

**Pembuatan dan pengujian dapur busur listrik skala laboratorium
dengan kapasitas tungku peleburan maksimal 200 gram
(Fabrication of laboratory scale of electric arc furnace with melting
furnace maximum capacity 200 grams and it's preliminary testing)**

Rangga Agung Saputra

**Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Taman Tirto, Kasihan Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
Ranggaagung123@yahoo.com**

Intisari

Dapur listrik adalah peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan logam atau peleburan logam, dimana besi bekas atau logam lain yang dipanaskan dan dicairkan dengan busur listrik yang berasal dari elektroda ke besi bekas di dalam sebuah tungku pelebur. Dapur listrik memiliki beberapa keunggulan diantaranya: lingkungan tetap bersih, tidak menimbulkan polusi asap akibat dari pembakaran, mudah dalam mengatur dan mengendalikan temperatur, efisiensi penggunaan energi panas tinggi, dan mudah dipindah-pindah.

Pembuatan dapur listrik skala laboratorium ini dilakukan dengan merangkaikan komponen-komponen utama yang terdiri atas transformator, tang penjepit, elektroda karbon, dan alat ukur panel. Dapur listrik ini selanjutnya diuji coba untuk melakukan proses peleburan pada specimen aluminium dengan variasi massa 20, 50, 30 dan 152 gram, dengan tungku peleburan berdiameter 22,5 mm tinggi 40mm, dan lebar 45 mm. Temperatur pada specimen diukur menggunakan *thermometer infrared*.

Hasil pengujian dengan variasi massa 20 gram memerlukan waktu 30 detik, massa 50 gram memerlukan waktu 75 detik, massa 152 gram memerlukan waktu 166 detik dan 30 gram dengan lama waktu pengujian 34 detik.

Kata kunci : Dapur busur listrik, Tungku peleburan, Peleburan aluminium.

Abstract

Electric arc furnace is the equipment used for the metal manufacture or metal smelting, where scrap metal or others metal are heated up and melted by an electric arc from the electrode to the scrap iron in a blast furnace. Anelectric arc furnaces have several advantages, including: keep a clean environment, non-polluting smoke caused by burning, easy to manage and control the temperature, the efficiency of high-heat energy use, and can be moveable

A laboratory scale electric arc furnace is made by assembling of several component consisting of a transformer, forceps, carbon electrodes and panel measuring instrument. Electric arc furnace than tested by doing the melting process of the aluminum specimen with mass variation of 20, 30, 50 and 152 grams, with furnace smelting dimension are 22.5 mm in diameter, 40 mm in height and 45 mm in width. Temperatures on the specimens was measured by using *thermometer infrared*.

By varying the mass of aluminium, the result of experimentas follow 30 seconds for 20 grams, 75 second for 50 grams, 166 second for 152 grams and 34 second for 30 grams.

Keywords: *Electric arc furnace (EAF), Furnace Smelting, Aluminium Smelting.*

I. LATAR BELAKANG

Dalam dunia industri proses pembuatan komponen-komponen atau peralatan-peralatan permesinan aluminium mempunyai peranan yang sangat penting karena sifatnya yang mudah dibentuk. Logam ini memiliki titik cair: $659,7^{\circ}\text{C}$, penghantar listrik dan panas yang baik, serta mempunyai sifat ketahanan korosi yang tinggi. Logam merupakan bahan yang mendominasi sebagai bahan baku yang digunakan untuk membuat berbagai jenis peralatan baik yang sederhana sampai pada peralatan yang canggih. Aluminium memiliki fungsi antara lain: untuk membuat berbagai macam peralatan rumah tangga, komponen kendaraan bermotor, membuat badan pesawat terbang, kusen pintu, kabel listrik, dan untuk kemasan berbagai jenis produk atau peralatan rumah tangga.

Kinerja *electric arc furnace* sangat mengesankan, karena jumlah peleburan untuk 100-130 ton telah disingkat dengan waktu 30-40 menit tungku yang beroperasi. Dengan demikian, per jam dan tahunan produktivitas meningkat. Konsumsi energi listrik dapat berkurang dari 580-650 menjadi 320-350 kWh per ton. *Share* energi listrik dalam konsumsi energi secara keseluruhan turun menjadi 50% dan konsumsi elektoda berkurang hingga 4-5 kali (Hurst 1994). Pada pembuatan dapur listrik skala kecil ini, dapat digunakan pada proses peleburan atau pencairan logam dimana komponen utama yaitu trafo akan dimodifikasi kemudian komponen-komponen lainnya akan dirangkaikan dengan trafo yang nantinya diharapkan mampu meleburkan logam. Setelah itu dapat mengetahui arus yang digunakan dalam proses pengujian, mengetahui besar tegangan yang dihasilkan dalam pengujian dengan menggunakan dapur listrik tersebut. Selain itu pada proses pengujian performa dari dapur busur listrik akan mengetahui suhu yang dihasilkan pada proses peleburan kemudian daya yang

dihasilkan pada dapur busur listrik tersebut. Dapur busur listrik ini diharapkan dapat menjadikan inovasi baru dalam sebuah peleburan logam, khususnya aluminium dalam skala laboratorium, Untuk menjawab permasalahan tersebut akan diproses lebih lanjut dengan melakukan pembuatan peleburan logam aluminium dengan sistem yang sederhana, mudah pembuatannya, mudah dipindah-pindahkan (*portable*), dan ekonomis.

II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Kenyataannya dalam praktik untuk memperbesar *power factor* dapat dilakukan dengan dua cara: (1) memperkecil *setting* arus sekunder untuk tegangan tap tertentu dan (2) menaikkan tegangan tap untuk arus sekunder tertentu. Kedua cara tersebut di atas dapat ditempuh sebuah pabrik untuk mencapai sasaran optimasi energi listrik dan juga elektroda. Contoh penerapan metode pertama adalah pada awal berdirinya pabrik *billet* baja, operasi EAF dilakukan pada arus sekunder yang relatif tinggi 43 KA, selanjutnya setelah dinding dapur dan atap dilindungi dengan pipa air pendingin, arus sekunder di *set* pada 41 KA. Akhir-akhir ini *setting* arus sekunder dilakukan pada 38 KA sehingga menghasilkan *power factor* yang lebih besar (Satrio.1998).

Surdia (2000) pengecoran logam merupakan proses yang melibatkan pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Dalam mencairkan logam dapat digunakan berbagai macam tanur seperti kupola, tanur busur listrik dan tanur kurs. Kupola atau tanur induksi frekuensi rendah dipergunakan untuk besi cor, tanur busur listrik atau tanur induksi busur tinggi dipergunakan untuk baja cor sedangkan tanur kurs untuk paduan tembaga atau paduan coran ringan. Pemakaian tanur-tanur ini dikarenakan dapat menghasilkan

logam yang baik dan sangat ekonomis untuk pengecoran logam tersebut.

EAF memiliki banyak keuntungan yang diperlukan dalam penelitian metalurgi. Fitur tersebut meliputi keluaran suhu dan kontrol panas, analisis akurat dari lelehan, pemurnian logam, efisiensi termal yang tinggi (mencapai 70%), dan produksi baja langsung dari *pig iron* dan *steel scrap* (Oyawale, 2007).

Tungku busur listrik satu fasa hasil rancang bangun dengan dimensi diameter dalam dapur 150 mm, tinggi 200 mm (kapasitas 5-10 kg ferromangan/batch) dapat digunakan untuk proses *smelting* mineral tambang khususnya biji mangan menjadi ferromangan (Yayat 2013).

2.2 Dasar Teori

Busur listrik adalah peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan logam atau peleburan logam, dimana besi bekas atau logam lain yang dipanaskan dan dicairkan dengan busur listrik yang berasal dari elektroda ke besi bekas di dalam sebuah tungku pelebur. Busur listrik ini dikembangkan oleh Dr. Paul Heroult (USE). Busur listrik Heroult yang pertama dibuat untuk memproduksi baja, dibangun oleh Halcomb steel company di Syracuse new York tahun 1906.

Martinez dkk (2000) melakukan penelitian terhadap paduan aluminium yang dilebur dalam tanur elektrik pada suhu 856°-875°C. Kemudian logam cair dituang ke dalam rongga cetakan dalam kondisi telah mengalami *drop temperature* hingga temperatur menjadi 700°-800°C. Untuk mengurangi timbulnya *thermal shock*, pada cetakan permanen (*permanent mould*).

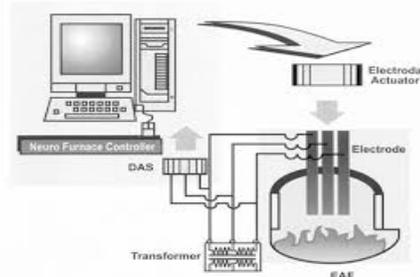
Untuk tungku menengah, pembuatan baja modern akan menggunakan sebuah *transformator* sekitar 60.000.000 volt ampere (60 MVA), dengan tegangan sekunder antara 400 dan 900 volt dan arus sekunder lebih dari 44.000 ampere. Dalam tungku tersebut diharapkan akan

menghasilkan jumlah 80 ton baja cair dengan waktu peleburan sekitar 50 menit dari pengisian hingga di dinginkan dalam tungku. Untuk tungku oksigen dasar dapat memiliki kapasitas 150-300 ton dengan waktu peleburan 30-40 menit. Untuk menghasilkan satu ton baja di tanur listrik membutuhkan sekitar 400 kilowatt per jam atau sekitar 440 kWh per ton, jumlah minimum teoritis energi yang dibutuhkan untuk melelehkan baja *scrap* adalah 300 kWh (titik leleh 1520 ° C / 2768 ° F). Untuk kapasitas 300 ton akan membutuhkan sekitar 132 MWh energi untuk mencairkan baja, dan *power-on time* (waktu baja sedang mencair dengan busur) sekitar 37 menit (Preston, R., *American Steel*. Avon Books, New York, 1991).

2.3 Prinsip kerja Dapur busur listrik

Busur listrik digunakan untuk proses peleburan. Ada dua macam arus yang digunakan dalam proses peleburan dengan busur listrik, yaitu arus searah (*direct current*) dan arus bolak balik (*alternating current*). Daya yang biasa digunakan dalam proses peleburan adalah arus bolak balik dengan 3 fase menggunakan elektroda *graphite*.

Prinsip timbulnya panas pada busur api adalah timbul akibat adanya tahanan saat arus listrik mengalir. Dalam hal ini, logam yang dimuat dalam tanur yang akan memberikan tahanan terhadap arus listrik. Panas dihasilkan oleh loncatan electron (busur api) dengan aliran listrik dengan adanya aliran listrik ini maka, akan menimbulkan aliran dalam cairan yang akan menyebabkan terjadinya gerak cairan, sehingga homogenisasi cairan dapat terjadi.



Gambar 2.2 skema pengendali sebuah busur listrik di industri(www.mmindustri.co.id).

III.METODE PROSES PEMBUATAN

3.1 Pendekatan pembuatan

Pendekatan pembuatan merupakan suatu sistem pengambilan data dalam suatu pembuatan dapur. Metode ini menggunakan metode pembuatan dapur busur listrik dan pengembangan yaitu suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan.

A. Bahan yang digunakan

Pada proses pengujian dengan menggunakan dapur busur listrik, specimen yang akan dileburkan yaitu alumunium. Alumunium memiliki titik lebur 659.7°C . bahan yang akan dileburkan berbentuk balok dengan tebal 8 mm dan 13 mm yang ditunjukkan pada gambar 4.5.

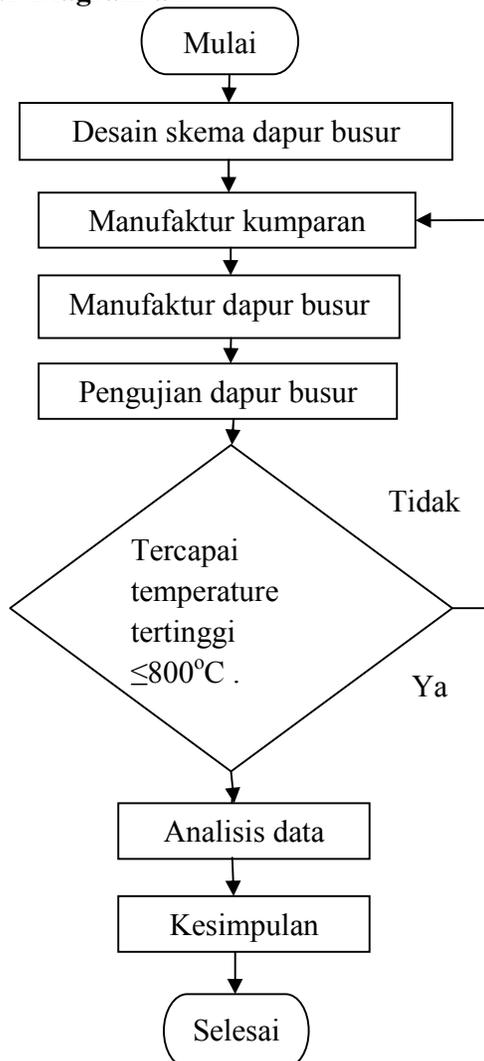
Pada pengujian dengan menggunakan dapurbusur listrik, massa logam alumunium yang akan di leburkan yaitu 20, 30, 50, 152 dan 30 gram. Proses pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa dapurbusur listrik yang telah dirancang dan dibuat.

B. Bahan yang digunakan pada pembuatan dapur busur listrik diantaranya:

Pada proses pembuatan dapur busur listrik, ada beberapa alat dan bahan yang digunakan: langkah pertama pada proses pembuatan yaitu memodifikasi trafo. trafo yang akan dipakai dimodifikasi dengan cara mengganti kawat pada kumparan sekunder dengan kawat yang lebih besar,

agar arus yang dihasilkan pun besar. Setelah dimodifikasi selanjutnya komponen lainnya yang akan di rangkai dengan trafo antara lain: panel arus yang berfungsi mengukur arus yang dihasilkan pada proses pengujian, panel tegangan yang digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan dari trafo, sekering yang digunakan sebagai pengaman jika terjadi kuat arus yang berlebih, klem aki yang digunakan untuk menyambungkan antara kawat yang digunakan pada rangkaian dapur, saklar yang berfungsi untuk menyambungkan dan memutuskan arus pada dapur busur listrik, *fan* sebagai pendingin atau penetralisir panas, dan kayu yang digunakan sebagai tempat atau cover untuk menyimpan semua komponen yang sudah dirangkaikan.

3.2 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.3 Pembuatan dapur busur listrik

Pembuatan dapur pada tahap awal dimulai dengan membuat sketsa kasar sekema dapur busur listrik pada kertas dengan pertimbangan awal agar dapur busur listrik mempunyai sifat mudah dibuat, mudah untuk merawat, dan portable.

Proses pembuatan dapur busur listrik terdapat beberapa langkah diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian power supply

Transformer yang digunakan dalam rangkaian ini adalah *transformer*

jenis *step down* dengan spesifikasi *transformer* tegangan input 220 VAC.

Dalam pembuatan alat ini kumparan sekunder yang ada pada sebuah trafo, dimodifikasi dengan merubah lilitan yang ada pada trafo tersebut. Hal ini dilakukan untuk menaikkan arus yang akan digunakan pada trafo dan menurunkan tegangan pada trafo tersebut.

Langkah-langkah memodifikasi kumparan pada trafo:

1. Langkah pertama dalam memodifikasi kumparan sekunder adalah dengan memotong lasan pada konduktor yang akan diganti menggunakan gergaji besi.



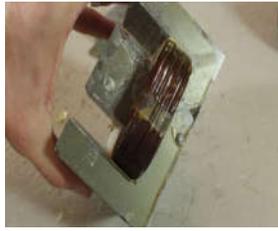
Gambar 3.2 Proses pemisahan kumparan dengan konduktor

Kemudian setelah itu, pisahkan antara besi konduktor dengan kumparan tersebut,



Gambar 3.3 Pemisahan tutup bawah konduktor yang di las

Setelah terpisah kemudian pasang kembali besi yang sebelumnya terpasang. Pemasangan dilakukan dengan mengelas kembali konduktor besi tersebut menggunakan lasan. Setelah besi terpasang mulai untuk melilit kembali dengan menggunakan kawat dengan diameter yang lebih besar dari lilitan sebelumnya dan merangkapkan sekitar 12 buah kawat berdiameter 1 mm agar arus yang dihasilkan bisa lebih besar.



Gambar 3. 4 Proses pemasangan kumparan primer dengan konduktor



Gambar 3.5 Proses melilit kumparan sekunder

Spesifikasi lilitan sekunder yang akan dimodifikasi antara lain:

1. Lilitan berdiameter 1 mm berbahan tembaga (*made in jerman*),
2. Terdiri dari 12 buah lilitan kawat berdiameter 1 mm dan
3. Kumparan sekunder dililitkan memutari konduktor besi trafo (dililit searah jarum jam).

Kemudian setelah semua terpasang dengan baik cek kembali trafo dengan menggunakan multimeter ataupun bisa langsung memasang trafo tersebut ke terminal listrik, dengan menambahkan *steker* pada kumparan primer yang terpasang pada trafo setelah terpasang, kemudian coba trafo dengan menempelkan antara ujung kabel kutub positif dengan ujung kabel kutub negatif pada kumparan sekunder yang telah di modifikasi tersebut.



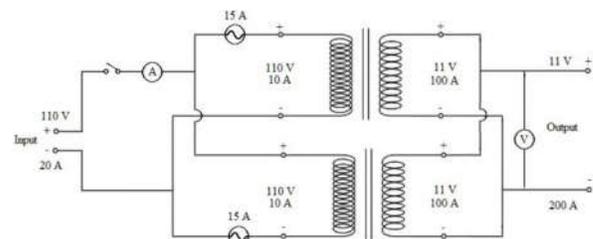
Gambar 3.6 Pengecekan trafo yang telah dimodifikasi

Langkah selanjutnya membuat sebuah rumah dapur busur listrik, rumah dapur ini terbuat dari kayu papan dengan ukuran 40 x49 cm. Setelah cover selesai, kemudian mulai memasang panel-panel yang akan dipakai pada alat pelebur tersebut. Panel yang akan di pasang diantaranya terdiri dari panel arus, panel *voltage*, 2 sekring, saklar dan *fan* yang berguna untuk mendinginkan udara pada *cover* tersebut.



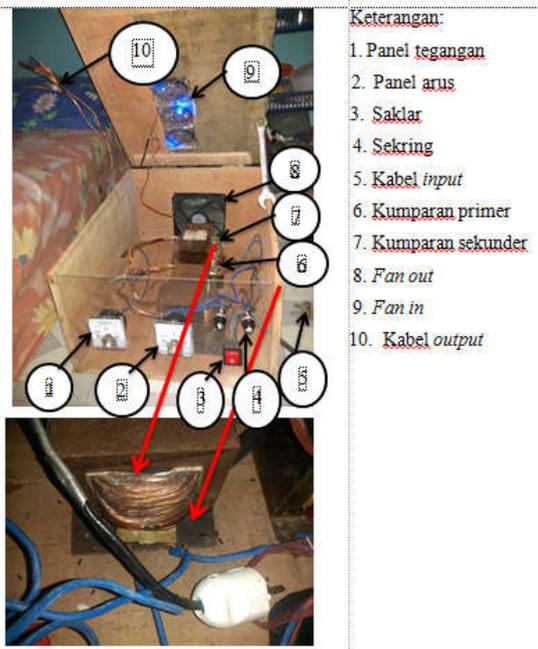
Gambar 3.7, Cover yang terpasang dengan komponen lainnya.

Selanjutnya, semua komponen dirangkai dengan memakai skema seri, dimulai dari perakitan trafo 1 dan trafo 2, kemudian selanjutnya menambahkan komponen lainnya yaitu: 2 buah sekring masing-masing 15 ampere, 1 buah saklar 18 ampere, panel arus 50 ampere, panel *voltmeter* 30 volt, *fan* (digunakan untuk menstabilkan suhu pada *cover* dapur busur listrik pelebur, *steker* 16 ampere. Untuk merangkai semua komponen digunakan kabel tunggal berdiameter 2 mm, dimana kabel yang digunakan memiliki kemampuan arus sekitar 6.280 – 9.420 ampere (dapat dilihat pada table 2.9), Skema rangkaian dapur busur listrik dapat dilihat pada gambar 3.8,



Gambar 3.8Rangkaian 2D dapur busur listrik

Bagian-bagian dari Dapur busur listrik yang sudah di rangkai dapat dilihat pada gambar 3.9,



Gambar 3.9 bagian-bagian dapur busur listrik

Setelah semua terpasang kemudian langkah selanjutnya akan dilanjutkan pada proses pengujian. proses pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari dapur busur listrik. Parameter yang diukur pada proses pengujian diantaranya untuk mengetahui besar daya yang digunakan pada peleburan dapur busur listrik, menghitung besar energi busur listrik saat peleburan, menghitung daya yang dihasilkan selama waktu pengujian, menghitung laju perubahan suhu rata-rata terhadap waktu pada saat peleburan.

PENGUJIAN PERFORMA DAPUR BUSUR LISTRIK

4.1. Hasil pengujian mesin 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 busur listrik

4.2. Spesifikasi Perancangan dapur Busur Listrik

Spesifikasi perancangan dapur busur listrik yang telah dibuat ditunjukkan pada tabel 4.1.

<i>Transformator</i>	2 buah
Vinput	220 V
Iinput max	30 A
Voutput max	22 V
Ioutput max	300 A
Kapasitas tungku	200 gram

Tabel 4.1 Spesifikasi perancangan dapur busur listrik.

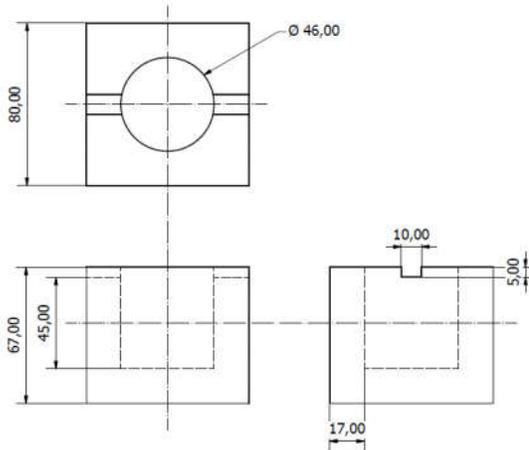
Berdasarkan tabel 4.1, diketahui spesifikasi dapur busur listrik yang telah dirancang sebelumnya memiliki tegangan pada trafo sebesar 220 volt. Tegangan tersebut kemudian turun menjadi 22 volt. Proses selanjutnya adalah pengujian, proses ini dilakukan untuk mengetahui hasil perancangan yang sebelumnya telah direncanakan. Hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengujian dapur busur listrik.

4.3. Proses Pengujian

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

1. Menyambungkan dapur busur listrik ke sumber listrik (PLN).
2. Menyiapkan tungku 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 tungku yang sebenarnya ditunjukkan pada gambar 4.3,



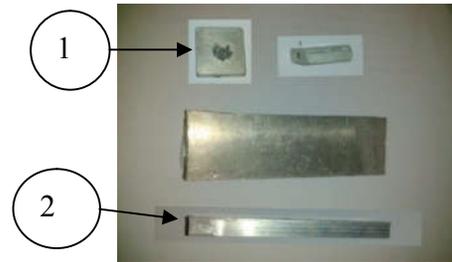
Gambar 4.3, Logam aluminium dan, tungku peleburan.

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



Gambar 4.4, Tang buaya, dan elektroda

4. Masukkan logam yang akan dileburkan ke tungku peleburan.



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

5. Menyalakan saklar dapur busur listrik pelebur pada posisi ON.
6. Mencoba terlebih dahulu sentuhkan antara elektroda positif (+) dan elektroda (-) yang dipasang pada tang buaya.
7. 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 dan 30 gram memerlukan waktu 34 detik.

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



Gambar 4.6, (1).Mekanisme kerja dapur 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 dapur yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Parameter pada pengujian dapur busur listrik dapat dilihat pada Tabel 4.3,

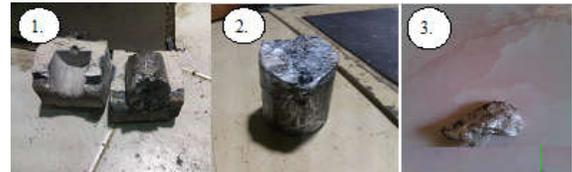
Tabel 4.3. Spesifikasi percobaan pada dapur busur listrik

Pengujian	Massa (kg)	Logam	Jumlah lilitan sekunder	Tegangan (volt)	Imaksimal (ampere)
1	0.02	Al	20	17	23
2	0.05	Al	20	17	23
3	0.152	Al	20	17	24

Tabel 4.3, merupakan tabel hasil pengujian dapur busur listrik. Pada tabel pengujian dijelaskan bahwa tegangan pada trafo sebesar 220. Pada percobaan pertama yaitu menggunakan masa peleburan 20. Pada percobaan ini tegangan yang dihasilkan dapur 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.

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 dirancang dan dibuat dengan spesifikasi dapur: 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 masa 20 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 dapurbusur listrik bekerja sesuai yang di harapkan.

Tabel 4.4. Kebutuhan daya, suhu, dan waktu yang diperlukan selama proses pengujian dengan variasi massa.

Pengujian	Massa (kg)	Logam	T awal	T akhir	t (detik)	P _m (watt)	Laju perubahan suhu °C/detik	Kalor jenis benda J/kg K
1	0.02	Al	30	620	30	1368.7	17.35	900
2	0.05	Al	30	692	75	1731.39	8.82	900
3	0.152	Al	30	734	166	2489.19	4.24	900

Pada tabel 4.4, 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 yaitu 6600 watt, nilai tersebut didapat dari hasil pengukuran pada dapur 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 seperti ditunjukan pada tabel 4.4, 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.

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. dapur busur listrik yang telah dirancang dan dibuat dengan spesifikasi yaitu: tegangan kerja sekunder 220 volt, diturunkan menjadi 17 volt, arus dibatasi dengan pengaman 2 sekering, dengan arus 15 ampere pada masing-masing sekering, besarnya kawat untuk mengganti kumparan primer digunakan pada alat ini memiliki diameter 1 mm dengan jumlah kawat 12 buah. Kawat dililitkan pada konduktor trafo 1 dan trafo 2 dengan jumlah lilitan 20 lilitan (dililit searah jarum jam).
2. dapur pelebur ini dibuat dengan kapasitas tungku maksimal 200 gram, tungku dibuat dengan menggunakan batu tahan api. Tungku peleburan menggunakan tipe *fire brick* SK 32.
3. Pada pengujian yang dilakukan dengan massa 0.02 kg, waktu yang dibutuhkan yaitu 30 detik, massa 0.05 kg dibutuhkan waktu 75 detik, dan massa 0.152 kg dibutuhkan waktu 166 detik, dan 0.03kg dibutuhkan waktu 34 detik.

5.2 Saran

Saran yang dapat berikan untuk pengembangan tugas tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kawat kumparan sekunder sebaiknya menggunakan kawat yang memiliki spesifikasi yang baik, kawat yang disarankan berdiameter 1 mm dengan jumlah 45 buah/helai. Hal ini dilakukan agar arus yang dihasilkan akan lebih besar.
2. Pada saat proses peleburan disarankan memakai tungku yang terbuat dari batu tahan api dan memiliki ketahanan suhu yaitu 2000°C, agar tungku bisa digunakan untuk meleburkan logam lainnya seperti besi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hurst, R . 1994. *Power Quality and Grounding Handbook, The Electricity Forum*, Toronto, Canada.
- Martinez, K.M., 2000, *Effect of Mold Coating on The Thermal Fatigue in Al Permanent Mold Casting*, AFS Transaction.
- Preston, R.1991, *American Steel. Avon Books, New York.*
- Sangat, Mad. 2012. *Perancangan dan pembuatan dapur induksi skala laboratorium dan pengujiannya.*
- Satrio, Agus M. 1998. *Termodinamika. Cilegon : unit otonom pusklat PT Krakatau steel.*
- Surdia, Tata dan Saito Sinkoru, 2000 *Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita, Jakarta.*
- Yayat, 2013 *Uji Performa Tungku Busur Listrik Skala Labolatorium Dalam Proses Pembuatan Ferromangan. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.*