

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam proses metalurgi salah satu cara untuk mendapatkan logam cair yaitu melalui proses pirometalurgi. Cara ini dilakukan dengan menggunakan tungku yang dapat digunakan untuk meresuksi dan melelehkan bahan mineral logam dan non logam. Pemilihan tungku peleburan yang akan digunakan untuk mencairkan logam harus sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur. Paduan aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam, dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dengan menggunakan tungku peleburan jenis krusibel, sedangkan untuk besi cor menggunakan tungku induksi frekuensi rendah atau kupola. Tungku induksi frekuensi tinggi biasanya digunakan untuk melebur baja dan material tahan temperatur tinggi.¹

Logam murni keadaan cair, atom-atomnya memiliki gaya Tarik menarik yang lemah dan tersusun secara random. Jika logam cair tersebut dibiarkan akan membeku, perubahan keadaan dari air ke padat berlangsung pada temperature pembekuan dan proses pembekuan ini disebut *solidification*. Panas yang dilepaskan selama pembekuan ini disebut panas laten. Logam dalam keadaan padat memiliki energi yang lebih rendah dari pada dalam keadaan cair, sehingga atom-atom logam tersebut memiliki energy yang kurang untuk dapat bergerak/mengalir.²

Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubahsifat fisik untuk tujuan tertentu. Secara umum proses perlakuan panas adalah sebagai berikut :

- a. Pemanasan material sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula.
- b. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata.
- c. Pendinginan dengan media pendingin (air, oil, atau udara)

Ketiga hal diatas tergantung dari material yang akan di heat treatment dan sifat-sifat akhirnya yang diinginkan.³

Perpindahan panas (heat transfer) adalah proses berpindahnya energi kalor atau panas (heat) karena adanya perbedaan temperatur. Dimana, energi kalor akan berpindah dari temperatur media yang lebih tinggi ke temperatur media yang lebih rendah. Proses perpindahan panas akan terus berlangsung sampai ada kesetimbangan temperatur yang terjadi pada kedua media tersebut. Proses terjadinya perpindahan panas dapat terjadi secara:

- Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada suatu media padat, atau pada media fluida yang diam. Konduksi terjadi akibat adanya perbedaan temperatur antara permukaan yang satu dengan permukaan yang lain pada media tersebut

$$q = -K.A.\frac{dT}{dx} \quad (\text{Hukum Furier})$$

- Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dari suatu permukaan media padat atau fluida yang diam menuju fluida yang mengalir atau bergerak, begitu pula sebaliknya, yang terjadi akibat adanya perbedaan temperature

$$q = -h.A.\frac{dT}{dx} \quad (\text{Hukum Furier})$$

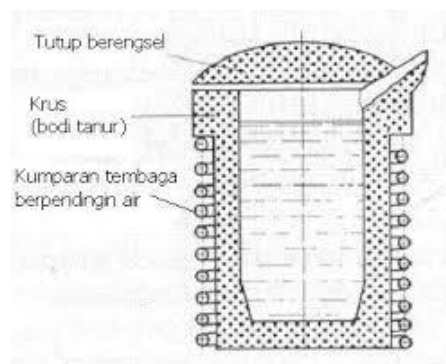
- radiasi.

Perpindahan panas radiasi dapat dikatakan sebagai proses perpindahan panas dari satu media ke media lain akibat perbedaan temperatur tanpa memerlukan media perantara. Peristiwa radiasi akan lebih efektif terjadi pada ruang hampa, berbeda dari perpindahan panas konduksi dan konveksi yang mengharuskan adanya media perpindahan panas.

$$q = \varepsilon.\sigma.A.T^4 \quad (\text{Hukum Furier})$$

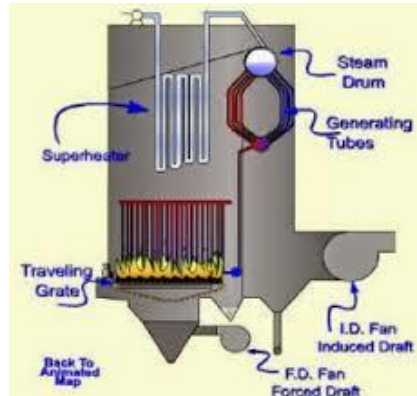
Perpindahan kalor (heat transfer) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Kenyataan di sini yang menjadi sasaran analisis ialah masalah laju perpindahan, inilah yang membedakan ilmu perpindahan kalor dari ilmu termodinamika. Termodinamika membahas sistem dalam keseimbangan, ilmu ini dapat digunakan untuk meramal energi yang diperlukan untuk mengubah sistem dari suatu keadaan seimbang ke keadaan seimbang lain, tetapi tidak dapat meramalkan kecepatan perpindahan itu. Hal ini disebabkan karena pada waktu proses perpindahan itu berlangsung, sistem tidak berada dalam keadaan seimbang. Ilmu perpindahan kalor melengkapi hukum pertama dan kedua termodinamika, yaitu dengan memberikan beberapa kaidah percobaan yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan perpindahan energi. Sebagaimana juga dalam ilmu 7 termodinamika, kaidah-kaidah percobaan yang digunakan dalam masalah perpindahan kalor cukup sederhana, dan dapat dengan mudah dikembangkan sehingga mencakup berbagai ragam situasi praktis. (Holman,1983)

Peleburan coran berbahan logam pada peleburan dapat dilakukan dengan menggunakan tungku peleburan, pada proses peleburan dimana selain bertujuan menghasilkan produk yang sesuai dengan dimensi juga dibutuhkan nilai sifat mekanis material yang sesuai. Dalam proses pengecoran logam menggunakan alat tungku lebur, antara lain :



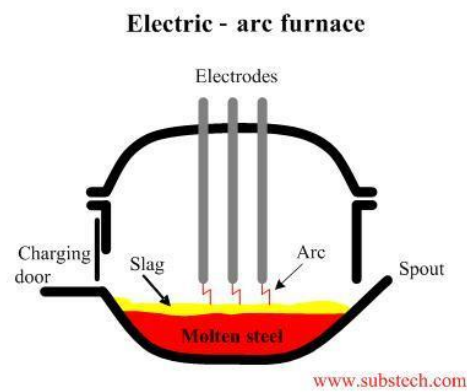
Gambar 1.1 tungku jenis induksi

(sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Tungku_pembakaran)



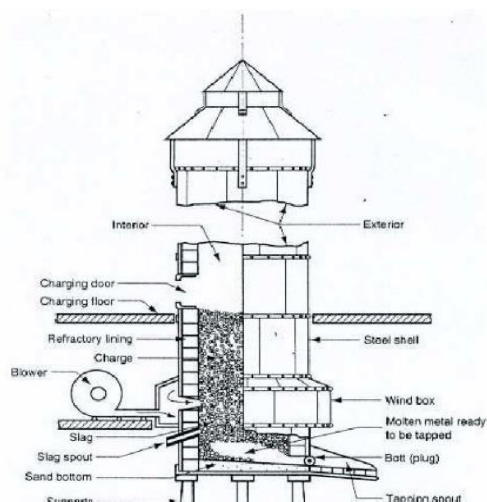
Gambar 1.2 tungku jenis pengapian langsung

(sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Tungku_pembakaran)



Gambar 1.3 tungku jenis busur listrik

(sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Tungku_pembakaran)



Gambar 1.4 Potongan Melintang Tanur Induksi Jenis Saluran 2

Sumber: Mikell P.Groover, 2000

untuk memproduksi besi cor tungku yang paling banyak digunakan adalah tungku induksi dan tungku keusibel.

Tungku induksi adalah tungku listrik yang memanfaatkan prinsip induksi untuk memanaskan logam hingga titik leburnya dimana panas yang diterapkan oleh pemanasan induksi medium konduktif (biasanya logam). Frekuensi operasi berkisar dari frekuensi yang digunakan antara 60 Hz sampai dengan 400 kHz bahkan bias lebih tinggi hal tersebut tergantung dari material yang mencair, kapasitas tungku dan kecepatan pencairan yang diperlukan. Frekuensi medan magnet yang tinggi juga dapat berfungsi untuk mengaduk agar menghomogenkan komposisi logam cair. Tungku induksi banyak digunakan dalam peleburan modern karena sebagai metode peleburan logam yang bersih dari pada peleburan dari tungku *reverberatory* atau kupola. Ukuran tungk berkisar dari satu kilogram kapasitas sampai seratus ton kapasitas dan digunakan untuk meleburkan berbagai jenis logam seperti besi, baja, tembaga, aluminium.

Keuntungan menggunakan tungku induksi adalah peleburan yang bersih karena tidak ada kontaminasi dari sumber panas, hemat energi, dan proses peleburan dapat dikontrol dengan baik

Rincian Spesifikasi dan Kegunaan:

- Mampu mengatur komposisi kimia pada skala peleburan kecil
- Terdapat dua jenis tungku yaitu Coreless (frekuensi tinggi) dan core atau channel (frekuensi rendah, ± 60 Hz).
- Biasanya digunakan pada industri pengecoran logam-logam non-ferro dan logam ferro.
- Secara khusus dapat digunakan untuk keperluan superheating (memanaskan logam cair diatas temperatur cair normal untuk memperbaiki mampu alir), penahanan temperatur (menjaga logam cair pada temperatur konstan untuk jangka waktu lama, sehingga sangat cocok untuk aplikasi proses die-casting), dan duplexing/tungku parallel (menggunakan dua tungku seperti pada operasi pencairan logam dalam satu tungku dan memindahkannya ke tungku lain)

Efisiensi listrik akan tercapai sebagai akibat dari besaran frekuensi dan kapasitas, maka dari itu krusibel membutuhkan frekuensi yang tertentu. Hal ini memberikan pengertian semakin kecil ukuran krusibel dan semakin ukuran muatan kapasitas muatan harus rendah atau frekuensinya semakin tinggi. Dengan naiknya frekuensi maka dalam keadaan penetrasi akan menurun. Penetrasi arus induksi seolah-olah bergerak dari lilitan dalam menuju lilitan dalam sumbu krusibel. Semakin kecil kapasitas tungku, frekuensi yang dirancang semakin tinggi

Tungku lebur induksi biasanya digunakan untuk meleburkan material yang tahan temperature tinggi. Tungku induksi ini meleburkan logam secara tidak langsung berhubungan dengan arus listrik dan setelah logam mencair, kowi di dalam tungku induksi ditarik keluar untuk di cetak.

Tungku listrik memiliki keunggulan penting atas tungku bahan bakar fosil untuk mencairkan potongan logam. Yang paling penting adalah logam lebih bersih karena tidak ada produk pembakaran di lingkungan tungku listrik, kotoran logam yang ikut dilebur jauh lebih sedikit (*Lessiter, 1997*). Oleh karena itu, kerugian melebur lebih rendah (*Hentschel dan Feldmann, 1982*) ° dan kemurnian logam dapat ditingkatkan. Pengadukan dari tungku listrik meminimalkan gradien temperatur dalam melebur, meningkatkan konsistensi (*Heine dan Gorss, 1991*). Tungku listrik umumnya lebih efisien daripada menggunakan gas atau tungku berbahan bakar minyak (*Fishman, 2002*), terutama dalam ukuran yang lebih kecil. Meskipun tungku listrik lebih efisien, Pada tungku listrik akan lebih sulit untuk menentukan kapasitas pencairan daripada dengan tungku reverberatory dalam skala besar (*Groteke, 1997*).

Dalam pertimbangan hal tersebut maka dirancang sebuah “ Rancang Bangun tungku lebur dengan temperature maksimal 1200°C ” dengan memperhitungkan perpindahan energi dari listrik menjadi panas. Dengan memperhitungkan desain, volume ruang pemanas, daya yang dibutuhkan beserta bahan dan komponen komponen yang dibutuhkan untuk mencapai temperature maksimal 1200°C, Dengan menggunakan rumus dasar ;

1. Memperhitungkan energi yang dibutuhkan

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \cdot 4,17 \quad (1.1)$$

Dimana m = masa
 c = titik luluh
 T_1 = temperatur awal
 T_2 = temperatur akhir

2. Memperhitungkan daya listrik yang dibutuhkan

$$Q = V.I.t \quad (1.2)$$

$$Q = P.t$$

$$P = Q t$$

Dimana p = watt
 T = waktu
 V = volume
 Q = Energi/Daya

3. rumus untuk menghitung tahanan jenis terhadap daya hantar jenisnya adalah

$$P = \frac{1}{g} \quad (1.3)$$

Dimana : P = tahanan jenis
 g = kebalikan dari tahanan

4. Besarnya penampang suatu kawat dapat dicari dengan 2 cara :

$$q = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad q = \pi r^2 \quad (1.4)$$

Dimana q = energi/daya
 A = luas penampang
 d = diameter
 r = jari - jari

5. Sedangkan besarnya tahanan dari kawat penghantar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho \times \ell}{q} \quad q = \frac{\rho \times \ell}{R} \quad (1.5)$$

6. Selanjutnya penampang, Tahanan jenis dan panjang kawat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$p = \frac{Rq}{1} \qquad \ell = \frac{Rq}{\rho} \qquad (1.6)$$

Keterangan : R = Tahanan kawat dalam satuan ohm (Ω) ℓ = Panjang kawat dalam satuan meter (m) q = Penampang kawat dalam satuan mm^2 ρ = Tahanan jenis dalam satuan $\Omega \text{ mm}^2/mg$ = Daya hantar jenis dalam satuan $m/\Omega \text{ mm}^2$

3. Menentukan dimensi tungku

$$volumen = \text{massa} / \text{massa jenis} \qquad (1.7)$$

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat didefinisikan beberapa masalah, di antaranya :

1. Bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat Tungku lebur induksi dengan temperature maksimal 1200°C ?
2. Pemilihan material dan bahan-bahan untuk membuat alat Tungku lebur induksi dengan temperature maksimal 1200°C ?
3. Bagaimana cara agar suhu didalam Tungku tungku lebur induksi dapat terisolasi dengan sempurna ?

1.3. Batasan Masalah

Dilihat berbagai masalah yang ada dan luasnya yang di hadapi pada alat Tungku Lebur Induksi maka penulis memfokuskan pada :

1. Proses perancangan dan pembuatan alat Tungku lebur induksi
2. Pemilihan bahan dan komponen-komponen untuk alat Tungku lebur induksi
3. Efisiensi tungku lebur induksi
4. Tidak membahas perubahan fisik mekanik logam

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk merancang sebuah alat tungku lebur induksi dengan temperatur maksimal 1200°C

1.5. Metode Penelitian

Adapun metode yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

- Metode Studi keperpustakaan

Dalam hal ini bahan-bahan referensi yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas dikumpulkan dari semua buku-buku atau internet.

- Metode Bimbingan

Saran – saran dari dosen pembimbing menjadi masukan yang sangat berguna.

- Metode Perancangan

Melakukan perancangan terhadap alat yang akan dibuat.

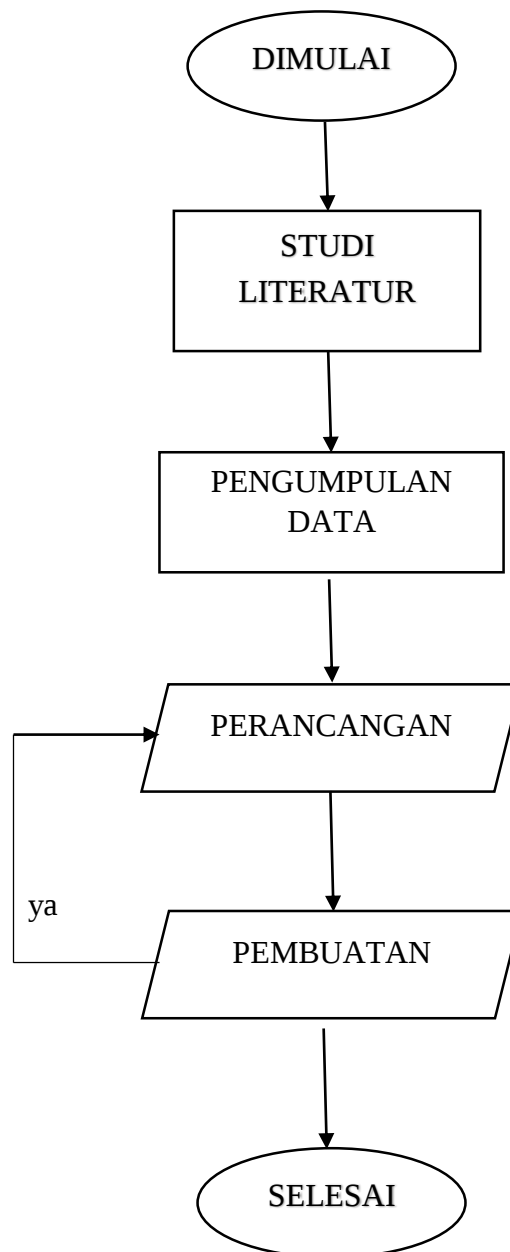
- Metode Pembuatan

Dalam hal ini hasil dari perancangan akan langsung melakukan pembuatan alat yang sudah dirancang

- Metode Percobaan

Metode pembuktian hasil alat yang telah dibuat. Hal ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana hasil tersebut sesuai dengan teori-teori yang telah didapat dari metode studi keperpustakaan.

1.6. Flow Chart Penelitian



1.7.Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman laporan penelitian ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika pembahasan tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang Latar Belakang, Rumusan masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metodologi Perancangan, Flow Chart Penelitian dan sistematika penulisan yang merupakan gambaran pokok dari permasalahan yang ada.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan diuraikan mengenai pengertian-pengertian yang berhubungan dengan masalah yang sedang dibahas beserta Bahan dan Komponen-komponen.

BAB III METODE RANCANG BANGUN

Pada bab ini menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan, mengenai bahan yang digunakan serta metode yang digunakan untuk pembuatan.tungku indukis.

BAB IV ANALISIS DAN PENGUJIAN

Memuat hasil pengujian dan analisis alat terhadap hasil yang didapat setelah perancangan dan pembuatan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan bab-bab sebelumnya dan saran-saran untuk memperbaiki kelemahan sistem yang telah dibuat demi pengembangan dan penyempurnaan di masa mendatang