

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pengecoran logam merupakan proses yang melibatkan pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan logam. Dalam mencairkan logam dapat digunakan berbagai macam tanur seperti kupola atau tanur induksi frekuensi rendah dipergunakan untuk besi cor, tanur busur listrik atau tanur induksi busur tinggi dipergunakan untuk baja cor dan tanur kurs untuk paduan tembaga atau paduan coran ringan, karena tanur–tanur ini dapat menghasilkan logam yang baik dan sangat ekonomis untuk pengecoran logam–logam tersebut (Surdia, 2000).

Prinsip proses peleburan dengan tanur bekerja dengan prinsip *transformator* dengan kumparan primer dialiri arus AC dari sumber tenaga dan kumparan sekunder. Kumparan sekunder yang diletakkan didalam medan magnet kumparan primer akan menghasilkan arus induksi. Berbeda dengan *transformator* yang kumparan sekundernya digantikan oleh bahan baku peleburan serta dirancang sedemikian rupa agar arus tersebut berubah menjadi panas yang sanggup mencairkannya (Wahmat, 2015).

Sistem operasi busur listrik dilakukan pada *low voltage* dan *low power factor* dengan arus skunder yang besar. Kenyataanya dalam praktik untuk memperbesar *power factor* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan memperkecil *setting* arus sekunder untuk tegangan tap tertentu dan menaikkan tegangan tap untuk arus sekunder tertentu. Kedua cara tersebut dapat ditempuh sebuah pabrik untuk mencapai sasaran optimasi energi listrik dan juga elektroda (Wardhana, 2007).

Dapur busur listrik cahaya ini terdiri atas tungku baja berbentuk bulat yang dangkal, dilapis dengan bahan tahan api. Dua buah batang elektroda karbon yang dapat dinaikkan dan diturunkan, masuk ke dalam dapur melewati tutup dapur dan menyentuh logam yang akan dilebur. Arus listrik dialirkan melalui elektroda-elektroda itu dan membentuk sirkuit dengan logam. Bila sirkuit tercapai, maka

arus meloncati celah antara ujung-ujung elektroda dan logam. Bunga api yang menjembatani celah itu disebut busur cahaya. Panas yang dibangkitkan oleh busur cahaya menyebabkan logam menjadi cair (Setyobudi, 2013).

Dalam merancang sebuah tungku peleburan menggunakan trafo harus diperhatikan komponen-komponen utamanya antara lain seperti jumlah lilitan karena ini akan berpengaruh terhadap kinerja keseluruhan, termasuk diantaranya diameter kabel sekunder sebagai penghantar arus listrik dan faktor daya. Selain itu perlu adanya pengaman dalam sebuah pembuatan alat salah satu pengamanan yang dipasangi pada sebuah alat yang berkaitan dengan listrik adalah sikring pemutus. Sikring ini berfungsi untuk pemutus arus jika terjadi arus yang melebihi kapasitas maksimal yang diijinkan. Setelah itu komponen-komponen pengamanan lainnya adalah adanya sebuah pendingin salah satunya *fan* pendingin yang terpasang pada alat.

## **2.2 Dasar teori**

### **2.2.1 Dapur Busur Listrik (*Electric Arc Furnace*)**

Prinsip kerja busur listrik adalah apabila kedua kutub didekatkan pada jarak tertentu terjadi loncatan listrik, maka hal ini dikenal dengan busur listrik, dan busur listrik ini yang dimanfaatkan sebagai sumber pemanas (Sulistyo dkk, 2006).

Salah satu kelebihan EAF dari *basic oxygen furnace* adalah kemampuan EAF untuk mengolah *scrap* menjadi 100 % baja cair. Menurut survei sebanyak 33% dari produksi baja kasar (*crude steel*) diproduksi menggunakan Tanur busur listrik (EAF). Sedangkan kapasitas produksi dari EAF bisa mencapai 400 ton. Kelebihan lain dari EAF ini adalah energi yang dikeluarkan busur listrik terhadap logam bahan baku sangat besar, menyebabkan terjadinya oksidasi besar pada logam cair. Hal ini menyebabkan karbon yang terkandung di dalam logam bahan baku teroksidasi sehingga kadar karbon dalam logam tersebut menjadi berkurang.

Bentuk fisik dari dapur (EAF) ini cukup rendah sehingga dalam hal pengisian bahan bakunya pun sangat mudah. Dalam hal pengoperasiannya pun

EAF juga tidak terlalu sulit karena hanya memerlukan beberapa orang operator yang memantau proses peleburan dan penggunaan listrik pada dapur tersebut.

### 2.2.2 Prinsip Kerja Arus Pada Busur Listrik

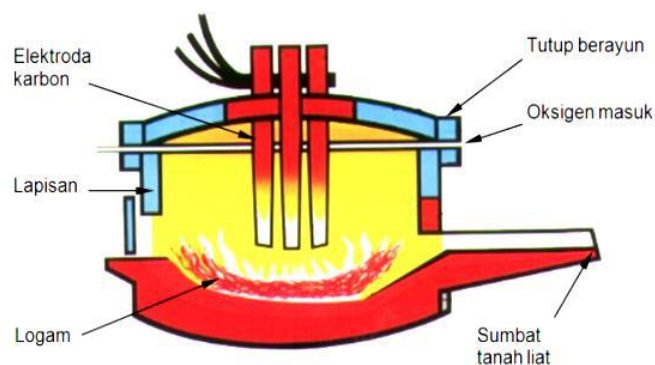
Dalam proses peleburan menggunakan busur listrik ada dua macam arus listrik yang bisa digunakan dalam proses peleburan dengan EAF, yaitu arus searah (*direct current*) dan arus bolak-balik (*alternating current*), yang biasa digunakan dalam proses peleburan skala industri adalah arus bolak-balik dengan 3 fase menggunakan elektroda graphite.

Banyak tipe dapur listrik yang digunakan, tetapi secara praktik hanya tiga tipe berikut yang digunakan dalam industri pembuatan baja :

- *AC direct-arc electric furnace* (dapur busur listrik – arus bolak balik)
- *DC direct-arc electric furnace* (dapur busur listrik – arus searah )
- *Induction electric furnace* (dapur induksi)

Pada dapur busur listrik – arus bolak balik, arus melewati suatu elektroda turun ke bahan logam melalui suatu busur listrik, kemudian arus tersebut dari bahan logam mengalir keatas melalui busur listrik melalui busur listrik menuju elektroda lainnya. Untuk peleburan baja dapat dilakukan arus satu, dua atau tiga fasa. Umumnya digunakan arus 3 fasa.

Dalam dapur listrik – arus searah, arus listrik melewati satu elektroda turun ke bahan yang akan dilebur melalui busur listrik, yang kemudian mengalir menuju elektroda pasangannya yang berada dibawah dapur.



Gambar 2.1 Skema Dapur Busur Listrik

Sumber : Buku Teknologi Mekanik SMK/MKA Kelas X

Prinsip timbulnya panas pada tanur busur listrik adalah panas timbul akibat adanya tahanan (resistansi) saat arus listrik yang mengalir. Dalam hal ini, logam yang dimuatkan dalam tanur yang akan memberikan tahanan terhadap arus listrik. Saat logam mencair, terak akan memberikan tahanan pada aliran arus listrik. Untuk mempertahankan pemberian panas saat logam telah mencair, elektroda harus diangkat sehingga elektroda tersebut hanya menyentuh permukaan lapisan terak. Panas yang dihasilkan oleh loncatan elektron (busur api) dengan aliran listrik dengan adanya aliran listrik ini maka, akan menimbulkan aliran induksi dalam cairan yang akan menyebabkan terjadinya gerak cairan, sehingga homogenisasi cairan dapat terjadi.

Pada *arc furnace* elektroda dipakai untuk menghantarkan arus busur listrik menuju bahan peleburan, terbuat dari karbon atau grafit sebab lebih tahan terhadap temperatur tinggi. Elektroda yang digunakan, semakin lama akan semakin pendek dibagian ujung bawahnya disebabkan panas yang terjadi pada ujung tersebut. Pada saat operasi/bekerja, elektrode diturunkan secara bersama-sama hingga bersentuhan dengan logam. elektroda yang digunakan dapat dinaikan atau diturunkan secara otomatis dengan menggunakan perangkat pengendali listrik atau hidrolis. Sistem kendali manual dan otomatis digunakan untuk menaikkan, menurunkan, dan menggeser elektroda saat proses peleburan berlangsung. Jika elektrode tersebut sudah pendek, perlu diganti yang baru.



Gambar 2.2 Elektroda Pada Busur Listrik

Sumber : <http://www.kandi.co.in/products/coated-graphite-electrodes/>

### 2.2.3 Komponen Utama Pada Busur Listrik Skala Industri

Busur listrik yang ada saat ini adalah dapur busur listrik skala industri, berikut beberapa komponen dapur busur listrik skala industri:

#### 1. *Transformator*

Trafo merupakan suatu alat listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak balik melalui suatu gandengan dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi elektromagnetik. Dalam suatu pembangkit khususnya pada peleburan logam perlu adanya *transformator* tersebut guna untuk mengatur energi yang diperlukan untuk suatu peleburan tersebut.



Gambar 2.3 *Transformator*

Sumber : <http://www.testtransformer.com>

#### 2. Tungku Dapur Busur Listrik

Beberapa tungku peleburan aluminium yang telah dikembangkan di antaranya tungku berbahan bakar gas yang dilaporkan oleh Sundari (2011). Tungku atau dapur yang dirancang adalah dapur *crucible* berbahan bakar gas LPG berbentuk silinder dengan diameter 220 mm dan tinggi 300 mm dengan kapasitas 30 kg. Dari hasil uji coba yang dilakukan diketahui bahwa untuk melebur *aluminium scrap* seberat 30 kg diperlukan waktu 1 jam 37 menit dan bahan bakar yang digunakan adalah 3,60 kg.

Analisis perancangan tungku peleburan logam non-ferro jenis *portable* berbahan bakar arang sebagai sarana pembelajaran. Tungku peleburan yang direncanakan berbentuk kotak dengan diameter dalam berbentuk silinder dan cawang pelebur berbentuk silinder, dimensi tungku

adalah 50 cm x 50 cm, diameter dalam selinder 30 cm. Dari hasil analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa besarnya kalor yang digunakan untuk melebur 5 kg aluminium diperlukan kalor sebesar 3,030,600 J. Volume dari cawan pelebur yang diperlukan adalah 1,5 liter (Magga, 2010).

Rancang bangun tungku peleburan aluminium berbahan bakar minyak dengan sistem aliran udara paksa. Dapur peleburan yang dirancang dibuat dari tatanan bata tahan api yang dilekatkan dengan campuran semen dan pasir tahan api. Dapur lebur mempunyai tinggi 62 cm, diameter luar 57 cm dan, diameter dalam 31 cm. Dari hasil pengujiannya diketahui peleburan 4 kg aluminium menggunakan bahan bakar solar diperlukan 5,8 liter dengan waktu peleburan 50-55 menit, sedangkan dengan menggunakan oli bekas diperlukan 6 liter, dan memerlukan waktu peleburan 60-65 menit (Ashgi, 2009).



Gambar 2.4 Tungku dapur busur listrik yang sedang beroperasi

Sumber : <http://www.primetals.com/>



Gambar 2.5 Mesin busur listrik skala industri tidak beroperasi

Sumber : <http://www.vaibhavfurnaces.com/>

#### **2.2.4 Karakteristik Busur Listrik**

Busur listrik memiliki beberapa macam karakteristik, yaitu :

1. Secara teknis:
  1. Mampu melepaskan panas dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini dikarenakan kerapatan energinya tinggi.
  2. Dengan pemanas dapur listrik dimungkinkan untuk mencapai suhu yang sangat tinggi.
  3. Pemanasan dapat dilakukan pada lokasi tertentu.
  4. Sistem dapat dibuat bekerja secara manual dan otomatis.
2. Pemakaian energi:

Pemanas menggunakan energi listrik secara umum memiliki efisiensi energi yang tinggi, akan tetapi hal ini bergantung pada karakteristik material yang dipanaskan.

#### **2.2.5 Keuntungan Dan Kekurangan Dari Busur Listrik**

Keuntungan Busur Listrik :

1. Penggunaan panas dapat dikendalikan dengan mudah.
2. Asap yang dihasilkan relatif rendah.
3. Mudah di pindah ke tempat lain.
4. Busur api yang terbentuk merupakan sumber panas tanpa resiko terkena kontaminasi udara dari luar.
5. Efisiensi panas sangat baik sekitar 70%.

Kekurangan Busur Listrik :

Biaya yang tinggi akibat kebutuhan listrik adalah kekurangan dari sebuah peleburan menggunakan dapur busur elektrik.

#### **2.2.6 Elemen Mesin Dari Dapur Busur Listrik Skala Laboratorium**

Dapur listrik pada umumnya terdiri dari beberapa elemen penting yang terdapat pada mesin pemanas antara lain:

### 1. *Transformator* (trafo)

*Transformator* adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Trafo memiliki dua terminal, yaitu terminal *input* dan terminal *output*. Terminal *input* terdapat pada kumparan primer. Terminal *output* terdapat pada kumparan sekunder. Tegangan listrik yang akan diubah dihubungkan dengan terminal *input*. Adapun, hasil pengubahan tegangan diperoleh pada terminal *output*. Prinsip kerja *transformator* menerapkan peristiwa induksi elektromagnetik. Jika pada kumparan primer dialiri arus AC, inti besi yang dililiti kumparan akan menjadi magnet (elektromagnet). Karena arus AC, pada elektromagnet selalu terjadi perubahan garis gaya magnet. Perubahan garis gaya tersebut akan bergeser ke kumparan sekunder. Dengan demikian, pada kumparan sekunder juga terjadi perubahan garis gaya magnet. Hal itulah yang menimbulkan GGL induksi pada kumparan sekunder. Adapun, arus induksi yang dihasilkan adalah arus AC yang besarnya sesuai dengan jumlah lilitan sekunder. Bagian utama *transformator* ada tiga, yaitu inti besi yang berlapis-lapis, kumparan primer, dan kumparan sekunder. Kumparan primer yang dihubungkan dengan PLN sebagai tegangan masukan (*input*) yang akan dinaikkan atau diturunkan. Kumparan sekunder dihubungkan dengan beban sebagai tegangan keluaran (*output*) (Sangadat, 2015).

Pada prinsip kerja *transformator* akan berpengaruh pada efisiensi *transformator*. Efisiensi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah rugi-rugi *transformator* itu sendiri. Rugi-rugi ini meliputi kualitas kumparan, seberapa banyak inti besi yang mengelilingi kedua kumparan primer dan sekunder, dan GGL induksi. Rugi-rugi *transformator* biasanya akan timbul panas pada inti besinya. Sebuah *transformator* tidak ada yang memiliki efisiensi yang mencapai 100%. Rata-rata trafo yang terdapat di pasaran memiliki efisiensi antara 80% hingga 85% (Angga, 2015).

Rugi-rugi pada prinsip kerja *transformator* pada kenyataannya sulit untuk dihilangkan, namun seiring dengan perkembangan teknologi fabrikasi, efisiensi trafo dapat ditingkatkan dengan cara menurunkan prosentase



kerugian pada saat pembuatannya, baik itu secara desain maupun pada proses penggulungannya. Berikut jenis rugi-rugi dalam sebuah trafo:

1. Kerugian kumparan (lilitan).

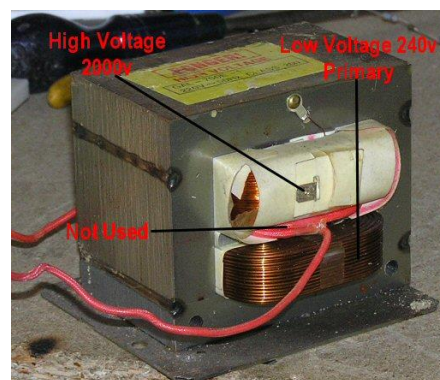
Sebuah trafo menggunakan kumparan yang terbuat dari bahan tembaga yang dilapisi kawat email. dari kumparan ini menimbulkan resistansi. Semakin banyak lilitan kumparan pada trafo akan menghasilkan resistansi yang semakin besar pula dari arus listrik yang mengalir.

2. Kerugian kopling trafo.

Kerugian kopling trafo dapat terjadi jika pada saat pembuatannya, kopling antara kumparan primer dan sekunder tidak sempurna sehingga fluks magnet yang mengalir juga tidak sempurna. Maka dari itu desain trafo sekarang menggunakan lilitan yang disusun secara berlapis-lapis untuk mengurangi kerugian kopling.

3. Kerugian arus eddy.

GGL induksi pada trafo yang bolak-balik dapat menimbulkan arus dalam inti magnet yang berubah-ubah dan melawan fluks magnet yang ada didalamnya terutama pada material inti. Hal ini tidak baik dan menyebabkan efisiensi trafo berkurang. Untuk itu sebuah trafo menggunakan intip besi tipis yang ditumpuk secara berlapis-lapis. Ini bertujuan untuk mengurangi arus eddy.



Gambar 2.6 Tranformator EI

Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>

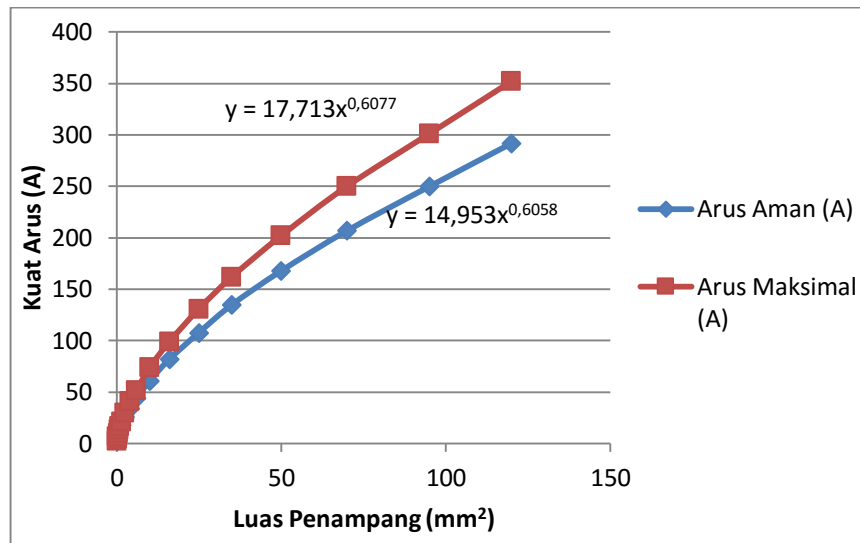
## 2. Induktor

Induktor adalah komponen yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor termasuk juga komponen yang dapat menyimpan muatan listrik berupa medan magnetik atau lebih tepatnya fluk magnetik. Induktansi adalah kemampuan suatu induktor dalam menyimpan fluk magnetik. Induktansi merupakan efek dari medan magnet yang terbentuk disekitar induktor pembawa arus yang bersifat menahan perubahan arus. Induktansi diukur berdasarkan jumlah gaya elektromotif yang ditimbulkan untuk setiap perubahan arus terhadap waktu. Jumlah lilitan, ukuran lilitan, dan material inti menentukan induktansi. Besarnya arus pada induktor dipengaruhi oleh besarnya diameter kawat yang digunakan dalam sebuah induktor (Sangadat, 2016).

Tabel 2.1 Tabel Kemampuan Hantar Arus

Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Arus (A)	Arus Maksimal (A)
0,14	2,5	2,5
0,25	4	5
0,034	5	7
0,5	9	10
0,75	12	14
1	15	17
1,5	18	21
2,5	26	30
4	34	41
6	44	52
10	61	74
16	82	99
25	108	131
35	135	162
50	168	202
70	207	250
95	250	301
120	292	352

Sumber : Igus *Motion Cables For Energy Chains Catalogs* 2014



Gambar 2.7 Grafik Kemampuan Hantar Arus Pada Kabel

### 3. Elektroda

Elektroda dibuat dari bahan karbon atau grafit dimana elektroda dari bahan grafit lebih menguntungkan sebab lebih tahan terhadap temperatur tinggi. Di sebuah pabrik industri biasanya menggunakan tiga elektroda yang dipasang secara vertikal dalam formasi segitiga. elektroda dikelilingi pendingin dan penutup untuk mendinginkan dan mengurangi gas yang digunakan dapat dinaikkan atau diturunkan secara otomatis.

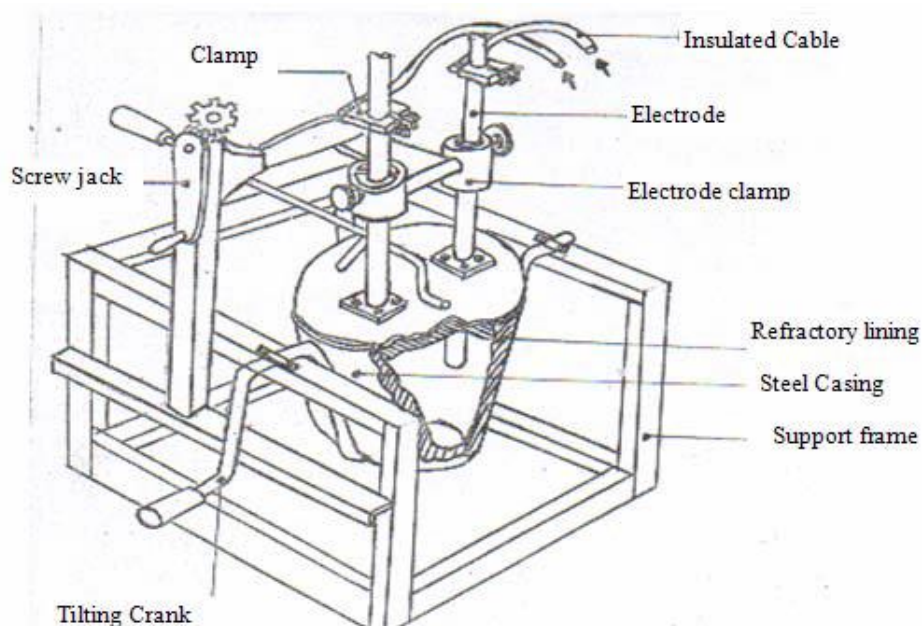


Gambar 2.8 Carbon Baterai

### 2.2.7 *Prototype Busur Listrik Skala Laboratorium*

Tungku busur listrik terdiri dari dua elektroda yang di dukung dengan mekanisme geser, krus tiltable dilapisi dengan refraktori silika batu bata di mana lelehan terjadi dan pada sisi atap juga dilapisi dengan batu bata silika yang dilepas untuk pengisian dan untuk menuangkan dan bingkai dukungan yang membawa bagian-bagian lain. Wadah dan atap dibangun menggunakan baja ringan dengan tebal 4mm.

Tungku disuplai dengan *transformator* daya 50Hz dengan arus sekunder yang tinggi. hubungan antara trafo dan elektroda adalah panjang kabel fleksibel yang memungkinkan elektroda untuk dipindahkan vertikal dan juga untuk perakitan atap lengkap untuk diangkat dan dipindahkan menjadi horizontal. Lelehan yang dicapai oleh pemanasan ini dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam bekas dan *transformator* didinginkan menggunakan oli (Oyawale dkk, 2007).



Gambar 2.9 Skematik Prototype Busur Listrik  
Skala Laboratorium



Gambar 2.10 *Prototype* Busur Listrik Skala Laboratorium

Tungku busur listrik satu fase hasil rancang bangun dengan dimensi diameter dalam dapur  $\varnothing$  150 mm, tinggi 200 mm (kapasitas 5-10 kg ferromangan/*batch*) dapat digunakan untuk proses peleburan dan proses *smelting* mineral tambang khususnya bijih mangan menjadi ferromangan. Tungku busur listrik satu fase akan memberikan performa terbaik dalam pembuatan ferromangan apabila beroperasi dengan suhu  $\pm 17000^{\circ}\text{C}$ , arus 350 A, waktu operasi 120 menit dan komposisi bahan 6.000 gr bijih mangan dan 560 gr bijih besi. Tungku busur listrik hasil rancang bangun akan membutuhkan waktu proses lebih cepat ketika arus yang digunakan bertambah besar dan suhu leleh dari bahan baku relatif tidak begitu tinggi (Imam dkk, 2013).



Gambar 2.13 Busur Listrik Satu Fase Skala Laboratorium

### 2.2.8 Rangkaian Seri

Rangkaian seri adalah penyusunan komponen-komponen listrik secara berderet. Rangkaian seri dibuat untuk membagi beda potensial sekaligus memperbesar hambatan listrik. Karenanya, rangkaian seri jarang digunakan untuk merangkai komponen listrik di rumah-rumah. Jika suatu hambatan listrik dirangkai seri, maka kuat arus yang mengalir pada masing-masing hambatan akan sama besar, meskipun hambatan masing-masing komponen berbeda. Sehingga, pada rangkaian ini berlaku :

$$I_{\text{tot}} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \dots \dots \dots (2.2)$$

Ket:

I : Kuat Arus Listrik (A)

V : Tegangan Listrik (V)

### 2.2.9 Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah penyusunan komponen-komponen listrik secara berjajar. Rangkaian ini berfungsi untuk membagi arus dan memperkecil hambatan listrik. Jika suatu hambatan listrik dirangkai paralel, maka beda potensial pada masing-masing hambatan akan sama besar. sehingga pada rangkaian ini berlaku :

$$V_{\text{tot}} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n \dots \dots \dots (2.3)$$

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Ket:

I : Kuat Arus Listrik (A)

V : Tegangan Listrik (V)

### 2.2.10 Daya

Secara umum pengertian daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt atau *Horsepower* (HP). *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP sama dengan 746 watt. Sedangkan watt merupakan satuan daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 ampere dan tegangan 1 volt. Untuk menghitung daya digunakan persamaan (2.5).

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (A)

Dimana P adalah daya listrik dengan satuan Watt, V adalah tegangan dengan satuan Volt dan I adalah Arus dengan satuan Ampere.

### 2.2.11 Menghitung Jumlah Lilitan Pada Trafo

Untuk mengetahui cara menghitung lilitan primer dan lilitan sekunder pada trafo, anda harus paham dengan konsep transformasi (trafo) ideal. Di mana pada trafo ideal menyatakan bahwa besarnya tegangan yang dihasilkan oleh trafo berbanding lurus dengan jumlah lilitan. Jika lilitan trafo semakin banyak maka tegangan yang dihasilkan semakin besar. Dengan menggunakan konsep perbandingan senilai maka, hubungan antara lilitan primer dan lilitan sekunder dengan tegangan primer dan tegangan sekunder dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

$V_p$  = Tegangan Primer (volt)

$V_s$  = Tegangan Sekunder (volt)

$N_p$  = Lilitan Primer

$N_s$  = Lilitan Sekunder

Pada trafo ideal, daya yang masuk akan sama dengan daya listrik yang keluar atau jumlah daya listrik yang masuk pada kumparan primer akan sama dengan jumlah daya listrik yang keluar pada kumparan sekunder. Dari persamaan (2.5) maka di peroleh:

$$P_p = P_s$$

$$V_p \times I_p = V_s \times I_s$$

$$\frac{V_p}{V_s} = I_s \times I_p \dots\dots\dots (2.7)$$



Keterangan :

$V_p$  = Tegangan Primer (volt)

$V_s$  = Tegangan Sekunder (volt)

$I_p$  = Arus Primer (A)

$I_s$  = Arus Sekunder (A)

Berdasarkan rumus-rumus di atas, hubungan antara jumlah lilitan primer dan sekunder dengan kuat arus primer dan sekunder dapat dirumuskan sebagai:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan demikian untuk menghitung lilitan primer dan lilitan sekunder pada *transformator* ideal dapat digunakan rumus berikut.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots (2.9)$$

### 2.2.12 Menghitung Efisiensi Pada Trafo

Efisiensi pada trafo dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan. Efisiensi yang ideal pada trafo adalah bernilai 100% yang artinya besarnya daya yang masuk sama dengan daya yang dihasilkan, akan tetapi tidak semua trafo memiliki efisiensi bernilai 100%. Setiap trafo memiliki fungsi dan tujuan ketika trafo tersebut dibuat. Cara mengetahui nilai dari efisiensi pada trafo adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

Ket :

$\eta$  : Efisiensi (%)

$P_s$  : Daya Sekunder (Watt)

$P_p$  : Daya Primer (Watt)

### 2.2.13 Menghitung Kalor / Energi Listrik

Energi yang dihasilkan oleh pemanas dapur busur listrik dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.11) sebagai berikut :

$$Q = V.I.t \text{ (joule) ..... (2.11)}$$

Keterangan

Q : Kalor (Joule)

V : Tegangan (Volt)

I : Kuat Arus (Ampere)

t : Waktu (Detik)

### 2.2.14 Menghitung Kebutuhan Energi Saat Peleburan

Energi yang dibutuhkan oleh logam untuk dapat dilebur dapat diketahui dengan menggunakan rumus (2.12) sebagai berikut :

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \cdot 4.17 \text{ (joule) .....(2.12)}$$

Keterangan

Q : Kalor (Joule)

m : Massa (Kg)

c : Kalor Jenis (J/kg°C)

T<sub>2</sub> : Suhu Akhir (°C)

T<sub>1</sub> : Suhu Awal (°C)

### 2.2.15 Menghitung Volume Tungku Peleburan

Untuk menentukan ukuran dimensi dari tungku peleburan maka digunakan persamaan berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ .....(2.13)}$$

Sehingga

$$V = \frac{m}{\rho} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

V : Volume (m<sup>3</sup>)

m : Massa (kg)

$\rho$  : Massa Jenis (kg/m<sup>3</sup>)