

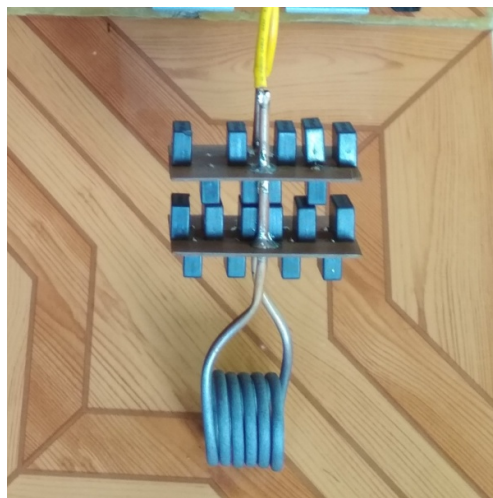
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Dan Pembuatan

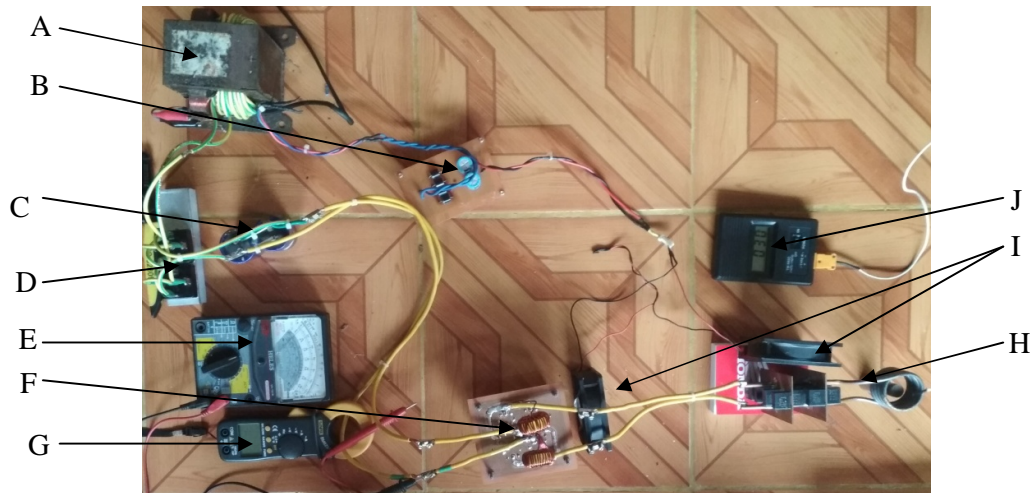
Mesin *preheat* pengelasan gesek dua buah logam berbeda jenis yang telah selesai dibuat dan siap untuk dilakukan pengujian dengan beberapa spesimen uji yaitu *stainless steel* dan *aluminium alloy* di tunjukkan pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4. 1 Mesin *preheat* las gesek



Gambar 4. 2 Rangkaian coil pemanas



Gambar 4.3 Komponen mesin *preheat* las gesek *setup* pengujian spesimen *stainless steel*

Pada Gambar 4.3 ditunjukkan beberapa komponen yang ada pada mesin *preheat* las gesek dua buah logam berbeda, komponen tersebut berupa :

- A. Transformator berfungsi untuk menurunkan Tegangan AC dari 220V ke 12 V ataupun menaikkan Tegangan dari 110V ke 220 V.
- B. Rangkaian filter yang terdiri dari kapasitor dan diode schottky yang berfungsi untuk meratakan tegangan yang berasal dari trafo untuk menjalankan van.
- C. Kapasitor berfungsi sebagai filter pada sebuah rangkaian power supply, sebagaimana sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan ripple. Kapasitor yang akan digunakan sebagai filter yaitu memiliki tegangan kerja yang harus lebih tinggi dari tegangan *supply*.
- D. Dioda Penyearah (Dioda Biasa atau Dioda Bridge) yang berfungsi sebagai penyearah arus AC ke arus DC.
- E. Multimeter analog, digunakan untuk mengukur tegangan/ voltase yang digunakan selama pengujian.
- F. Rangkaian Inverter yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Pada rangkaian terdiri dari toroid induktor, mosfet, dioda zener, resistor dan heatsink.

- G. Tang meter adalah digunakan untuk mengukur arus yang digunakan selama pengujian berlangsung.
- H. Rangkaian coil yang terdiri dari coil itu sendiri dan kapasitor MKP, dimana coil ini berfungsi sebagai tempat menyalurkan energi panas yang dihasilkan oleh rangkaian inverter, dan kapasitor MKP yang menyimpan tegangan atau arus listrik.
- I. Van yang berfungsi sebagai kipas pendingin dari rangkaian yang memiliki potensi menimbulkan panas selama alat bekerja.
- J. Termokopel merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperatur benda kerja selama dilakukan proses pengujian.

4.2. Perangkat Keras Alat *Preheat*

4.2.1. *Power Supply*

Power supply menggunakan transformator *microwave* yang di modifikasi sesuai dengan kebutuhan. Modifikasi dilakukan dengan cara melepas lilitan sekunder pada trafo dan menggantinya dengan menggunakan kabel yang berukuran besar sehingga arus yang di hasilkan lebih besar. Lilitan sekunder yang ideal digunakan yaitu berukuran 2,5mm. Untuk memperoleh voltase yang ideal, pertama-tama trafo coba dililit sekali dan diukur voltase dari satu kali lilitan tersebut. Hasil pengukuran satu lilitan kabel 2,5mm yaitu 1,76V, sebagai nilai Gpv hasil pengukuran dengan multimeter.

Rumus mencari jumlah lilitan sekunder :

$$N_s = Gpv \times V_s$$

Diketahui :

Gpv berdasarkan hasil pengukuran langsung:

$$Gpv \text{ (terukur) } = 1,76 \text{ lilitan per volt}$$

$$V_s = 20 \text{ volt}$$

Maka Jumlah lilitan sekunder :

$$\begin{aligned} N_s &= Gpv \times V_s \\ &= 1,76 \times 20 \\ &= 35,2 \text{ Lilitan} \end{aligned}$$

$$= 35 \text{ Lilitan}$$

Gpv berdasarkan dimensi dan frekuensi kerja trafo :

$$\text{Gpv} = \text{frekuensi} : \text{Luas penampang lilitan}$$

$$\text{Lebar trafo} = 7,2 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar penampang lilitan} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Frekuensi kerja trafo} = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{Tegangan Sekunder} = 20 \text{ volt}$$

Maka,

$$\text{Luas penampang} = 7,2 \times 4 = 28,8 \text{ cm}$$

$$\text{Gpv} = 50 \text{ Hz} : 28,8 = 1,74 \text{ lilitan per volt}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} N_s &= \text{Gpv} \times V_s \\ &= 1,74 \times 20 \\ &= 34,8 \text{ Lilitan} \\ &= 35 \text{ Lilitan} \end{aligned}$$



Gambar 4. 4 Transformator

4.2.2. Penyearah (Rectifier)

Penyearah dari dari trafo menuju inverter menggunakan diode bridge 35 ampere sebanyak 2 buah dipasang secara parallel, disesuaikan dengan kebutuhan arus yang digunakan, karena arus maksimal dari trafo yaitu 44 ampere. Tak lupa pula di tambahkan 2 buah kapasitor 50V 10000uF sebagai filter dari rangkaian.



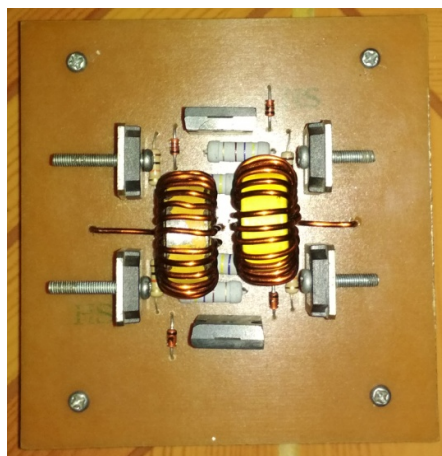
Gambar 4. 5 Kapasitor



Gambar 4. 6 Diode Bridge

4.2.3. Rangkaian Inverter

Rangkaian inverter dibuat dengan menggunakan PCB polos yang telah diproses sebelumnya dengan gambar jalur rangkaian dari *software* Eagle Pro. Komponen berupa mosfet, induktor, diode zener serta resistor pasang pada PCB sesuai dengan letaknya dengan cara disolder.



Gambar 4. 7 Inverter frekuensi tinggi

Tabel 4. 1 Komponen Rangkaian Inverter

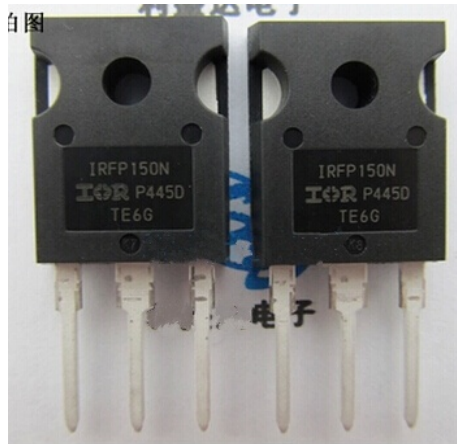
Komponen	Spesifikasi	Jumlah
IRFP 150	44 Ampere 100 Volt	4
KCF25A20	25 Ampere 200 Volt	2
Dioda Zener	1 Watt 12 Volt	4
Resistor	R10k 2 Watt	4
	R470Ohm 2 Watt	4
Induktor	0,1 Ohm 0,15mH	2

Induktor dirancang idealnya memiliki nilai kisaran 0,05mH-0,2mH. Toroid yang digunakan memiliki diameter luar 28mm, dililitkan kawat K10 dengan diameter 1mm. Pembuatan induktor diukur dengan menggunakan alat LCR meter hingga mencapai nilai yang diinginkan seperti gambar 4.6 dibawah ini.

**Gambar 4. 8** Pembuatan induktor dengan LCR meter

Nilai kedua induktor haruslah sama, untuk mencapai keseimbangan pembebanan arus. Apabila salah satu nilai induktor berbeda, maka akan menyebabkan salah satu induktor lebih panas hingga terbakar.

Mosfet IRFP 150 sejumlah 4 buah dipasang secara parallel sehingga besarnya kapasitas atau kemampuan mengalirkan arus transistor akan naik 4 kali lipat.



Gambar 4.9 Mosfet IRFP 150

4.2.3. Kumparan Kerja (*Work Coil*)

Kumparan kerja dibuat menggunakan pipa pejal tembaga dengan diameter 5mm, dengan lilitan pada kumparan kerja adalah $n = 6$ lilit dengan panjang 35 mm dan diameter lilitan 40 mm. kemudian lilitan ini diukur kembali dengan menggunakan LCR meter. Pada kumparan kerja ini diberikan kapasitor tank sebanyak 18 buah yang dipasang secara parallel. Kapasitor tank akan berguna untuk menyimpan arus atau tegangan listrik, sehingga semakin banyak kapasitor tank yang digunakan maka akan semakin besar arus yang tersimpan. Jika arus yang tersimpan semakin besar, maka kerja medan magnet arus eddy yang ada pada kumparan kerja semakin baik.



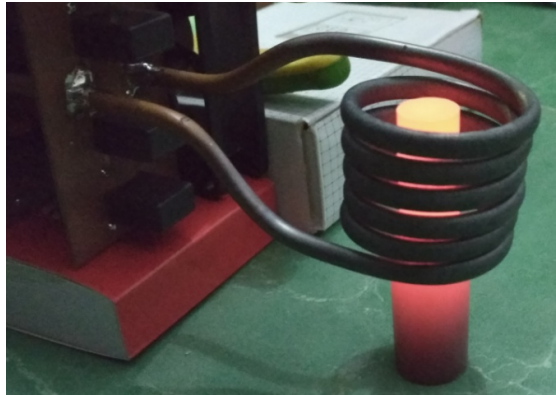
Gambar 4. 10 Kumparan Kerja

4.3. Pengujian Benda Kerja

Pada proses pengujian benda kerja, langkah yang harus kita lakukan adalah memastikan bahwa rangkaian alat *preheat* serta seluruh alat ukur seperti tang meter, multimeter, termokopel telah terpasang dengan benar. Setelah itu spesimen uji dalam hal ini *stainless steel* ditempatkan pada tengah kumparan kerja tanpa menyentuh bagian dinding dari kumparan kerja. Persiapkan alat tulis dan buku untuk kepentingan pengambilan data pada tiap jenis alat ukur. Hidupkan tombol *power* bersamaan dengan *stopwatch*, kemudian catat hasil pengukuran yang terbaca oleh tang meter, multimeter dan termokopel. Pengambilan data dilakukan tiap sepuluh detik selama pengujian hingga mencapai suhu target 700 °C. Pada suhu tersebut *stainless steel* sudah mencapai suhu yang baik apabila di gesek dengan *aluminium* pada pengelasan gesek. Apabila target telah tercapai, segera matikan *power* bersamaan dengan *stopwatch*.



Gambar 4. 11 Hasil pembacaan alat ukur pengujian alat *preheat* terhadap spesimen uji *stainless steel*



Gambar 4. 12 Penampakan spesimen uji ketika suhunya mencapai 700 °C

4.4. Analisis Data

Analisis data pada perancangan dan pembuatan alat yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran daya yang dibutuhkan untuk memanaskan logam *stainless steel* selama waktu pengujian hingga mencapai temperatur suhu yang diinginkan yaitu >600 °C. Hal-hal yang dibandingkan yaitu temperature *stainless steel*, tegangan dan arus yang terbaca pada alat ukur yang terpasang.

4.4.1. Perhitungan daya mesin *preheat*

Perhitungan daya (P_m) mesin *preheat* dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3 dengan data sebagai berikut :

Percobaan pertama diruang terbuka, $m = 0,03576$ kg, $C = 460$ J/kg.⁰K, $T_1 = 30$ °C, $T_2 = 683$ °C, $t = 290$ detik. Maka daya (P_m) sebagai berikut :

$$P_m = \frac{4,17 \cdot m \cdot c \cdot T_2}{t}$$

$$P_m = \frac{(4,17) \cdot (0,03576) \text{ kg} \cdot \frac{(460) \text{ J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (956) \text{ K}}{290 \text{ detik}}$$

$$P_m = 226,13 \text{ watt}$$

Percobaan kedua diruang tertutup, $m = 0,03576$ kg, $C = 460$ J/kg.⁰K, $T_1 = 30$ °C, $T_2 = 709$ °C, $t = 290$ detik. Maka daya (P_m) sebagai berikut :

$$Pm = \frac{4,17 \cdot m \cdot c \cdot T_2}{t}$$

$$Pm = \frac{(4,17) \cdot (0,03576) \text{ kg} \cdot \frac{(460) \text{ J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (982) \text{ K}}{290 \text{ detik}}$$

$$Pm = 232,27 \text{ watt}$$

4.4.2. Perhitungan besarnya energi mesin *preheat*

Besarnya energi mesin *preheat* (Q) selama waktu waktu t (detik), dapat dihitung dengan persamaan 2.2 dengan data yaitu :

Percobaan pertama diruang terbuka, m = 0,03576 kg, C = 460 J/kg.⁰K, T₁ = 30 ⁰C, T₂ = 683 ⁰C. Harga Q (joule) yaitu :

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = 0,03576 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (956-303) \cdot ^\circ\text{K}$$

$$Q = 0,03576 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot 653 \cdot ^\circ\text{K}$$

$$Q = 10741,59 \text{ Joule}$$

Percobaan pertama diruang tertutup, m = 0,03576 kg, C = 460 J/kg.⁰K, T₁ = 30 ⁰C, T₂ = 709 ⁰C. Harga Q (joule) yaitu :

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = 0,03576 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (982-303) \cdot ^\circ\text{K}$$

$$Q = 0,03576 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot 679 \cdot ^\circ\text{K}$$

$$Q = 11169,27 \text{ Joule}$$

4.4.3. Menghitung laju perubahan suhu

Besarnya laju perubahan suhu dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.4 dengan :

Percobaan pertama diruang terbuka, T₁ = 30 ⁰C, T₂ = 683 ⁰C, t = 290 detik. Harga laju perubahan suhu (Δt) yaitu :

$$\Delta t = \frac{683 - 30}{290}$$

$$\Delta t = 2,25 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{detik}$$

Percobaan pertama diruang tertutup, $T_1 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 709\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 290$ detik. Harga laju perubahan suhu (Δt) yaitu :

$$\Delta t = \frac{709 - 30}{290}$$

$$\Delta t = 2,34\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{detik}$$

4.4.4. Hasil Pengujian Terhadap Benda Kerja

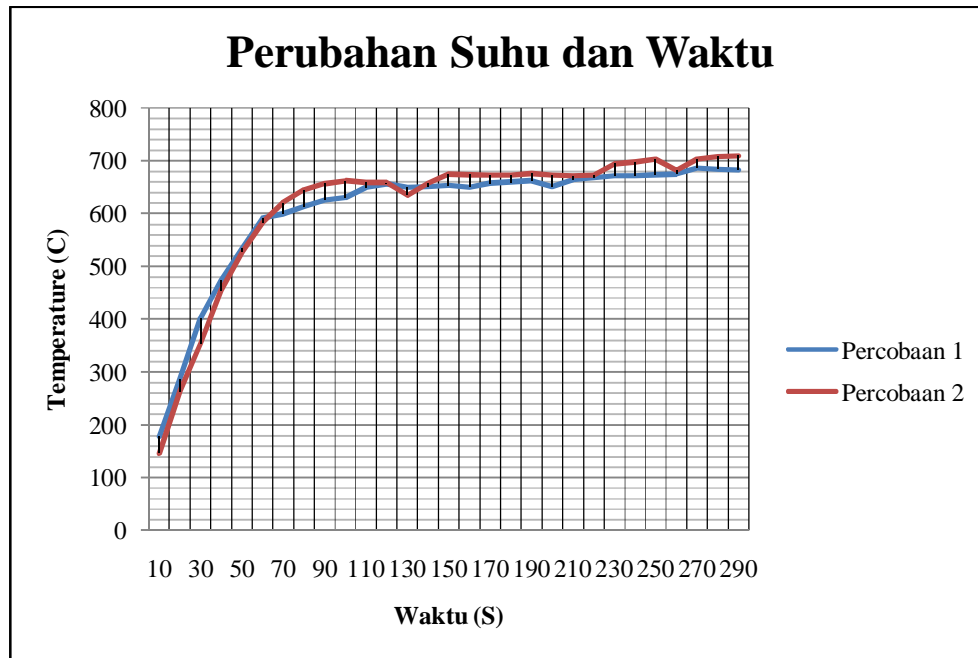
Mesin *preheat* las gesek dilakukan pengujian terhadap spesimen atau benda kerja yang terbuat dari *stainless steel*. Pengujian dilakukan hingga benda kerja tersebut mencapai suhu ideal yaitu $>600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pengujian dilakukan dua kali dalam kondisi yang berbeda. Pada pengujian pertama dilakukan diruangan terbuka sedangkan pengujian kedua dilakukan pada ruangan tertutup. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Hasil percobaan 1 mesin *preheat* terhadap spesimen *stainless steel* AISI 420

Percobaan	Massa (Kg)	Waktu (s)	Suhu (C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	0,03576	10	178	20	25,9	518
	0,03576	20	287	20	26,2	524
	0,03576	30	402	20	26,6	532
	0,03576	40	474	20	27,1	542
	0,03576	50	534	20	27,5	550
	0,03576	60	592	20	21,5	430
	0,03576	70	600	20	20	400
	0,03576	80	613	20	19,4	338
	0,03576	90	626	20	18,9	378
	0,03576	100	630	20	18,5	370
	0,03576	110	649	20	18,2	364
	0,03576	120	656	20	16,7	334
	0,03576	130	650	20	16,8	336
	0,03576	140	651	20	16,9	338
	0,03576	150	653	20	16,8	336
	0,03576	160	650	20	16,7	334
	0,03576	170	657	20	16,7	334
	0,03576	180	660	20	16,7	334
	0,03576	190	662	20	16,8	336
	0,03576	200	651	20	16,9	338
	0,03576	210	664	20	16,9	338
	0,03576	220	668	20	16,8	336
	0,03576	230	671	20	16,5	330
	0,03576	240	671	20	16,4	328
0,03576	250	673	20	16,4	328	
0,03576	260	675	20	16,3	326	
0,03576	270	686	20	16,2	324	
0,03576	280	684	20	16,2	324	
0,03576	290	683	20	16	320	

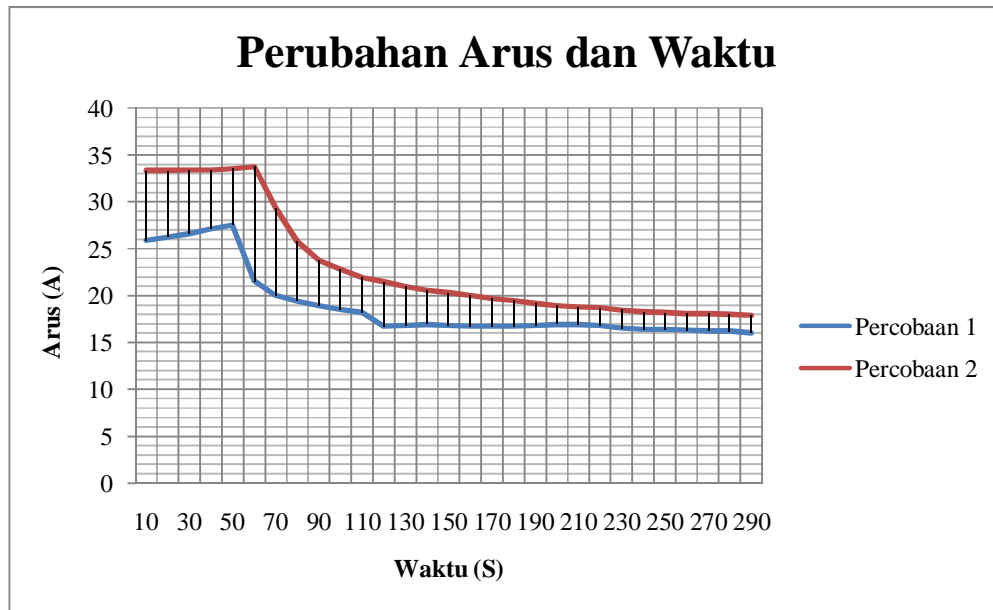
Tabel 4. 3 Hasil percobaan 2 mesin *preheat* terhadap spesimen *stainless steel* AISI 420

Percobaan	Massa (Kg)	Waktu (s)	Suhu (C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
2	0,03576	10	146	20	33,3	666
	0,03576	20	263	20	33,3	666
	0,03576	30	354	20	33,4	668
	0,03576	40	454	20	33,4	668
	0,03576	50	528	20	33,5	670
	0,03576	60	584	20	33,7	674
	0,03576	70	621	20	29,3	586
	0,03576	80	645	20	25,8	516
	0,03576	90	657	20	23,8	476
	0,03576	100	662	20	22,8	456
	0,03576	110	659	20	21,9	438
	0,03576	120	659	20	21,5	430
	0,03576	130	635	20	21	420
	0,03576	140	658	20	20,6	412
	0,03576	150	675	20	20,3	406
	0,03576	160	674	20	20	400
	0,03576	170	673	20	19,7	394
	0,03576	180	673	20	19,5	390
	0,03576	190	676	20	19,2	384
	0,03576	200	672	20	18,9	378
	0,03576	210	671	20	18,8	376
	0,03576	220	672	20	18,7	374
	0,03576	230	694	20	18,5	370
	0,03576	240	698	20	18,3	366
	0,03576	250	703	20	18,2	364
	0,03576	260	682	20	18,1	362
0,03576	270	703	20	18,1	362	
0,03576	280	708	20	18	360	
0,03576	290	709	20	17,9	358	



Gambar 4. 13 Grafik nilai perubahan suhu terhadap waktu pengujian spesimen

Grafik pada Gambar 4.13 menunjukkan kondisi perubahan suhu terhadap waktu selama pengujian spesimen berlangsung. Kondisi yang tergambarakan yaitu semakin lama waktu pengujian berlangsung, maka suhu spesimen yang diuji semakin meningkat. Peningkatan tersebut semakin mengecil seiring dengan meningkatnya suhu spesimen yang diuji. Kondisi awal ketika terjadi induksi suhunya meningkat drastis kemudian menuju kondisi stabil dengan perubahan suhu yang kecil, ini disebabkan karena pengaruh kapasitor tank yang ada pada koil induksi.



Gambar 4. 14 Grafik nilai perubahan arus terhadap waktu selama pengujian spesimen

Grafik pada Gambar 4.14 menunjukkan kondisi perubahan arus terhadap waktu yang dibutuhkan selama pengujian spesimen berlangsung. Kondisi yang tergambarakan yaitu semakin meningkat suhu spesimen yang diuji arus yang digunakan semakin menurun. Kondisi awal arus meningkat sedikit demi sedikit, kemudian menurun hingga mencapai kondisi stabil dengan perubahan yang semakin mengecil.

4.5. Analisis Biaya Produksi

Tabel 4. 4 Analisis Biaya Produksi Mesin *Preheat* Las Gesek

NO	NAMA KOMPONEN	JUMLAH	HARGA SATUAN	TOTAL
1	Box	1	Rp150.000,00	Rp150.000,00
2	Transformator	1	Rp850.000,00	Rp850.000,00
3	Diode Bridge 35A	2	Rp40.000,00	Rp80.000,00
4	Kapasitor 50V 10000uF	2	Rp25.000,00	Rp50.000,00
5	Kapasitor 50V 1000uF	2	Rp2.500,00	Rp5.000,00
6	Diode Schottky 45V 15A	4	Rp15.000,00	Rp60.000,00
7	Mosfet IRFP 150	4	Rp25.000,00	Rp100.000,00
8	Diode Fast KCF25A20	2	Rp25.000,00	Rp50.000,00
9	R10k 2 W	4	Rp1.000,00	Rp4.000,00
10	R470Ohm 2 W	4	Rp1.000,00	Rp4.000,00
11	Zener 1W 12V	4	Rp1.500,00	Rp6.000,00
12	Induktor Toroid	2	Rp50.000,00	Rp100.000,00
13	Kapasitor MKP	18	Rp5.000,00	Rp90.000,00
14	PCB Polos	3	Rp10.000,00	Rp30.000,00
15	Sablon PCB	2	Rp10.000,00	Rp20.000,00
16	Pipa Kapiler Tembaga	1	Rp15.000,00	Rp15.000,00
17	Tenol 15m	1	Rp20.000,00	Rp20.000,00
18	Kabel NYAF 6mm	3	Rp15.000,00	Rp45.000,00
19	Mur dan Baut	50	Rp500,00	Rp25.000,00
20	Van DC 8cm	2	Rp10.000,00	Rp20.000,00
21	Heatsink	2	Rp50.000,00	Rp100.000,00
22	Saklar Power	1	Rp7.000,00	Rp7.000,00
23	Sekun Kecil	8	Rp500,00	Rp4.000,00
24	Sekun Besar	4	Rp1.000,00	Rp4.000,00
25	Isolasi Bakar	2	Rp5.000,00	Rp10.000,00
26	Kabel Ties	1	Rp7.000,00	Rp7.000,00
27	Kabel Warna 2,5mm	2	Rp4.000,00	Rp8.000,00
28	Kabel Warna 1,5mm	2	Rp3.000,00	Rp6.000,00
29	Kabel Power	1	Rp20.000,00	Rp20.000,00
30	Biaya Jasa dan Lain-lain	1	Rp500.000,00	Rp500.000,00
Total Biaya Produksi				Rp2.390.000,00