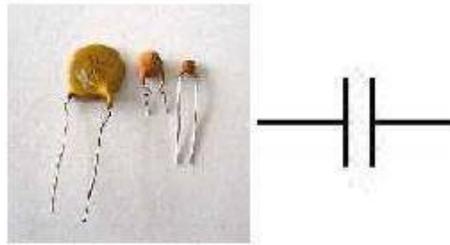
Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



Gambar 2.9Salah Satu Jenis Kondensator Beserta Lambangnya

Sumber : Choirul Anam, 2008

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju yang sering disebut kapasitor (*capacitor*).



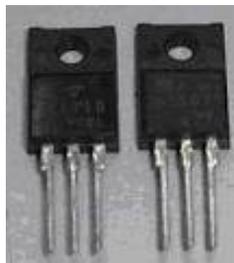
Gambar 2.10Salah Satu Jenis Kapasitor Beserta Lambangnya

Sumber : Choirul Anam, 2008

Namun kebiasaan dan kondisi serta artikulasi bahasa setiap negara tergantung pada masyarakat yang lebih sering menyebutkannya. Kini kebiasaan orang tersebut hanya menyebutkan salah satu nama yang paling dominan digunakan atau lebih sering didengar. Pada masa kini, Kondensator sering disebut kapasitor (*capacitor*) ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C).

2.6.3 Transistor

Transistor berasal dari perpaduan dua kata, yakni “transfer” yang artinya pemindahan dan “resistor” yang berarti penghambat. Dengan demikian transistor dapat diartikan sebagai suatu pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi penghantar pada suhu atau keadaan tertentu.



Gambar 2.11Transistor Bipolar

Sumber : TA Penulis, 2015

2.6.3.1 Fungsi Transistor

Fungsi transistor adalah sebagai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), dalam dunia elektronika, fungsi transistor ini adalah sebagai berikut :

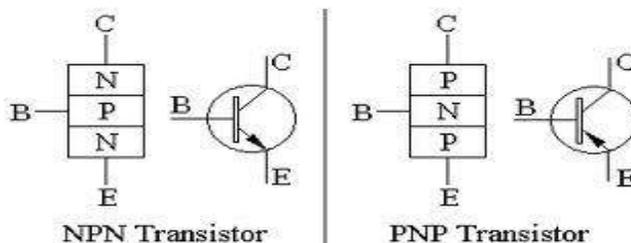
1. Sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*).
2. Sebagai sebuah penguat (amplifier).
3. Stabilisasi tegangan (stabilisator).
4. Sebagai perata arus.
5. Menahan sebagian arus.
6. Memperkuat arus.
7. Membangkitkan frekuensi rendah maupun tinggi.
8. Modulasi sinyal dan berbagai fungsi lainnya.

2.6.3.2 Cara Kerja Transistor

Transistor merupakan gabungan dari dua kata yaitu transfer dan resistor yang dapat diartikan secara bebas sebagai pengalir arus atau pengatur aliran arus. Triode merupakan istilah yang memiliki arti tiga elektroda, dan didalam resistor sendiri memang memiliki tiga elektroda tersebut, yaitu basis atau dasar, emitor atau pemancar dan kolektor atau pengumpul. transistor dapat mengalirkan arus listrik atau juga menguatkan tegangan dikarenakan memiliki ketiga elektroda tersebut. Fungsi lain dari transistor adalah sebagai saklar pemutus dan penyambung aliran listrik ketika pada dasar atau basis diberikan arus yang sangat besar. untuk cara kerja dari transistor sendiri tergantung dari transistor jenis apa yang digunakan. Terdapat dua tipe transistor yaitu, Transistor Bipolar dan Transistor Efek Medan. (*Rizky, Dkk, 2015*)

- Transistor Bipolar

Transistor bipolar terdiri dari 3 *potong* material semikonduktor yang di tangkupkan bersama seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.12 Struktur dan Simbol Transistor Tipe N-P-N dan P-N-P

Sumber : TA Penulis, 2015

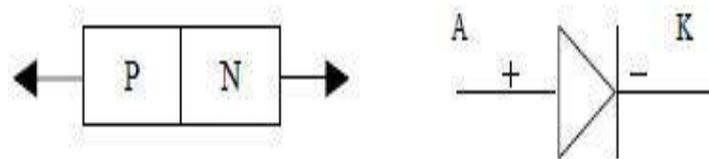
Struktur transistor ini membuatnya sebagai peralatan tiga terminal yang memiliki terminal basis, kolektor, dan emitor. Dengan bervariasi arus yang mengalir kesambungan basis maka arus yang lebih besar yang mengalir antara kolektor dan emitor dapat dikendalikan. Selain sambungan suplai, tipe n-p-n dan p-n-p secara esensial sama tetapi tipe n-p-n sering dipakai.

Transistor NPN adalah transistor positif dimana transistor dapat bekerja mengalirkan arus listrik apabila basis dialiri tegangan arus positif. Sedangkan transistor PNP adalah transistor negatif, dapat bekerja mengalirkan arus apabila basis dialiri tegangan negative. (*Rizky, Dkk, 2015*)

2.6.4. DIODA

Dioda atau *diode* adalah sambungan bahan p-n yang berfungsi terutama sebagai penyearah. Bahan tipe-p akan menjadi sisi anoda sedangkan bahan tipe-n akan menjadi katoda. Bergantung pada polaritas tegangan yang diberikan kepadanya, dioda bisa berlaku sebagai sebuah saklar tertutup (apabila bagian anoda mendapatkan tegangan positif sedangkan katodanya mendapatkan tegangan negatif) dan berlaku

sebagai saklar terbuka (apabila bagian anode mendapatkan tegangan negatif sedangkan katode mendapatkan tegangan positif). Kondisi tersebut terjadi hanya pada diode ideal-Konseptual. Pada dioda faktual (*riil*), perlu tegangan lebih besar dari 0,7V (untuk dioda yang terbuat dari bahan silikon) pada anoda terhadap katoda agar dioda dapat menghantarkan arus listrik. Tegangan sebesar 0,7V ini disebut sebagai tegangan halang (*barrier voltage*). Dioda yang terbuat dari bahan Germanium memiliki tegangan halang kira-kira 0,3V. (Choirul Anam, 2008)



Gambar 2.13Susunan dan Simbol Dioda

Sumber : Choirul Anam, 2008

2.6.5 Resistor

Hambatan adalahKomponenelektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena dia berfungsi sebagai pengatur arus listrik. Hambatan disingkat dengan huruf "R" (huruf R besar). Satuan Hambatan adalah Ohm, yang menemukan adalah *George Simon Ohm (1787-1854)*, seorang ahli fisika bangsa Jerman. Hambatan listrik dapat didistribusikan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.14Resistor

Sumber : Choirul Anam, 2008

Perhatikan gambar 2.14, sebuah Hambatan mempunyai jumlah cincin sebanyak 5 diantaranya yaitu cincin pertama, cincin kedua, cincin ketiga (*multiplier*), cincin keempat (toleransi), dan cincin kelima (kualitas). Pada gambar 5 kita dapatkan bahwa Hambatan tersebut berwarna biru, merah, merah, emas dan merah.

2.6.6 IGBT

Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) merupakan Komponen semikonduktor yang biasa digunakan sebagai saklar daya frekuensi tinggi. Prinsip penggunaan *IGBT* sebagai saklar daya hampir serupa dengan *Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET)*. *IGBT* memiliki struktur dan sifat dari kedua jenis transistor, *Bipolar Junction Transistor (BJT)* dan *MOSFET*. Dengan kata lain, *IGBT* menggabungkan keunggulan kedua jenis transistor tersebut. Seperti halnya *MOSFET*, kaki *gate IGBT* memiliki nilai impedansi yang sangat tinggi sehingga tidak membebani rangkaian pengendalinya. Pada saat keadaan *on*, nilai *Rondari IGBT* sangat kecil seperti halnya *BJT*. Dengan demikian, prinsip pengendalian *on-off IGBT* serupa dengan *MOSFET*, sementara karakteristik penyaluran daya (*on-state characteristic*) dari *IGBT* serupa dengan *BJT* (Seno Yudho Panggayuh Ritonga, dan Dkk, 2017).

Pada penelitian ini digunakan *IGBT G60N120* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi *IGBT G60N120*

Parameter	Spesifikasi / Nilai Besaran
<i>Drain – source breakdown voltage</i>	1200 V

<i>Gate – source breakdown voltage</i>	15 V
<i>Gate – threshold voltage</i>	6 V
<i>Continuous Drain Current (TC=25°C)</i>	63 A
<i>Continuous Drain Current (TC=100°C)</i>	30 A

Sumber : Seno Yudho Panggayuh Ritonga, dan Dkk,2017

2.7MikrokontrolerATMEGA8



Gambar 2.15ATmega8

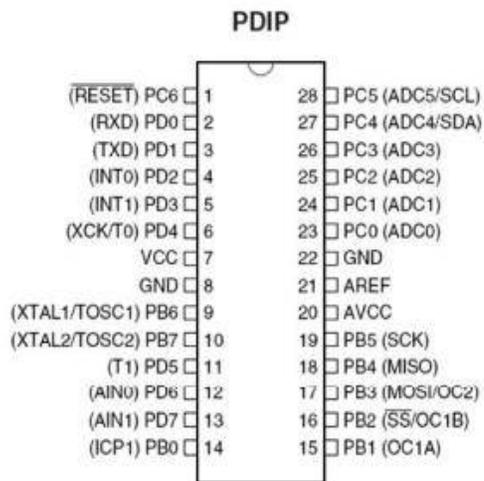
Sumber : *elprocus.com*, 24/04/2010

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronik digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler mempunyai dasar yang sama dengan mikroprosesor. Mikroprosesor adalah istilah yang merujuk pada *center processing unit* (CPU). Untuk membuat sistem komputer, CPU harus ditambahkan memori, umumnya *Read Only Memory* (ROM) dan *Random Acces Memory* (RAM), dekoder memori, osilator dan jumlah *input / output device* seperti port data paralel dan serial. Sebuah diagram blok sistem mikroprosesor terdiri atas *central processing unit* (CPU), RAM , ROM, I/O port, *timer* dan, *port serial COM*. Tambahan lain, *special-purpose device*, seperti *interrupt handller* dan *counter*. Penambahan seperti *mass storage*, *hard device*, I/O peripheral

seperti *keyboard* dan *display* (CRT/LCD) menghasilkan sebuah komputer yang dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi *general purpose software*. Penggunaan utama mikrokomputer adalah pembaca data, melakukan kalkulasi besar pada data, dan menyimpan hasil kalkulasi – kalkulasi tersebut pada sebuah *mass storage device* atau menampilkan hasilnya. (*Data sheet, Atmel, 2013*)

2.7.1 Mikrokontroler AVR ATmega8

Mikrokontroler AVR ATmega8 AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan oscillator eksternal karena di dalamnya sudah terdapat *internal oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan supply, maka secara otomatis AVR akan melakukan reset. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 byte sampai dengan 512 byte. AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7–5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 –5,5 V. (*data sheet, Atmel, 2013*)



Gambar 2.16 Konfigurasi Pin ATmega8

Sumber : Atmel, 2013.2

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki *ATmega8*

- VCC

Merupakan supply tegangan digital.

- GND

Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

- Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai *input*, pin-pin 7 mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai *input* Kristal (inverting oscillator amplifier) dan *input* ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk

PB7 dapat digunakan sebagai *output* Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran *inputtimer*.

- Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/*output* port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

- RESET/PC6

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input* reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa 8 minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.

- Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan *internal pull-up resistor*. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja Pada port ini berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

- AVcc

Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC.

- AREF

Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC.

2.8LCD (*Liquid Crystal Display*)



Gambar 2.17. DisplayLCD

Sumber : TA Penulis, 2015

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar *LCD* yang dapat menampilkan numerik (digunakan pada jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks *alfanumerik* (sering digunakan pada mesin foto copy dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan *alfanumerik* kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat di kontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat terlihat dari perbedaan latar belakang. Rizky, Dkk, 2015

Kegunaan *LCD* banyak sekali dalam perancangan suatu system dengan menggunakan mikrokontroler. *LCD* dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler.

Dalam rancangan ini *LCD* yang digunakan adalah M1632, yang merupakan modul *LCD* dengan tampilan 2x16 (2 baris 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler *ATmega8* yang berfungsi sebagai pengendali. *LCD* ini mempunyai *CGROM* (*Character Generator Read Only Memory*), *CGRAM* (*Character Generator Read Access Memory*), dan *DDRAM* (*Display Data Random Access Memory*). *LCD* yang umum, ada yang panjang hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40).

Alamat awal karakter adalah 00H dan alamat akhir adalah 39H, jadi, meskipun *LCD* yang digunakan 2x16 atau 2x24, atau bahkan 2x40, maka penulisan programnya sama saja. *CGRAM* merupakan memori untuk menggambarkan pada sebuah karakter, dimana bentuk karakter dapat diubah – ubah, sesuai dengan keinginan. Namun memori akan hilang saat power supply tidak aktif sehingga pola karakter akan hilang. Tabel berikut menunjukkan keterangan setiap pin pada *LCD*.

Tabel 2.3 Fungsi Port Display LCD

Pin <i>LCD</i>	Fungsi	Keterangan	PORTA
1	VCC	+ 5 volt	
2	GND	0 v	
3	VEE	Pengaturan kontras <i>LCD</i> (vr 10 k)	PORTA 0
4	RS	Register Selec	PORTA 1
5	R/W	Road / Read	PORTA 2
6	E	Enable Clock	
7	Data 0	Data Bus 0	
8	Data 1	Data Bus 1	

9	Data 2	Data Bus 2	
10	Data 3	Data Bus 3	
11	Data 4	Data Bus 4	PORTA 4
12	Data 5	Data Bus 5	PORTA 5
13	Data 6	Data Bus 6	PORTA 6
14	Data 7	Data Bus 7	PORTA 7
15	VCC	+ 5 v	
16	GND	0 v	

Sumber : Rizky, Dkk, 2015

Perlu diketahui, *driver LCD* seperti HD44780 memiliki dua register yang aksesnya diatur menggunakan pin *RS*. Pada saat *RS* berlogika 0, register yang diakses adalah perintah, sedangkan pada saat *RS* berlogika 1, register yang diakses adalah register data.

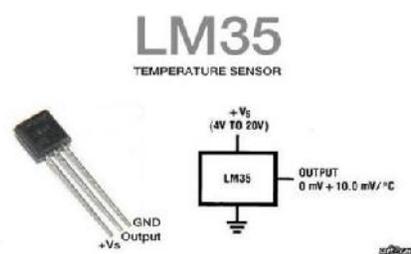
Agar dapat mengaktifkan *LCD* proses inisialisasi harus dilakukan dengan cara menge-*setbyteRS* dan meng-*clear*-kan *byte E* dengan *delay* minimal 15 ms. Kemudian mengisikan data 30 H dan ditunda lagi selama 5 ms. Proses ini harus dilakukan 3 kali, lalu mengirim inisial 2 0H dan *interfacedata* length dengan dengan lebar 4 bit saja (28H), setelah itu *display* dimatikan (08H), dan di-*clear*-kan (01H). Selanjutnya dilakukan pengesetan *display* dan *cursor*, serta *blinking* apakah *ON* atau *OF*.

2.9 Sensor suhu LM35

Sensor suhu *LM35* adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. *LM35* memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan

sensor suhu yang lain. *LM35* juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linearitas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan pada rangkaian kendali khusus serta tidak memberikan penyetelan lanjutan. Sensor suhu *LM35* berfungsi untuk mengetahui temperatur suhu objek atau ruangan dalam bentuk besaran elektrik atau dapat juga didefinisikan sebagai komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah perubahan temperatur yang di terima dalam perubahan besaran elektrik.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya dengan ketentuan bahwa *LM35* hanya membutuhkan arus sebesar μA hal ini berarti *LM35* mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. sensor suhu *LM35* dapat mengubah perubahan temperatur menjadi perubahan tegangan pada bagian *output*-nya. (Kamil Erwansyah, Beni Andika, 2017)



Gambar 2.18 Sensor Suhu *LM35*
Sumber : Kamil Erwansyah, Dkk, 2017

2.9.1 Karakteristik Sensor *LM35*

Adapun karakteristik dari sensor suhu *LM35* yaitu memiliki sensitivitas suhu dengan factor skala linier antara tegangan dan suhu $10\text{ m Volt}/^{\circ}\text{C}$, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu

0,5 °C pada suhu 25 °C, memiliki jangkauanmaksimaloperasisuhuantara lain -55°C sampai +150°C, bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt, memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam, memiliki impedensi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.memiliki ketidak linieran hanya sekitar $\pm 1/4$ °C.

Sensor *LM35* bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari *LM35* mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari 0,1 °C, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian *control* yang sangat mudah.

Sensor suhu *LM35* Sebagai sensor suhu yang teliti dimana *output* tegangan keluaran sangat linier terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 m V/°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV.

2.9.2 Prinsip Kerja Sensor *LM35*

Secara prinsip sensor akan melakukan pengindraan pada perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya *LM35* dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula desemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit lebih berkurang sekitar 0,01°C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat di deteksi oleh sensor *LM35* sama dengan suhu

disekitarnya. Jika suhu disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka *LM35* berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya.

Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang di tanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antena penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengkoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode *bypass* kapasitor dari V_{in} untuk ditanahkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan dan analisa, yaitu perancangan model atau membuat sebuah objek penelitian berupa *hardware* dan *Software*. Kemudian objek diteliti dan diuji . Hasil pengujian dianalisa hingga diperoleh data skunder dan spesifikasi alat yang dirancang. Dalam hal ini , objek penelitian adalah sebuah sistem penghangat air yang menggunakan metode induksi arus *eddy*. Rancangan terdiri dari beberapa bagian diantaranya *input*, *kontrol,outputdisplay* dan *output* daya.Berikut akan dijelaskan metodologi mulai dari penggunaan Komponen, blok diagram, prinsip kerja sistem dan flowchart.

3.2 Waktu dan Tempat

Waktu pengerjaan skripsi dimulai pada bulan Oktober 2018 sampai dengan bulan Juni 2019, bertempat di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, Sumatera Utara.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat yang Digunakan

Untuk mempermudah dalam pengerjaannya, alat-alat yang tersedia haruslah lengkap agar tidak terjadi hambatan-hambatan mengenai ketersediaan alat sehingga waktu yang digunakan dalam penyelesaian proyek tidak banyak terbuang dan dapat digunakan se-efektif dan se-efisien mungkin. Dalam perancangan dan pemasangannya, selain dibutuhkan peralatan-peralatan listrik, dibutuhkan peralatan-peralatan yang

biasanya digunakan untuk kebutuhan mekanik, dan beberapa peralatan perancang yang lainnya. Untuk mendapatkan kualitas pengerjaan yang baik dan cepat.

Berikut ini daftar alat-alat yang digunakan dalam proses pengerjaan proyek tugas akhir ini :

Tabel 3.1 Daftar Peralatan yang Digunakan

No.	Nama Peralatan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Alat pemasang Komponen	Solder, sedotan timah, dan timah.	1 buah
3.	Oscilloscope		1 buah
4.	Digitaltester	Volt dan Ohm	1 buah
5.	Perkakas /toolset	Obeng, tang dll.	1 buah
7.	<i>Software</i>	Visual basic, <i>office</i> , Arduino ide, proteus, codevision AVR dan extreme burner AVR.	Buah
8.	PC/Laptop	Bebas merek	1 buah
9	Mesin pendukung	Gergaji listrik, bor dll.	Buah
10	Kayu tempat alat	40 cm x 20 cm	
11	Akrilit	19 cm x 11 cm	

Sumber : Penulis

3.3.2 Bahan danKomponenyang Digunakan

Bahan – bahan danKomponenyang digunakan merupakan Komponen-Komponen listrik/elektronik yang dirangkai menjadi suatu perangkat yang memiliki suatu fungsi kerja tertentu.Perangkat tersebut nantinya merupakan bagian inti dari keberhasilan proyek.Komponen-Komponen dan bahan-bahan tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 3.2Daftar Bahan danKomponenyang Digunakan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Papan PVC		2 buah
2.	Kapasitor	470 μ F/450 V	1 buah
3.	Capasitor	1000 μ F/50 V	1 buah
4	Kapasitor	2.2 μ F/50 V	1 buah
5	Kapasitor	0.2 μ F + 5%	1 buah
6	Dioda	In 4001	3 buah
7	Potensiometer	10k Ohm	1 buah
8	<i>DisplayLCD</i>	M1632	1 buah
9	Pendingin transitor	Aluminium	4 buah
10	Mikrokontroller	ATmega 8	1 buah
11	Sensor suhu	LM 35	1 buah
12	Tombol tekan		1 buah
13	Resistor	10 K Ω	3 buah
14	Transistor	BD139	1 buah
15	Resistor	37 K Ω	1 buah
16	<i>MOSFET</i>	IRFZ44N	1 buah
17	Transistor	L 7805CV	1 buah
18	Transistor	5J42S	1 buah
19	Trafo daya	12V / 1A	1 buah
20	Konektor microcontroller	10 port	1 buah

21	kabel pelangi	NYF 1mm	2 meter
22	Fuse	0,5 A	1 buah
23	Cable	NYM 4 x 1,5 mm ²	3 meter
24	Trafo daya	200 Watt	1 buah
25	Kumparan selenoidal	DC 12V	1 buah
26	Saklar <i>on-off</i>	220-240 V	1 buah
27	Relay	DC 12 V	1 buah

Sumber : Penulis

3.4 Teknik Pengambilan Data

Proses pengambilan data terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap rancang bangun alat dan tahap perancangan perangkat lunak.

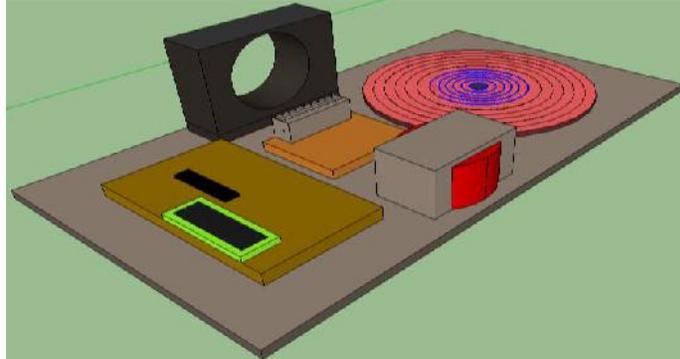
3.4.1 Tahap Rancang Bangun Alat

Tahap rancang bangun alat merupakan proses yang dilakukan untuk merancang dan membuat peralatan pemanas induksi serta rangkaian sistem kontrol suhu yang digunakan hingga dapat digunakan dan difungsikan. Pada tahap ini ada dua proses yang dilakukan, yaitu:

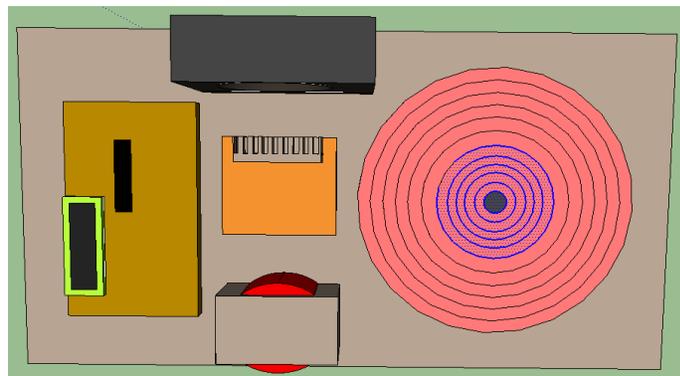
a. Perancangan bentuk alat

Bentuk dari alat dirancang menggunakan berbagai komponen elektronika dan juga beberapa bahan lainnya yang dapat meletakkan komponen dan juga untuk bentuk alat itu sendiri. Bentuk pemanas induksi ini menyerupai kompor induksi agar permukaan dapat meletakkan plat besi (panci) dan menempel sempurna pada

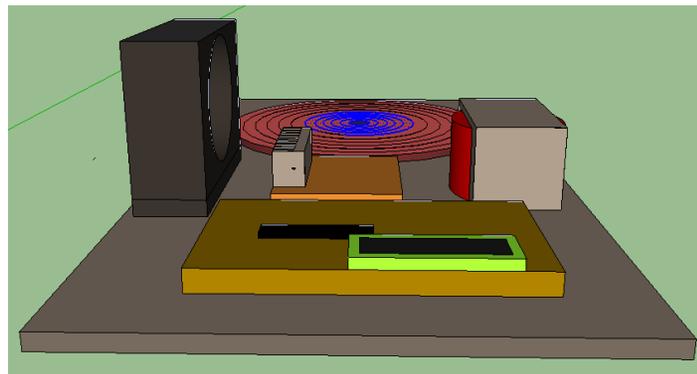
permukaan kumparan. Skema keseluruhan alat yang menunjukkan letak Plat besi (panci) dan sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar di bawah.



Gambar 3.1Tampak Keseluruhan Alat Pemanas Induksi
Sumber : Penulis



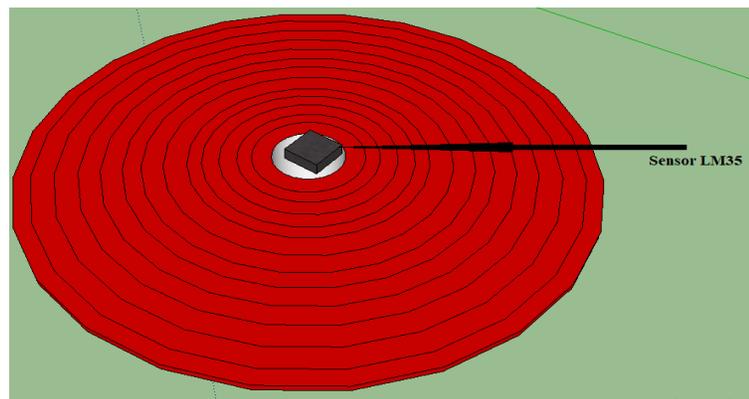
Gambar 3.2Tampak Atas Perancangan Alat
Sumber : Penulis



Gambar 3.3Tampak Depan Pemanas Induksi
Sumber : Penulis

3.4.2 Perancangan Pendeteksi Suhu Plat Besi Menggunakan Sensor LM35.

Pada penentuan jarak sensor suhu pada wadah besi. Maka posisi sensor suhu diletakkan pada pertengahan kumparan (Titik Pusat) dimana jarak antara besi dengan sensor harus menyentuh. Plat besi di letakkan pada permukaan kumparan dengan toleransi jarak antara 0 – 0.5 mm.



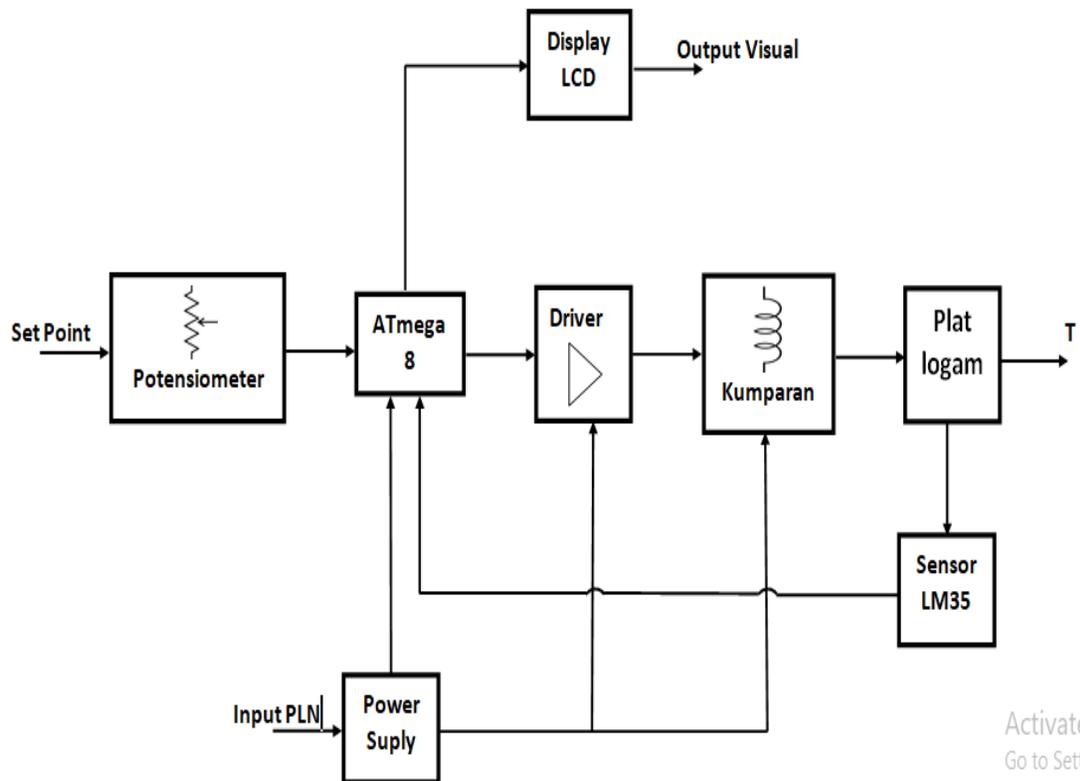
Gambar 3.4 Letak Sensor LM35

Sumber : Penulis

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

3.5.1 Block Diagram

Dalam merancang suatu alat ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu, bagaimana cara merancang alat yang akan dibuat, dibuat sesuai dengan dasar teori. Sebelum merancang suatu sistem atau rangkaian terlebih dahulu membuat blok diagramnya. Blok diagram merupakan salah satu cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja dari suatu sistem. Dengan blok diagram kita dapat menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang *hardware* dari rangkaian yang akan dibuat. Blok diagram merupakan pernyataan hubungan berurutan dari satu komponen atau lebih yang dimiliki kesatuan kerja tersendiri, dan setiap blok komponen mempengaruhi komponen lainnya.



Gambar 3.5Block Diagram

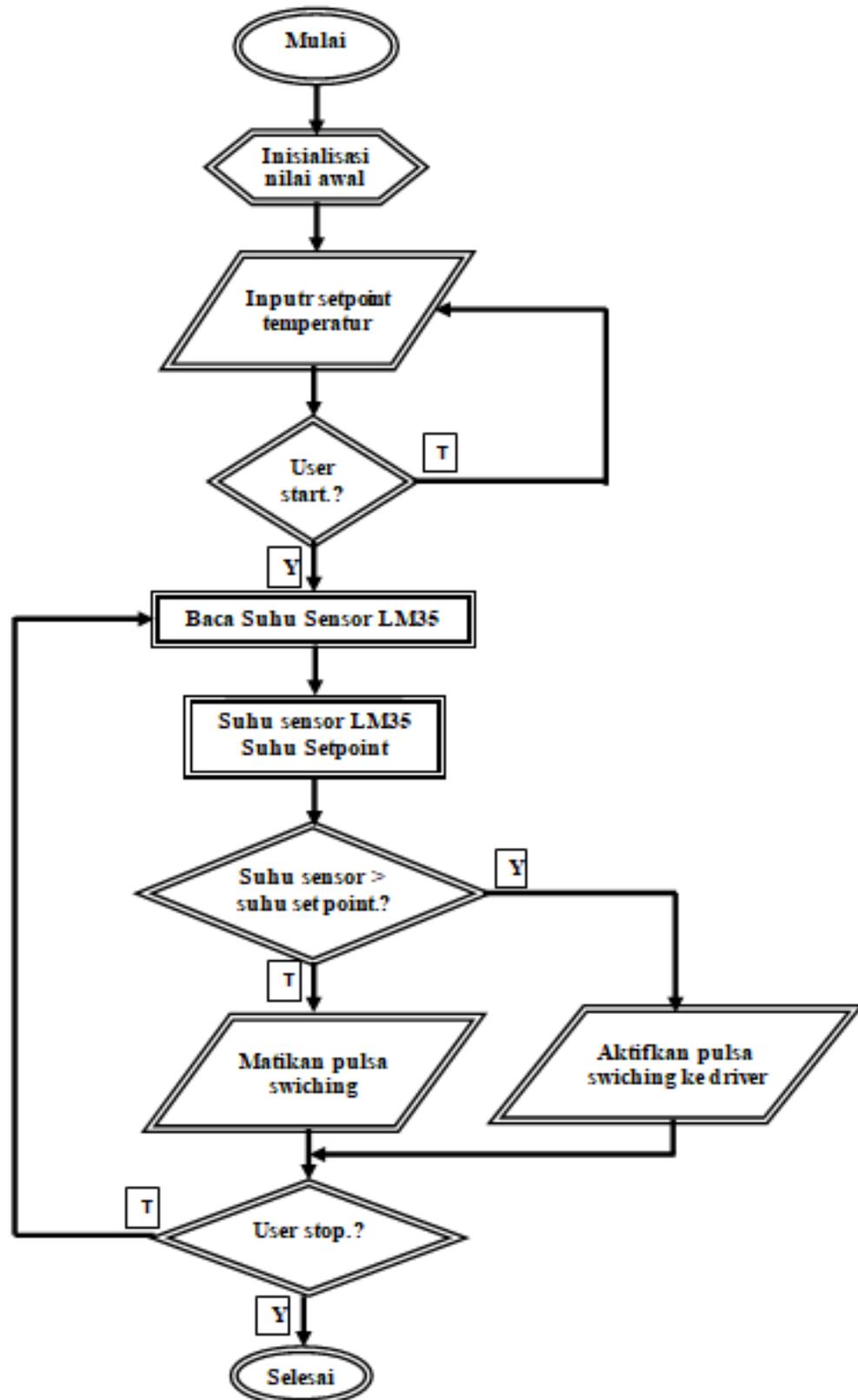
Sumber : Penulis

Rancang bangun alat pemanas dengan prinsip induksi arus *eddy* bekerja berdasarkan manipulasi pada arus listrik DC, terhadap sebuah kumparan/koil. Frekuensi diatur sedemikian rupa sehingga menimbulkan daya induksi pada kumparan, seperti yang diketahui koil yang dialiri arus bolak balik akan menimbulkan induksi. pada induksi medan listrik di sekitar kumparan tersebut jika medan listrik diletakkan pada sebuah logam atau metal, logam tersebut akan terjadi arus elektron yang menghasilkan panas pada plat besi yang disebut arus *eddy*. Arus tersebut akan menyebabkan panas pada plat besi karena efek arus *eddy* dari kumparan. Berdasarkan sifat tersebut alat pemanas dibuat. Sebagai pengontrol suhu data *setpoint* digunakan mikrokontroler *ATmega8* yang dilengkapi sensor *LM35*,

Potensiometer dan *LCDdisplay* sebagai *monitoring* suhu dan pengatur suhu, atau status suhu pada saat rangkaian *on* atau *off*, misal suhu *setpoint* yang telah di set dan suhu plat pemanas. Sebagai penguat arus digunakan *MOSFET* yang bekerja sebagai *swiching* untuk mengalirkan arus pada koil.

3.6Rancangan Flow Chart

Perancangan diagram alir (*Flow chart*) adalah suatu rancangan yang mengatur aliran proses kerja sistem. Dimana proses dimulai dari Start sistem diaktifkan hingga selesai satu proses. Berikut adalah diagram alir (*Flow chart*) dari sistem untuk mengatur proses kerja alat pemanas.

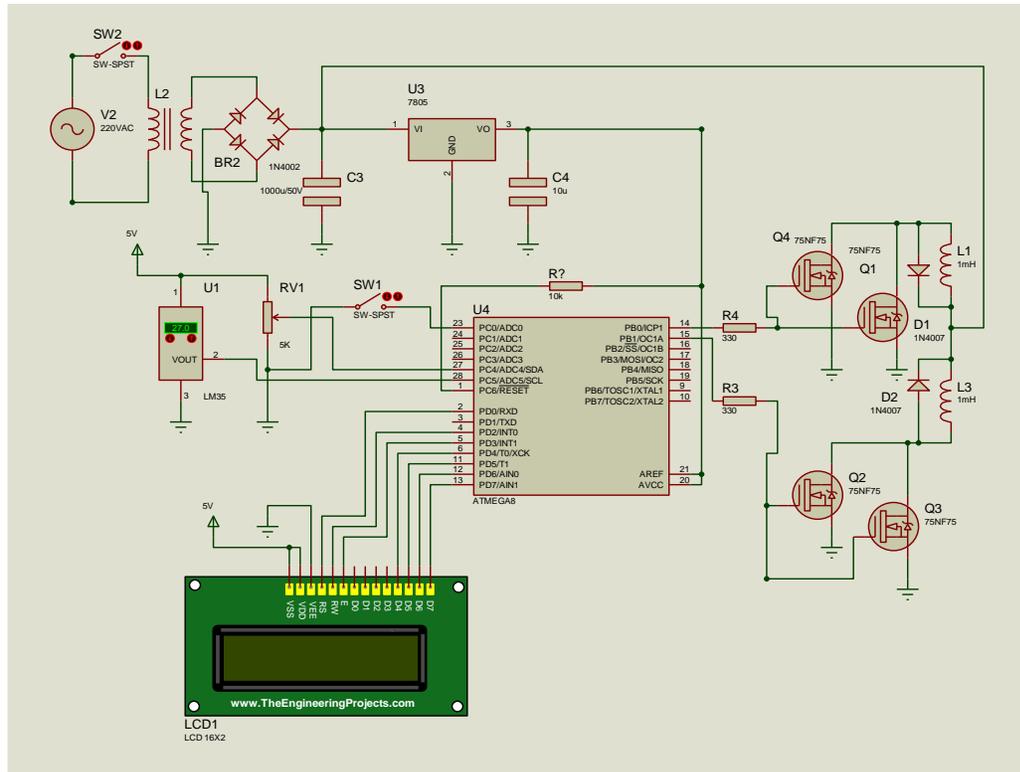


Gambar 3.6 Flow Chart
Sumber : Penulis

Saat sistem diaktifkan, kontroller akan mulai inisialisasi dan memberikan nilai awal pada semua port dan variabel. Setelah itu kontroller *ATmega8* akan membaca imputan yaitu *setpoint* yang diberikan oleh *user* atau pengguna. Kemudian program akan mengaktifkan pulsa *switching* pada penguat sehingga akan terjadi aliran arus pada kumparan. Akibat arus tersebut akan terjadi induksi arus *eddy* pada logam yang menempel dipermukaan kumparan misalnya, panci sebagai wadah untuk air. Panci akan menimbulkan panas sehingga air dapat juga panas. seterusnya panas yang dihasilkan dibaca oleh sensor suhu *LM35* kemudian diberikan pada kontroller *ATmega8*. Program akan membandingkan suhu sensor dengan suhu *setpoint* yang telah diatur oleh *user* sebelumnya dan yang timbul dari plat besi setelahnya. Jika suhu telah mencapai suhu *setpoint* maka program secara otomatis akan menghentikan pulsa *switching* dan ketika air mengalami penurunan suhu yang lebih kecil dari suhu *setpoint* maka secara otomatis pulsa *switching* akan membuka dan kembali memanaskan besi dan sehingga suhu air dapat konstan, dan ini akan terus *on* atau *off* secara otomatis sampai proses selesai.

3.7 Perancangan Perangkat Keras Sistem

3.7.1 Rancang Rangkaian Pengendali Sistem



Gambar 3.7Rangkaian Pengendali Sistem

Sumber : Penulis

Dari rangkaian di atas dapat diuraikan cara kerja sistem tersebut, Prinsip Kerja Rangkaian secara keseluruhan:

3.7.2 Rancangan Rangkaian Pengendali

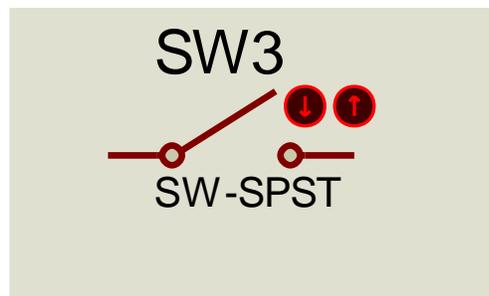
Perancangan Rangkaian Pengendali dibuat dengan beberapa Komponenelektronika dan perangkat keras lainnya. Dalam hal ini,Komponen-Komponen memiliki fungsi tertentu misalnya :

1. Saklar / Start button.
2. Dispalay LCD
3. Sensor suhu LM35
4. Mikrokontroller.

5. Driver/ penguat
6. Koil / kumparan induksi.
7. Potensiometer

1. Saklar/Start button

Saklar atau *start button* adalah komponen untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik. Saklar merupakan komponen mekanis yang akan menghubungkan 2 titik sambung sebuah penghantar. Dalam kondisi tidak ditekan saklar akan terputus atau *nonkonduksi*, saat ditekan saklar akan terhubung dan konduksi. Dalam rancangan, saklar digunakan sebagai *input* untuk memulai atau menghentikan proses. Saklar dihubungkan antara masukan kontroler pada pin C.0 dengan *ground*. Saat saklar ditekan pin tersebut akan menjadi *low* dan saat tidak ditekan logika akan menjadi *high*.



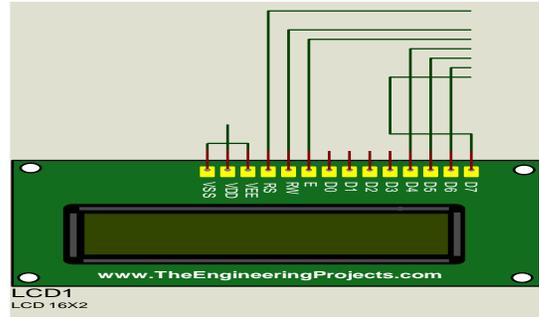
Gambar 3.8 Rangkaian Saklar

Sumber : Penulis

2. Display LCD.

LCD merupakan suatu piranti yang berfungsi untuk menampilkan suatu pesan melalui tampilan pada monitor LCD. LCD yang digunakan pada rangkaian ini adalah LCD 2 x 16 karakter type M1632. LCD menerima data yang akan ditampilkan dari mikrokontroler yaitu data mengenai suhu *setpoint* dan suhu plat besi yang

digunakan. Ditampilkan dalam bentuk angka sebelum dan pada saat alat pemanas induksi sedang bekerja.



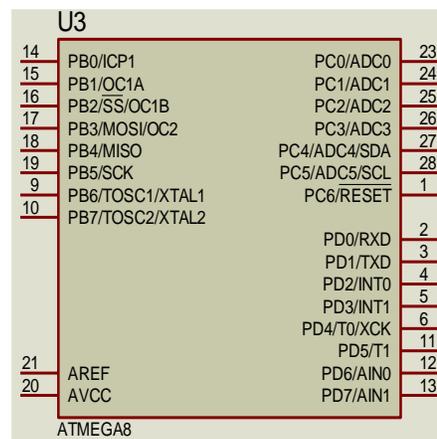
Gambar 3.9Rangkaian *DisplayLCD*.

Sumber : Penulis

3. Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah *LM35*, sensor suhu berfungsi mendera suhu fisik suatu benda, dalam hal ini logam yang dipanaskan. Deraan suhu akan diubah menjadi tegangan linear dengan resolusi $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Masukan tegangan sensor hanya 5V dan mengeluarkan tegangan maksimal 1,5 volt pada suhu 150°C . Sensor *LM35* cukup linear sehingga mudah dikalibrasikan menjadi suhu yang sebenarnya. *Output* sensor diberikan pada masukan analog kontroleryaitu pada pin C.5 atau pin 28. Sensor ini dipasang di tengah kumparan yang berfungsi untuk mendeteksi panas plat besi yang menjadi wadah air. Jarak antara sensor *LM35* dengan wadah besi dalam 0-05 ml fungsiKomponenini adalah untuk memberi informasi kepada mikrokontroller yang dideteksi oleh sensor yang kemudian dikonfersi menjadi nilai suhu real besi. Suhu besi dengan air akan berbading lurus ketika dipanaskan.

suhu *LM35* melalui port C.5. *Output* kontroler untuk *display* adalah pin d sedangkan *output* pulsa ada pada pin b.0 dan pin b.1. Kontroler diprogram dengan program bahasa C menggunakan *Code Vision AVR versi 3.27*. Kerja kontroler dimulai dengan membaca perintah *user*, membaca *setpoint* dan suhu sensor, melakukan pengaturan pulsa *switching* hingga menampilkan informasi berupa status kerja dan suhu pemanas.

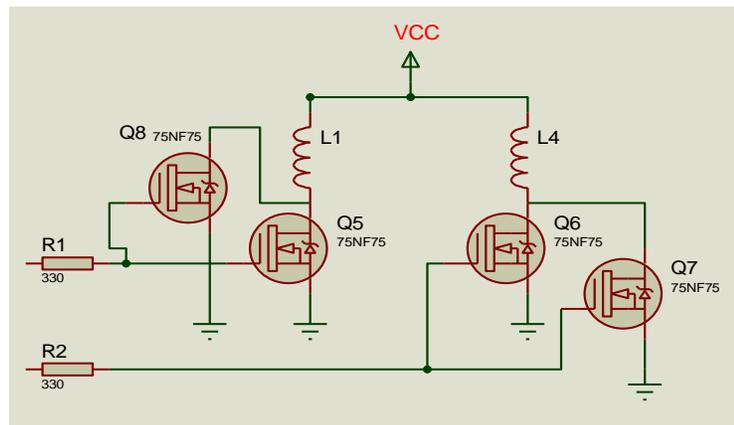


Gambar 3.12Rangkaian Mikrokontroler *Atmega8*

Sumber : Penulis

5. Driver/ Penguat

Merupakan komponen penguat daya *driver* dibuat dengan sepasang transistor *MOSFET*. Tipe *MOSFET* N dengan kode irf 3205 merupakan transistor *switching* frekuensi tinggi yang cukup handal untuk mengalirkan pulsa arus pada koil. Masukan *MOSFET* adalah tegangan yang diberikan pada *gate* atau gerbang . Logika 1 yaitu tegangan 5V akan mengaktifkan *MOSFET* sedangkan logika 0 akan memutuskan arus *MOSFET*. *Output* *MOSFET* diberikan pada koil atau kumparan . Arus yang mengalir akan tertuju pada koil secara bolak balik. Akibat arus bolak balik inilah yang membangkitkan arus *eddy* pada logam disekitarnya.

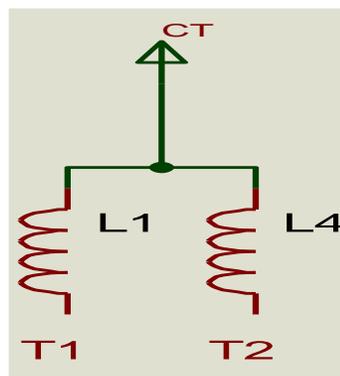


Gambar 3.13Rangkaian Driver/Penguat

Sumber : Penulis

6. Koil / Kumbaran Induksi

Koil atau kumbaran induksi dibuat dengan kawat email yang digulung melingkar membentuk kumbaran. Diameter kumbaran diatur sesuai media logam yang akan dipanaskan. Kumbaran digulung sedemikian rupa sehingga memiliki 2 ujung dan 1 titik tengah atau CT . Kedua ujung dihubungkan pada *output MOSFET* pada pin drain sedangkan CT dihubungkan pada sumber arus pada catu daya. Tegangan yang bekerja pada kumbaran adalah 30V dengan arus maksimal 11A . Dengan tegangan dan arus ini akan menghasilkan daya 300 watt lebih dan cukup untuk memanaskan logam pada suhu yang cukup tinggi.

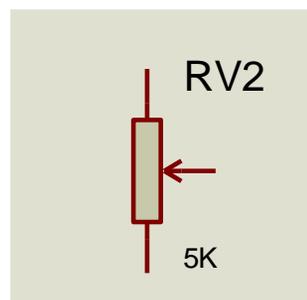


Gambar 3.14Rangkaian Kumbaran Induksi (coil)

Sumber : Penulis

7. Potentiometer

Potensiometer adalah sebuah resistor variabel yaitu resistor yang dapat diubah nilai tahanannya. Potensiometer digunakan untuk mengatur tegangan sesuai putaran poros potensiometer oleh *user*. FungsiKomponenini adalah memberikan sebuah nilai *setpoint* berupa tegangan pada masukan kontroler. Putaran poros menentukan besar tegangan yang diinginkan dimana tegangan tersebut akan diubah menjadi *setpoint* suhu yang diberikan oleh *user*. *Output* potensiometer dibarikan pada masukan kontroler pin C.4 yang merupakan salah satu masukan analog pada pin 27.



Gambar 3.15Rangkaian Potensiometer

Sumber : Penulis

3.8Bentuk Akhir Keseluruhan Alat Pemanas

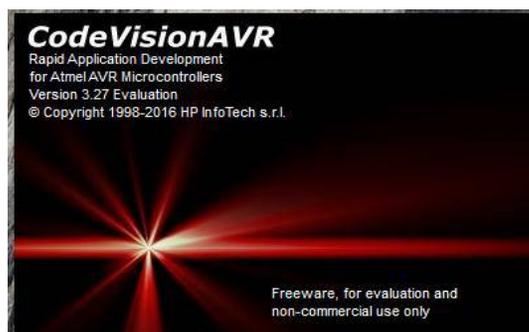
Setelah melakukan tahap merancang dan memasang komponen sehingga mejadi satu kesatuan yang dimana alat dapat bekerja sesuai rencana awal seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.16 Keseluruhan Alat Pemanas Induksi
Sumber : Penulis

3.9 Pemrograman

Untuk dapat memenuhi kinerja yang diinginkan maka pada rangkaian digunakan mikrokontroler *ATmega8*. Dimana fungsi *ATmega8* sebagai pusat kendali atau pemroses data perintah-perintah yang ada pada rangkaian pemanas induksi arus *eddy*. Maka itu dilakukan pemrograman pada mikrokontroler *ATmega 8* menggunakan *PC* sebagai pemogram dan *Software* sebagai perangkat pemograman untuk melakukan perintah-perintah. *Software* yang digunakan untuk menprogram *Atmega* adalah *Code Vision AVR*.



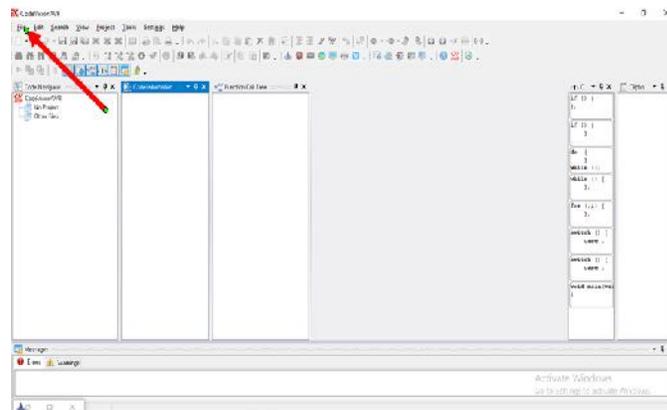
Gambar 3.17 *Software Code Vision AVR*
Sumber : Penulis

3.9.1 Cara Memprogram ATmega 8 Menggunakan Perangkat Lunak

Untuk dapat mengetahui suhu pada *LM35* dan Pada suhu air yang akan di tampilkan pada *LCD*, selanjutnya kita akan memprogram bahasa C menjadi file hexa, yang akan *download* pada mikrokontroller ATmega 8.

a. Langkah-langkah Pemograman

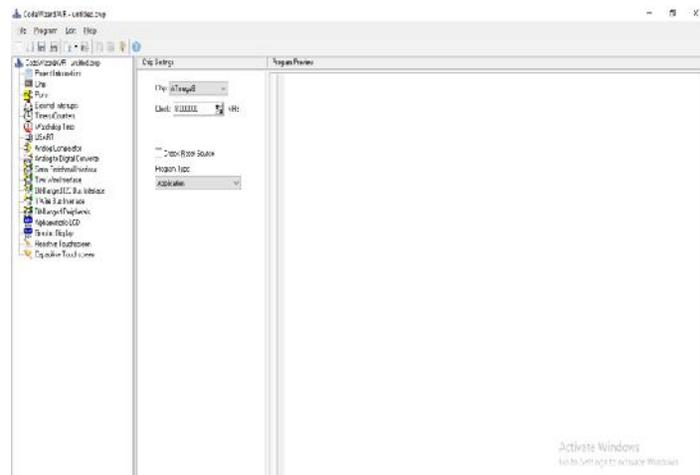
Langka-langkah membuat program baru untuk pemanas induksi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.18 Fitur Awal *SoftwareCode Vision AVR*

Sumber : Penulis

- Klik menu file, pilih new. Pada kotak perintah yang muncul pilih project. Pada perintah selanjutnya klik yes, kemudian pada kotak perintah selanjutnya pilih AT90,ATtiny,ATmega. klik OK, maka akan muncul CodeWizard AVR.

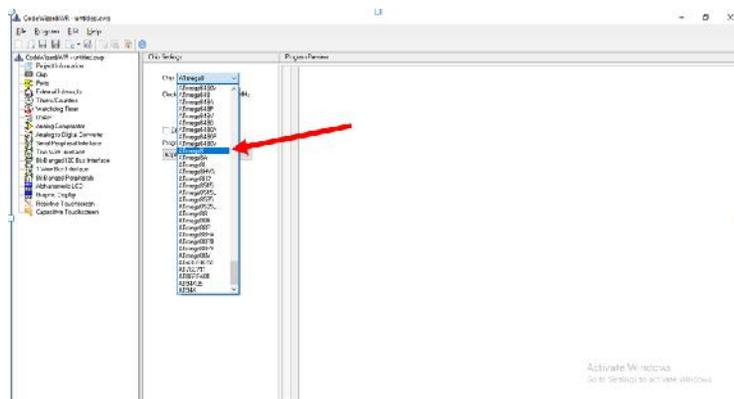


Gambar 3.19Tampilan Proyek Baru Code Wizard AVR

Sumber : Penulis

Selanjutnya diatur perintah yang lain yang sesuai dengan program yang mau dibuat. Untuk dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Aturilah perintah seperti berikut:

- Pilih chip, pada kotak pilihan chip dari ATmega 8 (karena mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 8) pada kotak pilihan pilih clock 11520000 Mhz.

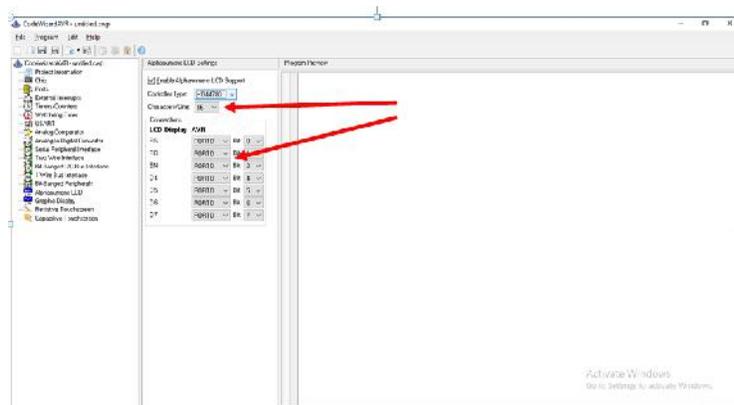


Gambar 3.20Pemilihan Chip

Sumber : Penulis

- Pada alphanumeric LCD, klik enable alphanumeric support.
- Pada kotak pilihan character/line pilih 16

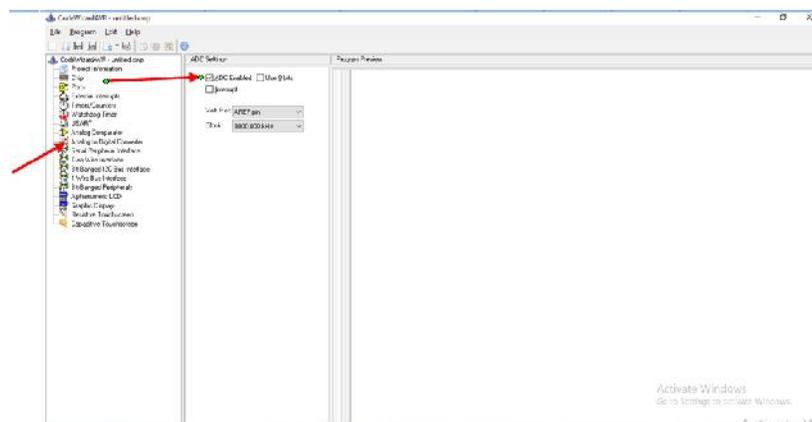
- Pada kotak pilihan *LCD* modul, pilihan portnya semua dibuat port D.



Gambar 3.21 Pin pada LCD

Sumber : Penulis

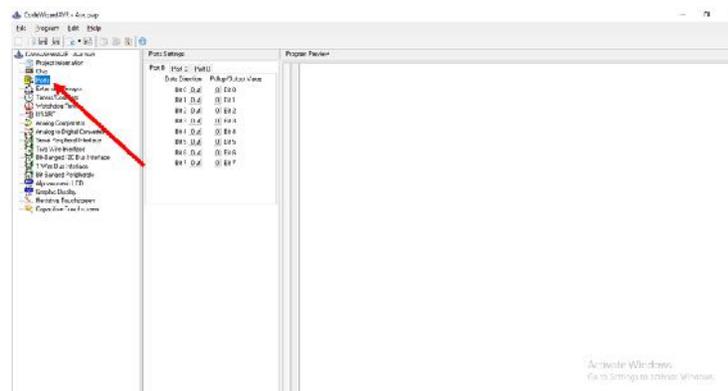
- Untuk sensor, klik ADC. Kemudian pilih ADC enable.



Gambar 3.22 Pengaktifan ADC

Sumber : Penulis

- Kemudian klik PORTS, buat port B sebagai *output*.



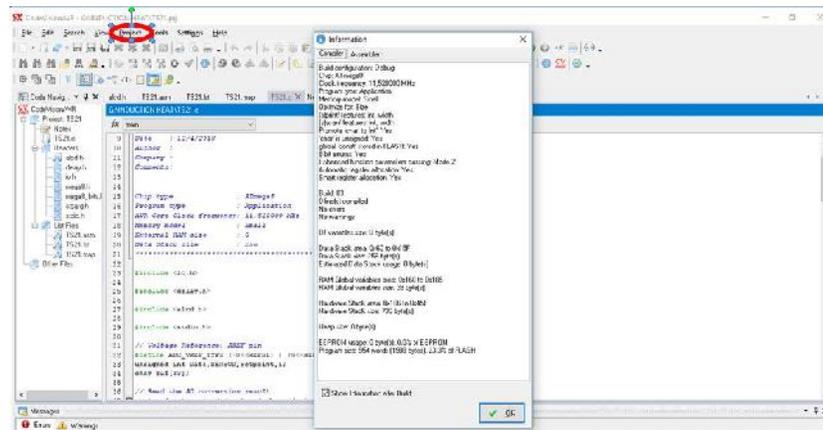
Gambar 3.23 Pengaktifan Output Port.

Sumber : Penulis

- Klik file, generate save and exit.
- Dalam file program yang muncul ada beberapa perintah yang tidak digunakan. Perintah tersebut dapat dihapus agar program jangan terlalu banyak.
- Pada akhir program yang bertulis //place your code here, isikanlah program sebagai berikut:

3.9.2 Pengecekan Program

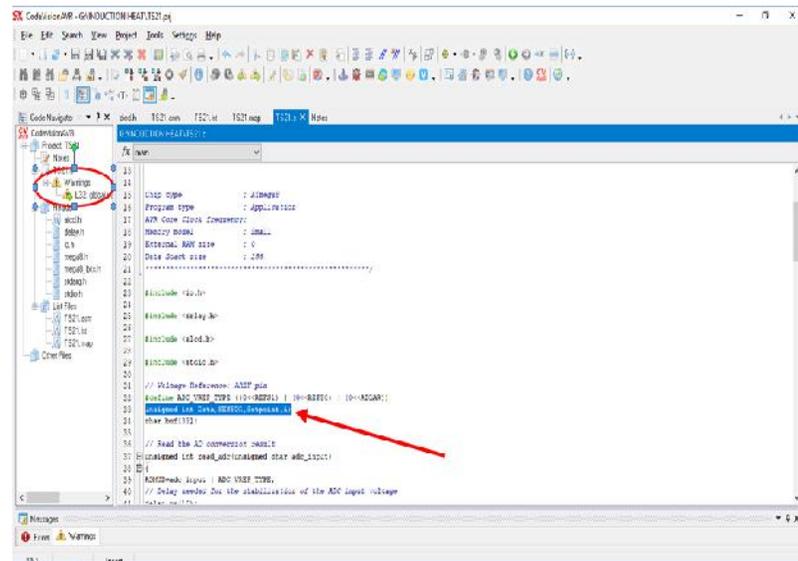
- Setelah selesai memprogram klik menu Project lalu pilih build. Untuk mengetahui apakah program yang kita buat sudah benar.



Gambar 3.24 Tampilan Peringatan Error pada Program

Sumber : Penulis

- Jika ada kesalahan, Maka akan tampil informasi kesalahan atau data yang error yang harus diperbaiki lagi.



Gambar 3.25. Program yang Error
Sumber : Penulis

- Setelah diperbaiki kemudian *Save and Exit*.

3.10 Mendownload Program Menggunakan Software PC

Mendownload program yang telah dibuat untuk Mikrokontroler *ATmega8* dengan menggunakan *Software eXtreme Burner AVR*.

Alat yang kami gunakan untuk mentransfer data pada mikrokontroler adalah *Downloader*. Pastikan bahwa *PC*, *Downloader* dan Mikrokontroler sudah terpasang dengan baik.



Gambar 3.26 Downloader
Sumber : Penulis

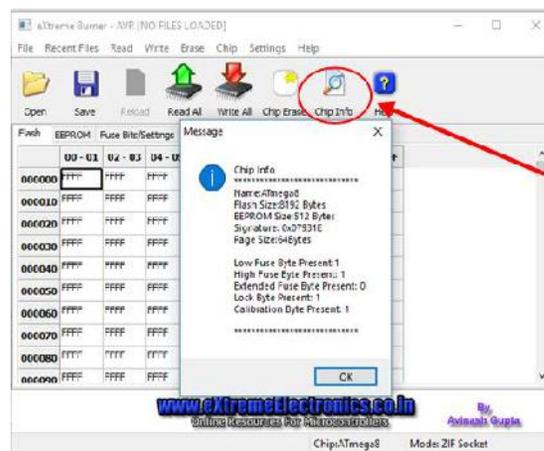
3.10.1 Mentransfer Data Program ke ATmega8

Cara untuk memindahkan atau mentransfer data yang telah dirogram ke *ATmega8* menggunakan *Software Xtreme Burner – AVR*.



Gambar 3.27 Software eXtreme Burner AVR v1.0
Sumber : Penulis

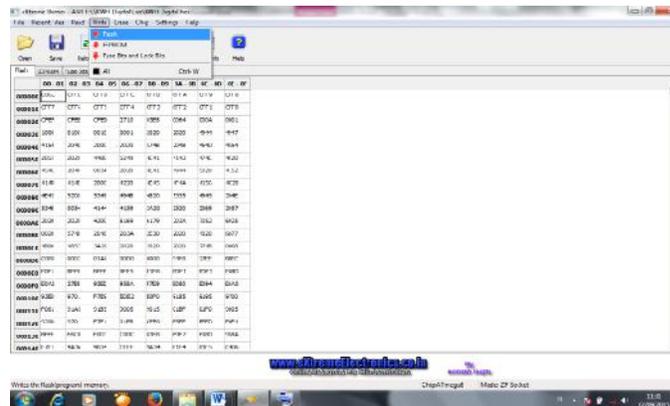
- Setelah menghubungkan perangkat keras PC, *Downloader* dan mikrokontroler. Kemudian buka *Software eXtreme Burner*.
- Setelah *Software* terbuka, klik chip info untuk memastikan apakah *downloader* sudah terhubung dengan baik atau tidak.



Gambar 3.28 Pengecekan Informasi Mikrokontroler
Sumber : Penulis

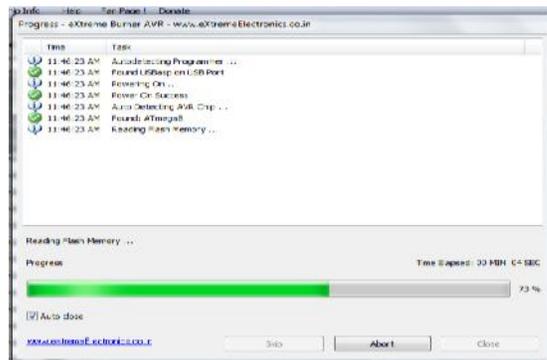
Klik chip, pilih chip yang digunakan yaitu *ATmega8*. lalu Klik menu *Open*, buka data *CD AVR* yang telah disimpan sebelumnya.

- Klik chip, pilih mikrokontroler yang kita gunakan seperti *ATmega8*



Gambar 3.31 Gambar Flash
Sumber : Penulis

- Maka data yang kita kerjakan telah di transfer ke mikrokontroler.



Gambar 3.32 Mendownload ATmega 8
Sumber : Penulis

- Setelah didownload maka ATmega8 dalam alat siap di gunakan.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA DATA

Suatu peralatan atau program dapat dikatakan bekerja dengan baik apabila telah disertai dengan pembuktian terhadap fungsi kerja dari peralatan tersebut. Pada Bab IV ini akan dijelaskan mengenai cara pengujian dari perangkat keras (*hardware*) yang meliputi model mekanik, *Software* dan rangkaian elektronik. Dari pengujian ini akan didapatkan data-data maupun bukti-bukti hasil akhir dari kenyataan bahwa perangkat keras yang telah dibuat bisa bekerja sesuai dengan perancangan dan dapat digabungkan dengan perangkat lunak (*Software*). Berdasarkan data-data dan bukti-bukti tersebut dapat dilakukan analisa terhadap proses kerja yang nantinya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dari apa yang telah dirancang.

4.1 Tujuan Pengujian Alat

Setelah perancangan alat telah selesai dirancang dan diprogram untuk dapat bekerja sesuai dengan keinginan penulis, selanjutnya akan dilakukan pengujian dan analisa yang bertujuan untuk :

1. Menguji dan menganalisa setiap rangkaian elektronik pada alat, apakah sudah bekerja sesuai cara kerja Komponen.
2. Mengetahui apakah program yang dibuat dapat memberikan *output* yang sesuai dengan rancangan yang diinginkan.
3. Menguji dan menganalisa alat apakah mampu menghangatkan air dengan volume air yang ditentukan.

4. Mengukur dan menguji besaran suhu maksimal yang dicapai oleh alat dalam proses menghangatkan air dengan volume yang sudah ditentukan.

4.1.1 Peralatan yang Digunakan Dalam Pengujian

Untuk menunjang pengambilan data pengujian terhadap penghangat (pemanas) air dengan sistem induksi maka dibutuhkan peralatan - peralatan pengukuran yang sesuai, sehingga diperoleh data-data yang relevan dan akurat, berikut ini instrument pengukuran yang diperlukan untuk proses pengambilan data.

1. Wattmeter

Wattmeter digunakan untuk mengukur besaran daya yang terpakai oleh alat pada saat proses pemanasan atau menghangat air, sehingga dapat diketahui berapa daya terpakai menghangatkan air dengan volume yang telah ditentukan.

2. Multimeter Digital

Multimeter digital yang akan digunakan adalah multimeter yang dapat mengukur besaran tegangan AC dan DC, besaran Arus AC dan DC dan mengukur frekuensi.

3. Thermometer Digital.

Thermometer digital digunakan untuk mengukur suhu volume air. Dan juga untuk mensinkronkan data pada suhu *LM35* yang tampil dimonitor dengan suhu air pada wadah besi. Alat ini memiliki ketelitian yang cukup baik.

4. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu yang digunakan oleh alat dalam memanaskan air yang suhunya sudah diatur sebelumnya.

4.2 Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen telah siap dan telah bekerja. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor, pengujian kontroler, pengujian hasil kalibrasi dan *output display*.

4.2.1 Pengujian Pin ATmega 8

Pengujian dilakukan dengan mengukur test point yaitu pin-pin IC dan mengujinya secara langsung pada mikrokontroler untuk mengetahui apakah tegangan pada rangkaian untuk mikrokontroler bekerja dengan baik, yaitu dengan membandingkan datasheet IC tersebut, misalnya tegangan reset pada pin 1 harus mendekati 5 volt sedangkan pada pin 8 harus 0. Karena merupakan ground IC. Demikian juga dengan tegangan Vcc pada pin 7 harus 5 volt dan juga melakukan pengukuran pada tiap portnya, apakah *output* dan *input*nya terhubung pada rangkaian dengan baik, jika terjadi perbedaan logik mana terjadi kesalahan, kontroler tidak dapat bekerja.

Algoritma program yang ditulis dalam bahasa C adalah sebagai berikut :

```
DDRB = 0xFF; PORTB = 0xF0;
```

```
DDRC = 0xFF; PORTC = 0x50;
```

```
DDRD = 0xFF; PORTD = 0xA0;
```

Data tegangan hasil pengukuran pada pin mikrokontroler Atmega 8 adalah sbb:

Tabel 4.1 Tegangan pada Tiap Pin Atmega 8

No	Pin (Port)	Tegangan (volt)
1	1	4,97
2	2	0,0

3	3	0,0
4	4	0,0
5	5	0,0
6	6	0,0
7	7	5,01
8	8	0,0
9	9	2,99
10	10	2,01
11	11	5,01
12	12	0,0
13	13	5,00
14	14	0,01
15	15	0,0
16	16	0,0
17	17	0,0
18	18	5,01
19	19	4,99
20	20	5,01
21	21	4,99
22	22	4,91
23	23	0,01
24	24	0,0

25	25	0,01
26	26	0,0
27	27	5,02
28	28	0,0
29	29	0,01

Sumber : Penulis

Dengan demikian data logik keluaran tiap port adalah :

PORTB : 11110000

PORTD : 10100000

PORTC : 01010000

Analisa :

Dari data diatas dapat dibandingkan antara data program dengan data pengukuran dan dapat dilihat adanya kesamaan antara program dan keluaran tiap pin. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan ,sehingga dapat dinyatakan rangkaian kontroler telah bekerja dengan baik.



Gambar 4.1 Pengukuran pada Pin Mikrokontroler Atmega 8

Sumber : Penulis

4.2.2 Pengujian Modul *Display* M1632

Pengukuran Modul *display* bertujuan untuk mengetahui apakah *display* telah terpasang dengan baik atau tidak. Sama halnya dengan pengujian mikrokontroler dengan membandingkan tegangan hasil pengukuran dengan datasheet dapat ditentukan ada tidaknya kesalahan, hasil pengujian pada tiap port *LCD* adalah,

Tabel 4.2 Tegangan *InputLCD*

No	Pin	Tegangan (volt)
1	1	0,2
2	2	4,98
3	3	1,40
4	4	0,01
5	5	0,01
6	6	0,2
7	7	4,97
8	8	4,97
9	9	4,97
10	10	4,97
11	11	0,07
12	12	0,03
13	13	0,05
14	14	0,05
15	15	4,98
16	16	0,02

Sumber : Penulis

Dan pengujian *displayLCD* juga dilakukan dengan program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada *LCD* tersebut . Program dibuat dengan bahasa C,

kemudian diunggah pada kontroler . Berikut adalah list program yg dibuat untuk pengujian tersebut.

```
Init_LCD();  
  
while(1)  
{  
  
LCD_clear();  
  
LCD_putsf("ALAT PEMANAS");  
  
LCD_gotoxy(0,1);  
  
LCD_putsf("METODE INDUKSI");  
  
delay_ms(300);  
  
LCD_clear();  
  
delay_ms(300);  
  
}
```

Setelah diunggah dan dijalankan pada kontroler , maka pada *displayLCD* akan muncul kata "ALAT PEMANAS" pada baris pertama dan "METODE INDUKSI" pada baris kedua, Kemudian berkedip secara teratur. Dengan tampilan seperti itu maka pengujian *displayLCD* telah telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.



Gambar 4.2 Foto Pengujian pada *DisplayLCD*.

Sumber : Penulis

4.2.3 Pengujian Sensor Analog Suhu *LM35*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sensor dan suhu disekitar sensor. Suhu diukur dengan termometer digital sedangkan tegangan dengan voltmeter digital. Prosedur pengujian adalah dengan menaikkan suhu secara bertahap dan ukur setiap kenaikan suhu tersebut. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan pada sensor *LM35*.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Analog Suhu *LM 35*

Suhu (°C)	Vout sensor(V)
30,0	0,30V
32,0	0,32V
34,1	0,34V
36,0	0,36V
38,1	0,381V
40,2	0,40V
42,1	0,42V
44,0	0,441V
46,1	0,46V
48,2	0,481V
50,0	0,50V
52,1	0,521V
54,0	0,54V
56,1	0,561V
58,2	0,582V
60,0	0,60V
62,1	0,621V

64,0	0,642V
66,1	0,661V
68,2	0,68V
70,0	0,701V
72,1	0,721V
74,0	0,74V
76,1	0,761V
78,2	0,782V
80,0	0,80V
80,0	0,80V
82,1	0,821V
84,0	0,84V
86,1	0,861V
88,2	0,882V
90,0	0,901V
90,0	0,90V
92,1	0,921V
94,0	0,94V
96,1	0,961V
98,2	0,980V
100,0	0,102V

Sumber : Penulis

Analisa: Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa perbandingan nilai *input* dengan ouput cukup linear sehingga tidak membutuhkan linearisasi pada program.

Konstanta kalibrasi dapat diperoleh dari perbandingan tersebut yaitu :

$$K = T / V_{out}$$

Dimana:

K : konstanta

V_{out} : tegangan keluaran sensor

T : Suhu sensor

Contoh : jika T = 30,0 °C dan sensor = 0,3V maka,

$$K = 30^{\circ}\text{C} / 0,3\text{V}$$

$$K = 100^{\circ}\text{C}/\text{V}$$

Dengan menggunakan konstanta $K = 100 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{V}$ maka program dapat menghitung nilai suhu sebenarnya dari data yang terbaca oleh sensor.



Gambar 4.3 Foto Pengukuran Sensor pada Suhu 40°C .
Sumber : Penulis

4.2.4 Pengujian Driver Transistor.

Transistor yang digunakan adalah transistor *hybrid* yaitu *IGBT*. Transistor jenis ini memiliki *input* layaknya sebuah *MOSFET* sedangkan *output* adalah transistor. Untuk menguji transistor ini, perlu dirangkai *input/output* nya agar dapat diukur tegangan masuk dan tegangan keluarannya. Transistor diformasikan untuk bekerja sebagai saklar atau *switching*. *Input* yang diberikan adalah logika 0 dan 1 dengan tegangan 0V dan 5V. *Output* transistor yaitu pin kolektor dihubungkan pada tegangan sumber 12V melalui sebuah beban resistor sedangkan pin emitor dihubungkan dengan ground. Resistor digunakan sebagai beban dengan nilai 100 Ohm 5 watt. Pengujian dimulai dengan memberikan tegangan dari catu daya 12V pada kolektor. Saat *input* gate diberi logika 0 atau 0V. Pada *output* kolektor akan bertegangan 12V. Saat logika 1 diberikan pada *input* tegangan kolektor akan mendekati 0V. Berikut adalah hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan pada transistor *IGBT*.

Tabel 4.4 Pengukuran Transistor IGBT

<i>Input(gate)</i>	<i>Output(kolektor)</i>	Arus(mA)
0,017V	12,16V	0,0
5,02V	0,02V	121 mA

Sumber : Penulis

Saat *input* 0V diberikan pada gate transistor akan *cut off* sehingga tidak ada arus yang mengalir . Dengan demikian tegangan pada kolektor akan sama dengan tegangan VCC oleh karena itu beban resistor tidak terdapat jatuh tegangan atau dengan kata lain tegangan pada beban resistor adalah 0V akibatnya arus resistor adalah 0V. Saat logika 1 atau 5V diberikan ,transistor akan jenuh atau saturasi sehingga antara kolektor dan emitor transistor akan terhubung. Dengan demikian kolektor akan terhubung dengan ground dan mengakibatkan arus mengalir pada resistor beban. Tegangan kolektor menjadi 0 dan jatuh tegangan pada resistor menjadi 12V.



Gambar 4.4a-b. Pengukuran pada Driver Transistor IGBT.

Sumber : Penulis

4.2.5 Pengujian Catu Daya System

Catudaya yang digunakan adalah trafo *stepdown*. Pengujian dilakukan dgn mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban . Terdapat 2

testpointoutput yaitu *output* setelah penyearah dan *output* setelah *regulator* 7805.

Berikut adalah data hasil pengukuran catu daya :

Tabel 4.5 Pengukuran Catu Daya.

	<i>Output DC</i>	<i>Output regulator</i>
Tanpa beban	14,6 V	5,03 V
Dengan beban	12,3 V	5,01 V

Sumber : Penulis

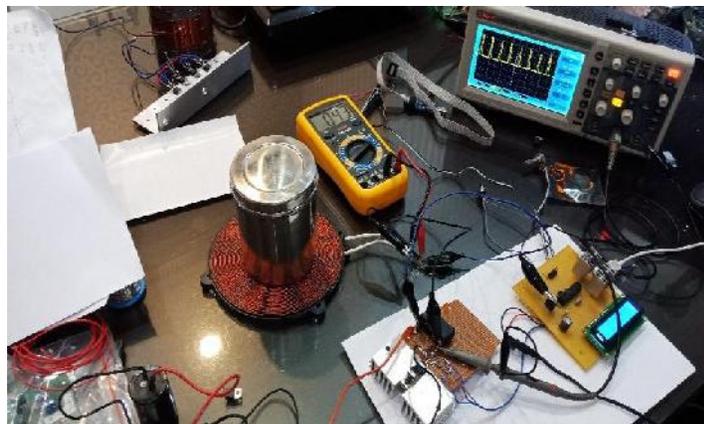
Pembahasan:

Dari pengukuran diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan rangkaian yang dibuat yaitu 12V dan 5V. Dengan demikian pengujian ini dinyatakan berhasil.

4.2.6 Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan setelah semuaKomponenterhubung menjadi satu sistem.prosedur pengujian adalah dengan mengaktifkan sistem, kemudian memberikan *inputan* dan mengamati *output* yang diberikan. Saat catu daya diaktifkan, *display* akan menampilkan pesan awal yaitu nama alat yang dibuat. Sesaat setelah itu *display* akan menampilkan pesan *input* yaitu masukan *setpoint* temperatur yang diinginkan oleh *user*. *Setpoint* diberikan melalui pengaturan pada potensiometer. Rentang temperatur adalah dari 30 derajat hingga 100 derajat celcius. Setelah *setpoint* diberikan, *user* harus menekan tombol start untuk memulai proses melalui sebuah *push button* . Setelah *push button* ditekanproses akan mulai bekerja . Kontroler akan mengaktifkan frekuensi *switching* dan diberikan pada masukan transistor. Transistor akan mengalirkan arus sesuai frekuensi yang diberikan oleh

kontroler. Medan induksi akan terbangkitkan saat kumparan telah dialiri arus pulsa dan akan memanaskan logam disekitar kumparan tersebut. Seiring proses berjalan kontroler juga akan membaca temperature logam yang dipanaskan , jika panas logam telah berada diatas atau sama dengan *setpoint* maka kontroler akan menghentikan pulsa *switching*. Perlu diketahui, sistem dirancang untuk dapat mempertahankan temperatur *setpoint*. Artinya saat temperatur kembali turun ,kontroler akan mengaktifkan kembali pulsa *switching* ke transistor sehingga pemanas kembali bekerja. Setelah pengujian diatas dilakukan untuk pertama kali,terdapat banyak kesalahan dan kekurangan yang harus diperbaiki. Setelah perbaikan dan penyempurnaan beberapa tahap sistem pemanas induksi berhasil berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.

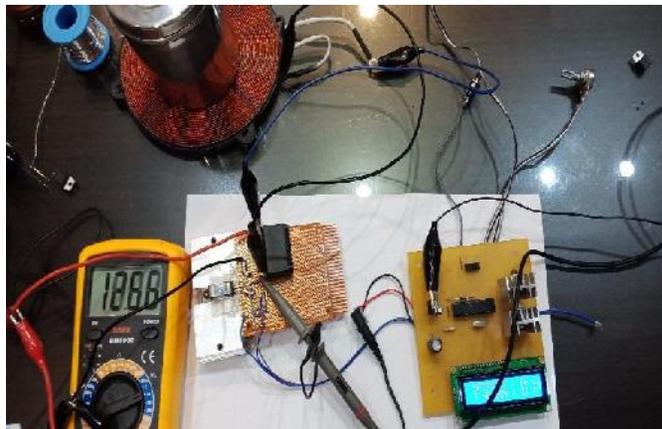


Gambar 4.5 Pengujian Sistem Pemanas Induksi Secara Keseluruhan.

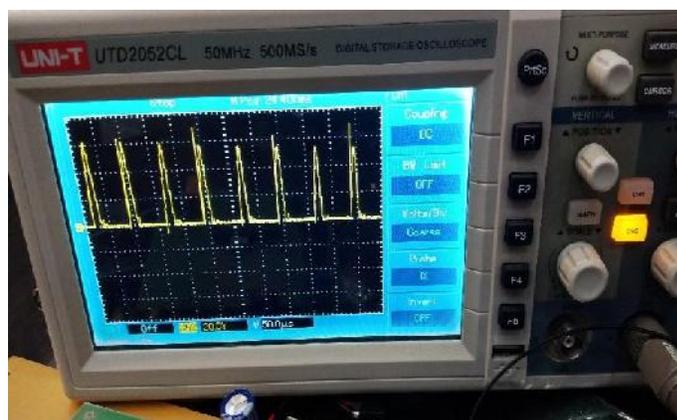
Sumber : Penulis



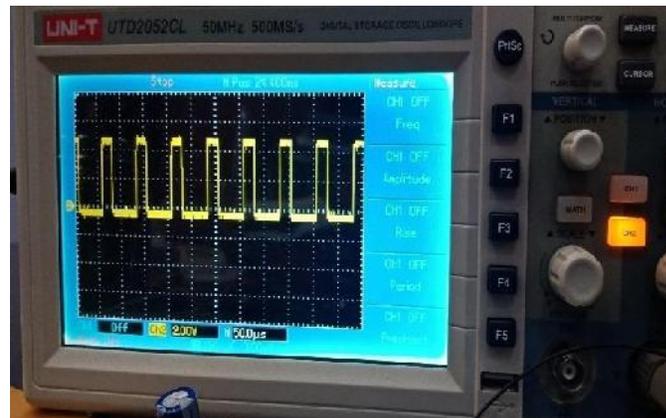
Gambar 4.6 Pengujian Pengukuran Kumparan Induksi.
Sumber : Penulis



Gambar 4.7 Pengukuran Pulsa Switching pada Driver Transistor.
Sumber : Penulis



Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Pulsa Switching Transistor.
Sumber : Penulis



Gambar 4.9 Pulsa Keluaran dari Mikrokontroler Atmega 8.
Sumber : Penulis

4.2.7 Pengujian Waktu Pemanasan

Pada tahap pengujian ini akan dilakukan dengan cara memanaskan 2 buah plat logam aluminium dan besi dengan ketebalan plat logam 0.9 mm, bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat pemanas yg di induksikan pada plat yang pada jenis logam berbeda seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4.10 Plat Aluminium dan Besi dengan Ketebalan 0.9 mm.
Sumber : Penulis

pada proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kumparan induksi untuk memanaskan masing- masing plat, antara plat aluminium dan plat besi yang sangat umum digunakan sebagai wadah pemanas air. dimana logam pengujian akan dipanaskan dengan suhu yang berbeda- beda. Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data sebagai berikut ini,

Tabel 4.6 Waktu Pemanasan Material Plat Aluminium 0,9 mm

No	Tebal logam (mm)	Suhu ($^{\circ}$ C) logam	Suhu ($^{\circ}$ C) <i>setpoint</i>	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu (t)
1	0,9	35	35	24	21	19.13
2	0,9	40	40	25	22	28.93
3	0,9	45	45	24	21	38.47
4	0,9	50	50	23	21	45.52
5	0,9	55	55	24	22	52.14
6	0,9	60	60	24	22	58.19
7	0,9	65	65	24	22	64.10
8	0,9	70	70	24	22	69.24
9	0,9	75	75	25	21	74.67
10	0,9	80	80	25	19	78.61
11	0,9	85	85	24	21	83.04
12	0,9	90	90	24	22	86.39

Sumber : Penulis

Tabel 4.7 Waktu Pemanasan Material Plat Besi 0,9 mm

No	Tebal logam (mm)	Suhu ($^{\circ}$ C) logam	Suhu ($^{\circ}$ C) <i>setpoint</i>	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu (t)
1	0,9	35	35	24	22	5.90
2	0,9	40	40	24	22	18.99
3	0,9	45	45	24	21	25.84
4	0,9	50	50	24	21	31.73
5	0,9	55	55	23	22	37.61
6	0,9	60	60	25	21	43.87
7	0,9	65	65	25	19	47.89
8	0,9	70	70	25	22	53.01
9	0,9	75	75	24	21	58.13
10	0,9	80	80	24	21	63.23
11	0,9	85	85	24	21	69.21
12	0,9	90	90	24	22	76.43

Sumber : Penulis



Gambar 4.11 Pengujian pada Plat

Sumber : Penulis

Pada gambar di bawah ini adalah hasil proses pemanas menggunakan induksi arus *eddy*. dengan ukuran logam yang sama 0,9 mm seperti yang terlihat pada gambar,



A

B

Gambar 4.12 Proses Pemanasan Logam A Plat Aluminium dan B pada Plat Besi

Sumber : Penulis

dari pengujian kedua plat besi dapat disimpulkan bahwa induksi arus *eddy* hanya dapat terinduksi kepada jenis benda yang mengandung feromagnetik (besi) dan paramagnetik (Aluminium) yang paling cepat untuk menghasilkan panas adalah feromagnetik dibanding paramagnetik karena daya tarik magnetik pada besi lebih

tinggi dari pada aluminium terbukti dari pengujian diatas dimana waktu untuk memanaskan besi lebih singkat dari pada aluminium.

4.3 Pengujian Alat untuk Memanaskan Air

Supaya dapat memastikan alat bekerja sesuai dengan yang di inginkan yaitu mampu memanaskan air dengan induksi arus *eddy*, maka penulis melakukan pengujian alat dengan menggunakan air dalam cawan besi. maka pengujian hasil dilakukan dengan bertahap dengan suhu yang diatur dan menghitung waktu (t), arus (I) dan Tegangan (V), yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang telah di atur sebelumnya. hasil pengujian alat seperti tabel di bawah :

Tabel 4.8 Pengujian Alat dengan Volume Air 320 ml

No	Volume Air (ml)	Suhu setpoint ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu/ menit (t)	Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	320	35	2.51	35	24	22
2	320	40	6.53	40	24	22
3	320	45	11.17	45	25	22
4	320	50	17.22	50	25	21
5	320	55	21.59	55	24	22
6	320	60	27.52	60	26	21
7	320	65	35.13	65	26	22
8	320	70	46.29	70	25	23
9	320	75	62.02	75	26	21
10	320	80	81.21	80	25	22

Sumber : Penulis

waktu yang dibutuhkan oleh pemanas induksi untuk memanaskan air dengan volume air 320 ml, dan menguji apakah alat sudah dapat mengukur dan menyesuaikan suhu yang diinginkan terbaca dengan kerja yang akan dihasilkan, berikut ini adalah bentuk wadah logam yang kita pakai dalam pengujian pemanas air dengan sistem induksi terlihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.13 Pengukuran Suhu dan Waktu Pemanasan Air.

Sumber : Penulis

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan *Pembuatan Alat Pemanas Air dengan Metode Pemanfaatan Induksi Arus Eddy* dapat disimpulkan yaitu :

1. Pemanas air yang telah dirancang menggunakan mikrokontroler *ATmega8* sebagai pengendali utama dari sistem, yang fungsinya untuk mengatur seluruh kerja dari alat, mulai dari proses memanaskan air sampai proses selesai dijalankan sehingga alat ini dapat bekerja secara otomatis.
2. Penggunaan alat hanya untuk volume air yang sedikit sekitar 0-500 ml air.
3. Untuk mendapatkan panas yang maksimal harus menggunakan wadah logam dalam pemanasan air
3. dalam fungsinya alat ini dirancang secara otomatis, suhu air dapat *disetting* menggunakan potensiometer dan *LM35* sebagai pendeteksi suhu pada air, agar suhu air tetap terjaga konstan dilakukan dengan menggunakan saklar mekanik yaitu relay yang dapat menyambung dan memutuskan arus secara otomatis sesuai dengan program yang telah dirancang. Apabila bila suhu melebihi *setpoint* maka relay akan memutuskan arus, dan apabila suhu kurang dari *setpoint* maka relay akan menghidupkan kembali pemanas.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Rancangan yang telah siap saya buat bukan sekedar pertanggung jawaban saat sidang. Maka sebagai penulis mengharapkan kepedulian dalam menjaga dan merawat. Supaya keberlangsungan alat ini dapat terjaga dan dikembangkan oleh mahasiswa lainnya.
2. Alat ini masih jauh dikatakan sempurna, karena *prototype* yang fungsinya masih digunakan sebagai pemanas yang volume air sedikit atau dalam volume air 0-500 ml. Namun alat ini bisa menjadi salah satu referensi atau dasar untuk melakukan pengembangan pemanas air otomatis kepada orang lain untuk jurnal atau Tugas akhir rancang bangun supaya fungsi dan kegunaannya dapat digunakan secara luas lebih efisien, daya lebih irit, dan bentuk lebih modern dan aman.
3. Bilamana digunakan untuk volume air yang cukup banyak pada alat sebaiknya menggunakan komponen yang lebih tinggi kuat arus dan tegangan sesuai dengan rating nya dan sensor tegangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2013. Atmel 2486 8 bit AVR Microcontroller *ATmega8 L*. Data Sheet.
- Febriansyah. 2017. rancang bangun sistem *Induction Heater* logam dengan metode *heater furnace* berbasis mikrokontroler atmega 32. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Padang
- Maiden Lead, Berkshire, England. *Fairchild*. 2000. *Application Note AN-9012: Induction Heating System Topology Review*. Fairchild Semiconductor Corporation.
- Nacke, Bernard. 2000. *Induction Heating Fundamental*. Institute of *Electrotechnology Leibniz University of Hanover* .
- Jerman Ridho'I, Ahmad. 2008. Induksi Panas dari Frekuensi Tinggi Pengganti Pemanas. *Jurnal Sain dan Teknologi*. 6,149-158.
- Sawhney, A.K. 1990. *A Course In Electrical Machine Design*. Dhanpat Rai & Sons. *Delhi*.
- Tipler, P.A. 1998. Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan). Jakarta. Penerbit : Erlangga.
- Zinn, Stanley dan Lee Semiatin . 1988. *Elements of Induction Heating – Design, Control and Applications*. ASM International. Ohio, USA.
- Trisutrisno Pandiangan. 2018. Rancang Bangun pemanas air otomatis berbasis *PLC Zelio 1250*. Tugas Akhir. Universitas Panca Budi Medan.
- Kamil Erwansyah, Beni Andika, Hendra Jaya. 2017. Rancang bangun pemanas air pintar berbasis mikrokontroler . *Jurnal ilmiah Saintikom*. STMIK Triguna Darma.
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.

Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In *International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP)* (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).

Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.

Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.

Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 9(6), 820-829.

Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.

Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan penentuan jabatan manager menggunakan metode mfep pada cv. Sapo durin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 6-7).

Putri, R. E., & Siahaan, A. (2017). Examination of document similarity using Rabin-Karp algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 3(8), 196-201.

Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.