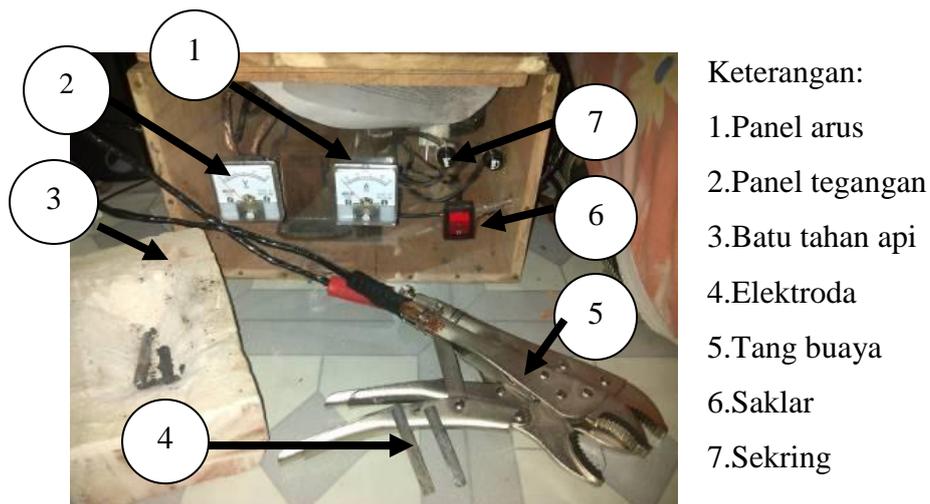


BAB IV PENGUJIAN DAPUR BUSUR LISTRIK

4.1. Hasil Pengujian Dapur Busur Listrik

Dapur busur listrik yang telah dibuat kemudian diuji untuk peleburan logam dengan variasi massa logam sesuai kapasitas tungku yang telah dibuat seperti ditunjukkan pada gambar 4.1,



Gambar 4.1 Dapur pelebur busur listrik

4.2. Spesifikasi Perancangan Dapur Busur Listrik

Spesifikasi perancangan Dapur busur listrik yang telah dibuat ditunjukkan pada tabel 4.1,

Tabel 4.1 Spesifikasi perancangan Dapur busur listrik

<i>Transformator</i>	2 buah
V_{input}	220 V
Iinput max	30 A
V_{output} max	22 V
Ioutput max	300 A
Kapasitas tungku	200 gram

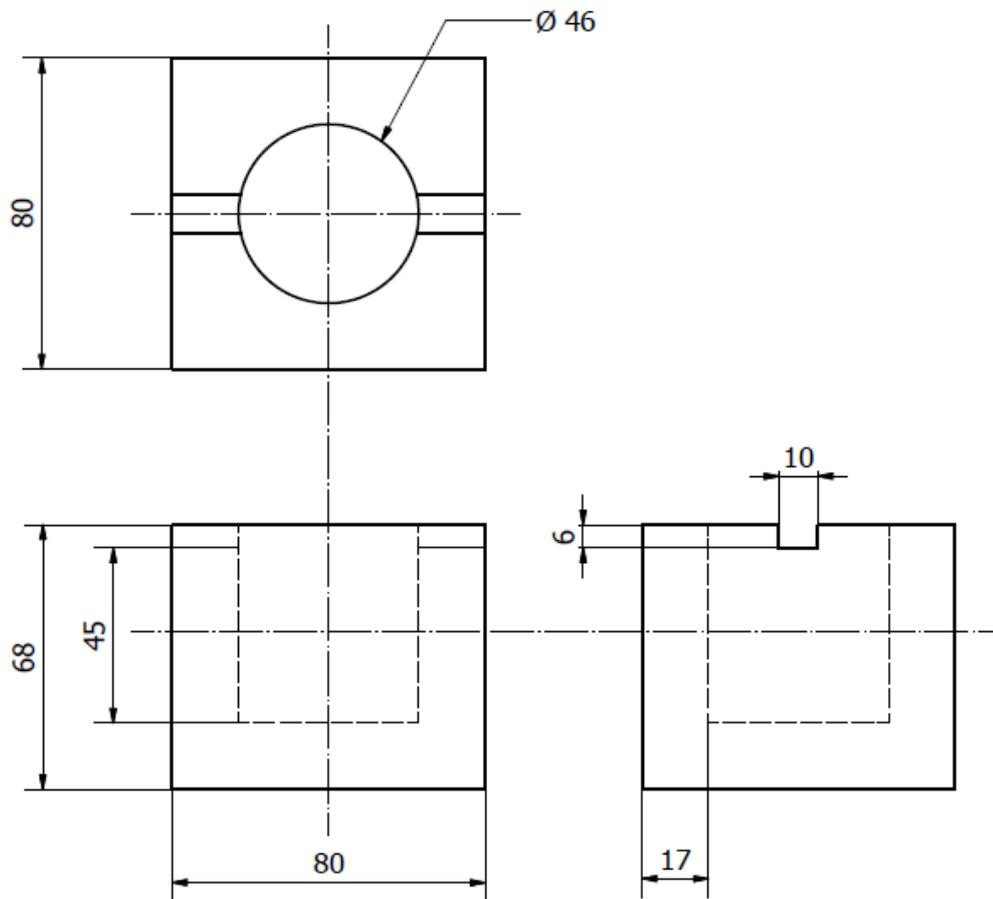
Berdasarkan tabel 4.1, diketahui spesifikasi dapur yang telah dirancang sebelumnya memiliki tegangan pada trafo sebesar 220 *volt*. Tegangan tersebut kemudian turun menjadi 22 *volt*.

Proses selanjutnya adalah pengujian, proses ini dilakukan untuk mengetahui hasil perancangan yang sebelumnya telah direncanakan. Hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengujian dapur busur listrik.

4.3. Proses Pengujian

Langkah-langkah pada proses pengujian peleburan dengan menggunakan mesin busur listrik diantaranya:

1. Menyambungkan mesin busur listrik ke sumber listrik (PLN).
2. Menyiapkan kowi untuk menempatkan benda kerja yang akan dileburkan yang sebelumnya telah dibuat dengan kapasitas maksimal 200 gram. Tungku dibuat dari batu tahan api, bentuk dan dimensi dapat dilihat pada gambar 4.2,



Gambar 4.2, Skema 2D tungku pelebur busur listrik

Sedangkan bentuk kowi yang sebenarnya ditunjukkan pada gambar 4.3, berikut:



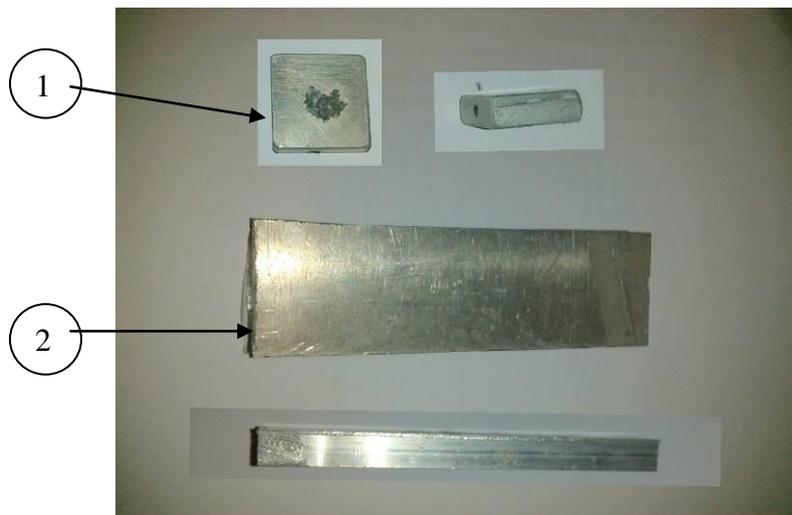
Gambar 4.3, (1). Logam alumunium dan, (2). tungku peleburan.

- Pasang elektroda pada tang buaya yang sebelumnya sudah disiapkan, (elektroda yang gunakan diambil dari batu baterai bekas yang sudah tidak terpakai).



Gambar 4.4, (1). Tang buaya, (2) elektroda

- Masukkan logam yang akan dileburkan ke kowi peleburan.



Gambar 4.5, (1). Logam alumunium tebal 8 mm, dan (2). Tebal alumunium tebal 13 mm.

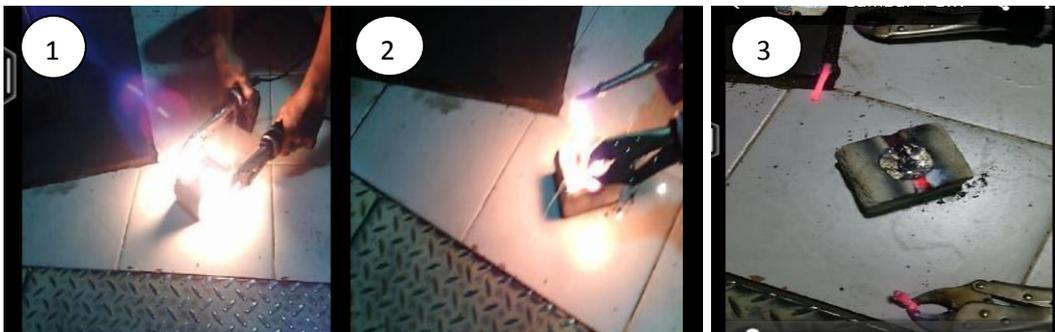
- Menyalakan saklar mesin pelebur pada posisi ON.
- Mencoba terlebih dahulu sentuhkan antara elektroda positif (+) dan elektroda (-) yang dipasang pada tang buaya.
- Setelah selesai penyetingan, persiapkan peralatannya untuk kepentingan pengambilan data yaitu *stopwatch*, kamera, alat pengecek suhu, buku,

bolpoin kertas A4 yang sebelumnya telah dipersiapkan.

8. Saat akan memulai peleburan, nyalakan *stopwatch* selama proses berlangsung, kemudian catat arus yang terbaca pada amperemeter.
9. Lakukan pengecekan suhu pada alat pengecek suhu yang telah dipersiapkan. Jika aluminium sudah mencair, segera matikan power bersamaan dengan *stopwatch*.

Pengujian pertama menggunakan benda kerja aluminium dengan massa benda 50 gram, kemudian dilanjutkan dengan pengujian aluminium dengan massa 152 gram. Pada pengujian dengan menggunakan massa logam 50 gram membutuhkan waktu 75 detik sedangkan massa 152 gram membutuhkan waktu 166 detik.

Proses peleburan logam menggunakan mesin busur listrik dapat dilihat pada gambar 4.6,



Gambar 4.6, (1). Mekanisme kerja mesin busur listrik, (2). Logam mulai mencair pada suhu 640°C , Suhu 734°C logam mulai mencair secara merata, dan (3). Proses pendinginan logam yang dileburkan.

Dari Gambar 4.6, terlihat hasil pengujian yang dilakukan bahwa panas pada proses peleburan terjadi kenaikan suhu yang sangat cepat dalam waktu yang sangat singkat. Untuk meleburkan logam dengan massa 152 gram, membutuhkan waktu 166 detik. Pada proses peleburan yang ditunjukkan pada gambar 1, logam mulai meleleh pada suhu 640°C . Kemudian pada gambar 2, suhu 734°C logam yang dileburkan mulai meleleh secara merata. Hal ini membuktikan mesin yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Parameter pada pengujian dapur busur listrik dapat dilihat pada Tabel 4.2, berikut:

Tabel 4.2. Spesifikasi percobaan pada dapur busur listrik

Pengujian	Massa (kg)	Logam	Jumlah lilitan sekunder	Tegangan (volt)	I maksimal (ampere)
1	0.02	Al	20	17	23
2	0.05	Al	20	17	23
3	0.152	Al	20	17	24
4	0.03	Brass	20	17	23

Tabel 4.2, merupakan tabel hasil pengujian dapur busur listrik. Pada pembuatan diketahui tegangan pada trafo sebesar 220. Pada percobaan pertama yaitu menggunakan massa peleburan 20. Pada percobaan ini tegangan yang dihasilkan mesin busur listrik sebesar 17 volt (*Output*) dan arus yang digunakan pada proses peleburan 23 ampere (*Input*). Percobaan kedua menggunakan massa 50 gram, pada percobaan ini arus yang digunakan sebesar 23 ampere (*input*) dan tegangan 17 volt. Percobaan ketiga menggunakan massa 152 gram, pada percobaan ini arus yang dihasilkan sebesar 24 ampere, dan tegangan sebesar 17 volt. Kemudian percobaan keempat yaitu menggunakan logam kuningan dengan massa 30 gram, arus yang dihasilkan yaitu 23 ampere dan tegangan 17 volt. Perancangan dan pengujian terdapat perbedaan karena arus dan tegangan dari sumber (PLN) tidak selalu sama, sehingga mengakibatkan terjadinya rugi-rugi pada aliran listrik yang digunakan. Hal tersebut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi arus dan tegangan yang dihasilkan antara perancangan dan pengujian dapur busur listrik.

4.4 Pengukuran Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang diukur meliputi suhu, waktu lebur, arus listrik yang mengalir pada benda kerja dan tegangan yang dihasilkan oleh dapur busur listrik tersebut. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *Thermometer infrared* yang mempunyai suhu maksimal 800 °C. Pada proses pengujian dengan massa 152 gram, suhu yang dihasilkan mencapai 734 °C.

Dapur busur listrik yang telah selesai dibuat dengan spesifikasi mesin: arus yang dihasilkan dengan massa 152 gram yaitu sebesar 24 ampere, tegangan yang dihasilkan yaitu 17 volt, dan suhu maksimal yang dihasilkan oleh dapur busur

listrik sebesar 1200 °C. Dapur yang telah dibuat dan berfungsi dengan baik kemudian diuji performanya. Pengujian performa dapur dilakukan untuk menghitung suhu pada saat proses peleburan, waktu lebur, arus yang mengalir pada logam dan tegangan yang dihasilkan oleh dapur busur listrik. Logam yang telah dilebur dapat dilihat pada gambar 4.7,



Gambar 4.7, (1). Proses pemisahan logam dengan tungku pelebur, (2). Logam dengan hasil peleburan dengan berat 152 gram dan, logam dengan massa peleburan 50 gram.

Permukaan bagian dalam dari logam hasil peleburan dengan variasi massa dapat dilihat pada gambar 4.8, berikut:



Gambar 4.8, (1) Permukaan bagian dalam dari hasil peleburan dengan massa 152 gram, dan (2). Hasil peleburan dengan massa 20 gram dan 50 gram.

Pada gambar 4.8, permukaan bagian dalam pada logam peleburan dengan variasi massa yang berbeda menghasilkan permukaan dalam yang baik, pada proses peleburan, logam yang telah dileburkan mencair secara merata. Hal ini menjelaskan bahwa logam yang dileburkan oleh mesin busur listrik bekerja sesuai yang di harapkan.

4.5 Analisis Data

Analisis data pada percobaan mesin adalah dengan cara membandingkan hasil peleburan pada benda kerja aluminium dan kuningan dengan variasi massa benda kerja. Hal-hal yang dibandingkan adalah waktu titik cair aluminium, suhu yang dihasilkan, dan perhitungan daya.

4.4.1 Hasil perhitungan daya mesin busur listrik dengan massa 0.02 kg

Perhitungan daya (P_m) mesin busur listrik dihitung dengan rumus persamaan 2.3 dengan data sebagai berikut:

$$t = 166 \text{ detik,}$$

$$M = 0.02 \text{ kg,}$$

$$C = 900 \text{ (J/kg),}$$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$T_2 = 620 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Maka daya P_m adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_m &= 4.17 \times M \times C \times T_{\text{akhir}} / t(\text{detik}) \\ &= 4.17 \times 0.02 \text{ kg} \times 900 \text{ j/kg} \times 620 \text{ }^\circ\text{C} / 34 \text{ (detik)} \\ &= 1368.7 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

4.4.2 Menghitung besarnya energi mesin busur listrik (Q) selama waktu t (detik), dengan data sebagai berikut:

$$t = 34 \text{ detik,}$$

$$M = 0.02 \text{ gr,}$$

$$C = 900 \text{ (J/kg).}$$

Maka harga Q (joule) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= M \cdot C \cdot (t_2 - t_1) \\ &= 0.02 \text{ kg} \times 900 \text{ j/kg} \times (620 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C}) \\ &= 10620 \text{ (joule).} \end{aligned}$$

Menghitung laju perubahan suhu

Basarnya laju perubahan suhu dapat dihitung dengan rumus persamaan 2.4 dengan data sebagai berikut:

$$T_2 = 620 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$t = 34$ (detik).

Maka, harga laju perubahan suhu Δt adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta t &= (T_2 - T_1) / t \text{ (detik)} \\ &= (620 - 30) / 34 \text{ (detik)} \end{aligned}$$

Parameter hasil perancangan mesin busur listrik yang sebelumnya telah dibuat dengan mengasumsikan nilai yang telah didapat dari teori. Harga parameter diatas didapat dari teori yang ada sebelumnya, kemudian parameter tersebut diolah untuk perbandingan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan mesin busur listrik.

Tabel 4.3 perbandingan antara hasil perancangan dengan pengujian pada dapur busur listrik.

No	Massa (kg)	Jenis logam	Kalor jenis benda (J/kg K)	Hasil percobaan				Hasil perancangan			
				T Akhir	T Awal	P _m (watt)	t (detik)	T Akhir	T Awal	P _m (watt)	t (detik)
1	0.02	Al	900	850	30	6600	34.9	30	620	30	1368.7
2	0.05	Al	900	850	30	6600	87.4	30	692	75	1731.39
3	0.152	Al	900	850	30	6600	265.7	30	734	166	2489.19
4	0.03	Brass	380	850	30	6600	24.2	30	720	34	1006.65

Pada tabel 4.3 menjelaskan bahwa Pada perhitungan yang sama untuk massa yang bervariasi yaitu: 0.02, 0.05, 0.152, 0.03 gram, seluruh perhitungan hasil daya, energi, dan laju perubahan suhu pada hasil pengujian benda kerja. Kebutuhan daya, suhu, dan waktu yang diperlukan selama proses pengujian dengan variasi massa. dijelaskan bahwa proses pengujian dengan variasi massa yang berbeda, akan membutuhkan daya listrik yang berbeda. Hasil perancangan, dapat dibandingkan dengan hasil pengujian yang telah dilakukan. Perbedaan waktu pengujian ini terjadi karena daya pada pengujian lebih besar dari perancangan. Hasil perancangan, daya yang dihasilkan diasumsikan maksimal 6600 watt, nilai tersebut didapat dari hasil pengukuran pada mesin busur listrik,

kemudian hasil tersebut diolah dan didapatkan nilai 6600 watt, dengan mengasumsikan efisiensi pada perhitungan sebesar 80%. Sedangkan pada proses pengujian daya yang dihasilkan bervariasi kemudian titik lebur logam pada perancangan diasumsikan 850 °C, sedangkan pada pengujian titik lebur logam aluminium yaitu antar 620-734 °C. Hal ini yang menjadikan perbedaan waktu (t) antara proses perancangan dan pengujian. Semakin tinggi titik lebur yang diasumsikan pada logam, maka semakin lama proses peleburan berlangsung. Hal tersebut terjadi pada perancangan yang dilakukan, dengan mengasumsikan titik lebur yang tinggi maka waktu yang diperlukan menjadi lebih lama.

Untuk mengoperasikan dapur busur listrik agar tidak membahayakan orang-orang yang menggunakan maka dibuat SOP sebagai berikut:

4.6 SOP PENGOPERASIAN DAPUR BUSUR LISTRIK

1. Pasangkan *steker* dengan sumber listrik (penyambung arus listrik PLN dengan mesin.
2. Pasangkan elektroda carbon pada tang jepit yang sudah dirangkaikan dengan kabel *output* pada dapur busur listrik.
3. Persiapkan dapur pelebur atau tungku pelebur yang terbuat dari batu bata tahan api.
4. Masukkan logam yang akan dileburkan pada tungku pelebur.
5. Gunakan APD diantaranya sarung tangan, sepatu, kaca mata pelindung, dan masker.
6. Tekan tombol saklar pada posisi on, untuk menyalakan dapur busur listrik.
7. Sentuhkan terlebih dahulu kutub positif dan negative agar arus bisa keluar dengan normal pada proses peleburan.
8. Lakukan peleburan pada logam yang akan dileburkan didalam tungku.
9. Setelah selesai digunakan, matikan dapur busur listrik.
10. Lepas elektroda dari tang penjepit.
11. Bersihkan tungku peleburan.
12. Rapihkan kembali mesin busur listrik.

Komponen komponen pada tabel merupakan komponen yang akan di pasangkan dari trafo yang sudah dimodifikasi sebelumnya, komponen komponen dapur busur listrik dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Spesifikasi komponen yang digunakan pada dapur busur listrik.

No	Alat	Spesifikasi
1.	<i>Transformator</i>	220 VAC
2.	Sekring	15 ampere (2buah)
3.	Saklar	18 ampere
4.	<i>Steker</i>	16 ampere
5.	Batu tahan api	T = 1200 °C
6.	Kawat tembaga	D = 1mm (kemampuan arus 6280-9420 ampere)
7.	Elektroda	Kemampuan suhu T = 3800 ° C
8.	<i>Fan</i>	16 ampere
9.	Kabel	10 ampere
10.	Panel arus	50 ampere
11.	Panel tegangan	30 ampere

Tabel 4.5 Anggaran biaya pembuatan.

No	Jenis pengeluaran	Jumlah unit yang di beli	Biaya
1.	Trafo <i>step down</i>	2 buah	Rp. 580.0000
2.	sekring	2 buah	Rp. 10.000
3.	Papan kayu	250x150x1 (cm)	Rp. 20.000
4.	Kawat tembaga	2 kg	Rp. 260.000
5.	<i>steker</i>	1 buah	Rp. 3000
6.	<i>Fan in</i>	3(6x6) cm	Rp. 40.000
7.	Tang buaya	2 buah	Rp. 120.000
8.	Kabel	5 meter	Rp. 40.000
9.	Aluminium	200 gram	Rp. 30.000
10.	Batu tahan api	2 buah	Rp. 20.000
11.	Panel arus	1 buah	Rp. 75.000
12.	Panel tegangan	1 buah	Rp. 60.000
13.	Saklar	1 buah	Rp. 5000
14.	<i>Fan out</i>	1(9x9) cm	Rp.17.000
15.	Handle	1 buah	Rp.3000
16.	Akrilik	2mm (25cmx50cm)	Rp.50.000
17.	Mur dan baut	2(M8x20)	Rp.5000
18.	Jasa pembuatan		Rp. 350.000
	Jumlah		Rp. 1.454.000

