

**PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK
POROS MENGGUNAKAN PEMANAS INDUKSI**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

**NAMA : M. IQBAL AWWALIEN N.
NIM : 2011084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK
POROS MENGGUNAKAN PEMANAS INDUKSI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST) Jurusan Teknik Mesin

DISUSUN OLEH :

NAMA : M. IQBAL AWWALIEN N.

NIM : 2011084

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI
PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK
POROS MENGGUNAKAN PEMANAS INDUKSI



Disusun oleh :

NAMA : M. IQBAL AWWALIEN N.

NIM : 2011084

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Eko Yohanes Setvawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Sibut, ST., MT.
NIP. Y. 1030300379

**BERITA ACARA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : M. Iqbal Awwalien N.
Nim : 2011084
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK
POROS MENGGUNAKAN PEMANAS INDUKSI

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

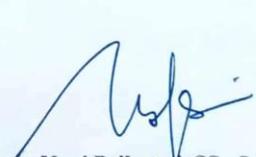
Hari / Tanggal : **Selasa, 13-08-2024**
Dengan Nilai : **85,50 (A)**

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Sekretaris

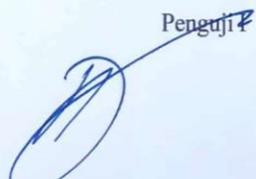

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

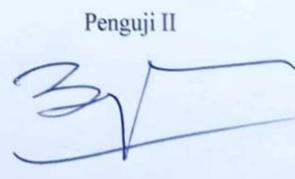

Tutut Nani Prihatni, SS., S.Pd., M.Pd.
NIP. P. 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II


Djoko Hari Praswanto, ST., MT.
NIP. P. 1031800551


Bagus Setyo Widodo, ST., M. MT.
NIP. P. 1032100599

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. IQBAL AWWALIEN N.

NIM : 2011084

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul
**"PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK POROS MENGGUNAKAN
PEMANAS INDUKSI"** adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan
duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya
orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 13 Agustus 2024



M. IQBAL AWWALIEN N.

NIM.20.11.084

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabiullah Muhammad SAW.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D., selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Eng. I Komang Somawirata ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Sibut, ST., MT., selaku dosen pembimbing skripsi.
5. Orang tua serta keluarga, yang telah memberikan do'a, semangat, dukungan, dan motivasi serta telah membiayai selama kuliah demi terselesaikannya skripsi ini
6. Rekan sekelompok dan seperjuangan serta teman – teman semua khususnya teknik mesin S-1 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 13 Agustus 2024

Penulis



M. IQBAL AWWALIEN N.
NIM. 20.11.084

PERANCANGAN ALAT HARDENER UNTUK POROS MENGUNAKAN PEMANAS INDUKSI

M. Iqbal Awwalien N.¹, Sibut²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota
Malang, Indonesia

Email: miqbalawwaliennaafi@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi merupakan langkah penting dalam proses manufaktur untuk memperkuat atau meningkatkan kekerasan material poros. Pemanas induksi adalah metode pemanasan yang efisien dan cepat, di mana energi listrik diubah menjadi energi panas melalui induksi elektromagnetik. Ini memungkinkan pemanasan dengan cepat dan akurat. Penelitian ini menggunakan metode experimental. Dimana metode ini dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dalam mencari data sebab dan akibat dalam suatu proses melalui eksperimen. Sehingga didapat kekasaran dari permukaan pada baja ST 37 dengan perancangan hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi yang dimana menggunakan parameter yang sudah digunakan sebelumnya. Hasil percobaan didapatkan suhu akhir adalah 215°C dengan waktu yang dibutuhkan selama 4 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menggunakan kumparan model lingkaran lebih efisien daripada menggunakan kumparan model U dan oval. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan grafik yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diperlukan untuk pemanasan permukaan maka semakin tinggi temperatur yang didapatkan. 1. Perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi yaitu dilakukan dengan cara mencoba memasukkan poros ke dalam kumparan dengan waktu 4 menit sampai poros tersebut bisa memuai dengan baik. 2. Pembuatan alat induksi panas yaitu, dengan merangkai komponen yang sudah ditentukan dari proses perancangan. Kemudian dirangkai menjadi alat pemanas induksi yang selanjutnya diuji coba bekerja dengan baik. 3. Berdasarkan hasil uji coba alat induksi panas yaitu, alat berhasil mencapai suhu 465°C, Tegangan input tersebut sebesar 200-240 Volt dan Arus input tersebut sebesar 16 ampere.

Kata Kunci : Pemanas Induksi, Uji Kekerasan, Baja ST 37

DESIGN OF HARDENER FOR SHAFT USING INDUCTION HEATING TOOL

M. Iqbal Awwalien N.¹, Sibut²

Mechanical Engineering Study Program S-1, Institut Teknologi Nasional
Malang, Malang City, Indonesia
Email: miqbalawwaliennaafi@gmail.com

ABSTRACT

Designing a hardener tool for shafts using induction heating is an important step in the manufacturing process to strengthen or increase the hardness of the shaft material. Induction heating is an efficient and fast heating method, in which electrical energy is converted into heat energy through electromagnetic induction. This allows heating quickly and accurately. This research uses experimental methods. This method involves making direct observations to look for cause and effect data in a process through experimentation. So that the roughness of the surface on ST 37 steel is obtained by designing a hardener for the shaft using an induction heating device which uses parameters that have been used previously. The experimental results show that the final temperature is 215°C with a time required of 4 minutes. So it can be concluded that using a circle model coil is more efficient than using a U and oval model coil. From the results of the tests that have been carried out, a graph shows that the longer it takes to warm up the surface, the higher the temperature obtained. 1. Designing a hardener tool for the shaft using an induction heating tool is done by trying to insert the shaft into the coil for 4 minutes until the shaft can expand properly. 2. Making a heat induction tool, namely, by assembling components that have been determined from the design process. Then it is assembled into an induction heating device which is then tested to work properly. 3. Based on the test results of the heat induction device, the device succeeded in reaching a temperature of 465°C, the input voltage was 200-240 Volts and the input current was 16 amperes.

Keywords: induction heating, hardness test, ST 37 steel

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
BERITA ACARA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB I PENDAHULUAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	6
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	6
BAB V KESIMPULAN	6
DAFTAR PUSTAKA.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian terdahulu	7
2.2 Teori Pemanas Induksi	10
2.3 Cara kerja pemanas induksi.....	10
2.4 Arus Eddy.....	11
2.5 Teori Kalor	12
2.5.1 Kalor jenis dan kapasitas kalor	12
2.6 Teori Daya.....	13
2.7 Baja Karbon.....	14
2.7.1 Baja Karbon Rendah	14
2.7.2 Baja Karbon Sedang	15
2.7.3 Baja Karbon Tinggi	15

2.8	Diagram fasa Fe-Fe ₃ c	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Diagram alir penelitian	16
3.2	Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....	17
3.3	Studi literatur	17
3.4	Alat dan Bahan	18
3.5	Perhitungan Komponen	28
3.5.1	Resistor	28
3.6	Kapasitor	30
3.7	Metode Yang Digunakan.....	31
3.8	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	32
3.9	Pembuatan Alat Pemanas Induksi	32
3.10	Uji Coba.....	34
3.10.1	Persiapan Uji Coba	34
3.10.2	Pelaksanaan Uji Coba	34
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Perencanaan Alat	36
4.1.1	Gambar Rangkaian.....	36
4.2	Alat Pemanas Induksi	39
4.2.1	Spesifikasi alat induksi panas	39
4.2.2	Bagian – bagian alat induksi panas	39
4.3	Spesimen pengujian.....	41
4.4	Uji coba alat.....	42
4.4.1	Percobaan menggunakan kumparan model lingkaran.....	42
4.4.2	Percobaan menggunakan kumparan model U	44
4.4.3	Percobaan menggunakan kumparan model oval.....	45
4.5	Hasil Uji Kekerasan	52
4.6	Uji Struktur Mikro	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	KESIMPULAN.....	60
5.2	SARAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....		62
LAMPIRAN.....		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja Pemanas Induksi.....	12
Gambar 2. 2 Arus Eddy	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Transformator	20
Gambar 3. 3 Kabel.....	21
Gambar 3. 4 Fuse	21
Gambar 3. 5 PCB	22
Gambar 3. 6 Resistor	22
Gambar 3. 7 Kapasitor.....	23
Gambar 3. 8 Mosfet.....	26
Gambar 3. 9 Heatsink.....	26
Gambar 3. 10 Dioda	27
Gambar 3. 11 Induktor	28
Gambar 3. 12 Kumparan Kerja	28
Gambar 3. 13 Fan DC.....	29
Gambar 3. 14 MCB	29
Gambar 3. 15 Resistor	30
Gambar 3. 16 Kode Kapasitor	32
Gambar 3. 17 Uji Coba.....	36
Gambar 4. 1 Rangkaian Pemanas Induksi	36
Gambar 4. 2 Rangkaian Power Supply	37
Gambar 4. 3 Rangkaian Driver	37
Gambar 4. 4 Rangkaian Daya	38
Gambar 4. 5 Rancangan Alat Pemanas Induksi	38
Gambar 4. 6 Alat Pemanas Induksi.....	39
Gambar 4. 7 Power Supply	39
Gambar 4. 8 Alat Pemanas Induksi.....	40
Gambar 4. 9 Spesimen Uji	41
Gambar 4. 10 Percobaan Dalam 2 Menit	42
Gambar 4. 11 Percobaan Dalam 3 Menit	43
Gambar 4. 12 Percobaan Dalam 4 Menit	43

Gambar 4. 13 Percobaan Dalam 2 Menit	44
Gambar 4. 14 Percobaan Dalam 3 Menit	44
Gambar 4. 15 Percobaan Dalam 4 Menit	45
Gambar 4. 16 Percobaan Selama 2 Menit	45
Gambar 4. 17 Percobaan Selama 3 Menit	46
Gambar 4. 18 Percobaan Selama 4 Menit	46
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan	50
Gambar 4. 20 Hasil Uji Pemanasan	50
Gambar 4. 21 Perbandingan Jumlah Lilitan Terhadap Daya	52
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Uji Kekerasan	53
Gambar 4. 23 Pengaruh Waktu Terhadap Suhu	54
Gambar 4. 24 Pengaruh Waktu Terhadap Daya	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kalor Jenis.....	14
Tabel 3. 1 Kode Resistor	30
Tabel 4. 1 Kondisi Awal Spesimen Uji.....	43
Tabel 4. 2 Kondisi Setelah Pengujian	44
Tabel 4. 3 Kondisi Setelah Pengujian	46
Tabel 4. 4 Kondisi Setelah Pengujian	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian	49
Tabel 4. 6 Perbandingan Model Kumparan	51
Tabel 4. 7 Hasil Uji Kekerasan	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di era globalisasi membuat kebutuhan akan penggunaan material logam dalam pembuatan alat-alat dan sarana kehidupan semakin meningkat. Mulai dari peralatan yang paling sederhana sampai pada peralatan yang paling rumit, misalnya perabot rumah tangga, peralatan pemrosesan, jembatan, bangunan, kendaraan, dan konstruksi pesawat terbang. Perkembangan dunia industri yang semakin maju mendorong pula kebutuhan akan material logam yang memiliki sifat yang diinginkan sesuai fungsi dan tujuan pemakaian. Sifat material logam dipilih berdasarkan sifat teknologi, sifat mekanik, sifat fisik, dan sifat kimia.

Berikut beberapa latar belakang yang mungkin mendukung pemilihan judul skripsi mengenai alat pemanas induksi:

- Efisiensi Energi: Alat pemanas induksi dikenal memiliki efisiensi tinggi dalam mengubah energi listrik menjadi energi panas. Studi ini dapat fokus pada perbandingan efisiensi energi alat pemanas induksi dengan jenis pemanas lainnya seperti gas atau listrik konvensional.
- Keamanan: Keamanan adalah faktor penting dalam teknologi pemanas. Alat pemanas induksi cenderung lebih aman karena mengurangi risiko kebakaran dan luka bakar. Penelitian dapat membandingkan faktor keamanan alat pemanas induksi dengan pemanas lainnya.
- Kemudahan Penggunaan: Alat pemanas induksi sering kali lebih mudah digunakan dan dikelola dibandingkan dengan pemanas konvensional. Penelitian dapat mengkaji kemudahan penggunaan dari segi pengaturan, perawatan, dan keandalan alat.
- Penerapan dalam Industri: Alat pemanas induksi banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, perhotelan, dan rumah tangga. Studi ini dapat mengeksplorasi aplikasi alat pemanas induksi dalam industri tertentu dan manfaatnya dibandingkan dengan teknologi pemanas lainnya.
- Aspek Lingkungan: Alat pemanas induksi sering dianggap lebih ramah

lingkungan karena menghasilkan sedikit atau tanpa emisi gas buang dan meminimalkan konsumsi energi. Penelitian dapat mengevaluasi dampak lingkungan dari penggunaan alat pemanas induksi dibandingkan dengan alternatifnya.

Perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi merupakan langkah yang penting dalam proses manufaktur untuk memperkuat atau meningkatkan kekerasan material poros. Pemanas induksi adalah metode pemanasan yang efisien dan cepat, di mana energi listrik diubah menjadi energi panas melalui induksi elektromagnetik. Ini memungkinkan pemanasan dengan cepat dan akurat pada area yang ditargetkan tanpa perlu kontak fisik dengan sumber panas. perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi dapat meliputi beberapa aspek, antara lain:

- Sifat Material Poros: Memahami sifat material poros yang akan diolah sangat penting. Ini termasuk komposisi material, kekerasan awal, dan kemampuan untuk menahan suhu tinggi tanpa terjadi deformasi atau kerusakan struktural.
- Proses Pengerasan: Memahami proses pengerasan yang diinginkan untuk poros tersebut. Ini bisa menjadi pengerasan permukaan (case hardening) atau pengerasan keseluruhan (through-hardening), yang mempengaruhi desain alat dan parameter pengolahan.
- Teknologi Pemanas Induksi: Memahami prinsip-prinsip dasar pemanasan induksi, termasuk frekuensi, kekuatan, dan kontrol suhu. Ini diperlukan untuk merancang sistem pemanasan yang efisien dan akurat.

- **Desain Alat:** Merancang alat yang cocok untuk pemanasan induksi poros dengan mempertimbangkan geometri poros, area yang akan dipanaskan, dan kebutuhan pendinginan atau kontrol suhu.
- **Kontrol Proses:** Memiliki sistem kontrol yang baik untuk memantau dan mengendalikan proses pemanasan dengan tepat, termasuk pemantauan suhu dan waktu pemanasan.
- **Keselamatan:** Memastikan keselamatan operator dan lingkungan kerja dengan merancang sistem yang aman dan memiliki langkah-langkah perlindungan yang sesuai terhadap bahaya seperti suhu tinggi dan radiasi elektromagnetik.
- **Efisiensi dan Produktivitas:** Merancang alat dengan mempertimbangkan efisiensi energi dan produktivitas proses untuk mencapai output yang optimal dalam waktu yang sesingkat mungkin.

Dengan memperhatikan semua aspek ini, perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi dapat menghasilkan sistem yang efisien, aman, dan mampu memberikan sifat-sifat material yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan aplikasi

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apa saja parameter yang perlu dipertimbangkan dalam merancang alat hardener untuk memastikan penggunaan pemanas induksi secara optimal?
2. Bagaimana perhitungan dalam perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi?
3. Bagaimana merancang alat hardener untuk poros yang efektif menggunakan pemanas induksi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengetahui pembahasan yang lebih terarah dan lebih terfokuskan, maka ditentukan batasan-batasan masalah antara lain :

1. Penelitian ini akan memfokuskan pada perancangan alat hardener untuk poros dengan diameter 20 mm.
2. Pemilihan material poros untuk uji perancangan alat hardener menggunakan alat pemanas induksi akan dibatasi pada jenis baja ST 37.
3. Tempat dan pelaksanaan pengujian di Laboratorium Konversi Energi Institut Teknologi Nasional Malang Kampus 2 Fakultas Teknologi Industri.
4. Eksperimen yang dilakukan meliputi Perancangan Alat Hardener Untuk Poros Menggunakan Alat Pemanas Induksi pada Baja ST 37 yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Institut Teknologi Nasional Malang Kampus 2 Fakultas Teknologi Industri.
5. Variabel dalam penelitian kali ini.
 - Variabel bebas :
 - a. Waktu Pemanasan
 - Variabel terikat :
 - a. Uji Kekerasan
 - b. Uji Struktur Mikro
 - Variabel terkontrol :
 - a. Model Kumparan
 - b. Baja ST 37
6. Menggunakan alat pemanas induksi 3000 watt.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh rancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi yang optimal.
2. Untuk memperoleh hasil perhitungan geometri dalam perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi.
3. Untuk memperoleh gambar rancangan alat hardener untuk poros menggunakan aplikasi solidwork.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui tujuan dilakukan penelitian perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi ini maka manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah :

1. Peningkatan Efisiensi Produksi: Pemanasan induksi dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mempercepat waktu pemanasan dibandingkan dengan metode konvensional seperti pemanasan dengan oven atau tungku. Ini dapat menghasilkan siklus produksi yang lebih cepat dan mengurangi waktu penyelesaian.
2. Efisiensi Energi: Pemanasan induksi biasanya lebih efisien secara energi dibandingkan metode pemanasan konvensional, seperti tungku atau oven. Ini karena pemanasan induksi langsung memanaskan bagian yang diinginkan tanpa perlu memanaskan seluruh lingkungan, sehingga menghemat energi.
3. Peningkatan Kualitas Produk: Dengan kontrol suhu yang tepat dan pengurangan risiko deformasi, penelitian ini dapat membantu meningkatkan kualitas produk akhir. Poros yang dipanaskan dengan baik dan tanpa deformasi cenderung memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih baik.
4. Penghematan Biaya: Meskipun investasi awal untuk sistem pemanasan induksi mungkin tinggi, penggunaannya dapat menghasilkan penghematan biaya dalam jangka panjang. Ini bisa berasal dari efisiensi produksi yang lebih tinggi, pengurangan limbah, dan pengurangan biaya perawatan atau perbaikan karena deformasi.

5. Penerapan dalam Industri Modern: Dengan teknologi pemanasan induksi semakin banyak diterapkan dalam berbagai industri, penelitian ini dapat membuka peluang untuk penggunaan alat hardener baru yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, meningkatkan daya saing perusahaan di pasar.

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam Bab ini penulis akan menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian serta metode penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam Bab ini memberikan penjelasan tentang energi alternatif dan rumus, dari dasar teori diharapkan dapat melandasi penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Di dalam Bab ini menerangkan rancangan penelitian yang akan dilakukan sesuai prosedur penelitian untuk memperoleh data.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Di dalam Bab ini merupakan uraian dari data yang berkaitan dengan hasil penelitian dan dibahas berdasarkan fakta dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN

Di dalam Bab ini merupakan hasil ringkasan dari proses penelitian yang dilakukan, kesimpulan mencakup hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan tentang literatur -literatur yang digunakan dalam rumus dan data-data hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Untuk pembuatan mesin ini sendiri telah dilakukan beberapa kali diantaranya adalah:

1. Noviansyah (2012), untuk membuat pemanas induksi diperlukan suatu alat yang mampu menghasilkan energi listrik yang besar. Alat ini mampu menghasilkan arus AC dan tegangan yang tinggi dengan daya 200 Watt. Rangkaian ini terdiri dari power supply, pembangkit generator AC atau oscilator dan kumparan kerja. Arus dan tegangan ini akan melewati kumparan kerja dan menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dalam kumparan kerja. Dalam proses ini digunakan baut \varnothing 12 mm sebagai spesimen. Alat ini mampu menginduksi spesimen tersebut sehingga spesimen menjadi panas hingga mencapai titik cairnya. Titik cair dari spesimen ini adalah $\pm 660^{\circ}\text{C}$.

2. Wahyu dan Bambang (2012), perancangan dan pembuatan pemanas induksi berdaya 600 W ini dilakukan dengan merangkai komponen-komponen utama yang terdiri atas transformator, dioda, dioda schottky, transistor mosfet, resistor, kapasitor dan induktor. Pemanas ini selanjutnya diuji coba untuk melakukan proses perlakuan permukaan pada spesimen baja AISI 1040 hasilnya menunjukkan bahwa temperatur maksimum pada permukaan spesimen yang dipanaskan mencapai 743°C . Sementara itu kekerasan maksimum spesimen adalah 372 VHN untuk pemanasan selama 5 menit. Pengerasan efektif yang diperoleh berjarak 1,5 mm dari permukaan spesimen

3. Naufal dan Ismail (2013), Alat pemanas ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengolah data dan pemberi sinyal penyulutan gate triac. Mikrokontroler menerima perintah dari visual basic berupa nilai suhu pemanasan dan waktu tunda penyulutan triac. Sinyal penyulutan gate triac

dapat diatur dengan waktu tunda antara 0 – 8 ms. Waktu tunda penyulutan berfungsi untuk mengontrol tegangan rata-rata AC yang masuk ke lilitan. Proses pemanasan bearing terjadi apabila gate triac diberi sinyal penyulutan. Ketika bearing dipanaskan, suhu bearing dideteksi oleh sensor suhu. Apabila suhu bearing telah mencapai nilai suhu pemanasan, maka proses pemanasan berhenti dan pemasangan bearing ke porosnya bisa dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat ditarik kesimpulan bahwa bearing dengan ukuran inner ring 45 – 80 mm dapat dipanaskan oleh alat pemanas yang dibuat pada tugas akhir ini. Alat pemanas dapat dioperasikan melalui program antarmuka pengguna visual basic. Setelah dipanaskan, bearing mengalami pemuaian sehingga bearing dapat dimasukkan ke porosnya tanpa cara mekanik atau pukulan. Bearing 6009 memuai sebesar 0,1 mm dan bearing 6210 memuai sebesar 0,08 mm. Dengan begitu, kerusakan awal pada bearing dapat diminimalisir.

4. Yukovany (2013), pemanas induksi perlu didahului dengan pembuatan prototype. Namun sebelum membuat prototype perlu diawali dengan membuat desain dan melakukan riset pemanas induksi. Dalam skripsi ini dirancang sebuah pemanas induksi dengan koil berbentuk pancake coil dan berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Dengan adanya mikrokontroler dan perangkat elektronika, besarnya nilai frekuensi kerja dapat diubah-ubah dan dapat dilakukan pengujian untuk mengetahui responnya terhadap karakteristik panas yang dihasilkan. Selain itu hasil pengujian dapat digunakan untuk menghitung besarnya energi elektrik, energi kalor, dan efisiensi energi dari pemanas induksi yang dirancang. Pemanas induksi dirancang resonansi di 40kHz. Hasil pengujian menunjukkan perubahan frekuensi kerja pada pemanas induksi memiliki 7 pengaruh pada waktu pencapaian panas, besarnya daya, energi elektrik, dan efisiensi energi. Naiknya frekuensi kerja mendekati 40 kHz membuat waktu pencapaian suhu relatif lebih lama dan setelah melewati 40 kHz menjadi relatif lebih cepat.
5. Mulyoto (2018), Metode penelitian dari skripsi ini membuat mesin pemanas induksi yang digunakan untuk memanaskan dua jenis logam berbahan besi dan aluminium. Pemanasan Induksi yaitu proses pemanasan secara induksi

elektromagnetik yang menginduksi obyek berbahan logam akibat dari arus eddy yang berpusar pada logam secara terus-menerus, proses induksi ini akan menimbulkan panas pada logam dengan suhu yang relatif tinggi. Dengan memanfaatkan sistem pemanasan secara induksi akan lebih cepat, praktis dan aman. Dalam skripsi ini dilakukan penelitian dengan cara merubah-ubah diameter Coil atau kumparan kerja untuk mengetahui perubahan suhu yang timbul dari obyek yang dipanaskan. Hasil dari penelitian ini adalah alat pemanas induksi berhasil dibuat dengan baik. Pada kumparan kerja berdiameter 2,5 cm dapat memanaskan logam jenis besi hingga 320 °C dengan daya DC 186 Watt dan daya AC yang dibutuhkan 286 Watt. Semakin besar ukuran kumparan maka daya yang digunakan semakin kecil dan berbanding lurus dengan kecepatan pemanasan obyek logam, semakin kecil kumparan maka perubahan suhu semakin cepat. Pada kumparan 2,5 cm kenaikan suhu rata-rata mencapai 50 °C/menit.

6. Sadhu P. (2012), melakukan penelitian yang berjudul “Design Of Helical Shaped Heating Coil And Load Circuit For H. F. Mirror Inverter Based Induction Heater”. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat Sistem pemanas berbasis resonansi cermin seri frekuensi tinggi dengan helical coil. Coil pemanas digunakan untuk mengurangi efek kulit hilang dan kedekatan, coil pemanas terbuat dari kawat litz. Resistansi induktansi coil yang telah ditentukan menggunakan metode analisis pada beban induksi mengakibatkan induktansi dan resistensi berubah secara signifikan. Relevansinya penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu bentuk coil helical terhadap perubahan temperatur pada dapur induksi. Perbedaannya terletak pada jumlah lilitan coil, yang akan dilakukan penulis adalah memvariasikan coil dengan jumlah lilitan.
7. Noviansyah R. (2006), membuat alat pemanas yang berjudul “Pemanas Induksi (Induction Heating) Kapasitas 200 Watt”. Alat ini mampu menghasilkan 9 arus AC dan tegangan tinggi dengan daya 200 Watt, tegangan sebesar 18 Volt dan arus 10 A dapat mencairkan aluminium dengan diameter 12 mm selama 3 menit pada suhu 660 °C. Relevansinya penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan penulis

yaitu alat untuk pencairan aluminium. Perbedaannya terletak pada tegangan dan arus yaitu tegangannya 18 Volt dan arusnya 10 A sedangkan dalam penelitian yang akan dilakukan penulis adalah dengan tegangan 25 Volt dan arus 32 A dan memvariasikan jumlah lilitan coil yaitu 5, 6, 9, 10, dan 11.

2.2 Teori Pemanas Induksi

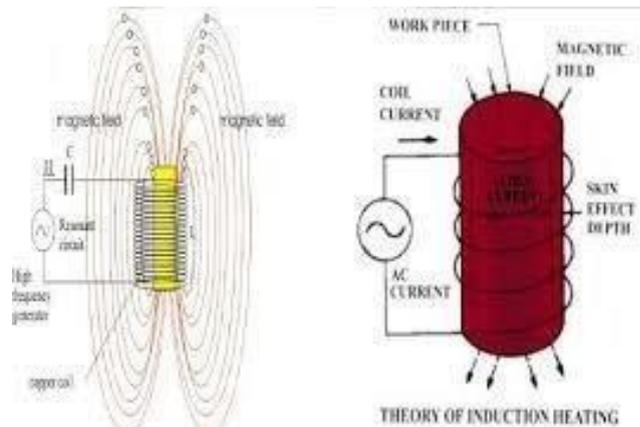
Suatu pemanas induksi dapat kita bayangkan bagian dari suatu trafo dengan pengisian arus terjadi pada lilitan kumparan. Setelah sumber AC dihubungkan dengan kumparan maka arus bolak-balik akan mengalir pada semua bagian konduktor dan akan timbul medan magnet di sekitar kumparan induksi tersebut. Apabila pada kumparan tersebut ditempatkan suatu bahan konduktif, maka akan timbul arus eddy dalam bahan tersebut. Karena arus eddy dalam mengambil energinya dalam bentuk panas sedangkan magnet dalam bentuk lingkaran, maka panas yang dihasilkan dari pemanasan akan berubah apabila terjadi perubahan frekuensi.

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 fluks maka kemampuan pembangkitan panas bisa dikontrol. (Ambar Rencono, 2000). Kumparan pemanas induksi yang berfungsi sebagai beban merupakan pengaplikasian dari sumber AC yang berfrekuensi tinggi, dalam penerapannya maka pada permukaan kumparan dapat diletakkan sebuah lempengan baja. Pemanas akan dikondisikan sesuai dengan frekuensi yang dihasilkan sumber AC sehingga proses dari pemanas induksi ini akan terlihat dengan mengamati perubahan temperature pada inti besi tersebut

2.3 Cara kerja pemanas induksi

Sebuah sumber listrik digunakan untuk menggerakkan sebuah arus bolak balik atau yang biasa disebut sebagai arus AC yang besar melalui sebuah kumparan induksi. Kumparan induksi ini dikenal sebagai kumparan kerja.

Aliran arus yang melalui kumparan ini menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja. Benda kerja yang akan dipanaskan ditempatkan dalam medan magnet ini dengan arus AC yang sangat kuat. Masuk dalam kumparan kerja yang dialiri oleh arus AC, maka nilai arus yang mengalir akan mengikuti besarnya sesuai dengan nilai beban yang masuk. Medan magnet yang tinggi dapat menyebabkan sebuah beban dalam kumparan kerja tersebut melepaskan panasnya, sehingga panas yang ditimbulkan oleh beban tersebut justru dapat melelehkan beban itu sendiri. Karena panas yang dialami oleh beban akan semakin tinggi, hingga mencapai nilai titik leburnya.

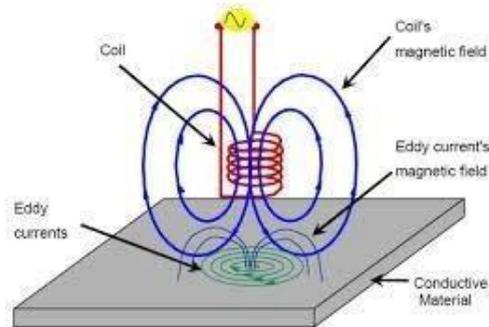


Gambar 2. 1 Cara Kerja Pemanas Induksi

2.4 Arus Eddy

Pada saat arus bolak-balik (AC) mengalir pada setiap konduktor maka akan timbul medan magnet bolak-balik disekitar tempat tersebut. Begitu pula pada saat setiap bahan konduktif ditempatkan dalam medan magnet bolak-balik maka aliran arus akan timbul dalam bahan tersebut. Arus yang timbul pada bahan akan melawan medan magnet yang dibangkitkan, hal ini cenderung menghilangkan medan magnet. Karena fluks eksternal harus menembus permukaan sebelum mencapai bagian dalam bahan konduktif ini, maka aliran arus akan lebih dekat ke permukaan. Intensitas medan magnet yang digunakan untuk melawan arus akan menyimpan arus di dalam bahan tersebut dimana intensitas tersebut merupakan fungsi dari frekuensi. Apabila frekuensinya ditingkatkan maka aliran arus menjadi lebih efektif dalam membangkitkan seluruh medan magnet yang dibutuhkan, dan arus yang kecil akan

mengalir pada lapisan dibawah permukaan.



Gambar 2. 2 Arus Eddy

2.5 Teori Kalor

Kalor merupakan energi yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain karena perbedaan suhu (efrizon umar ; 2007 ; h 143). Jika suhu suatu benda tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar, begitu jugasebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit. Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda(zat) bergantung pada 3 faktor:

1. massa zat
2. jenis zat (kalor jenis)
3. perubahan suhu

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan: $Q = m.c.\Delta T$

Dimana:

Q = kalor yang dilepas atau diterima (joule)

m = massa zat (kg)

c = kalor jenis zat (joule/kg $^{\circ}$ C)

Δ = $T-T_0$ = perubahan suhu ($^{\circ}$ C)

T = suhu mula-mula zat ($^{\circ}$ C)

2.5.1 Kalor jenis dan kapasitas kalor

Kalor jenis adalah sifat khas suatu zat yang menggambarkan jumlah kalor yang di butuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1 . Secara matematis, kalor jenis dapat di tuliskan sebagai berikut:

Tabel kalor jenis :

Tabel 2. 1 Kalor Jenis

Nama Zat	Kalor Jenis (c)	
	Kkal/kg	J/kg ² C
Alumunium	0,22	900
Tembaga	0,093	390
Kaca	0,3	840
Besi	0,11	450
Timbel	0,031	130
Marmar	0,21	860
Perak	0,056	230
Kayu	0,4	1700
Alkohol	0,58	2400
Raksa	0,033	140
Air = Es (-5°C)	0,5	2100
Cair (15°C)	1,0	4186

Setiap zat mempunyai harga kalor jenisnya masing. Seperti pada tabel di samping menunjukkan harga kalor jenis beberapa zat pada suhu yang sama, air mampu menyerap kalor dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan zat lainnya. Hal ini menyebabkan air sering digunakan sebagai zat penyimpan energi termal yang berasal dari matahari seperti pada panel energi surya. Air juga sering digunakan sebagai cairan pendingin pada berbagai jenis mesin atau sistem pembangkit energy.

2.6 Teori Daya

Energi Listrik Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi 25 merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat

diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor motor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik

merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt, maka:

$$P = V \times I$$

Dengan:

P = Daya listrik dengan satuan watt (W)

V = Tegangan listrik dengan satuan volt (V)

I = Arus listrik dengan satuan ampere (A)

Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya jumlah energy yang digunakan tiap detik. Berdasarkan devinisi tersebut perumusan daya listrik adalah $P = E/t$

Dimana:

P = Daya listrik dengan satuan watt (W)

E = Energi dengan satuan joule

t = Waktu dengan satuan detik

2.7 Baja Karbon

Baja karbon merupakan paduan yang sebagian besar terdiri dari unsur besi dan karbon 0,2%-2,1%. Selain itu juga 26 mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya. Namun unsur-unsur ini hanya dalam presentase kecil. Sifat baja karbon dipengaruhi oleh presentase karbon dan struktur mikro. Sedangkan struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan campuran unsur lain dalam baja dapat meningkatkan nilai kekerasan, tahan gores dan tahan suhu. Karena unsur paduan utama baja adalah karbon, dengan ini baja dapat digolongkan menjadi tiga yaitu baja karbonrendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi.

2.7.1 Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung karbon dalam campuran baja kurang dari 0,2% C. Baja ini kurang efektif untuk dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit.

2.7.2 Baja Karbon Sedang

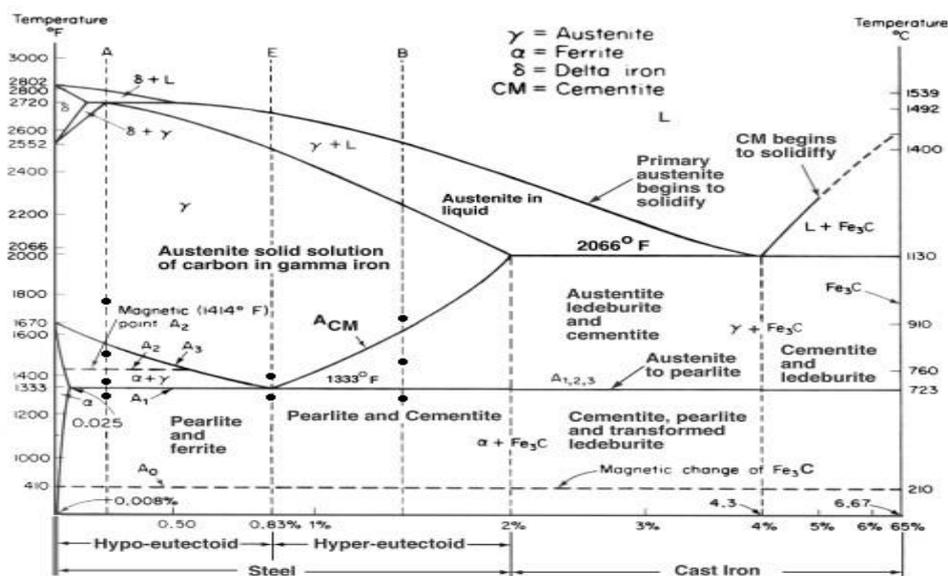
Baja karbon sedang (medium carbon steel) mengandung karbon 0,3% C - 0,6% C. Dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan melalui proses perlakuan panas yang sesuai. Baja ini lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

2.7.3 Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6% C - 2% C dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal karena terlalu banyaknya martensit, sehingga membuat baja menjadi getas.

2.8 Diagram fasa Fe-Fe₃C

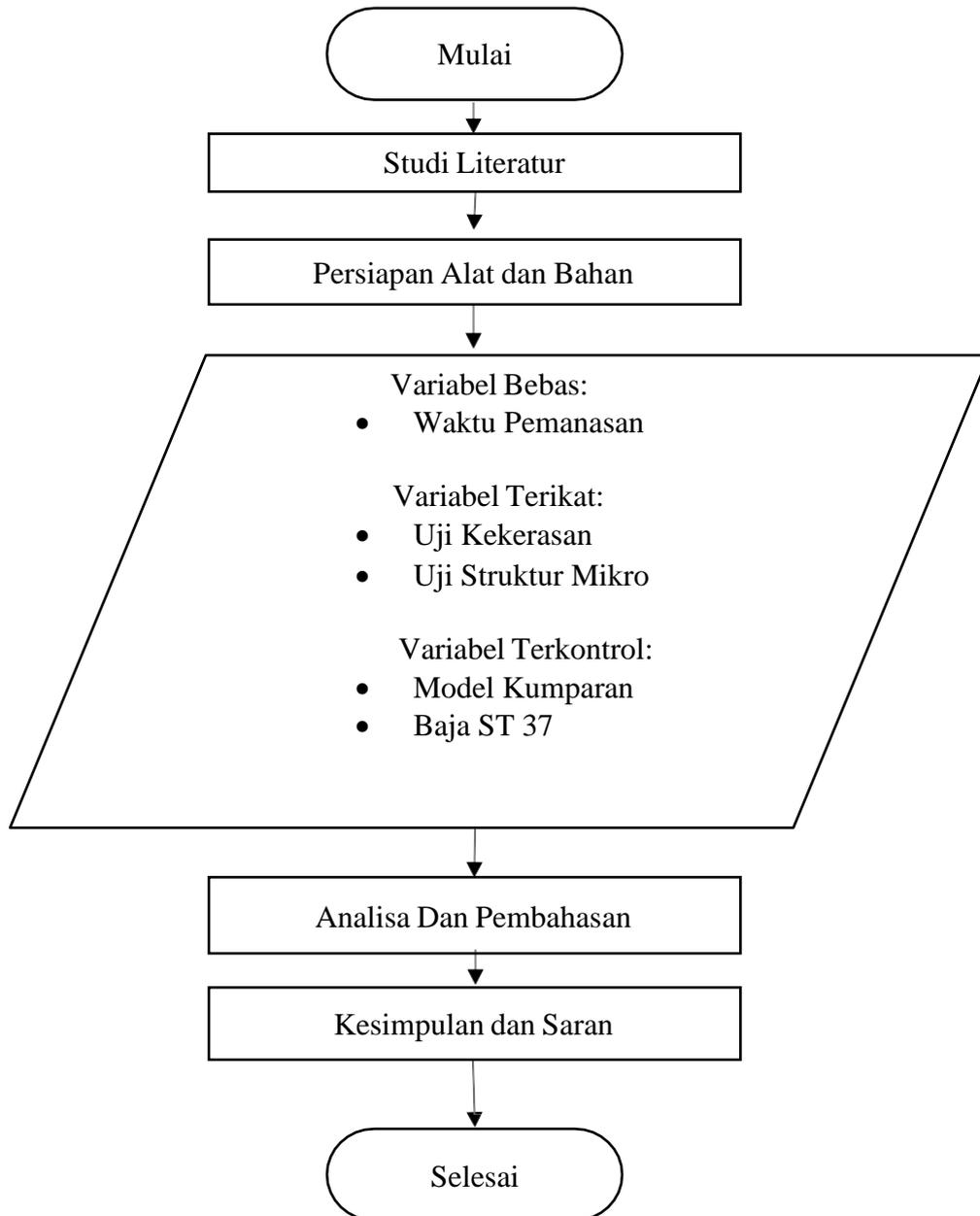
Diagram Fasa Fe-Fe₃C adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan lambat dan pemanasan lambat dengan kandungan karbon (%C). Diagram fasa besi dan karbida besi Fe₃C ini menjadi landasan untuk laku panas kebanyakan jenis baja yang kita kenal.



Gambar 2. 3 Diagram Fasa Fe-Fe₃C

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Dapat dilihat pada diagram alir diatas bahwa proses pengumpulan beberapa referensi yang terkait dengan topik, dengan mencari berbagai referensi dipergustakaan Institut Teknologi Nasional Malang, perpustakaan online dan buku tentang material komposit, hal tersebut wajib dilakukan dikarenakan sebagai dasar pijakan untuk mendapatkan dan membangun landasan teoritis dan membangun asumsi awal sehingga bisa mengklasifikasikan, mengorganisasikan dan menggunakan berbagai literatur di bidangnya. Dalam tahapan ini, kerja yang dilakukan adalah perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi.

Diagram alir penelitian untuk perancangan alat hardener untuk poros menggunakan pemanas induksi akan menggambarkan langkah-langkah yang diperlukan dalam proses penelitian dan pengembangan alat tersebut.

3.3 Studi literatur

Studi literatur merupakan suatu metode riset yang melibatkan analisis kritis terhadap berbagai sumber informasi yang berkaitan dengan topik penelitian tertentu. Studi literatur melibatkan pengumpulan informasi dari berbagai sumber seperti jurnal akademik, buku, artikel, laporan penelitian, makalah konferensi, dan sumber-sumber informasi lainnya yang relevan dengan topik yang sedang diteliti. Studi literatur biasanya bertujuan untuk memahami topik penelitian dengan lebih baik, mengevaluasi pengetahuan yang ada, mengidentifikasi kesenjangan dalam penelitian, dan mencari solusi atau rekomendasi yang dapat diterapkan dalam konteks praktis. Studi literatur dapat dilakukan sebagai riset yang mandiri atau sebagai bagian dari penelitian yang lebih besar.

3.4 Alat dan Bahan

a. Regulator (Power Supply Regulator)

Regulator atau Pengatur Tegangan adalah salah satu rangkaian yang sering dipakai dalam peralatan Elektronika. Fungsi voltage regulator adalah untuk mempertahankan atau memastikan tegangan pada level tertentu secara otomatis. artinya, tegangan output (keluaran) DC pada voltage regulator tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan input (masukan), beban pada output dan juga suhu. Tegangan stabil yang bebas dari segala gangguan seperti noise ataupun fluktuasi (naik turun) sangat dibutuhkan untuk mengoperasikan peralatan elektronika terutama pada peralatan elektronika yang sifatnya digital seperti mikro kontroller ataupun mikro prosesor. Rangkaian voltage regulator ini banyak ditemukan pada adaptor yang bertugas untuk memberikan tegangan DC (direct current) untuk laptop, handphone, konsol game dan lain sebagainya. Pada peralatan elektronika yang power supply atau satu 11 dayanya diintegrasike dalam unitnya seperti TV, DVD Player dan computer desktop, rangkaian voltage regulator (Pengatur Tegangan) juga merupakan suatu keharusan agar tegangan yang diberikan kepada rangkaian lainnya stabil dan bebas dari fluktuasi. Terdapat berbagai jenis voltage regulator atau pengatur tegangan, salah satunya adalah voltage regulator dengan menggunakan IC voltage regulator. Salah satu tipe IC voltage regulator yang paling sering ditemukan adalah tipe 7805 yaitu IC voltage regulator yang mengatur tegangan output stabil pada tegangan 36 volt DC.



Gambar 3.4.1 Power supply
(Sumber : Iqbal, 2024)

b. Transformator (Trafo)

Transformator atau sering disingkat dengan istilah trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. transformator atau trafo ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Transformator (trafo) memegang peranan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik. Transformator menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik PLN hingga ratusan kilo volt untuk di distribusikan, dan kemudian transformator lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ketegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan tegangan AC 220 volt.



Gambar 3. 2 Transformator

(Sumber : Iqbal, 2024)

c. kabel

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator di sini adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari bahan thermoplastik atau thermosetting, sedangkan konduktornya terbuat dari bahan tembaga ataupun aluminium.



Gambar 3. 3 Kabel

(Sumber : Iqbal, 2024)

d. Fuse

Sekring atau fuse adalah alat yang dapat memutuskan arus listrik pada saat terjadi hubung singkat (short) atau arus berlebih (overcurrent) pada rangkaian listrik atau beban lainnya, seperti pada kendaraan, instalasi dirumah, rangkaian elektronik dll.

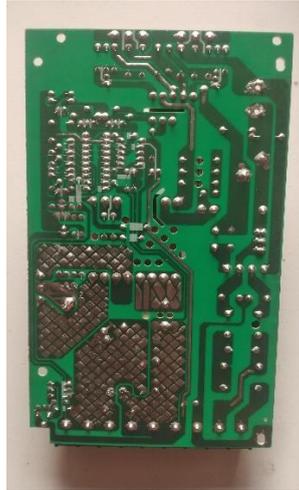


Gambar 3. 4 Fuse

(Sumber : Iqbal, 2024)

e. PCB

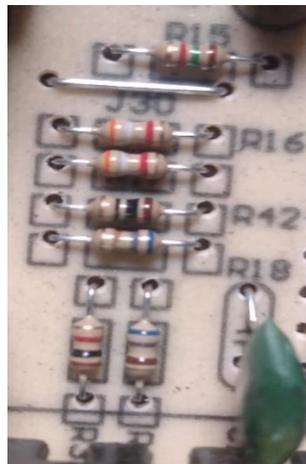
Printed Circuit Board atau biasa disingkat PCB adalah sebuah papan yang digunakan untuk mendukung semua komponen-komponen elektronika yang berada di atas nya, papan PCB juga memiliki jalur-jalur konduktor yang terbuat dari tembaga dan berfungsi untuk menghubungkan antara satu komponen dengan komponen lainnya.



Gambar 3. 5 PCB
(Sumber : Iqbal, 2024)

f. Resistor

Resistor atau disebut juga dengan hambatan adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika. Satuan nilai resistor atau hambatan adalah Ohm .Nilai resistor biasanya diwakili dengan kode angka ataupun gelang warna yang terdapat dibadan resistor. Hambatan resistor sering disebut juga dengan resistansi atau resistance.



Gambar 3. 6 Resistor
(Sumber : Iqbal, 2024)

g. Kapasitor

Kapasitor (capacitor) atau disebut juga dengan kondensator (condensator) adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791 ~ 1867) yang berasal dari Inggris. Namun farad adalah satuan yang sangat besar, oleh karena itu pada umumnya kapasitor yang digunakan dalam peralatan elektronika adalah satuan Farad yang dikecilkan menjadi pikofarad, nanofarad dan microfarad. Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah isolator diantaranya sebagai pemisah. Dalam rangkaian elektronika, kapasitor disingkat dengan huruf "C".



Gambar 3. 7 Kapasitor

(Sumber : Iqbal, 2024)

Berdasarkan bahan isolator dan nilainya, kapasitor dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu kapasitor nilai tetap dan kapasitor variabel. Berikut ini adalah penjelasan singkatnya untuk masing-masing jenis kapasitor :

1. Kapasitor Nilai Tetap (Fixed Capacitor)

Kapasitor nilai tetap atau fixed capacitor adalah kapasitor yang nilainya konstan atau tidak berubah-ubah. Berikut ini adalah jenis-jenis kapasitor yang nilainya tetap :

- Kapasitor Keramik (Ceramic Capacitor)

Kapasitor keramik adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari keramik dan berbentuk bulat tipis ataupun persegi empat. Kapasitor keramik tidak memiliki arah atau polaritas, jadi dapat dipasang bolak-balik dalam rangkaian elektronika. Pada umumnya, nilai kapasitor keramik berkisar antara 1pf sampai 0.01 μ F.

- Kapasitor Polyester (Polyester Capacitor)

Kapasitor polyester adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari polyester dengan bentuk persegi empat. Kapasitor Polyester dapat dipasang terbalik dalam rangkaian elektronika (tidak memiliki polaritas arah)

- Kapasitor Kertas (Paper Capacitor)

Kapasitor kertas adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari Kertas dan pada umumnya nilai kapasitor kertas berkisar diantara 300 pf sampai 4 μ F. Kapasitor kertas tidak memiliki polaritas arah atau dapat dipasang bolak balik dalam rangkaian elektronika.

- Kapasitor Mika (Mica Capacitor)

Kapasitor mika adalah kapasitor yang bahan isolatornya terbuat dari bahan mika. Nilai kapasitor mika pada umumnya berkisar antara 50 pF sampai 0.02 μ F. kapasitor mika juga dapat dipasang bolak balik karena tidak memiliki polaritas arah.

- Kapasitor elektrolit (electrolyte capacitor)

Kapasitor elektrolit adalah kapasitor yang bahan isolatornya terbuat dari elektrolit (electrolyte) dan berbentuk tabung/silinder. Kapasitor elektrolit atau disingkat dengan ELCO ini sering dipakai pada rangkaian elektronika yang memerlukan kapasitansi (capacitance) yang tinggi. kapasitor elektrolit yang memiliki polaritas arah positif (+) dan negatif (-) ini menggunakan bahan aluminium sebagai pembungkus dan sekaligus sebagai terminal negatif. Pada umumnya nilai Kapasitor elektrolit berkisar dari 0.47 μ F hingga ribuan microfarad (μ F). Biasanya di badan kapasitor elektrolit (ELCO) akan tertera nilai kapasitansi, tegangan (Voltage), dan terminal negatif. Hal yang perlu diperhatikan, kapasitor

elektrolit dapat meledak jika polaritas (arah) pemasangannya terbalik dan melampaui batas kemampuan tegangannya.

2. Kapasitor Variabel (Variabel Capacitor)

Kapasitor variabel adalah kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diatur atau berubah-ubah. Secara fisik, kapasitor variabel ini terdiri dari 2 jenis yaitu:

- Varco (Variable Condensator) VARCO (variable condensator) yang terbuat dari logam dengan ukuran yang lebih besar dan pada umumnya digunakan untuk memilih gelombang frekuensi pada rangkaian radio (digabungkan dengan spul antena dan spul osilator). Nilai kapasitansi VARCO berkisar antara 100 pF sampai 500 pF.
- Trimmer Trimmer adalah jenis kapasitor variabel yang memiliki bentuk lebih kecil sehingga memerlukan alat seperti obeng untuk dapat memutar poros pengaturnya. trimmer terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembar mika dan juga terdapat sebuah screw yang mengatur jarak kedua pelat logam tersebut sehingga nilai kapasitansinya menjadi berubah. Trimmer dalam rangkaian elektronika berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang frekuensi (Fine Tune). Nilai kapasitansi trimmer hanya maksimal sampai 100 pF.

h. MOSFET

Metal Oxide Semiconductor FET (transistor efek medan semikonduktor logam-oksida) atau yang lebih dikenal dengan singkatan MOSFET merupakan salah satu jenis Field Effect Transistor (transistor efek medan) yang pertama kali diusulkan oleh Julius Edgar Lilienfeld pada tahun 1925. MOSFET adalah salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan (gate) yang sangat tinggi sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik.



Gambar 3. 8 Mosfet
(Sumber : Iqbal, 2024)

i. Heatsink

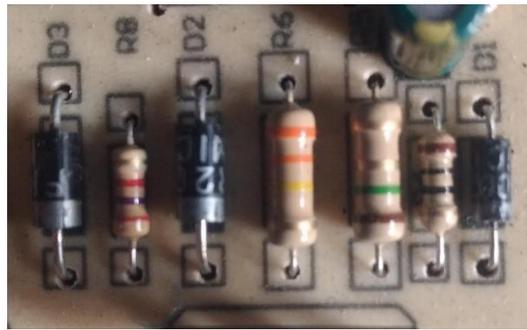
Heatsink adalah logam dengan design khusus yang terbuat dari alumuniun atau tembaga (bisa merupakan kombinasi kedua material tersebut) yang berfungsi untuk memperluas transfer panas dari sebuah prosesor. Perpindahan panas terjadi menggunakan aliran udara di dalam casing. jadi metode pendinginan ini tidak cukup efektif, karena sangat bergantung kepada aliran udara di dalam casing. Jika aliran udaranya terganggu, maka bisa dipastikan prosesor akan kepanasan.



Gambar 3. 9 Heatsink
(Sumber : Iqbal, 2024)

j. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Dioda terdiri dari 2 elektroda yaitu anoda dan katoda.



Gambar 3. 10 Dioda

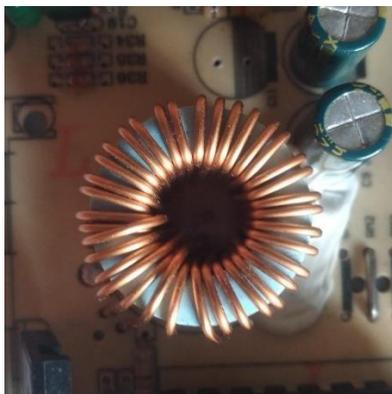
(Sumber : Iqbal, 2024)

Berdasarkan fungsi dioda terdiri dari :

1. Dioda Dioda atau diode penyearah yang umumnya terbuat dari silikondan berfungsi sebagai penyearah arus bolak balik (AC) ke arus searah(DC).
2. Dioda Zener (Zener Diode) yang berfungsi sebagai pengamanan rangkaian setelah tegangan yang ditentukan oleh dioda zener yang bersangkutan. tegangan tersebut sering disebut dengan tegangan zener.
3. LED (Light Emitting Diode) LED atau dioda emisi cahaya yaitu diodayang dapat memancarkan cahaya monokromatik.
4. Dioda Foto (Photo Diode) yaitu dioda yang peka dengan cahaya sehingga sering digunakan sebagai sensor.
5. Dioda Schottky (SCR atau silicon control rectifier) adalah dioda yang berfungsi sebagai pengendali arus 21
6. Dioda Laser (Laser Diode) Yaitu dioda yang dapat memancar cahayaLaser.

k. Induktor

Induktor atau disebut juga dengan coil (kumparan) adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi, filter dan juga sebagai alat kopel (penyambung). Induktor atau koil banyak ditemukan pada peralatan atau rangkaian elektronika yang berkaitan dengan frekuensi seperti tuner untuk pesawat radio.



Gambar 3. 11 Induktor
(Sumber : Iqbal, 2024)

l. Kumparan kerja

Pipa tembaga berfungsi sebagai kumparan kerja untuk mengalirkan arus listrik. Arus yang mengalir melalui kumparan kerja ini menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja.



Gambar 3. 12 Kumparan Kerja
(Sumber : Iqbal, 2024)

m. Fan DC

Kipas DC berfungsi untuk mencegah terjadinya overheat pada komponen trafo dan MOSFET.



Gambar 3. 13 Fan DC
(Sumber : Iqbal, 2024)

n. MCB

Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubungan singkat arus listrik.



Gambar 3. 14 MCB
(Sumber : Iqbal, 2024)

3.5 Perhitungan Komponen

Dalam rangkaian elektronika pada umumnya terdiri dari komponen aktif dan komponen pasif. Setiap komponen elektronika dibuat dengan nilai dan fungsi yang berbeda berdasarkan produsen pembuat komponen elektronika tersebut.

3.5.1 Resistor

Untuk mengetahui nilai hambatan suatu resistor dapat dilihat atau dibaca dari warna yang tertera pada bagian luar badan resistor tersebut yang berupa gelang warna.

Tabel 3. 1 Kode Resistor

Warna	Gelang ke		
	1 dan 2	3	4
Hitam	0	x 1	1%
Coklat	1	x 10	2%
Merah	2	x 100	2%
Jingga	3	x 1000	-
Kuning	4	X10000	-
Hijau	5	x 100000	-
Biru	6	x 1000000	-
Ungu	7	x 10000000	-
Abu-abu	8	x 100000000	-
Putih	9	x 1000000000	-
Emas	-	x 0.1	5%
Perak	-	x 0.01	10%
Tidak berwarna	-	-	20%

Resistor yang digunakan dalam alat induksi adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 15 Resistor

(Sumber : Iqbal, 2024)

Gelang ke 1 : Kuning = 4

Gelang ke 2 : Ungu = 7 Gelang

ke 3 : Hitam = 0

Gelang ke 4 : Hitam = 1 nol dibelakang angka gelang atau kalikan10Gelang

ke 5 : Coklat = Toleransi 1%

Maka nilai Resistor tersebut adalah $47 \times 10 = 470 \text{ Ohm}$

Dengan toleransi 1%

menghitung arus, tegangan, daya yang melewati resistor

$$V = 54V$$

$$I = 16A \quad R1 = 470 \Omega$$

$$R2 = 470 \Omega$$

$$\frac{1}{R1} = \frac{2}{470}$$

$$R = 235 \Omega$$

Arus pada resistor $I = V/R$

$$I = \frac{54}{235}$$

$$I = 0,229 \text{ A}$$

Tegangan pada resistor

$$V = I \times R$$

$$V = 0,229 \times 235$$

$$V = 53,81 \text{ V}$$

Daya pada resistor

$$P = I \times V$$

$$P = 0,229 \times 54$$

$$P = 12,366 \text{ Watt}$$

3.6 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan atau energi listrik. Kemampuan sebuah kapasitor dalam menyimpan muatan listrik dinyatakan dalam sebuah besaran yang disebut kapasitas dengan satuan farad. Cara pembacaan nilai kapasitor berbeda-beda sesuai dengan jenisnya, ada yang tertera pada bodi kapasitor (dalam bentuk label) dan ada pula yang menggunakan kode warna.

3.8 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada waktu bulan Maret sampai bulan Juli 2024 di laboratorium konversi energi dan industri Institut Teknologi Nasional Malang.

3.9 Pembuatan Alat Pemanas Induksi

Sebelum dilakukan penelitian maka terlebih dahulu dilakukan pembuatan alat uji yaitu Alat Pemanas Induksi. Pembuatan alat pemanas induksi untuk hardening poros melibatkan beberapa langkah teknis yang kompleks. Berikut adalah gambaran umum tentang proses pembuatan alat tersebut:

- **Perencanaan Desain:** Langkah pertama adalah merencanakan desain alat pemanas induksi. Ini melibatkan pemilihan komponen yang tepat, seperti sirkuit inverter, kapasitor, induktor, dan sistem pendingin. Desain juga harus mempertimbangkan parameter seperti daya, frekuensi, dan kemampuan kontrol suhu.
- **Pembelian Komponen:** Setelah merencanakan desain, langkah selanjutnya adalah membeli komponen yang diperlukan. Ini termasuk transistors daya, MOSFET, dioda, sensor suhu, dan bagian-bagian lainnya sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.
- **Pembuatan Sirkuit:** Membangun sirkuit inverter adalah langkah penting dalam pembuatan alat pemanas induksi. Ini melibatkan perakitan komponen elektronik sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Sirkuit inverter bertanggung jawab untuk mengkonversi arus listrik dari sumber daya menjadi frekuensi tinggi yang diperlukan untuk pemanasan induksi.
- **Pembuatan Induktor:** Induktor adalah bagian penting dari alat pemanas induksi karena mereka bertanggung jawab untuk memfokuskan energi elektromagnetik ke bagian kerja. Induktor harus dirancang dengan cermat sesuai dengan geometri poros yang akan dipanaskan.

- Integrasi Sistem Kontrol: Alat pemanas induksi membutuhkan sistem kontrol yang efisien untuk mengatur daya pemanasan dan suhu kerja. Ini melibatkan integrasi sensor suhu, mikrokontroler, dan sistem pengaturan daya.
- Pembuatan Boks atau Casing: Setelah semua komponen elektronik telah dipersiapkan, mereka dapat dipasang dalam boks atau casing yang sesuai. Boks ini harus dirancang untuk melindungi komponen dari gangguan eksternal dan untuk memfasilitasi operasi yang aman.
- Pengujian dan Kalibrasi: Setelah alat pemanas induksi selesai dirakit, langkah selanjutnya adalah pengujian dan kalibrasi. Hal ini penting untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan memberikan hasil yang konsisten.
- Optimasi Performa: Setelah pengujian awal, mungkin diperlukan beberapa penyesuaian dan optimasi untuk meningkatkan performa alat. Ini dapat mencakup penyesuaian parameter operasi, modifikasi desain, atau peningkatan sistem kontrol.
- Dokumentasi: Semua langkah dalam proses pembuatan harus didokumentasikan dengan baik. Ini termasuk diagram skematik, catatan perakitan, data pengujian, dan instruksi penggunaan.
- Validasi: Terakhir, alat pemanas induksi harus divalidasi melalui pengujian ekstensif untuk memastikan bahwa ia dapat memenuhi kebutuhan aplikasi yang dituju dengan baik.

Pembuatan alat pemanas induksi membutuhkan pemahaman yang kuat tentang prinsip-prinsip elektronika daya, pemrosesan sinyal, dan teknik pemanasan induksi. Selain itu, keterampilan dalam merancang dan memproduksi komponen mekanis serta kemampuan untuk melakukan pengujian dan analisis yang cermat juga sangat penting.

3.10 Uji Coba

Uji coba perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat dilakukan dalam uji coba perancangan tersebut:

3.10.1 Persiapan Uji Coba

- a. **Pemilihan Bahan Poros:** Pilih material poros yang sesuai untuk uji coba, yang mewakili material yang akan diolah secara regular dalam produksi.
- b. **Desain Induktor:** Pastikan desain induktor (coil) sesuai dengan geometri poros yang akan di-hardening untuk mendapatkan distribusi panas yang merata.
- c. **Pengaturan Parameter Proses:** Tentukan parameter-proses yang tepat seperti frekuensi pemanasan, daya, dan waktu pemanasan berdasarkan karakteristik material poros dan spesifikasi kekerasan yang diinginkan.
- d. **Perangkat Pengukur:** Siapkan alat pengukur yang diperlukan untuk memantau suhu permukaan poros selama proses pemanasan.

3.10.2 Pelaksanaan Uji Coba

- a. **Pemanasan Awal:** Pasang poros ke dalam kumparan dan mulai pemanasan menggunakan alat pemanas induksi. Amati dan catat distribusi panas yang terjadi pada permukaan poros.
- b. **Pemantauan Suhu:** Gunakan perangkat pengukur suhu untuk memantau suhu permukaan poros secara real-time. Pastikan suhu mencapai titik yang diinginkan..
- c. **Waktu Pemanasan:** Tentukan waktu pemanasan yang optimal untuk mencapai kedalaman hardening yang memadai tanpa mengubah sifat

bahan di bawahnya secara signifikan.

- d. Analisis Hasil: Mencatat data yang diperoleh dari pengujian untuk memastikan bahwa alat pemanas induksi memberikan hasil yang konsisten dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.



Gambar 3. 17 Uji Coba

(Sumber : Iqbal, 2024)

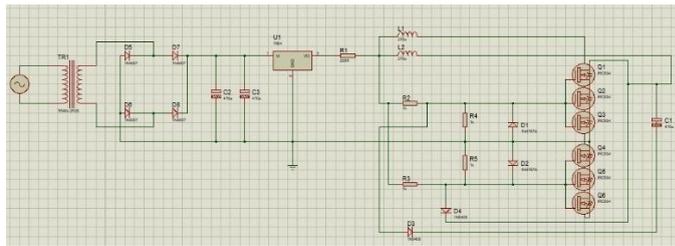
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Alat

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan untuk menentukan Jalur rangkaian dan komponen apa saja yang digunakan dalam alat pemanas induksi.

4.1.1 Gambar Rangkaian

Gambar rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui apa saja komponen yang digunakan



Gambar 4. 1 Rangkaian Pemanas Induksi

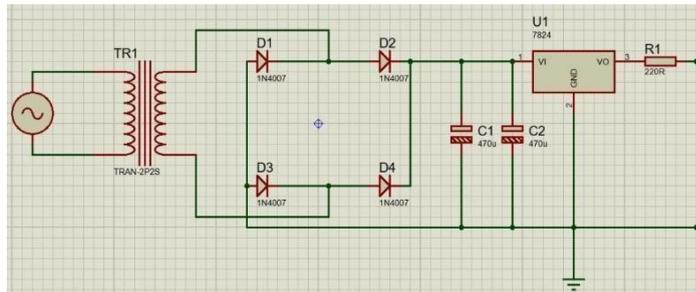
(Sumber : Iqbal, 2024)

Skema rangkaian pemanas induksi yang terdiri dari beberapa bagian rangkaian yaitu Rangkaian Driver, Rangkaian Daya dan Rangkaian Power Supply sebagai rangkaian pendukung.

a. Rangkaian Power Supply

Rangkaian ini merupakan rangkaian pendukung namun sangat diperlukan. Rangkaian ini berfungsi untuk menyuplai tegangan dari sumber tegangan AC atau tegangan PLN. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah arus AC menjadi DC dan menurunkan tegangan dari PLN sebesar 220V.

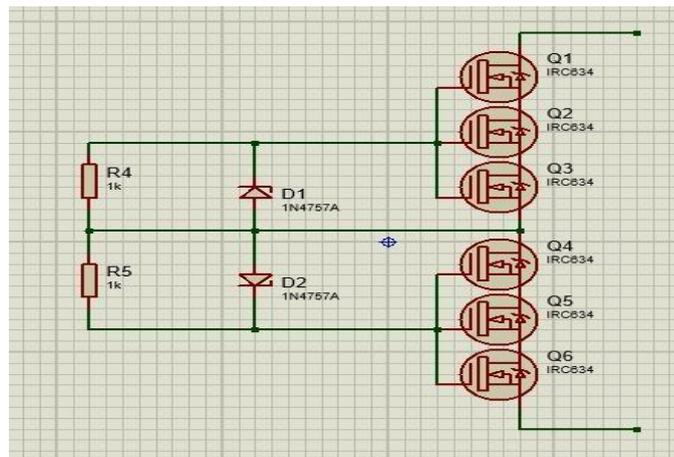
Tegangan dari rangkaian ini yang akan dipakai untuk memfungsikan komponen pada rangkaian driver dan rangkaian daya



Gambar 4. 2 Rangkaian Power Supply

(Sumber : Iqbal, 2024)

b. Rangkaian driver ini terdiri dari MOSFET. Kedua MOSFET tersebut adalah IRFP540N.



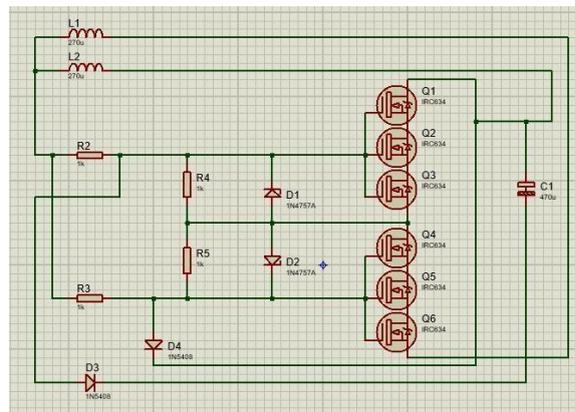
Gambar 4. 3 Rangkaian Driver

(Sumber : Iqbal, 2024)

Fungsi driver yaitu untuk mengendalikan arus agar yang positif diarahkan ke positif dan negatif diarahkan ke negatif. Pada rangkaian ini, MOSFET bekerja sebagai switching untuk menghasilkan tegangan tinggi pada beban.

c. Rangkaian Daya

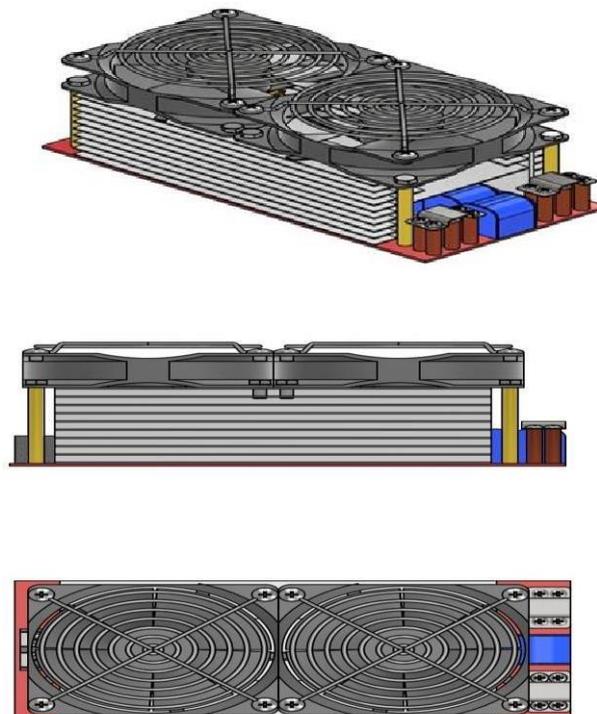
Rangkaian daya inilah yang mampu untuk mengkonversi besaran listrik dari searah menjadi besaran listrik bolak-balik dan sebaliknya. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen daya yaitu MOSFET, Diodadan Induktor



Gambar 4. 4 Rangkaian Daya

(Sumber : Iqbal, 2024)

Berikut ini adalah gambar rancangan alat pemanas induksi



Gambar 4. 5 Rancangan Alat Pemanas Induksi

(Sumber : Iqbal, 2024)

Pada gambar 4.5 adalah gambar sketsa dari alat induksi panas yang akan digunakan dalam percobaan.

4.2 Alat Pemanas Induksi

4.2.1 Spesifikasi alat induksi panas



Gambar 4. 6 Alat Pemanas Induksi

(Sumber : Iqbal, 2024)

Tegangan input ; 200 VDC – 240 VDC , 16 A

Kebutuhan tegangan ; 200 VDC – 240 VDC

Kebutuhan arus: 16A

Kebutuhan daya : max 3 Kw

Ukuran : 30 x 40 x 18 cm

4.2.2 Bagian – bagian alat induksi panas

Rangkaian power supply ini yang akan dipakai untuk memfungsikan komponen pada rangkaian driver dan rangkaian daya.



Gambar 4. 7 Power Supply

(Sumber : Iqbal, 2024)

Regulator atau Pengatur Tegangan(power supply) adalah salah satu rangkaian yang sering dipakai dalam peralatan Elektronika. Fungsi voltage regulator adalah untuk mempertahankan atau memastikan tegangan pada level tertentu secara otomatis. artinya, tegangan output (keluaran) DC pada *voltage regulator* tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan *input* (masukan)

Alat induksi panas dirancang dengan beberapa komponen yang dirangkai menjadi satu yang mampu menghasilkan panas dan memanaskan benda dengan sistem induksi .Benda yang dipanaskan tersebut mendapatkan sumber panas dari induksi medan magnet yang sangat cepat, panas bukan berasal dari sebuah elemen pemanas, berikut adalah gambar dari alat induksi panas :



Gambar 4. 8 Alat Pemanas Induksi

(Sumber : Iqbal, 2024)

Sebuah sumber listrik digunakan untuk menggerakkan sebuah arus bolak balik atau yang biasa disebut sebagai arus AC yang besar melalui sebuah kumparan induksi. Kumparan induksi ini dikenal sebagai kumparan kerja. Aliran arus yang melalui kumparan ini menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja. Benda kerja yang akan dipanaskan ditempatkan dalam medan magnet ini dengan arus AC yang sangat kuat. Masuk dalam kumparan kerja yang dialiri oleh arus AC, maka nilai arus yang mengalir akan mengikuti besarnya sesuai dengan nilai beban yang masuk.

Medan magnet yang tinggi dapat menyebabkan sebuah beban dalam kumparan kerja tersebut melepaskan panasnya, sehingga panas yang ditimbulkan oleh beban tersebut justru dapat melelehkan beban itu sendiri. Karena panas yang dialami oleh bebanakan semakin tinggi, hingga mencapai nilai titik leburnya

4.3 Spesimen pengujian

Pengujian hardener dimulai dengan menyiapkan spesimen uji, spesimen yang kita pakai yaitu berupa baja ST 37 berbentuk poros :

Diameter : 20 mm

Panjang : 1000 mm

Setelah spesimen disiapkan dilanjutkan dengan menyiapkan perlengkapan pengujian. Perlengkapan yang disiapkan yaitu, apakah sesuai dengan besar spesimen yang akan diuji.



Gambar 4. 9 Spesimen Uji

(Sumber : Iqbal, 2024)

Kondisi awal benda kerja seperti berikut :

Tabel 4. 1 Kondisi Awal Spesimen Uji

jenis	Massa (kg)	Cp baja (j/kg ^o c)	Suhu awal (°c)
ST 37	3	460	25

4.4 Uji coba alat

Setelah proses perancangan dan pembuatan alat pemanas induksi berhasil, selanjutnya melakukan uji coba selama 4 menit menggunakan 3 model kumparan pada alat pemanas induksi. Alat pemanas digunakan untuk melakukan proses perlakuan panas pada permukaan spesimen. Temperatur pada spesimen diukur menggunakan termometer inframerah yang ditunjuk kan pada gambar, Untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur 250°C,350°C,450°C.

4.4.1 Percobaan menggunakan kumparan model lingkaran



Gambar 4. 10 Percobaan Dalam 2 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 11 Percobaan Dalam 3 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 12 Percobaan Dalam 4 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)

Kondisi setelah pengujian :

Tabel 4. 2 Kondisi Setelah Pengujian

Waktu (menit)	Suhu akhir (⁰ c)	Daya (watt)
2	268	2200
3	366	1860
4	465	1549

Dari hasil pengujian selama 4 menit terhadap masing-masing waktu didapatkan hasil percobaan seperti yang terlihat pada tabel 4.2. Sehingga

didapatkan suhu akhir adalah 465°C dengan waktu yang dibutuhkan selama 4 menit.

4.4.2 Percobaan menggunakan kumparan model U



Gambar 4. 13 Percobaan Dalam 2 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 14 Percobaan Dalam 3 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 15 Percobaan Dalam 4 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)

Kondisi setelah pengujian :

Tabel 4. 3 Kondisi Setelah Pengujian

Waktu (menit)	Suhu akhir (°c)	Daya (watt)
2	141	1278
3	233	1331
4	380	1266

Dari hasil pengujian selama 4 menit terhadap masing-masing waktu didapatkan hasil percobaan seperti yang terlihat pada tabel 4.3. Sehingga didapatkan suhu akhir adalah 380°C dengan waktu yang dibutuhkan selama 4 menit.

4.4.3 Percobaan menggunakan kumparan model oval



Gambar 4. 16 Percobaan Selama 2 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 17 Percobaan Selama 3 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 18 Percobaan Selama 4 Menit

(Sumber : Iqbal, 2024)

Kondisi setelah pengujian :

Tabel 4. 4 Kondisi Setelah Pengujian

Waktu (menit)	Suhu akhir (°c)	Daya (watt)
2	174	1006
3	192	1038
4	215	1095

Dari hasil pengujian selama 4 menit terhadap masing-masing waktu didapatkan hasil percobaan seperti yang terlihat pada tabel 4.4. Sehingga didapatkan suhu akhir adalah 215°C dengan waktu yang dibutuhkan selama 4 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menggunakan kumparan model lingkaran lebih

efisien daripada menggunakan kumparan model U dan oval.

Data waktu dan suhu pemanasan pada Tabel dapat dijadikan sebuah acuan untuk mengetahui berapa besar kalor yang terpakai untuk memanaskan logam, untuk menganalisa besar kalor yang dihasilkan oleh alat induksi panas dapat dihitung dengan persamaan rumus, Setelah diketahui waktu dan kalor dari induksi panas, maka dapat juga dicari berapadaya yang diserap oleh logam dalam waktu pemanasan dengan persamaan rumus berikut ini hasil dari perhitungan spesimen dengan data yang telah diperoleh sebagai berikut.

- Pengujian selama 2 menit

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Diketahui :

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$C_p = 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{268^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}}{2} - 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 268^\circ\text{C}$$

Jawab :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 3 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 268^\circ\text{C}$$

$$Q = 369.840 \text{ Joule}$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{369.840 \text{ joule}}{120 \text{ s}}$$

$$P = 3.082 \text{ Watt}$$

- Pengujian selama 3 menit

Diketahui :

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$C_p = 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{366^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}}{2} - 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 366^\circ\text{C}$$

Jawab :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 3 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 366^\circ\text{C}$$

$$Q = 505.080 \text{ Joule}$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{505.080 \text{ joule}}{180 \text{ s}}$$

$$P = 2.806 \text{ Watt}$$

- Pengujian selama 4 menit

Diketahui :

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$C_p = 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{465^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}}{2} - 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 465^\circ\text{C}$$

Jawab :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 3 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 465^\circ\text{C}$$

$$Q = 641.700 \text{ Joule}$$

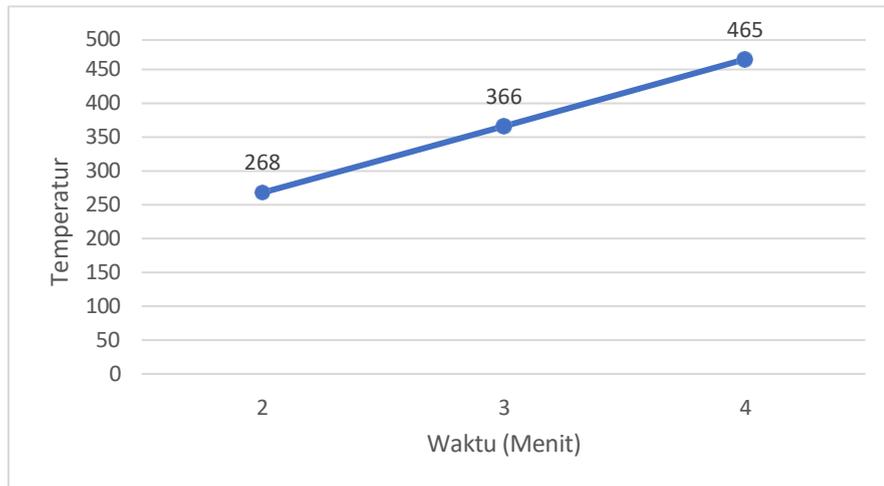
$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{641.700 \text{ joule}}{240 \text{ s}}$$

$$P = 2.673 \text{ Watt}$$

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Menggunakan Kumparan Model Lingkaran

Waktu (menit)	Temperatur (°C)
2	268
3	366
4	465



Gambar 4. 19 Grafik Hasil Pengujian Menggunakan Kumparan Model Lingkaran

(Sumber : Iqbal, 2024)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan grafik yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diperlukan untuk pemanasan permukaan maka semakin tinggi temperatur yang didapatkan.

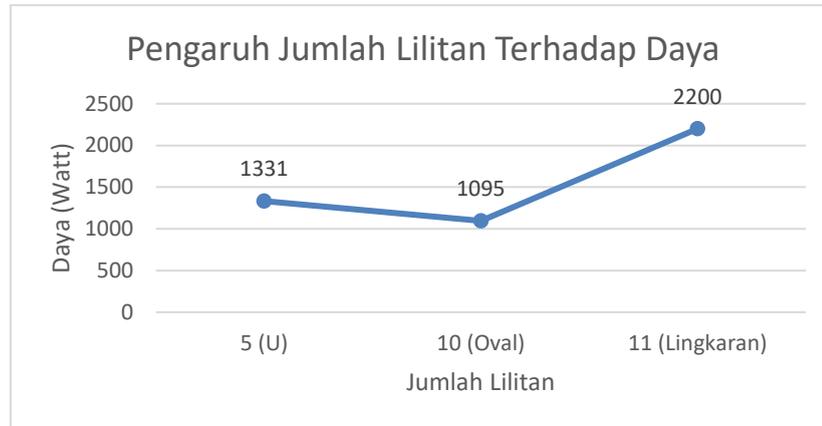


Gambar 4. 20 Hasil Uji Pemanasan

(Sumber : Iqbal, 2024)

Tabel 4. 6 Perbandingan Model Kumparan

No	Model Kumparan	Waktu (menit)	Temperatur (°C)	Daya (Watt)
1	Model Lingkaran (11 lilitan) 	2 menit	268°C	2200 watt
		3 menit	366°C	1860 watt
		4 menit	465°C	1549 watt
2	Model U (5 lilitan) 	2 menit	141°C	1278 watt
		3 menit	233°C	1331 watt
		4 menit	380°C	1266 watt
3	Model Oval (10 lilitan) 	2 menit	174°C	1008 watt
		3 menit	192°C	1038 watt
		4 menit	215°C	1095 watt

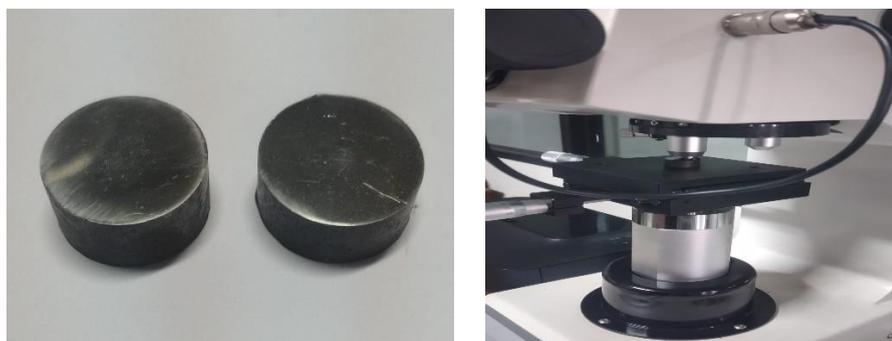


Gambar 4. 21 Perbandingan Jumlah Lilitan Terhadap Daya

(Sumber : Iqbal, 2024)

4.5 Hasil Uji Kekerasan

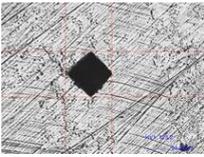
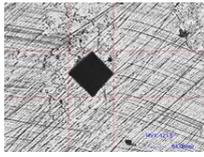
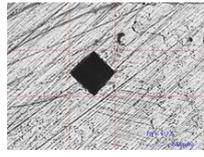
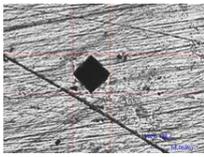
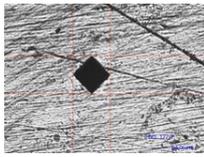
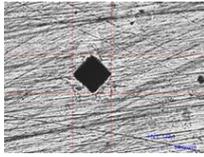
Untuk memberikan hasil uji kekerasan sebelum dan sesudah perlakuan panas menggunakan pemanas induksi yang mencapai suhu 465°C , perlu diketahui beberapa informasi tambahan, seperti jenis material yang diuji dan metode uji kekerasan yang digunakan. Untuk banyak jenis baja, perlakuan panas pada suhu tinggi seperti 465°C biasanya dilakukan untuk mengubah struktur mikromaterial, yang bisa mempengaruhi kekerasan. Biasanya, suhu ini mungkin lebih rendah dari suhu tempering, sehingga efeknya bisa berbeda tergantung pada jenis baja atau logam yang diuji.



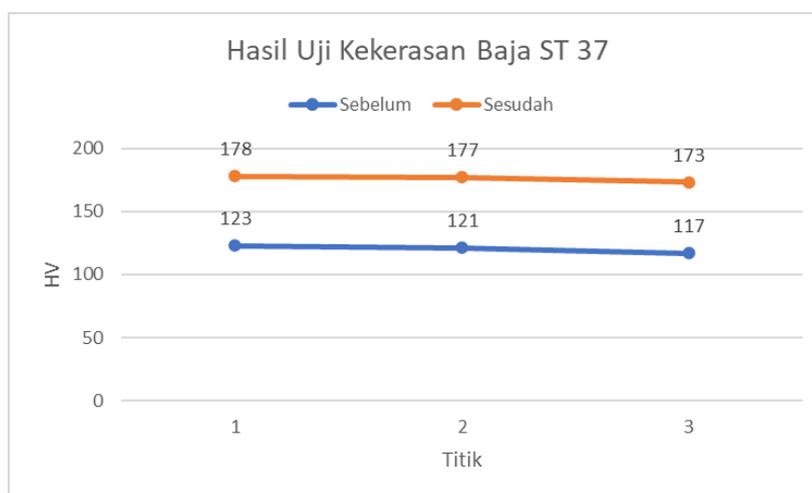
Gambar 4. 22 Hasil uji kekerasan

(Sumber : Iqbal, 2024)

Tabel 4. 7 Hasil Uji Kekerasan

No.	Kode Spesimen	Kekerasan (HV)		
		Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.	Spesimen Baja ST 37 (sebelum perlakuan panas)	123,2 	121,6 	117,5 
2.	Spesimen Baja ST 37 (sesudah perlakuan panas)	178,7 	177,0 	173,1 

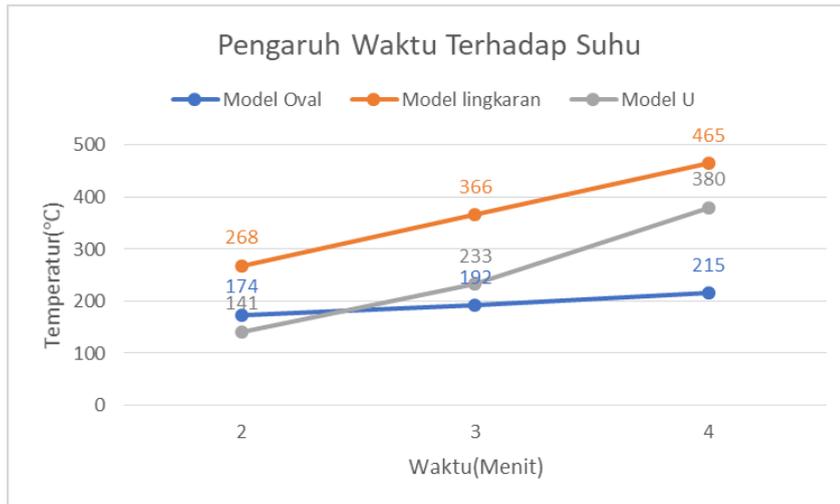
Untuk memberikan hasil pengujian yang spesifik, perlu dilakukan uji kekerasan pada sampel material sebelum dan setelah perlakuan panas. Hasil uji kekerasan ini akan menunjukkan perbedaan nilai kekerasan yang dapat diukur dalam satuan yang sesuai dengan metode yang digunakan.



Gambar 4. 23 Hasil uji kekerasan baja st 37

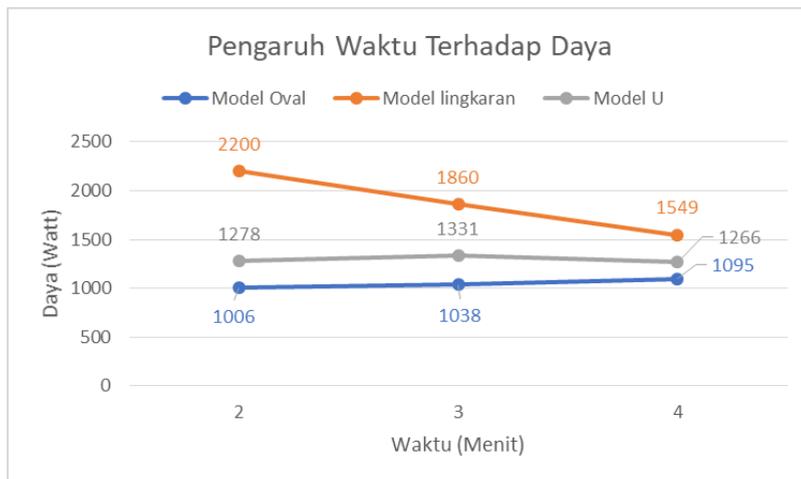
model kumparan lingkaran

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 24 pengaruh waktu terhadap suhu

(Sumber : Iqbal, 2024)



Gambar 4. 25 pengaruh waktu terhadap daya

(Sumber : Iqbal, 2024)

4.6 Uji Struktur Mikro

Setelah melakukan uji bending selanjutnya dilakukan uji struktur mikro dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memotong specimen menjadi beberapa untuk mempermudah dalam pengamatan struktur mikro.
2. Melakukan mounting pada specimen yang telah dipotong agar mudah untuk berdiri tegak dan mudah mencari titik fokus ketika akan difoto mikro.
3. Melakukan pengamplasan dengan tingkat kekasaran bertahap yaitu mulai dari amplas paling kasar sampai amplas 5000 yang paling halus.
4. Melakukan pemolesan dengan kain yang telah diberi autosol.
5. Membuat cairan etsa agar dapat mengikis specimen agar terlihat jelas ketika akan di foto mikro.
6. Mengamati struktur mikro menggunakan mikroskop optic dengan pembesaran 50x, 100x, dan 500x.

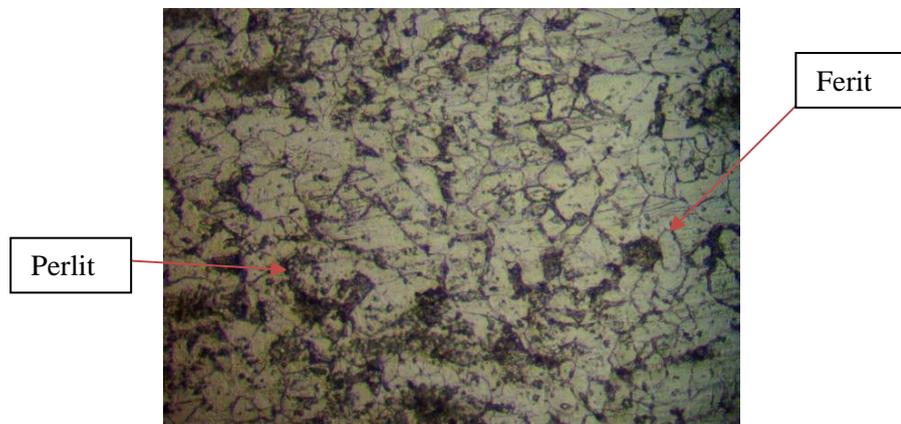
Hasil perhitungan struktur mikro diperoleh dengan menggunakan garis bantu dari mikrometer. Garis bantu ini digunakan sebagai panduan untuk mengukur dan menulis fase-fase yang terbentuk pada setiap kotak mikrometer. Setelah itu, hasil pengukuran tersebut dicatat untuk mempermudah perhitungan jumlah fasa.

Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase struktur mikro adalah sebagai berikut:

$$\text{presentase struktur mikro} = \frac{\text{Jumlah Kotak Yang Berisi Fasa Tertentu}}{\text{total jumlah kotak}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus ini, persentase dari masing-masing fasa pada struktur mikro dapat dihitung berdasarkan jumlah kotak yang berisi fasa tersebut dibagi dengan total jumlah kotak, kemudian hasilnya dikalikan dengan 100%.

1. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 sebelum *Heat Treatment*.



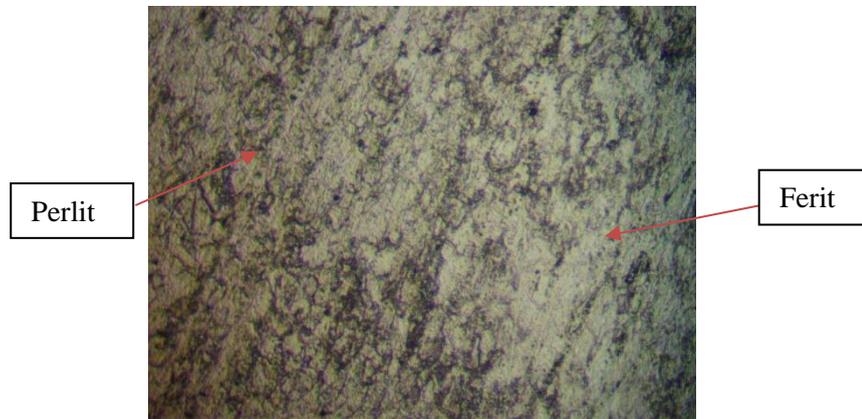
Gambar 4. 26 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 Raw. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

2. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 2 menit menggunakan kumparan U.



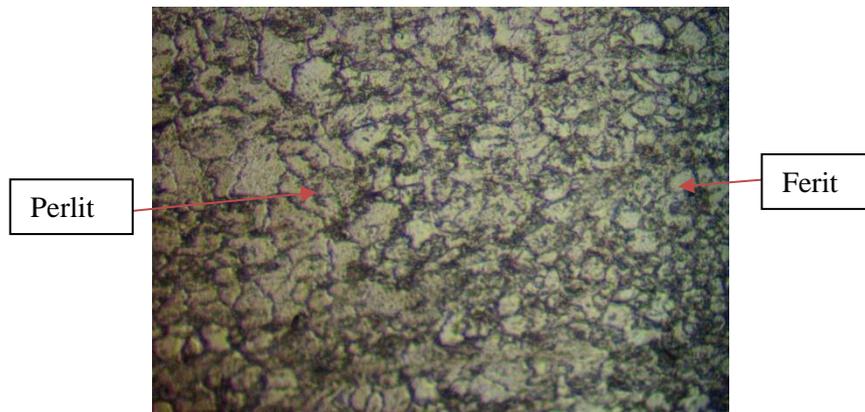
Gambar 4. 27 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 2 menit U. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

3. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 3 menit menggunakan kumpanan U.



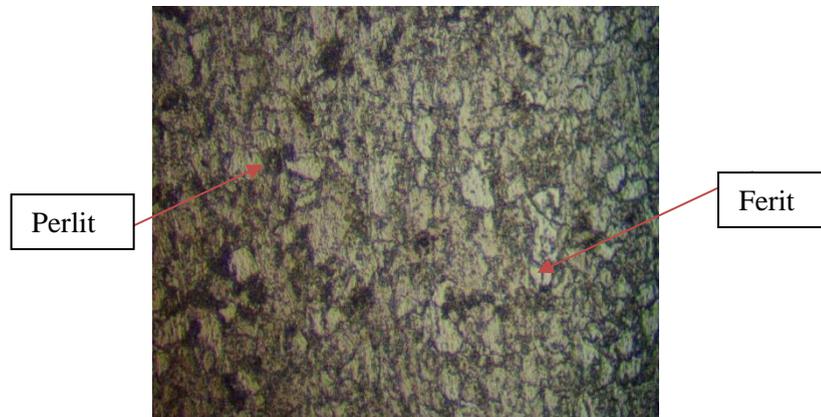
Gambar 4. 28 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 3 menit U. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

4. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 4 menit menggunakan kumpanan U.



Gambar 4. 29 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 4 menit U. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

5. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 2 menit menggunakan kumparan Oval.



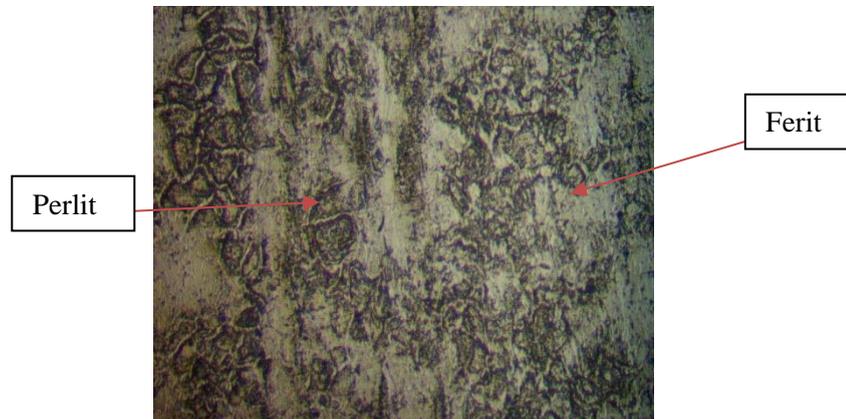
Gambar 4. 30 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 2 menit Oval. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

6. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 3 menit menggunakan kumparan Oval



Gambar 4. 31 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 3 menit Oval. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

7. Data hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 setelah *heat treatment* selama 4 menit menggunakan kumparan Oval



Gambar 4. 32 Hasil pengujian struktur mikro baja ST 37 treatment 4 menit Oval. Etsa: Nital 5%, alkohol 95%, perbesaran 500x

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari perencanaan yang telah dilakukan penulis dengan melakukan beberapa tahapan penelitian seperti perancangan alat, pembuatan alat dan uji coba alat maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi yaitu dilakukan dengan cara mencoba memasukkan poros ke dalam kumparan dengan waktu 4 menit sampai poros tersebut bisa memuai dengan baik.
2. Pembuatan alat induksi panas yaitu, dengan merangkai komponen yang sudah ditentukan dari proses perancangan. Kemudian dirangkai menjadi alat pemanas induksi yang selanjutnya diuji coba bekerja dengan baik.
3. Berdasarkan hasil uji coba alat induksi panas yaitu, alat berhasil mencapai suhu 465°C , Tegangan input tersebut sebesar 200-240 Volt dan Arus input tersebut sebesar 16 ampere.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Desain perancangan alat hardener untuk poros menggunakan alat pemanas induksi dapat dimodifikasi dengan penambahan beberapa spesimen yang akan diuji dan memvariasikan diameter kumparan, untuk melihat pengaruh pada efisiensinya.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan rujukan peneliti selanjutnya terutama yang berkaitan dengan alat pemanas induksi dengan diameter poros kurang dari 20 mm.
3. Pastikan perancangan alat memenuhi standar keselamatan kerja yang berlaku, mengingat potensi bahaya dari proses pemanasan induksi seperti radiasi elektromagnetik dan suhu tinggi.
4. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan pengujian dari alat pemanas induksi untuk menentukan jenis spesimen yang cocok untuk

digunakan pada alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. L. L. Faulkner 2017 Optimal Control of Induction Heating Processes Ohio : State University Colombus Taylor & Francis Group, LLC
2. Bagus Inggil Afrianto, 2019 Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Untuk Pengerasan Permukaan Baja Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Muhammad Firman Hakiki 2018 Rancang Bangun Induction Heater Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328 Surabaya : Universitas Negeri Surabaya
4. Noviansyah, R 2012 Pemanas Induksi (Induction Heating) Kapasitas 200 Watt Cimanggis : Universitas Gunadarma
5. Porwo, wahyu 2013 .Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600 W Untuk Proses Perlakuan Panas dan Perlakuan Permukaan Surakarta : Universitas Sebelas Maret (UNS)
6. Jepri Wandes Nababan 2015 Rancang Bangun Pemanas Induksi Berdaya Rendah Dengan Menggunakan Selenoid Coil Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535 Medan : Universitas Sumatera Utara
7. Arsana, Dwi 2016 Membuat pemanas induksi sederhana <http://duwiarsana.com/membuat-pemanas-induksi-sederhana/>
8. Dyah Riandadari 2018 Rancang Bangun Induction Heater Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328 Surabaya : Universitas Negeri Surabaya

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

Nama : MUHAMMAD IQBAL AWWALIEN
NAAFI'
Tempat, Tanggal Lahir : Sidoarjo, 03 Oktober 2002
Jenis Kelamin : LAKI - LAKI
Agama : ISLAM
Status : MAHASISWA
Alamat : Dsn. Balong Ampel, Ds. Tanjekwagir,
Kec. Krembung, Kab. Sidoarjo
No. Hp : 0881027782107
Email : miqbalawwaliennaafi@gmail.com



I. PENDIDIKAN FORMAL

Periode (Tahun)			Sekolah / Institusi	Jurusan / Kejuruan
2009	-	2015	MI. SUNAN AMPEL	UMUM
2015	-	2017	MTs PP. AMANATUL UMMAH	UMUM
2017	-	2020	MAN 3 JOMBANG	MIPA

II. PENDIDIKAN INFORMAL

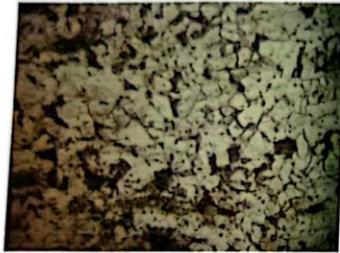
NO	NAMA KURSUS/PELATIHAN	PERIODE	TEMPAT
1	Praktek Kerja Nyata (PKN)	24 Juli – 1 September 2024	PT BUMI PLASTIK PANDAAN
2			



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
Jl. Raya Karanglo Km.2 Telp.(0341) 417636 Ext. 511 Malang

HASIL UJI STRUKTUR MIKRO

Nomor : ITN-03/Lab PM/IX/2024
Nama : M. IQBAL AWWALIEN NAAFI'
Tanggal Pengujian : 04 September 2024
Pekerjaan : Skripsi
Spesimen : Baja ST 37



Raw



2 menit U



3 menit U



4 menit U





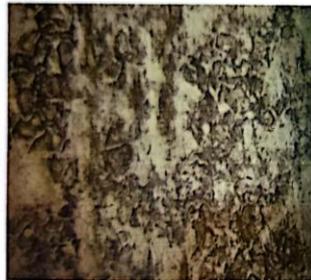
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
Jl. Raya karanglo Km.2 Telp.(0341) 417636 Ext. 511 Malang



2 menit Oval



3 menit Oval



4 menit Oval

Kepala Laboratorium Pengujian Material



Tito Arif Sutrisno, S.Pd., M.T
NIP.P 103 21 00598



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
Jl. Raya karanglo Km.2 Telp.(0341) 417636 Ext. 511 Malang

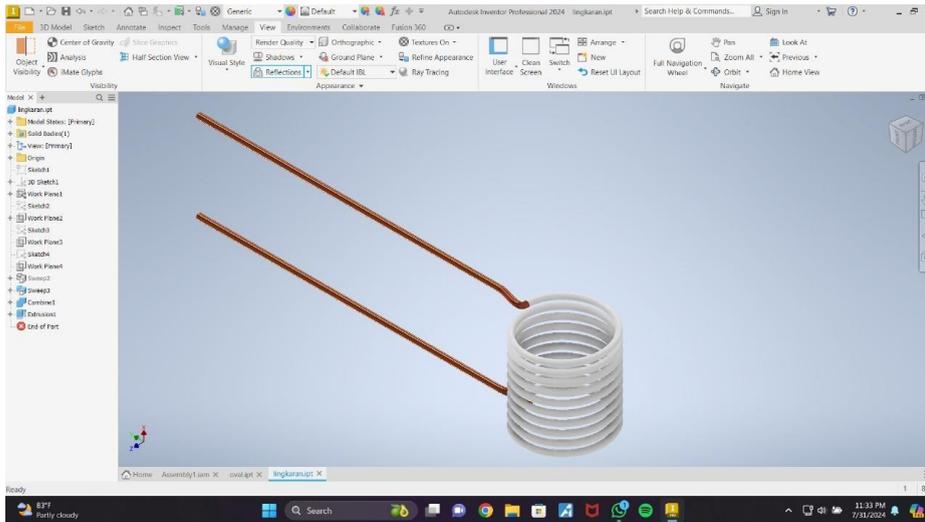
HASIL UJI KEKERASAN

Nomor : ITN-001/Lab PM/IX/2024
Nama : M. Iqbal Awwalien Naafi'
Tanggal Pengujian : 04 September 2024
Pekerjaan : Skripsi
Spesimen : Baja ST 37

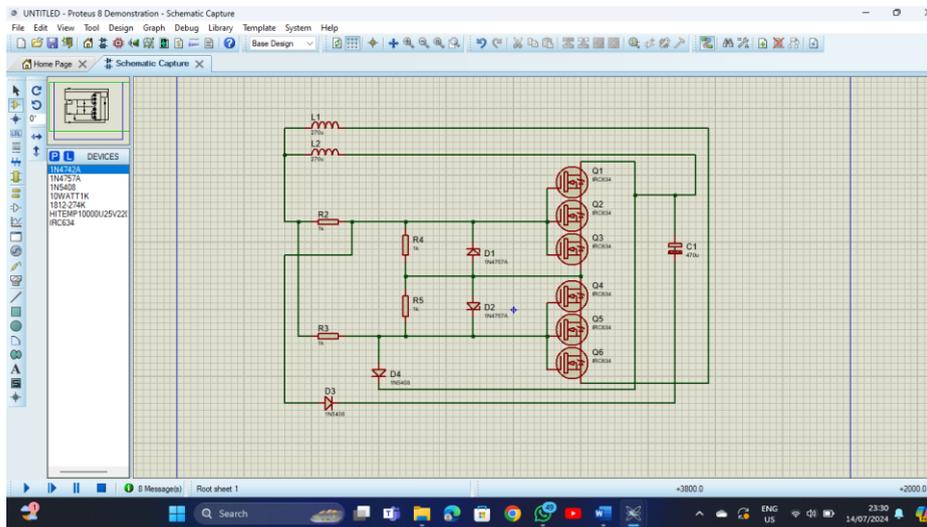
No.	Kode Spesimen	Kekerasan (HV)		
		Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.	Spesimen Baja ST 37 (sebelum perlakuan panas)	123,2	121,6	117,5
2.	Spesimen Baja ST 37 (setelah perlakuan panas)	178,7	177,0	173,1

Kepala Laboratorium Pengujian Material

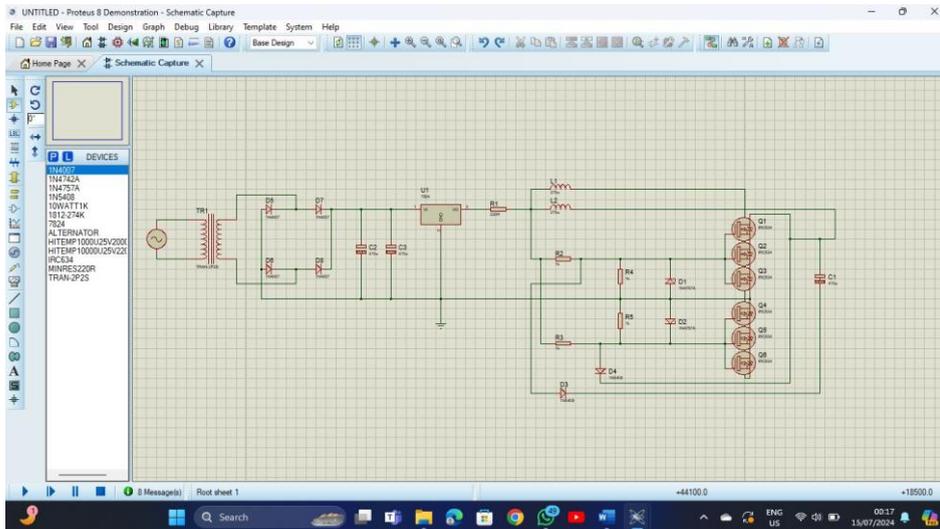
Tito Arif Sutrisno, S.Pd., M.T
NIP.P 103 21 00598



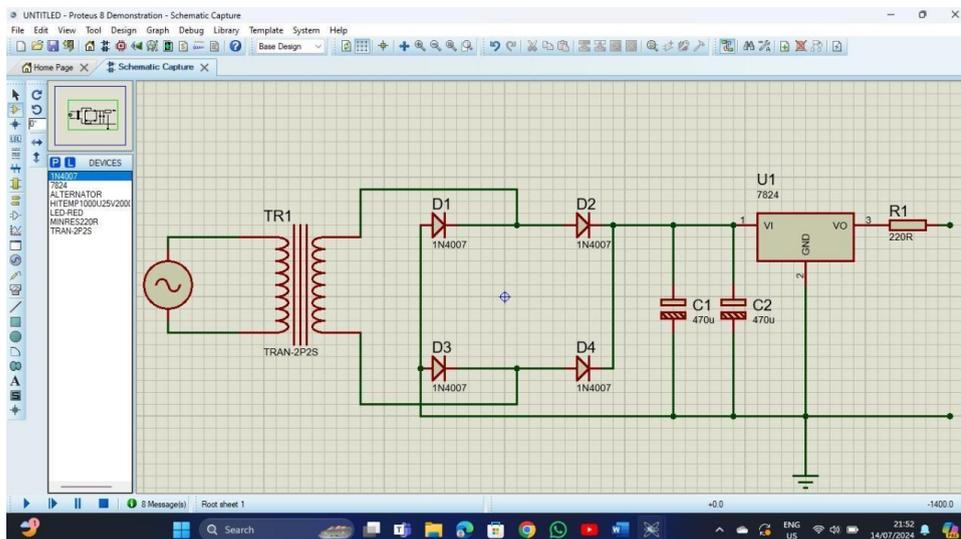
Desain kumparan



Desain rancangan daya



Desain rancangan pemanas induksi



Desain rancangan power supply



zvs pemanas induksi 3000w 6mosfet DIY induction heater pe...

Kondisi	Baru
Berat Satuan	4,3 kg
Min. Beli	1
Kategori	Lainnya
Etalase	Produk Awallaptop

Deskripsi produk

pemanas induksi 3000w menggunakan adaptor 54V 3000w, lengkap dengan coil dan kipas, siap untuk praktik pemanasan anda... lengkap dengan kabel dan MCB protektornya

Spesifikasi alat pemanas induksi



Spesifikasi power supply



SaAH Besteel Corp.
1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,
CHEONGBUK, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572. 8318(QA)
+82-(0)63-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Date : 2020-04-20
Cert. No. : 201804-207465
Customer :
Heat No. : 269972

Steel Grade : AISI 1037/ST 37
Shape of Product : ROUND BAR
Delivery Condition : AS ROLLED

Size (mm) : 10 - 100
Length (mm) : 6,000
Weight (kg) :
Quantity(pcs) : 1,000

Inspection Items		Chemical Composition (wt. %)				
		C	SI	MN	P	S
		x 100	x 100	x 100	x 100	x 1000
Spec.	Min.	10	15	3		
	Max.	25	25	6	3	35
	Result	25	25	4	MAX	MAX
Inspection Items		Product Hardness (HB)				
		SURFACE 100 HB				

Mechanical Properties AISI 1037/ST 37

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	<i>v</i>	0,26
Density (Kg/m ³)	<i>P</i>	7.860
Yield strength (MPa)	<i>S_y</i>	205 - 245
Tensile strength (MPa)	<i>S_t</i>	400 - 510
Elongation (%)		27 - 30
Hardness (Hb)	<i>Hb</i>	100

<<Remarks>>

B/DS : 4

----- End of report -----

<p>We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.</p>	<p>Certified by  Manager of Quality Assurance Dept.</p>
---	--

Spesifikasi Baja ST 37