

TANUR LISTRIK KAPASITAS 5 TON UNTUK PELEBURAN BAJA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

**CARLES SEMBIRING
NIM : 01.813.0032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2006**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

RINGKASAN

TANUR LISTRIK KAPASITAS 5 TON UNTUK PELEBURAN BAJA

Sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4000 SM, sedangkan tahun yang tepat tidak diketahui orang.

Walaupun demikian baru pada abad ke 14 saja pengecoran besi kasar dilakukan secara besar-besaran, yaitu ketika Jerman dan Itali meningkat. Tanur beralas datar yang primitif itu menjadi tanur tiup berbentuk silinder, di mana pencairan dilakukan dengan jalan meletakkan biji besi dan arang batu berselang-seling. Produk-produk yang dihasilkan pada waktu itu ialah: mariam, peluru-mariam, tungku, pipa dan lain-lain.

Dikarenakan oleh adanya kemajuan dibidang teknologi pada masa sekarang ini, proses peleburan baja dilakukan dengan tanur-tanur yang canggih, di antaranya adalah tanur listrik. Tanur listrik adalah Tanur yang bekerja dengan menggunakan tegangan listrik, tegangan listrik diubah menjadi medan magnetik disekitar kumparan ketika arus daya menghasilkan panas di dalam konduktor listrik yang ditempatkan pada area tersebut. Untuk itu panas yang dihasilkan kumparan (koil) dapat mencairkan baja sesuai dengan daya yang telah ditentukan. Pelumasan medan magnetik di dalam kumparan lewat melalui logam yang ditempatkan pada tungku dan meleburkannya jika materi dengan sifat konduktif seperti tuangan baja, ditempatkan di medan magnetik eksternal ke kumparan kemudian ini juga akan melebur.



SUMMARY

ELECTRIC FURNACE IN 5 TON CAPACITY FOR MELTING STEEL

The history of foundry began since man know how to liquefy metal and how to make matrix. This happened about 4000 BC, but the correct year no body know.

Although so that later in 14th century foundry of coarse iron done so big, since Germany and Italy rised up. Furnance covered by primitive flat be blow furnance in cylinder mode, where liquidity done by put the iron seed and stone charcoal interval. The output of product at that time are : cannon, bullet cannon , fireplace, pipe and so on.

Because of tecnology advance in tihs time, process of melting steel done by modern furnances, among them is electric furnance. The electric furnance is furnance that worked by using electric tension, electric tension exchanged to be filed magnetic around wind when power count producted hot in electric conductor that put around that place. So that fierce that produced by wind can liquefy steel according to power has been determined. Grease of filed magnetic in the wind pass across metal which put in fireplace and melting it if material with conductive characteristic as steel cast, put in external filed magnetic to wind then it will melt too.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Tanur Listrik	5
2.1.1. Sifat-sifat dari Berbagai Tanur Pelebur Induksi	6
2.1.2. Tanur Induksi Jenis Saluran	7
2.1.3. Keistimewaan Dari Peleburan Dalam Tanur Induksi Frekwensi Rendah	7
2.1.4. Operasi Dari Tanur Induksi Frekuensi Rendah	9
2.2. Komponen-komponen Tanur	14
2.2.1. Kerangka Utama	14
2.2.2. Kulit Baja	19

2.2.3. Coil (kumparan)	20
2.2.4. Balok Tungku	24
2.3. Lining	27
2.4. Cetakan	28
2.5. Membuat Coran.....	31
2.6. Peleburan	34
2.6.1. Besi Tuang	36
2.6.2. Besi Tuang yang Bisa Ditempa	38
2.6.3. Besi Tuang Campuran	39
2.7. Pembuatan Baja	40
2.7.1. Baja	40
2.7.2. Besi Kasar Menjadi Baja	41
2.8. Pengerjaan Panas	43
2.8.1. Pelunakan (Anneling)	44
2.8.2. Normalising	44
2.8.3. Hardening dan Tempering	45
2.8.4. Heating (Pemanasan)	46

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian.....	50
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	50
3.2.1. Tempat pelaksanaan penelitian.....	50
3.2.2. Waktu Pelaksanaan Penelitian	50
3.3. Prosedur Penelitian	51
3.3.1. Studi Literatur	51

3.3.2. Pengambilan Data	51
3.3.3. Perhitungan-perhitungan pada Tanur.	52
3.3.4. Gambar bentuk Pola dan Cetakan	52
3.3.5. Kesimpulan dan Saran	52
3.4 Sasaran atau Objek Penelitian	52
3.5. Pengumpulan data	52
3.6. Penyajian Data	52
3.7. Analisa Data	52

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1. Analisa	53
4.1.1 Data yang Diperoleh dari Survey di Lapangan.....	53
4.1.2. Ukuran Utama Tanur	55
4.1.3. Unsur –unsur Kimia	57
4.2. Perhitungan	58
4.2.1 Ukuran Tanur Bagian Dalam	58
4.2.2. Perubahan Energi Listrik Menjadi Kalor	59
4.2.3. Induksi yang Terjadi Pada Kumparan	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
-----------------------------	-----------

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Coran dibuat dari logam yang dicairkan, yang dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4000 SM, sedangkan tahun yang tepat tidak diketahui orang.

Hal penggunaan logam, ialah ketika orang membuat perhiasan dari emas atau perak tempaan, dan kemudian membuat senjata atau mata baja dengan menempa tembaga, hal itu dimungkinkan karena logam-logam ini terdapat di alam dalam keadaan murni, sehingga dengan mudah orang dapat menempanya.

Kemudian secara kebetulan orang menemukan tembaga mencair, selanjutnya mengetahui cara untuk menuang logam cair ke dalam cetakan, dengan demikian untuk pertama kali orang dapat membuat coran yang berbentuk rumit, umpamanya perabotan rumah, perhiasan atau hiasan makam. Coran tersebut dibuat dari perunggu yaitu suatu paduan tembaga, timah dan timbal yang titik cairnya lebih rendah dari titik cair tembaga.

Pengecoran perunggu dilakukan pertama di Mesopotamia kira-kira 3000 tahun sebelum masehi, teknik ini diteruskan ke Asia Tengah, India dan Cina. Penerusan ke Cina kira-kira 2000 tahun sebelum masehi, dan dalam Cina kuno semasa Yin, yaitu kira-kira 1500 – 1000 tahun sebelum masehi.

Pada masa itu tangki-tangki besar yang halus buatannya dibuat dengan jalan pengecoran. Sementara itu teknik pengecoran Mesopotamia diteruskan juga ke Eropa, dan dalam tahun 1500 – 1400 SM barang-barang seperti mata baja, pedang, mata tombak, perhiasan, tangki, dan perhiasan makam dibuat di Spanyol, Swiss, Jerman, Ustria, Norwegia, Denmark, Swedia, Inggris dan Perancis.

Teknik pengecoran perunggu di India dan Cina diteruskan ke Jepang dan Asia Tenggara, sehingga di Jepang banyak arca-arca Budha dibuat antara tahun 600 dan 800.

Penggunaan besi dimulai dengan penempaan, sama halnya dengan tembaga. Orang-orang Asiria dan Mesir mempergunakan perkakas besi dalam tahun 2800 -2700 SM. Kemudian, di Cina dalam tahun 800 -700 SM ditemukan cara membuat coran dari besi kasar yang mempunyai titik cair yang rendah dan mengandung fosfor tinggi dengan mempergunakan tanur beralas datar.

Teknik produksi ini kemudian diteruskan ke negara-negara di sekitar Laut Tengah. Di Yunani, 600 tahun sebelum masehi, arca-arca raksasa Epamiondas atau Hercules, berbagai senjata, dan perkakas dibuat dengan jalan pengecoran. Di India di jaman itu, pengecoran besi kasar dilakukan dan diekspor ke Mesir dan Eropa. Walaupun demikian baru pada abad ke 14 saja pengecoran besi kasar dilakukan secara besar-besaran, yaitu ketika Jerman dan Itali meningkat tanur beralas datar yang primitip itu menjadi tanur tiup berbentuk silinder, di mana pencairan dilakukan dengan jalan meletakkan biji besi dan arang batu berselang-seling. Produk-produk yang dihasilkan pada waktu itu ialah: mariam, peluru-mariam, tungku, pipa dan lain-lain.

Cara pengecoran pada jaman itu ialah menuangkan secara langsung logam cair yang didapat dari biji besi, ke dalam cetakan, jadi tidak dengan jalan mencairkan kembali besi kasar seperti cara kita sekarang.

Kokas ditemukan di Inggris pada abad 18 yang kemudian di Perancis diikhtiarkan agar kokas dapat dipakai untuk mencairkan kembali besi kasar dalam tanur kecil dalam usaha membuat coran. Kemudian tanur yang serupa dengan tanur kupola yang ada sekarang, dibuat di Inggris, dan cara pencairan besi kasar yang dilakukan kira-kira sama dengan cara yang dilakukan sekarang.

Walaupun sejak masa kuno baja dipakai dalam bentuk tempaan, namun sejak H. Bassmer atau W. Siemens telah diusahakan untuk membuat baja dari besi kasar, dan coran baja diproduksi pada akhir pertengahan abad 19.

Coran paduan aluminium dibuat pada akhir abad 19 setelah cara pemurnian dengan elektrolisa ditemukan.

1.2. Rumusan Permasalahan

Kumparan (koil) pada tanur listrik bekerja secara medan magnetik yang berkonsentrasi di sekitar kumparan ketika arus daya menghasilkan panas di dalam konduktor listrik yang ditempatkan pada tanur tersebut. Untuk itu panas yang dihasilkan kumparan (koil) dapat mencairkan baja sesuai dengan daya yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini ruang lingkup pembahasan yang diangkat adalah menganalisa bagian-bagian tanur dan kalor yang dibutuhkan oleh tanur untuk

meleburkan baja dengan kapasitas 5 ton/jam dengan cara mengubah energi listrik menjadi kalor.

1.3. Tujuan

1. Menganalisa dan merancang sebuah tanur listrik dengan kapasitas 5 ton
2. Untuk mengetahui perbandingan panas dengan daya yang terpakai pada saat peleburan.

1.4. Manfaat

1. Sebagai tambahan ilmu pengetahuan dari sebuah penelitian yang langsung di lapangan.
2. Untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang selama ini didapat di perkuliahan, yang nantinya sebagai modal pengetahuan dalam memasuki dunia kerja.
3. Sebagai bahan pertimbangan bagi pembaca atau mahasiswa dan untuk informasi jika ingin membahas masalah yang sama.
4. Dapat dijadikan bahan referensi untuk kalangan lain yang membutuhkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Tanur Listrik

Tanur listrik adalah Tanur yang bekerja dengan menggunakan tegangan listrik. tegangan listrik diubah menjadi medan magnetik disekitar kumparan ketika arus daya menghasilkan panas di dalam konduktor listrik yang ditempatkan pada area tersebut. Pelumasan medan magnetik di dalam kumparan lewat melalui logam yang ditempatkan pada tungku dan meleburkannya jika materi dengan sifat konduktif seperti tuangan baja, ditempatkan di medan magnetic eksternal ke kumparan kemudian ini juga akan melebur.

Coil yang berfungsi sebagai komponen utama untuk memberikan temperatur sesuai dengan yang dikehendaki. coil ini memberikan panas dan diantar melalui lining (semen tahan api) dan dilanjutkan ke logam-logam yang bersentuhan langsung ke lining. Pada saat inilah step by step tegangan listrik dinaikkan sehingga pencairan logam dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang dikehendaki. Sesuai dengan daya yang ada pada panel control.

Karena koil berbentuk tabung maka induksi magnet disuatu medan titik sumbu kawat melingkar berarus adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2 a} \quad (\text{Murjono})$$

Dimana :

B = Induksi magnet

μ_0 = Permeabilitas ruang hampa $4\pi \times 10^{-7}$ weber/amp m

I = Kuat arus

N = Jumlah lingkaran kawat

a = Jari-jari lingkaran koil menurut survey

2.1.1 Sifat-Sifat Dari Berbagai Tanur Pelebur Induksi

Dari tabel di bawah ini terlihat perbedaan tanur yang mana yang baik dan cocok untuk peleburan yang dipakai diperusahaan yang ingin menggunakan tanur peleburan induksi.

Tabel 2.1 Sifat-sifat Tanur Peleburan Induksi

Sifat-sifat tanur	Kapasitas peleburan	Titik cair	Laju peleburan	Gaya pengaduk	Sifat-sifat operasi	Harga peralatan
Tanur induksi frekwensi tinggi tak berinti	Kecil	tinggi	Cepat	lemah	Cocok untuk cepat, temperatur tinggi peleburan dari bahan dingin	Mahal
Tanur induksi frekwensi rendah tak berinti jenis krus	Sedang besar	rendah	Lambat	kuat	Cocok untuk produksi masa. Mungki opreasi putus-putus atau kontinu	murah
Tanur induksi frekwensi rendah tak berinti jenis saluran	Sedang besar	Rendah	Lambat	kuat	Operasi kontinu efesiensi panas baik ekonomis	murah

2.1.2 Tanur Induksi Jenis Saluran

Ruang tanur dibagi menjadi dua daerah, daerah pemanas dan daerah krus. Tanur digolongkan berbagai jenis sesuai dengan letak dan jumlah inti. Pada pokoknya lilitan sekitar inti adalah lilitan pertama dan logam di dalam saluran merupakan lilitan kedua

Tanur jenis saluran mengambil tenaga listrik lebih sedikit, tetapi memerlukan bahan tahan api yang netral berkualitas tinggi dan membutuhkan tenaga ahli dalam pembuatannya. Tetapi harga dari peralatan lebih murah dari tanur jenis krus. Tanur ini cocok untuk peleburan yang kontinu dan logam cair dapat dikeluarkan dengan sudut kemiringan yang kecil. Pembuatan jenis tanur ini yang berkapasitas besar adalah mudah, dan sekarang telah beroperasi tanur yang sangat besar sampai kapasitas 270 ton.

Karena konstruksinya, tanur ini tidak dapat memulai bekerja dengan isi logam dingin, sehingga biasanya 20 sampai 30 % logam cair disisakan untuk memulai operasi berikutnya. Oleh karena itu tanur ini sering dipergunakan dalam peleburan dupleks, yaitu sebagai perapian depan dari kupola atau tanur penyimpan.

2.1.3. Keistimewaan Dari Peleburan Dalam Tanur Induksi Frekwensi Rendah

Keistimewaan yang jelas dari peleburan dalam tanur ini dibanding dengan peleburan dalam kupola adalah gerakan pengadukan dari logam cair. Gaya pengaduk dalam tanur induksi berbanding terbalik dengan akar frekwensi dan berbanding lurus dengan tenaga listrik yang diberikan. Gaya ini mengaduk logam

cair setiap di permukaan tengah dari tanur. Temperatur dan komposisi dari logam cair tetap seragam dan paduan yang ditambahkan akan berdifusi secara cepat dengan merata, karena gaya pengadukan tersebut.

Pengaruh buruk dari pengadukan tersebut adalah oksidasi dari logam cair dan erosi yang meningkat dari lapisan kalau logam cair dibiarkan untuk waktu yang lama didalam tanur. Dalam peleburan di kupola, belerang dan abu kokas yang berasal dari kokas memberikan pengaruh buruk pada logam cair, tetapi dalam peleburan di tanur ini hal tersebut tidak terdapat.

Mekanisme peleburan dalam kupola dan tanur induksi berbeda satu sama lain. Peleburan pada kupola terjadi karena logam dipanaskan mula dan dicairkan dalam lingkungan gas CO dan CO₂ dan tetesan logam bersentuhan dengan kokas. Sedangkan peleburan dalam tanur induksi terjadi secara langsung berhubungan dengan logam cair. mekanisme ini memberikan kesempatan untuk mengabsorpsi gas H₂, N₂ dan O₂ yang terbawa dalam logam muatan, dalam bentuk oksida-oksida, uap air, air atau minyak.

Komposisi logam cair yang tertampung dalam tanur berubah sangat sedikit. Sebagai contoh : menahan 1 jam pada 1500 °C komposisi berubah sedikit sekali, dan penurunan sedikit dari kadar C. akan tetapi temperatur penahan yang terlalu tinggi akan menyebabkan komposisi turun lebih banyak. Laju penambahan dari Fe-Si dan Fe-Mn untuk memelihara komposisi adalah sangat tinggi yaitu diatas 90 %.

2.1.4 Operasi Dari Tanur Induksi Frekuensi Rendah

1. Lapisan

Pemilihan bahan lapisan adalah faktor yang sangat penting pada peleburan dengan tanur induksi. Sifat-sifat dibawah ini diperlukan bagi bahan lapisan.

- a. Sifat tahan api yang tinggi
- b. Mempunyai kestabilan kimia terhadap logam cair dan terak
- c. Kekuatan tahan aus yang tinggi untuk pengisian dan pengeluaran
- d. Merupakan isolasi listrik yang baik
- e. Mempunyai kemampuan ditumbuk dan dipadatkan

Bahan lapisan untuk tanur induksi frekuensi rendah yang biasa dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Cara pelapisan berbeda dengan macam tanur. Untuk tanur jenis krus dipakai cara kering dan untuk jenis saluran dipakai cara basah.

Tabel 2.2. Bahan tahan api untuk tanur induksi frekuensi rendah

Penggolongan	Bahan tahan api	Pemasangan	Keterangan
Asam	Pasir silika	Kering	Terutama untuk tanur jenis krus
	Silika lelehan	Basah	
Netral	Alumina	Basah	Terutama untuk tanur jenis saluran
Bassa	Magnesia	Kering	Terutama untuk tanur jenis saluran
	Magnesia lelehan	Basah	

2. Penyinteran Lapisan

Dalam cara pelapisan kering untuk tanur krus, setelah selesai pelapisan kemudian arus listrik dijalankan untuk mencairkan besi agar terjadi penyinteran

pada lapisan. Pada permukaan, balok baja mula yang berdiameter hampir sama dengan diameter dalam dari silinder baja yang telah terpasang dalam tanur, dimasukkan kedalam tanur dan arus listrik dijalankan. Temperatur lapisan naik 100 °C/jam. silinder baja dan balok baja mulai dicairkan dan temperatur ditahan pada temperatur 100 °C lebih tinggi dari titik cair, kemudian besi dikeluarkan setelah dibiarkan 1 jam atau lebih pada temperatur tersebut. Penyintiran dari lapisan dilakukan dengan operasi tersebut. Untuk memperkuat lapisan terak perlu dicairkan lebih banyak logam dari pada biasanya. Hasil yang baik didapat dengan operasi yang kontinu selama 4 sampai 5 hari setelah langkah-langkah tersebut diatas.

Untuk tanur jenis saluran, kandungan air dalam lapisan harus hilang sama sekali sebelum penyintiran. Lapisan harus dikeringkan secara alamiah selama lebih dari 10 hari dan daerah terus dipanaskan mula dengan mempergunakan burner gas atau minyak tanah. penyintiran dilakukan dengan dua cara, cara pertama dengan jalan mencairkan logam dalam saluran oleh arus induksi dan cara kedua dengan jalan membakar kayu yang diisikan dalam saluran oleh burner.

3. Kombinasi Dari Logam Beban Dan Muatan

Sebagai beban logam dipakai besi cor, besi kasar baru, sekrap baja dan potongan-potongan baja. Peleburan dengan kupola yang mempergunakan banyak sekrap baja memerlukan pengetahuan teknik yang tinggi dan menyebabkan kesukaran. Tetapi peleburan dalam tanur induksi tidak mendapat kesukaran tersebut. oleh karena itu dibandingkan dengan peleburan kupola, peleburan

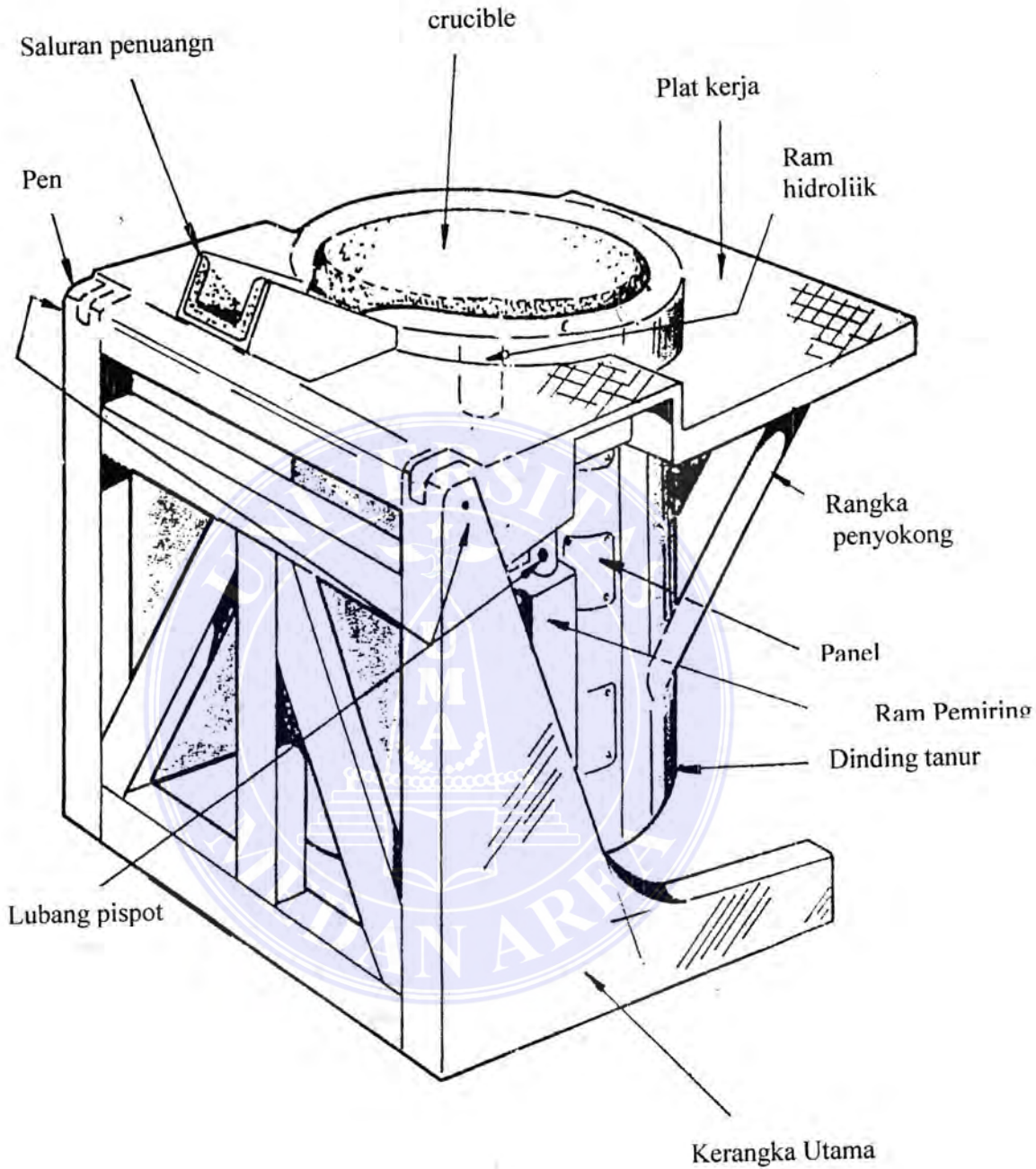
dengan listrik mempunyai keuntungan dalam kebebasan memakai bahan logam yang murah. Biasanya dipergunakan kombinasi dari bahan beban seperti ditunjukkan dari tabel berikut ini. Pengaturan komposisi dilakukan dengan mencampurkan paduan-paduan besi seperti halnya pada proses kupola. Selanjutnya untuk pengarbonan perlu ditambahkan bubuk karbon, bubuk kokas dan sebagainya, karena pengarbonan tidak terjadi pada peleburan dengan listrik.

Tabel 2.3. Perbandingan campuran dari bahan muatan untuk peleburan dalam tanur induksi frekwensi rendah.

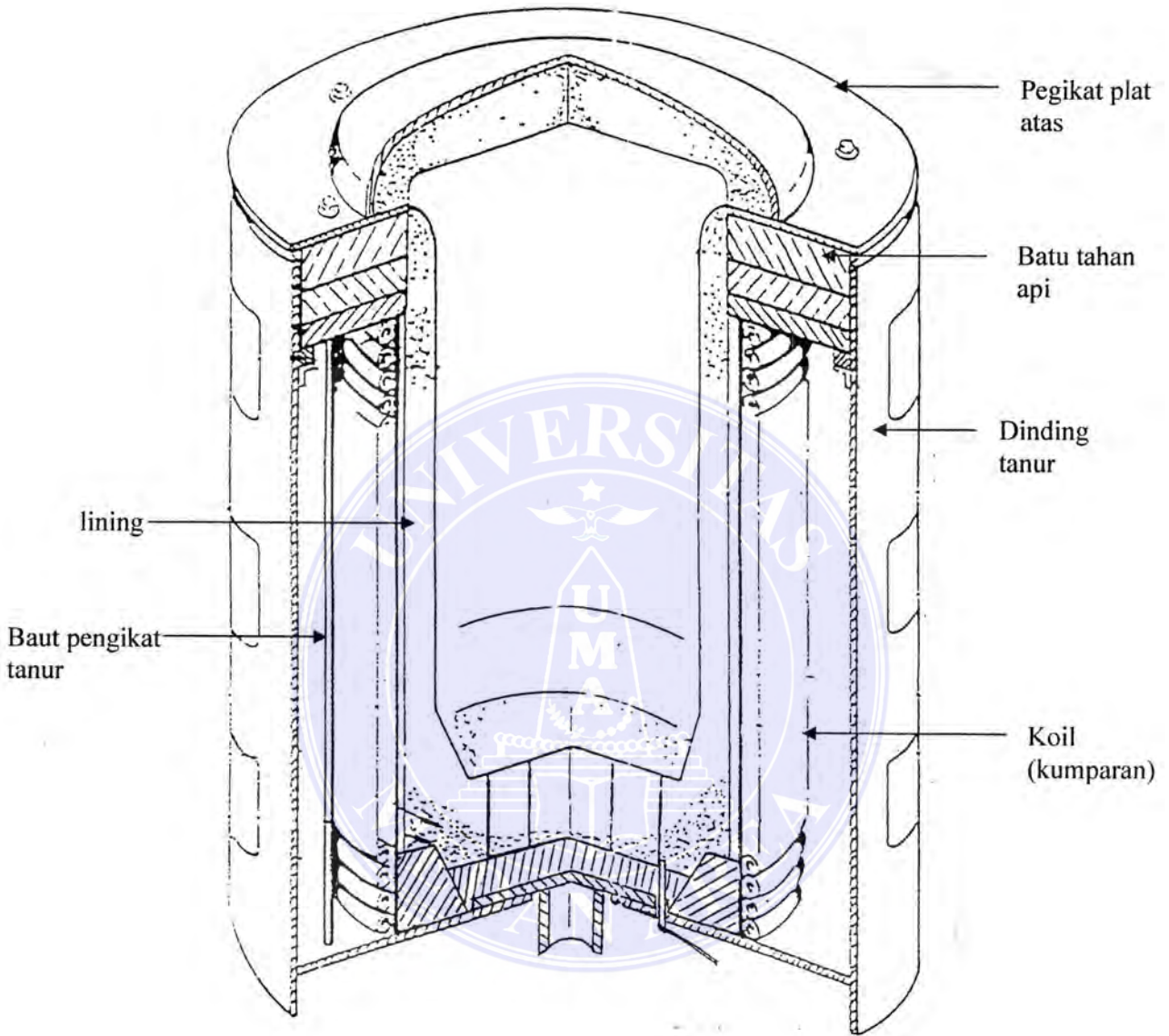
Bahan	Isi (%)
Besi kasar	0-20
Sekrap balik	15-30
Sekrap baja	30-70
Serpih geram	0-30

Dalam hal peleburan dalam tanur jenis saluran, maka operasi yang kontinu dilakukan setelah peleburan untuk penyinteran. Hal-hal dibawah ini adalah perlu dalam operasi tersebut :

- a). Ada perbedaan temperatur $100^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ antara daerah krus dan daerah saluran.
- b). Perlu dilakuakn pengeluaran terak yang cukup untuk melindungi lapisan.
- c). Permukanlogam cair yang terlalu rendah dalam krus menyebabkan terkandungnya terak didaerah saluran yang mengakibatkan daya listrik turun.



Gambar 2.1 Tungku Baja.



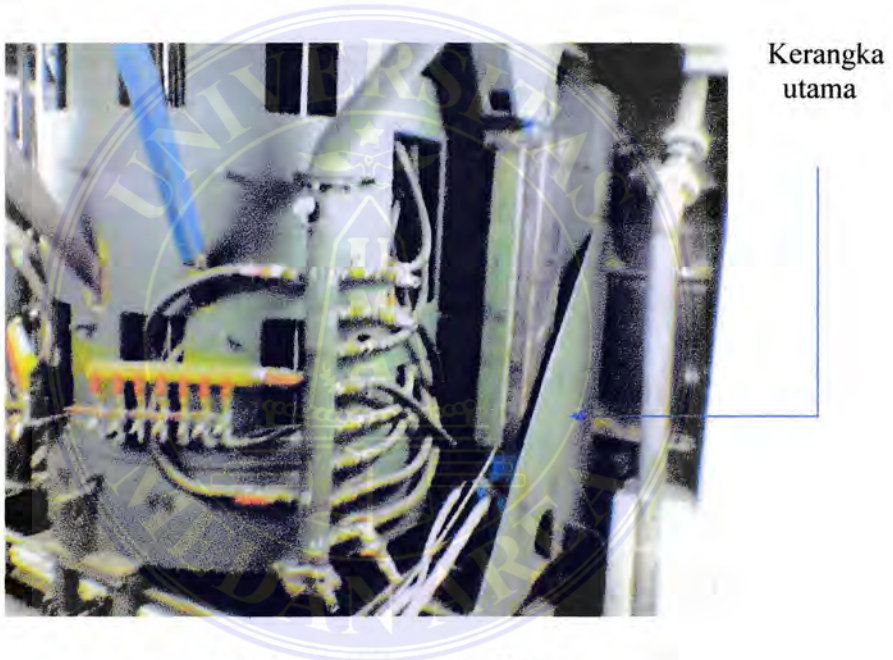
Gambar 2.2. Potongan Tanur.

2.2. Komponen - komponen Tanur

2.2.1. Kerangka utama

Kerangka utama berfungsi sebagai tempat duduk komponen – komponen tanur (furnace). Kerangka ini dirancang dengan sedemikian rupa, agar komponen – komponen furnace dapat didudukkan pada posisi yang tepat.

Kerangka ini terbuat dari baja yang kokoh, sehingga kapasitas cairan yang sudah direncanakan dapat menahan beban yang ada.



Gambar 2.3. Kerangka Utama

Adapun bagian kerangka ini terdapat bermacam- macam komponen seperti :

1. Pivot point (Pen) berfungsi sebagai penghubung kerangka utama dengan kulit baja. Cara kerja pivot point sama seperti engsel pintu, apabila

kita angkat kulit baja dengan pendorong (tilt ram) maka kulit baja akan terangkat dan Pivot point pun menahan tetap dikerangka utama.



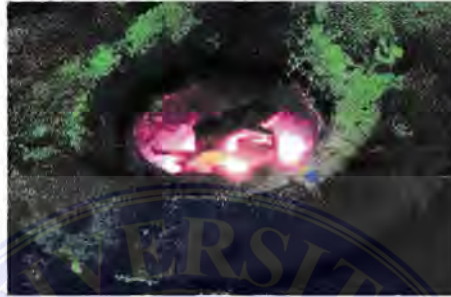
Gambar 2.4. Pen

2. Pour spout (ceret penuang) berfungsi sebagai jalan (saluran) keluarnya cairan dari dalam Tanur. Pour spout ini dibuat dari batu tahan api dan dilapisi dengan semen tahan api. Diberikan rangka agar pada saat penyemenan kokok dan tahan terhadap cairan yang melewatinya



Gambar 2.5. Ceret penuang

3. Crucible (wadah) berfungsi sebagai tempat mencairnya baja. Crucibel ini dilapisi dengan semen tahan api. Semen tahan api ini semen yang kusus untuk melapisi coil, agar pada waktu pencairan baja tidak terjadi kebocoran ke coil dan pencairan baja pun sempurna.



wadah

Gambar 2.6. Wadah

volume baja cair memiliki persamaan $V_b = \frac{M}{B_j}$ (Surdia)

Dimana V_b = Volume baja cair

B_j = Berat jenis baja

Karena bentuk tanur seperti tabung maka rumus mencari isi adalah

$V = \pi \times r^2 \times t$, dan untuk mencari berat jenis adalah $\frac{\text{berat}}{\text{volume}}$

Dimana : V = volume tabung

r = panjang jari-jari

t = tinggi tabung

4. Working platform (plat kerja) berfungsi sebagai tempat untuk memasukkan bahan baku kedalam tanur. Dan dapat melindungi komponen-komponen lain dari percikan cairan. Pelatnya terbuat dari plat baja dan di ukur sesuai dengan lokasi kerja yang diinginkan. Pada gambar terlihat benda kerja yang terletak

pada plat kerja. Garis putih yang terlihat pada gambar adalah batas plat kerja yang bersatu dengan tanur.



Gambar 2.7. Plat kerja

- Support frame (kerangka penyokong) berfungsi sebagai penahan Working platform. Support frame ini terbuat dari plat siku dan dilas ke baja silinder agar dapat menahan beban yang ada di atas Working platform ketika memasukkan baja ke dalam Tanur. Support frame ini sangat mendukung ketahanan dari working platform.



Gambar 2.8. Kerangka penyokong

- Tilt ram (ram pemiring) berfungsi sebagai pemiring baja silinder. Pada saat cairan yang sudah siap untuk dituang maka Tilt ram ini bekerja untuk

mengeluarkan cairan dari crusibel dengan cara memiringkan baja silinder sehingga cairan keluar melalui por spout.



Ram pemiring

Gambar 2.9. Ram pemiring

7. Steel shell (dinding baja) berfungsi sebagai pondasi dari coil, Blok Tanur, baut dan lain-lain. Dinding baja ini dibentuk seperti silinder agar kokoh dan mudah untuk pemasangan komponen-komponennya.



Dinding baja

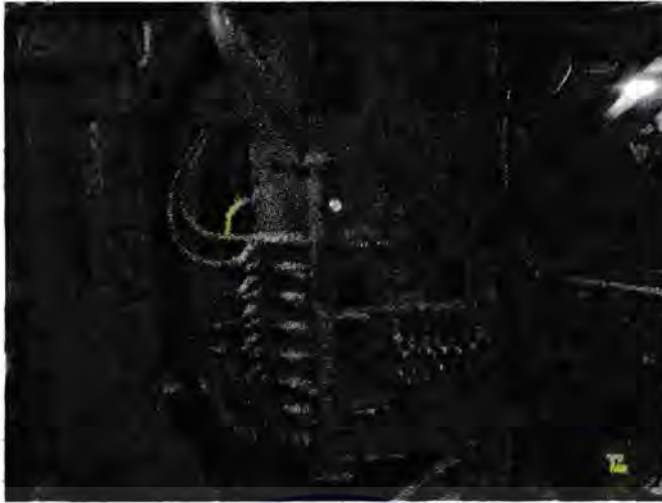
Gambar 2.10. Dinding baja

2.2.2. Kulit Baja

Kulit tungku baja yang berbentuk silinder, dibuat dari baja berat. kulit tersebut memberikan container yang keras terhadap kumparan, shunt kumparan dan lining tahan api, dan didukung dalam kerangka baja yang kokoh yang memberikan dinding baja untuk akhir pemasangan hidrolik miring yang letih rendah. Kulit tersebut mempunyai alas baja konstruksi yang terbuka untuk membiarkan sirkulasi udara bebas disekitar kumparan. Bergerak secara vertical di dalam kulit baja adalah batang hubung kemudi. Batang – batang tersebut digunakan untuk menahan ring atas pada tempatnya yang menjepit batu tahan api. Pada posisinya dan juga membantu memberhentikan jika ada perpindahan kumparan.

Disekitar bagian atas tungku memperluas peran depan yang membawa titik pivot bagian atas ke ram dan juga titik pivot untuk tungku. Pemeriksaan pintu masuk di cut pada sisi-sisi kulit untuk memberikan akses kepada kumparan untuk pemeliharaan. Jalan-jalan masuk ini ditutup dengan bantalan di atas piringan untuk mencegah debu dan partikel-partikel logam dari penambahan (debu) pada sisi luar kumparan. Piringan penutup tersebut mungkin memiliki celah kecil untuk memicu aliran udara melalui bejana, hal ini untuk meningkatkan pengeringan lining dan inductocoat dan menciptakan distribusi panas yang lebih di sekitar kulit baja.

Bantalan pen support shunt juga dimasukkan di dalam kulit. Mengacu ke seksi manual yang lebih dahulu untuk menarik shunt. Tungku miring melalui sudut nominal 95° .



Gambar 2.11. Kulit baja

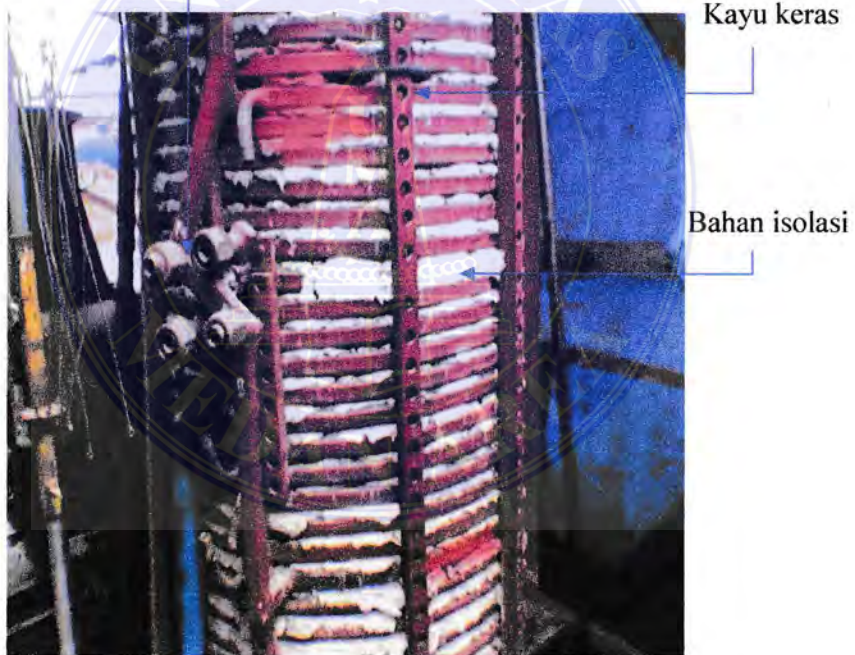
2.2.3. Coil (kumparan)

Jantung tungku dan kesuksesan pengoperasiannya tergantung pada rancangan dan kondisi kumparan tungku. Hanya pipa listrik berdaya konkondisi terbaik digunakan dalam konstruksi kumparan inductotherm. Seluruh rangkaian dipatil (las) untuk menghasilkan kekuatan mekanik. Pada aplikasi peleburan udara, pelapis pernis elektrik yang berat merupakan semua yang penting untuk mengisolasi listrik pada tegangan yang rendah. Untuk aplikasi tegangan tinggi seperti unit isolasi garis atau untuk peleburan vakum, kumparan diisolasi dengan hati-hati untuk mencegah tembus listrik dan harus berhati-hati pada saat memindahkan atau mengganti kumparan.

Kumparan merupakan inti sistem peleburan induksi dibuat dari pipa tembaga yang berat dengan seksi melintang berdinding tipis tetap. Penggunaan pipa yang berat mencegah pergeseran kumparan pada saat pemasangan kumparan

dan diapit di bagian dalam kulit. Saluran air yang lebar di dalam kumparan menjamin sirkulasi air yang maksimum bersama dengan pendingin yang efisien. Jarak antara (putaran) kumparan yang berputar sebenarnya dijaga oleh materi penyekat yang ditempatkan pada interval hitung, konstruksi kumparan yang terbuka ini membiarkan udara bersirkulasi dengan bebas dan membiarkan air menyebar daripada mengumpul/bertambah pada kumparan. Kumparan tersebut dilengkapi dengan konektor air yang membawa daya listrik dan air sirkulasi.

Sisi pengeluaran air dan pemasukan daya



Gambar 2.12. Coil (kumparan)

Komponen-komponen pendukung coil ini adalah

1. Bahan isolasi (Insulating material) berfungsi sebagai alat pelapis, agar coil tidak langsung bersentuhan dengan komponen-komponen pendukungnya seperti balok tanur, kayu pengikat coil dan lain-lain.
2. Kayu keras (hardwood supports) berfungsi sebagai pengikat coil antara bagian satu dengan yang satunya, agar coil tetap terikat kuat. Kayu ini dibentuk sesuai dengan kontruksi yang diinginkan sehingga pada saat pemasangan tidak mengganggu komponen lain. Pada kayu ini terdapat lubang-lubang yang berfungsi sebagai tempat masuknya baut-baut yang pengikat coil. Bentuk kayu ini bersegi empat memanjang dan diameter lubangnya dibuat dua tingkat.
3. Sisi pengeluaran dan pemasukan penghubung untuk pendingin air dan daya (side entry connections for cooling water and power) berfungsi untuk saluran masuknya air yang sebagai pendingin dan penghubung masuknya daya ke coil. Saluran ini dapat dibuka dan dipasang, sisi penghubung ini dibuat seperti baut dan mur, yang mana bisa dikatakan bautnya adalah yang keluar dari panel dan murnya adalah yang ada di coil.

Perubahan energi listrik menjadi kalor yang menyebabkan terjadinya pencairan baja didalam tanur. Dimana persamaan yang digunakan adalah

$$W = Q$$

$$P \times T = m \times c \times \Delta t \quad (\text{Beiser})$$

Dimana: $W =$ energi listrik (J).

$Q =$ kalor (J).

$P =$ daya listrik yang terpakai (W).

m = berat (Kg).

t_1 = temperatur tanur (°C).

t_2 = temperatur yang dicapai (°C).

c = kalor jenis zat (J/Kg °C).

T = waktu pencairan.

4. Kawat fleksibel (flexible leads), kawat ini terbuat dari tembaga yang sangat baik untuk penghantar arus listrik. Kawat fleksibel ini dilapisi dengan selang khusus. Selang yang melapisi kawat ini dipilih dengan hambatan listriknya yang paling kecil, agar pada saat arus masuk tidak terjadi hubungan singkat.



Gambar 2.13a.



Gamba2.13b



Gambar 2.13c.

Gambar 2.13. Kawat Fleksibel

Gambar 2.13a. menunjukkan bahwasanya kawat fleksible berhubungan dengan daya yang mau masuk ke coil dan saluran air yang keluar dari coil. Gambar 2.13b. menunjukkan kawat fleksibel yang belum di masukkan kedalam selang. Dan Gambar 2.13c. menunjukkan bahwasanya kawat fleksibel berhubungan dengan coil dan saluran air keluar dari coil.

2.2.4. Balok Tungku

Pada dasarnya balok tungku ini dibuat dari laminasi mangnet rendah (baja listik). Balok tungku digunakan untuk menahan diantara pinggiran kumparan (coil) dan ditahan dengan menggunakan baut. Baut pengompres balok tungku ini didudukkan di selinder baja yang terdiri dari empat buah baut. Balok tungku memiliki saluran pendingin yang dialiri oleh air, untuk menjaga temperatur yang berlebihan dan panas yang dihasilkan dari kumparan tidak sampai ke dinding baja.

Balok tungku ini tidak bersentuhan langsung dengan kumparan (coil) akan tetapi diberi isolasi. Isolasi ini biasanya disebut dengan mika dan teplon. Hal ini mencegah pemendekan kumparan ke balok tungku dan memberian hoper untuk menghantarkan beban. Materi isolasi balok tungku tersebut akan berbeda dengan tegangan kumparan.

Ketika arus listrik melewati lilitan transformer yang primer, arus listrik tersebut menghasilkan flux magnet yang tidak dapat dilihat. Kepekatan flux berbeda dengan arus bolak-balik yang melewati kumparan. Ketika arus berubah didalam sebuah amplitude dan arah medan magnet didekat lilitan primer.

Lalu lilitan sekunder yang dihubungkan ke beban resistensi, arus diinduksikan kelilitan sekunder.

Arus induksi yang melewati beban resistensi menghasilkan panas. Panas ini dapat diredam dengan Balok tungku.



Gambar 2.14. Balok Tungku



Gambar 2.15. Balok tungku yang sudah dipasang

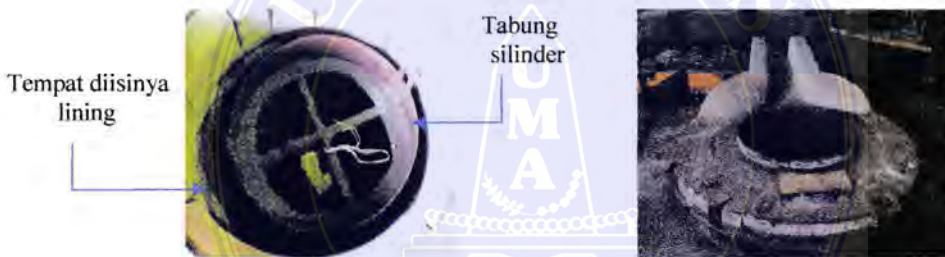
Bagian-bagian yang terdapat pada balok tungku ini adalah

1. Saluran air untuk air masuk dan air keluar, berfungsi untuk memasukkan air dan mengeluarkannya. Air yang ada pada balok tungku ini hanya sebagai pendingin dan bersirkulasi keluar dan masuk.
2. Tempat dudukan baut dan bantalannya. Balok tungku ini dibuat tempat dudukan baut dan bantalan baut yang berfungsi untuk dudukan bantalan baut.
3. Pipa tembaga, berfungsi sebagai saluran air serta sebagai pendingin balok tanur.
4. Pemisah lapisan plat baja tipis, pemisah plat ini terbuat dari tembaga yang berfungsi untuk mempercepat laju pendinginan pada balok tungku.
5. Lapisan baja tipis, lapisan baja tipis ini terbuat dari beberapa plat baja yang tipis dan disatukan menjadi satu bagian. Fungsinya adalah untuk meredam panas yang datangnya dari coil.

6. Plat belakang (Penyatu) berfungsi sebagai pengikat (penyatu) lapisan baja tipis, yang terbuat dari baja.

2.3. Lining

Lining adalah perantara utama untuk perpindahan panas dari coil ke besi yang dilebur. Lining ini terbuat dari tepung yang tahan terhadap panas dengan temperatur 2500 °C. Sifat tepung ini mudah menyatu apabila dipres, semakin kuat apabila diberi temperatur yang tinggi. Gambar dibawah ini adalah sebuah tanur listrik yang belum diberikan lining dan sudah diberi lining.



Gambar. 2.16. Tanur listrik yang belum diberi lining dan sudah diberi lining.

Jumlah kalor yang dilepas dari coil ke baja yang dilebur dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$Q = m \times c \times \Delta t \quad (\text{Beiser})$$

Dimana : Q = kalor yang diserap atau dilepas (J).

m = massa zat (Kg).

c = kalor jenis zat (J/Kg °C).

Δt = perubahan suhu (°C).

Kapasitas kalor yang diperlukan dapat dicari dengan persamaan sebagai

$$\text{berikut : } H = \frac{Q}{\Delta t} \quad (\text{Tunggul})$$

Dimana: H = Kapasitas kalor.

Q = Kalor.

Δt = Perubahan suhu.

2.4. Cetakan

Telah dikatakan bahwa ketika pengecoran tembaga pertama kali ditemukan di Mesopotamia, logam cair dituang ke dalam pasir, kemudian seperti halnya cara baru, dicari akal untuk menuang logam cair ke dalam rongga yang dibuat dalam batu. Bahan batu tersebut adalah pasir, batu gamping atau serpentin yang mudah diolah, kadang-kadang dipergunakan juga tanah liat untuk menguatkan. Pada mulanya benda tipis yang berbentuk seperti kapak atau pedang dicor hanya dengan mempergunakan drag (cetakan bawah) tidak dengan kup (cetakan atas).

Kemudian keduanya baik drag atau kup dipergunakan, dan selanjutnya dicari akal untuk membuat coran berongga dengan mempergunakan inti yang dibuat dari tanah lempung dan bubuk arang batu.

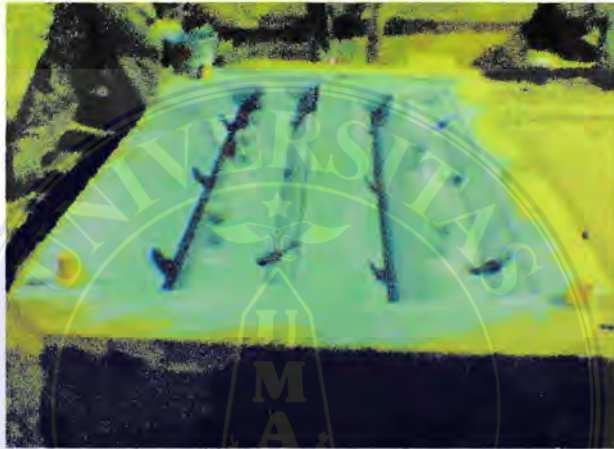
Selain daripada cara mengukir batu atau membuat cetakan dari tanah, dikembangkan juga cara-cara membuat cetakan dengan pola kayu dan lilin.

Pola lilin ditutup oleh campuran tanah pasir dan tanah liat yang kemudian dipanaskan agar lilin mencair dan terbuang, maka terbentuklah rongga cetakan.

Cara tersebut merupakan dasar dari pengecoran pasir dan pengecoran lilin seperti

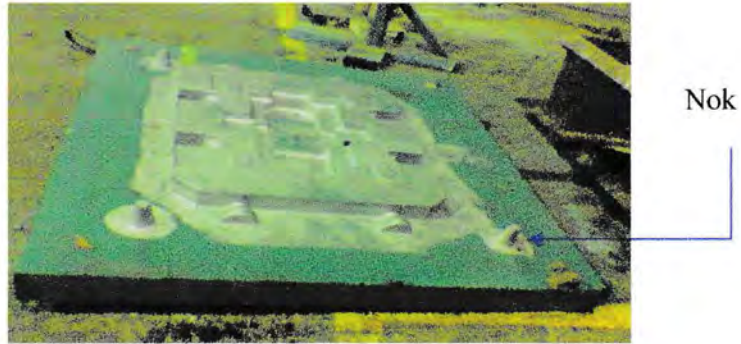
cara yang dikenal sekarang, dan dikatakan cara itu telah dikembangkan lama sekali, kira-kira sejak 2000 tahun sebelum masehi atau lebih.

Walaupun demikian teknik yang dipakai sekarang untuk membuat cetakan pasir telah disempurnakan di Eropa setelah abad 18, demikian juga halnya dengan teknik pencairan besi.



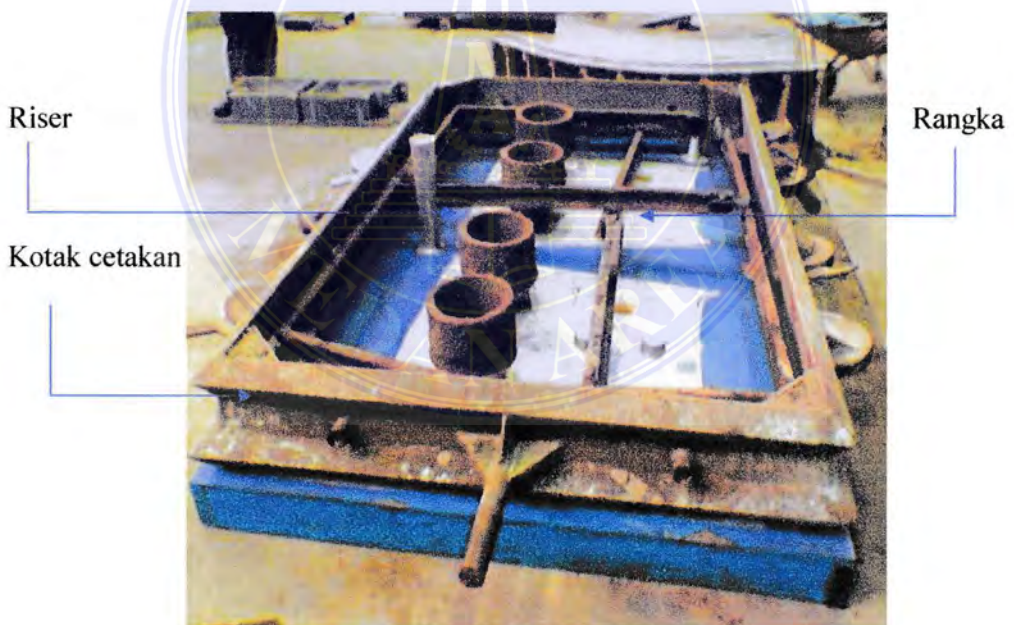
Gambar 2.17. Cetakan pasir.

Cetakan yang ditunjukkan pada Gambar 2.17. adalah cetakan yang digunakan pada saat sekarang ini. Cetakan ini sangat mudah dibuat dengan menggunakan mal kayu sebagai panduan untuk membuat suatu bentuk yang kita inginkan. Mal kayu ini dibuat dengan cara membentuknya, sesuai dengan bentuk benda apa yang akan kita buat. Mal seperti Gambar 2.18. dibuat nok agar pada saat menyatukan cetakan tepat pada posisinya. Nok ini mempunyai peranan yang penting agar bentuk benda yang dicetak tidak mengalami kerusakan bentuk dan ukuran.



Gambar 2.18. Nok yang ada pada Mal

Sebelum cetakan dibuat menjadi cetakan pasir, ada beberapa bagian sebagai pendukung cetakan tersebut. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.19. nampak jelas pendukung cetakan agar tetap kokoh.



Gambar 2.19. Pendukung Cetakan

Riser pada cetakan berfungsi sebagai saluran keluar CO₂, gas dan untuk penyusutan produk pada saat logam cair dimasukkan kedalam cetakan. Sistem reser ini terbagi menjadi dua sistem, yaitu sistem tertutup dan sistem terbuka. Reser tertutup dapat mempercepat pembekuan produk. Apabila reser tidak dibuat pada cetakan, maka akan terjadi ledakan karena adanya udara yang terkurung didalam logam cair.

Rangka pada cetakan berfungsi untuk memperkuat cetakan agar cetakan tidak mudah ambruk. Rangka ini dilas menjadi satu dengan bentuk yang sembarang tetapi kokoh. Rangka ini dibuat terpisah dengan kotak cetakan untuk mempermudah memisahkan cetakan yang telah siap dengan kotak cetakan.

Kotak cetakan berfungsi sebagai rumah cetakan untuk sementara. Apabila cetakan telah selesai dibuat maka kotak cetakan ini dipisahkan dari mal dan cetakan tersebut.

2.5. Membuat Coran

Untuk membuat coran, harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Untuk mencairkan logam bermacam-macam tanur dipakai. Umumnya kupola atau tanur induksi frekwensi rendah dipergunakan untuk besi cor, tanur busur listrik atau tanur induksi frekwensi tinggi dipergunakan untuk baja tuang dan tanur krus untuk paduan tembaga atau coran paduan ringan, karena tanur-tanur ini dapat memberikan logam cair yang baik dan sangat ekonomis untuk logam-logam tersebut.

Cetakan biasanya dibuat dengan jalan memadatkan pasir. Pasir yang dipakai kadang-kadang pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal asal dipakai pasir yang cocok. Kadang-kadang dicampurkan pengikat khusus, umpamanya air-kaca, semen, resin furan, resin fenol atau minyak pengering, karena penggunaan zat-zat tersebut memperkuat cetakan atau mempermudah operasi pembuatan cetakan. Tentu saja penggunaan itu mahal, sehingga perlu memilih dengan mempertimbangkan bentuk, bahan dan jumlah produk.

Selain dari cetakan pasir, kadang-kadang dipergunakan cetakan logam. Pada penuangan, logam cair mengalir, melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu harus dibuat sedemikian sehingga tidak mengganggu aliran logam cair.

Pada umumnya logam cair dituangkan dengan pengaruh gaya berat, walaupun kadang-kadang dipergunakan tekanan pada logam cair selama atau setelah penuangan.

Pengecoran cetak adalah satu cara pengecoran di mana logam cair ditekan kedalam cetakan logam dengan tekanan tinggi, coran tipis dapat dibuat dengan cara ini.

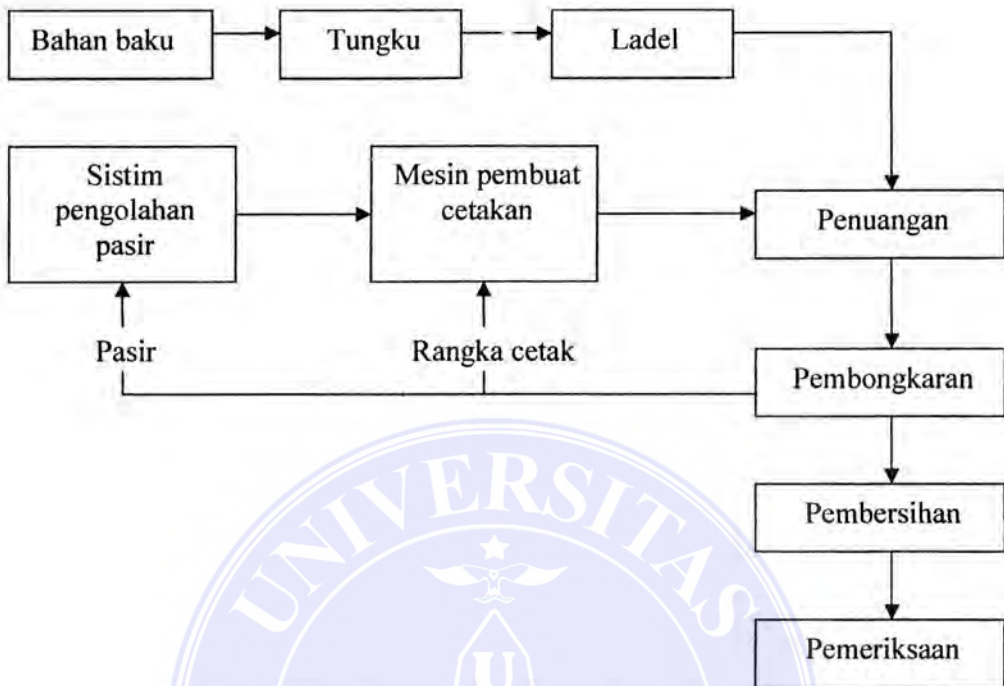
Pengecoran tekanan rendah adalah suatu cara pengecoran di mana diberikan tekanan yang sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer pada permukaan logam dalam tanur, tekanan ini mengakibatkan mengalirnya logam cair ke atas melalui pipa kedalam cetakan.

Pengecoran sentrifugal adalah suatu cara pengecoran dimana cetakan diputar dan logam cair dituangkan kedalamnya, sehingga logam cair tertekan oleh

gaya sentrifugal dan kemudian membeku. Coran berbentuk pipa dibuat dengan cara tersebut.

Setelah penuangan, coran dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan, bagian-bagian yang tidak perlu dibuang dari coran. Kemudian coran diselesaikan dan dibersihkan dengan disemprot mimis atau semacamnya agar memberikan rupa yang baik. Kemudian dilakukan pemeriksaan dengan penglihatan terhadap rupa dan kerusakan, dan akhirnya dilakukan pemeriksaan dimensi. Disamping itu berbagai macam pemeriksaan metalurgi dilakukan untuk mencari kerusakan dalam, umpamanya dengan pengujian getaran supersonic, atau pemeriksaan radiografi. Selanjutnya kadang-kadang kekuatan, struktur mikro dan komposisi kimia diujikan pada batang uji yang dibuat dari logam cair yang sama.

Mudah tidaknya pembuatan coran tergantung pada bentuk dan ukuran benda coran. Coran yang tebalnya seragam, tipis dan lebar, atau tuangan yang memerlukan inti tipis dan panjang adalah sangat sukar dibuat. Disamping itu coran-coran yang memerlukan ketelitian atau sudut-sudut tajam susah kemungkinannya untuk dibuat. Oleh karena itu untuk membuat coran yang baik, perencana dan pembuat coran perlu mengerti mengenai pengecoran.



Gambar 2.20. Aliran proses pada pembuatan coran

2.6. Peleburan

Peleburan besi meliputi dua proses penting dalam tanur tinggi (1) pemisahan besi tersebut dari persenyawaan dan (2) pemisahannya dari campuran fisik dengan bahan-bahan yang tidak berarti.

Di dalam tanur, beban itu bergerak konstan sedikit demi sedikit berlawanan dengan gas-gas yang sangat panas dan membawa penguapan kelembaban pada lapisan atas dari pada beban. Proses selanjutnya, batu kapur berubah menjadi kapur dan melepaskan karbon dioksida. Reaksi utama adalah pemisahan dari oksida-oksida besi, karbon monoksida (dari hasil pembakaran kokas) secara cepat dikombinasikan dengan oksigen dalam oksida-oksida besi, membentuk karbon dioksida dan tinggalah besi yang bebas.

Pemisahan mulai banyak pada timbunan dan secara progresif beban turun pada daerah peleburan, besi dan terak meleleh turun ke tungku lumer (hearth). Terak menjadi lebih ringan dan terapung di atas besi.

Pada selang waktu tertentu tungku terisi penuh dan terak akan mengalir keluar diikuti oleh besi yang mengalir menuju bejana-bejana penyimpanan yang sangat besar yang disebut mixer (pengaduk), supaya tetap mencair sampai waktu tertentu diperlukan oleh pabrik pembuatan baja, pengaduk biasanya terletak di dekat tanur. Kegunaan pengaduk selain menjaga suhu cairan besi tersebut tetap panas, juga memberikan keuntungan lain yaitu akan mengimbangi variasi-variasi komposisi dari tambahan-tambahan logam panas yang terus-menerus, sehingga komposisi yang keluar akan tetap sama.

Pengaduk yang tidak aktif tidak ada pekerjaan lain kecuali menampung logam, tapi sebuah pengaduk yang aktif juga bisa memisahkan terak.

Istilah pig iron diambil dari cara lama yang ada hubungannya dengan besi cair. Besi cair tersebut keluar dari tanur langsung di alirkan ke saluran-saluran yang panjang dan terbuka untuk mengisi saluran-saluran pendek yang banyak pada setiap sisinya.

Pig iron mengandung 90 % sampai 95 % elemen besi disamping elemen-elemen lainnya yang terutama adalah karbon, silikon, fosfor, mangan, dan belerang-proporsinya bervariasi tergantung pada komposisi bahan-bahan mentah dan metode operasi dari tanur.

Pig iron bisa ditentukan mengandung 3,0 – 4,5% karbon, 0,5 – 4,5% silikon, 0,005 – 2,5% fosfor, 0,15 – 2,15% mangan dan sampai 0,2% belerang.

2.6.1. Besi Tuang

Besi tuang adalah satu jenis yang kandunga karbonnya tinggi (2,5 – 4,5%), dicampur dengan elemen-elemen lain yang persentasenya kecil. Penggunaannya banyak sekali, seperti pipa-pipa, barang-barang yang bersih dan terutama di industri permesinan, sebab bisa dibuat benda cor yang rumit dengan kekerasan dan kekuatan yang tinggi. Besi tuang adalah tidak kenyal (ductile) dan tidak bisa dibengkokkan tanpa keretakan. Banyak jenis besi tuang yang digunakan, meliputi pengecoran dingin (chilled), lunak (malleable) dan campuran.

Besi untuk pengecoran bisa dibuat dengan beberapa cara, misalnya: dengan mencampur dengan beberapa jenis besi gubal (pig iron) pilihan atau gubal dengan potongan-potongan besi, atau potongan bekas pengecoran dan potongan besi dengan ditambah campuran-ferro special dan logam – logam lain. Dengan beberapa pilihan ini dan dengan mengontrol pendinginan, juga dengan pengolahan panas kita bisa mendapatkan jenis besi yang banyak. Ada sangat keras dan rapuh, agak lunak tetapi liat dan ada yang mempunyai daya tahan dan kekuatan yang besar, juga tahan karat.

Pengecoran besi biasanya dilebur dalam kupola (kubah) yang menyerupai sebuah tanur yang kecil, tetapi pada umumnya di operasikan dari hari ke hari. Pengisianya melalui sebuah pintu samping pada bagian atas dengan lapisa yang bergantian antara kokas, logam, dan batu kapur, lalu dibakar.

Elemen – elemen Lain dalam Besi Tuang:

1. Karbon.

Karbon berpengaruh besar terhadap sifat-sifat dari besi tuang, tergantung pada cara pendinginan (cooling retes) dan pada proporsi dari elemen – elemen lain yang ada. Ini akan nampak digabung dengan besi, membentuk cementite (besi carbide, $Fe_3 C$) yang sangat keras atau sebagai karbon yang bebas (graphite), dalam bentuk lapisan. Kondisi – kondisi ini bisa diperbaiki dengan jalan pengolahan panas tertentu.

3. Silikon

Silikon juga mempunyai dampak tertentu terhadap sifat-sifat dari besi tuang, terutama pengaruhnya pada kandungan karbon. Silikon cenderung untuk menghilangkan pengaruh karbon, maka menghasilkan besi abu-abu yang lunak. Silikon memegang peranan yang penting pada proses pelunakan (malleabaling).

4. Fosfor

Fosfor dalam pengecoran menyebabkan kerapuhan, suatu kandungan phosphor yang tinggi cenderung untuk meningkatkan penyusutan pada setiap sudut, terutama bila benda tersebut mempunyai variasi ketebalan yang banyak. Kandungan fosfor yang tinggi juga cenderung menghasilkan sifat berpori yang banyak, maka dengan berberapa alasan ini segala cacat tersebut diusahakan tingkatnya rendah supaya menghasilkan kualitas yang tinggi. Tetapi bagaimana juga, fosfor bisa mempermudah pengaliran cairan metal dan sifat ini bisa dimanfaatkan untuk pengecoran barang-barang yang tipis untuk beban yang ringan.

5. Belerang

Belerang diambil dari kokas sewaktu peleburan besi pada tanur kubah. Belerang membentuk sulfida besi yang mempunyai titik cair yang rendah dan mudah larut dalam cairan logam, tapi cenderung untuk memisahkan diri bila besi tersebut mengeras, dan mengakibatkan cacat. Adanya belerang mengakibatkan kerapuhan untuk beberapa jenis pengecoran didalam acuan baja dan juga mengakibatkan naiknya penyusutan sewaktu pendinginan. Oleh karena itu, pada pengecoran yang tak preisi cenderung untuk retak-retak, bila kandungan belerang tinggi.

6. Mangan

Mangan selalu ada dalam besi. Fungsi yang terpenting adalah membentuk manetralisir efek-efek dari belerang. Ia membentuk mangan sulfida yang mempunyai titik lebur yang tinggi dan hanya sedikit yang larut dengan besi dan yang lainnya masuk kedalam terak.

2.6.2. Besi Tuang yang Bisa Ditempa

Persoalan rendahnya kekuatan tarik terjadi pada pengecoran “ besi putih” (white iron) sebab lapisan grafis dihindari, dimana kadar silicon dan mangannya rendah. Adanya karbon akan selalu membentuk cementite yang mengakibatkan besi tersebut menjadi keras sekali, hampir tidak bisa dikerjakan dengan mesin lagi. Kekerasan yang ekstrim ini bisa diperbaiki dengan dengan jalan satu atau dua pengerjaan yang akan mengubah besi menjadi lebih lunak.

Bila besi putih tersebut mengandung karbon yang banyak, proses yang dipakai adalah proses “whiteheart” dimana sebagian dari karbon tersebut dihilangkan. Hasil pengecoran ditimbun dengan bijih besi hematite dan dilaksanakan secara tertentu ditempat khusus, dipanaskan sekitar suhu 900-1000 °C selama dua atau tiga hari, dan diikuti dengan pendinginan secara perlahan-lahan. Permukaan karbon akan beroksidasi dengan bijih besi, dan dengan bantuan oksigen maka akan keluar gas karbon dioksida, pada bagian-bagian yang berat sisa-sisa karbon akan membentuk menjadi gumpalan-gumpalan bulat (nodules). Setelah proses ini besi tersebut akan kelihatan putih sekali - dengan demikian disebut “besi tuang putih”.

Pada proses ‘Besi tuang hitam (Blackheart)’, yaitu untuk besi yang kandungan karbonnya rendah, karbon tidak dihilangkan. Hasil coran dibungkus dalam satu tempat (container) dengan bahan-bahan yang tidak bereaksi seperti terak yang dihancurkan atau kerikil, dipanaskan dengan suhu 850 – 900° C sampai dengan lima hari. Lapisan semen (cementite) diubah menjadi besi dan serbuk-serbuk grafit, yang dengan cepat membentuk nodule pada besi. Karena logam tersebut berwarna hitam tidak mengkilat maka disebut ‘besi tuang hitam’. Pengecoran didalam acuan (cetakan) baja biasanya digunakan untuk komponen-komponen mobil, mesin-mesin dan peralatan pertanian.

2.6.3. Besi Tuang Campuran

Dengan menambah elemen-elemen campuran pada besi akan membuat beberapa jenis besi tuang yang mempunyai kegunaan-kegunaan tertentu dalam

permesinan. Diantara elemen-elemen pencampuran itu adalah nikel, kromium, milibdenum, titanium, vanadium dan tembaga yang kandungannya setingkat dengan silicon atau mangan.

Besi-besi campuran digunakan bila diperlukan kekuatan tarik yang tinggi, kaku dan tahan terhadap korosi. Besi nikel – krom, misalnya, mempunyai kekenyalan dan kekerasan yang tinggi dan tahan terhadap kenaikan temperatur tinggi yang berulang-ualng tanpa terjadi efek-efek yang tidak baik. Beberapa komposisi mempunyai patent dan dijual atas nama perusahaan.

2.7. Pembuatan Baja

2.7.1. Baja

Baja adalah istilah umum yang mempunyai refrensi yang luas, termasuk baja-baja 'lunak', beberapa diantaranya sangat keras dan yang lain sangat kuat, sedangkan yang lain sepesial untuk pembuatan perkakas pemotong; yang lain adalah pegas dan baja-baja dengan kekuatan tarik yang tinggi, baja otomat dengan mudah dikerjakan dengan mesin, berbagai jenis baja yang tahan karat, *deep-drawing steels* untuk pengerjaan kempa (misalnya karoseri mobil) dan sejumlah besar baja khusus, yang semuanya dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan teknologi modern yang kesemuanya ini mulanya dari besi kasar.

Walaupun baja dapat didefenisikan sebagai campuran karbon dan besi, tetapi perlu diketahui bahwa tidak ada satu jenis baja pun yang hanya terdiri dari dua elemen ini. Karena proses pembuatan dan sifat-sifat alamiah dari bahan-bahan mentah yang digunakan, semua baja mengandung bahan-bahan lain yang tidak

murni dalam jumlah kecil yang bervariasi seperti fosfor, belerang, mangan, dan silikon, bercampur dengan elem-elemen sisa lainnya. Kotoran-kotoran ini tidak mungkin dapat dihilangkan seluruhnya dari logam.

Bila satu atau lebih elemen ini ditambahkan seperti nikel, krom, tungsten, dan lain-lain, baja itu dikenal sebagai 'baja campuran' (paduan). Campuran campuran besi-karbon pada umumnya dikenal sebagai 'baja karbon langsung' (straight carbon steels).

2.7.2. Besi Kasar Menjadi Baja

Perubahan besi kasar menjadi baja merupakan proses pembersihan yang mana kelima elemen yaitu, karbon, fosfor, belerang, mangan, dan silikon dikurangi kadarnya atau dihilangkan sama sekali. Diantara elemen-elemen ini, karbon memegang peranan dalam menentukan nilai dari baja yang dihasilkan, dari mulai baja karbon rendah, menengah dan tinggi. Kadar karbon bisa diatur berdasarkan spesifikasi yang berkisar antara 0,1 sampai 1,3 persen dan kadang-kadang lebih tinggi dari pada itu.

Dalam proses pembersihan, kita temukan bahwa pembuatan baja itu terdiri dari proses kimia, yaitu : proses asaman dan proses basa. Proses-proses ini terjadi disebabkan komposisi dari besi-besi kasar yang berbeda-beda, beberapa mengandung kadar phosphor dan belerang yang tinggi, sedangkan yang lainnya mengandung kadar silikon yang lebih tinggi dari kadar fosfor dan belerang yang lebih rendah.

Menghilangkan karbon, mangan, dan silicon tidak merupakan persoalan yang besar, dan dapat ditangani dengan baik dalam proses-proses basa atau asaman. Menghilangkan phosphor dan belerang hanya bisa dalam proses basa dimana kapur disertakan dalam pembebanan untuk campuran dengan kedua elemen tersebut, memindahkannya ke dalam terak basah, yang mana kejadian ini adalah yang paling penting dalam proses.

Disebabkan oleh sifat kimia dari terak pada kedua proses tersebut, penting untuk diperhatikan bahwa tanur-tanur penyulingan harus dilapisi dengan bahan tahan api yang secara kimiawi tidak akan bereaksi dan terkikis oleh terak-terak. Perlu diingat bahwa asam (acid) dan basa (bases) mudah untuk bersenyawa terutama pada temperature tinggi. Dengan demikian, maka tanur-tanur basa harus dilapisi dengan tembok-tembok magnesit dan dolomit-magnesit, dan tanur-tanur asam dengan tembok-tembok silika.

Istilah basa dan asam diambil berdasarkan lapisan dari tanur tersebut dan pembentukan terak-terak yang secara alamiah pada kedua proses tersebut. produksi baja sekarang ini dihasilkan dengan proses basa (basic).

Penyulingan logam yang dicairkan adalah dengan oksidasi, dengan jalan mengalirkan oksigen ke dalam logam, campuran gas dengan bahan-bahan yang tidak diinginkan membentuk oksida-oksida yang akan diserap oleh terak atau keluar dalam bentuk gas-gas. Sebagian dari besi juga dioksidasi dan dipecah tapi nantinya bisa disatukan kembali. Pembersihan belerang akan tergantung pada sifat kebasan dari terak dan temperatur yang dicapai selama penyulingan.

2.8. Pengerjaan Panas

Ilmu logam dari baja sebagian besar tergantung pada kenyataan bahwa besi bias keluar dalam dua bentuk. Dalam suhu diatas tingkat kritis, berbentuk γ dan bisa mengikat karbon dalam larutan padat. Pada pendinginan dibawah tingkat kritis, ini kembali kebentuk awal yaitu besi α dan mengeluarkan karbon berbentuk pearlite dan cementite. Struktur ini bagaimanapun hanya tampak ketika logam sudah didinginkan perlahan-lahan, selama waktu penyebaran daari unsur-unsur pokok keluar melalui seluruh masa yang akhirnya sampai pada tingkat keseimbangan. Dengan membuat variasi dari sistem pendinginan, memungkinkan untuk menghasilkan dan mengontrol suatu daerah dari struktur-struktur yang berbeda dalam baja walaupun kandungan karbonnya tetap, struktur-struktur ini memberikan sifat-sifat fisik yang berbeda terhadap baja. Dengan jalan memperluas ukuran pendinginan akan memungkinkan untuk menghindari struktur dari keadaan setimbang (equilibrium) dan megikatnya dalam suatu kondisi yang akan mempengaruhi sifat-sifat fisik yang telah ditentukan.

Tiga prinsip pengerjaan panas yang berhubungan dengan baja-baja karbon rata adalah : 1. pelunakan (anaeling atau pemanasan diikuti dengan pendinginan perlahan-lahan), 2. normalising (pengerjaan baja dengan panas diikuti dengan pendinginan diudara), 3. hardening dan tempering (pengasaran dan pengerasan logam dengan pemanasan setelah pendinginan yang cepat).

2.8.1. Pelunakan (Anneling)

Satu bentuk anneling - `proses anneling`- sebagai hasil dari pertumbuhan kristal yang lambat sewaktu pendinginan, pada umumnya logam-logam akan mengeras dengan butiran-butiran yang kasar tidak rata, tetapi bisa dikristalisasi ulang, dan beberapa diantaranya mudah untuk dilaksanakan. Timbal, misalnya, dapat dikristalisasi ulang dengan pengerjaan dingin dan dapat diubah total tanpa adanya pengerasan, tetapi dalam banyak hal, beberapa jenis pengerjaan panas (heat treatment) adalah perlu.

Perbaikan butiran-butiran dengan Kristalisasi ulang sangat perlu untuk baja, tetapi dengan jalan ini dan banyak metal-metal yang lainnya pengerjaan atau pengilingan dingin menyebabkan deformasi kristal. Logam tersebut akan menjadi lebih keras dan tahan terhadap deformasi selanjutnya.

Kristalisasi ulang bisa dengan jalan annealing dan pengerjaan panas ini akan mengembalikan logam tersebut pada kelunakan dan kekenyalan semula, menghilangkan efek-efek pengerasan akibat pengerjaan. Bagaimanapun juga kedua proses, pengerjaan (working) dan kristalisasi ulang dapat dikombinasikan menjadi satu operasi yaitu pengerjaan panas ; ini biasanya dikerjakan untuk baja; proses terakhir dalam penggilingan baja (dirol atau ditempa) menghasilkan bentuk yang diinginkan juga dalam waktu yang sama, menghaluskan butiran-butirannya.

2.8.2. Normalising

Proses normalizing diperlukan untuk mengembalikan baja pada kondisi yang seragam dan bebas tegangan setelah mengalami pembentukan dan

pengerjaan selama pembuatan. Ada beberapa persamaan dengan annealing, tetapi dalam normalising baja dipanaskan diatas suhu kritis dan dibiarkan dingin udara terbuka (stiiil air), yang membuat suatu tingkat pendinginan yang lebih cepat. Ini memberi waktu yang cukup untuk pemisahan penuh dari perlite dan cemenite, dan dari pada terbentuk menjadi area-area terpisah dalam suatu struktur yang lebih halus.

Normalising adalah untuk baja-baja karbon rendah. Bukan untuk memberikan kelunakan yang maksimum, sedangkan yang memudahkan pengerjaan mesin adalah tergantung pada kepresisian komposisinya.

2.8.3. Hardening Dan Tempering

Bila baja didinginkan dari atas titik kritis atas, pendinginan berjalan cepat, endapan karbon akan ditekan dan struktur dibekukan dalam suatu larutan padat. Bila tersebut amat keras dan regas; bila dilihat dengan mikroskop akan terlihat struktur seperti jarum dikenal dengan martensite. Baja-baja karbon bisa, biasanya didinginkan dengan air, maka hasilnya keras dan regas sehingga kegunaanya tidak begitu banyak.

Sifat-sifat yang dihasilkan dari pendingin cepat (quenching) dari panas yang merah sekali adalah kerapuhan dan amat keras hal ini bukanlah kombinasi yang baik (terutama dalam pembuatan perkakas) tetapi bisa diperbaiki dengan pemanasan kedua.

Pada pemanasan kedua ini, baja tersebut dipanaskan sampai dibawah titik kritis bawah; dan ini akan menyebabkan endapan sebagian dari karbon, bukan

sebagai pearlite, tetapi dalam bentuk pembagian yang halus dan dikenal dengan sorbite. Disini kekerasan sedikit diturunkan, tetapi baja tersebut jadi lebih kuat. Setelah dinaikkan sampai panas penyepuhan (tempering heat), baja dibiarkan dingin secara perlahan-lahan. Suhu yang pasti untuk tempering itu tergantung pada kegunaan baja tersebut dan beberapa contoh diberikan dalam table 2. Tingkat kekerasan yang dicapai setelah pendinginan tergantung pada kandungan karbon dalam baja, yang mengandung kurang dari 0,3 persen C tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Kekerasan maksimum dicapai bila baja itu mengandung 1,2 persen C.

2.8.4. Heating (pemanasan)

Bila kondisi akhir dari baja harus dikontrol secara teliti, pemanasan yang merata dan control temperature yang teliti paling baik dicapai dengan menggunakan tanur yang dibuat untuk melayani maksud-maksud tertentu. Jenisnya banyak, sering dibuat dengan pengontrolan panas otomatis untuk beroperasi pada minyak gas atau listrik dan dengan variasi ukuran dari dapur-dapur berlapis email, dari tipe bangku yang kecil sampai kestruktur-struktur yang sangat besar untuk pengerjaan tempaan-tempaan besar, balok-balok, profil-profil, dan lain-lain. Bak-bak garam, bak-bak timbel dan timbel timah juga digunakan dalam pengerjaan dengan panas logam-logam. Timbel mempunyai daerah temperature yang luas ketika lebur, dari 327 sampai kira-kira 900⁰ C dan ini digunakan pada hardening dan tempering baja. Beberapa tipe cat dan krayon (kapur gambar) digunakan untuk menunjukkan suhu dari bagian-bagian yang

sedang dipanaskan, benda kerja tersebut diberi tanda sebelum dipanaskan dengan zat-zat kimia yang bisa berubah warna atau penampilannya pada temperatur tertentu. Metode yang lain adalah dengan menggunakan kerucut-kerucut penunjuk dan pellets. Kerucut-kerucut seger banyak dikenal dan ini terbuat dari campuran kaolin, feldspar, quarte, magnesial, kapur, asam bor, dan oksida besi. Komposisinya diatur sehingga kerucut tersebut jadi layu dan akhirnya melipat pada temperatur yang telah ditentukan. Pellets penunjuk yang ditempatkan pada bagian yang dipanaskan akan kelihatan meleleh secara menyolok pada temperatur tertentu, sehingga merupakan penunjuk yang cukup teliti.

Bila perlengkapan untuk pemanasan dan untuk control temperatur yang seharusnya tidak ada, hanya ada satu cara secara “kasar dan siap” pada penempaan atau brazing hearth, pertimbangan temperatur pada panas yang menyala sewaktu hardring dan dengan warna-warna oksida sewaktu tempering. Walaupun metode-metode ini dalam ketidak tentuan, tetapi sangat mengherankan hasil-hasil yang baik bisa dicapai pada baja-baja karbol untuk benda-benda tertentu seperti pahat-pahat dingin, obeng-obeng, dan yang lain-lain, yang dibuat untuk latihan penempahan dan contoh-contoh untuk heat treatments, jadi bahan ini baik untuk bahan pendidikan. Dalam tabel satu diperlihatkan variasi warna-warna pemanasan merah dan hubungannya dengan temperatur harus diingat bahwa warna-warna yang berkilauan ini akan nampak berbeda dibawah cahaya matahari dan logam yang dipanaskan harus dilihat jauh dari jendela-jendela dan cahaya matahari. Tabel 2 memperlihatkan hubungan antara warna-warna tempering dan temperatur dan untuk apa saja pemanasan tempering ini cocok.

Pemanasan-pemanasan ini semuanya dalam daerah “panas hitam” (black heat), yaitu logam tersebut tidak pijar, warna bersih. Warna-warna oksida ditampilkan dengan dua jalan : (1) bila sepotong baja yang dipoles dipanaskan secara pelan-pelan dan dibiarkan diudara, mula-mula akan tampak buram lalu memucat, dan lapisan oksida berwarna jerami akan tampak seluruh permukaan. Sewaktu temperatur naik, lapisan tersebut akan menua dan akhirnya berwarna biru tua pada suhu kira-kira 300°C . Logam tersebut akan memijar pada suhu sekitar 425°C . (2) Bila sepotong logam bersih dipanaskan pada satu ujungnya, warna-warna oksida akan menjalar pada permukaan berupa pita atau pelangi warna-warna sewaktu pemanasan dihubungkan. Semakin pemanasan semakin cepat, warna-warna pita bertambah kecil (sempit).

Tabel 2.4. Panas-panas Merah

Perkiraan suhu dalam $^{\circ}\text{C}$	Warna panas
500 sampai 600	Sangat merah buram.hanya kelihatan pada cahaya suram
550 sampai 600	Merah darah
700 sampai 750	Merah buah kers tua
800 sampai 850	Merah buah kers
850 sampai 900	Merah buah kers muda
950 sampai 1000	Jingga
1000 sampai 1100	Kuning
1300 sampai 1400	Putih kekuning-kuningan

Tabel 2.5. Warna-warna tempering

Warna dari lapisan oksida	Perkiraan suhu dalam °C	Cocok digunakan untuk
Jerami muda	230	Pahat bubut untuk kuningan.Pahat pangkis
Jerami tua	240	Pahat bubut untuk baja lunak
Coklat	250	Pisau-pisau gunting.Pahat bubut kayu
Ungu kecoklatan	260	Pelubang, paku-paku keling.Ketam dan alat-alat pengerjaan kayu lainnya
Ungu	270	Kapak
Ungu tua	280	Pahat-pahat dingin
Biru	300	Pegas-pegas

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah:

1. Studi Pustaka

Untuk mendapat gambaran teoritis yang berhubungan dengan tanur listrik

2. Studi Lapangan

Untuk mengetahui secara aktual dan konkrit mengenai tanur listrik.

3. Analisa

Suatu proses penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan gambar atau kesimpulan akhir dari data lapangan yang diperoleh.

3.2. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

3.2.1. Tempat Pelaksanaan Penelitian

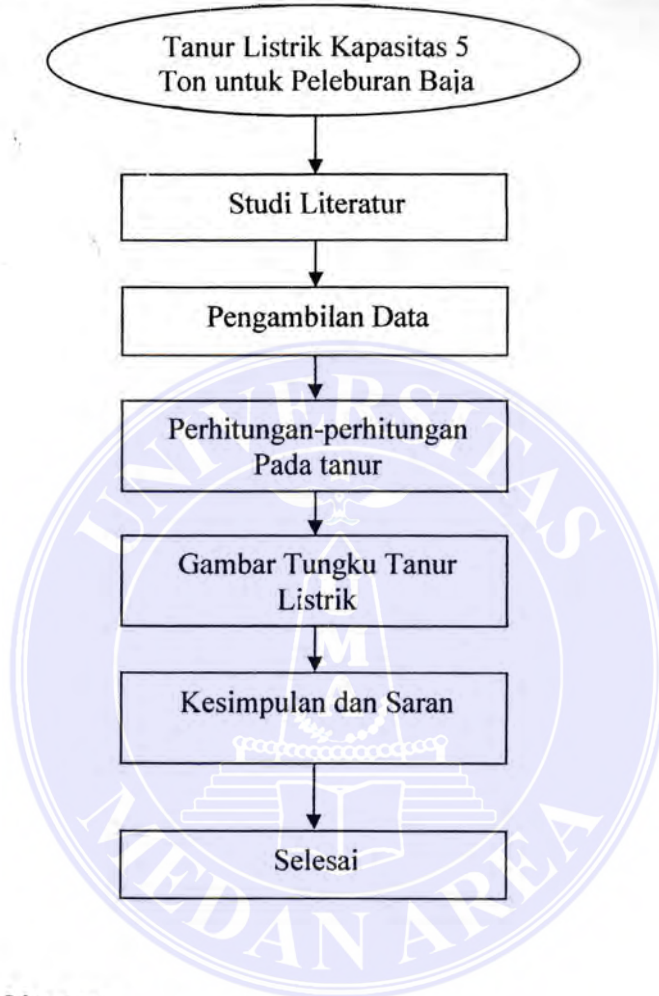
Tempat penelitian dilaksanakan di PT. GROWTH ASIA FOUNDRY yang beralamat di Jl. Yossudarso Km. 10,5 Kawasan Industri Medan I.

3.2.2. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, terhitung sejak bulan Desember 2005 sampai dengan bulan Maret 2006.

3.3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:



3.3.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran secara teoritis mengenai tanur listrik.

3.3.2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara langsung pada objek dan dari buku-buku literatur.

3.3.3. Perhitungan-perhitungan Pada Tanur

Perhitungan-perhitungan mengenai ukuran tanur, kapasitas tanur dan efisiensi tanur tersebut.

3.3.4. Gambar Tungku Tanur Listrik

Gambar tanur listrik secara keseluruhan serta bagian-bagiannya

3.3.5. Kesimpulan dan Saran

Setelah selesai melakukan penelitian diperoleh beberapa kesimpulan dan saran-saran untuk tanur listrik.

3.4. Sasaran atau Objek Penelitian

Sebuah tanur listrik dengan kapasitas 5 ton untuk peleburan baja.

3.5. Pengumpulan Data

Data-data dikumpulkan melalui peninjauan langsung terhadap objek penelitian.

3.6. Penyajian Data

Data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk teks dan gambar.

3.7. Analisa Data

Analisa dilakukan secara kuantitatif, yaitu dengan menggunakan rumus-rumus atau persamaan-persamaan yang berlaku.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. KESIMPULAN

Dalam melaksanakan penelitian yang dilakukan di sebuah perusahaan yang sedang berkembang di kota Medan ini. Saya mendapat ilmu dan pengalaman tentang masalah tanur induksi dengan kapasitas 5 ton, yang ada di PT.GROWTH ASIA.

Kesimpulan yang saya dapat pada masalah ini adalah

1. Tanur listrik ini dioperasikan 24 jam sesuai dengan permintaan produksi.
2. Daya yang dipergunakan pada tanur ini 220 KV.
3. Bahan yang dimasukkan untuk dilebur adalah sekrap atau besi yang sudah tidak dipakai lagi, seperti bekas rel kereta api, roda gigi yang sudah aus, sok breges, dan lain-lain.
4. Penuangan dilakukan ke tempat cetakan yang sudah tersedia.
5. Cetakan terbuat dari pasir dibentuk, sesuai dengan produk yang dipesan.
6. Pendinginan tanur ini dengan air, yang mengalir di sekeliling koil secara sirkulasi.
7. Waktu, energi yang terpakai dan temperatur selalu berubah – ubah untuk setiap penuangan, karena yang dimasukkan ke dalam tanur berbeda-beda bentuk sehingga proses pemasukan bahan memakan waktu.
8. Setelah penggantian lining akibat sudah tipis, maka Tanur harus dipanasi terlebih dahulu dengan cara membakar tanur dengan menggunakan kayu

selama kurang lebih 7 jam, dan untuk sentering 4 jam. Agar lining tanur sudah benar-benar kering dan kokoh.

9. Semakin panas tanur listrik ini maka pencairan logam didalam tanur semakin cepat.

5.2. SARAN

Saran saya sebagai penulis sikripsi ini adalah :

1. Apabila anda ingin melakukan survay dilapangan gunakanlah safety-safety yang diperlukan pada waktu penelitian, karena sangat rawan akan bahaya.
2. Hati – hati terhadap percikan cairan yang ada didalam tanur, bisa mengakibatkan luka bakar di tubuh kita apabila kita terkena.
3. Gunakanlah selalu catatan untuk menulis laporan yang sedang kita teliti setiap harinya, untuk mempermudah menulis hasil laporan.
4. Bandingkanlah selalu hasil laporan yang anda peroleh dilapangan dengan teori yang ada dibuku.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harun A.R. dan George, L., 1986, Kerja Logam, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
2. Murjono, 1997, Elektro Magnetika, Erlangga, Jakarta
3. Tata S dan Kenji, C., 1982, Teknik Pengecoran Logam, Pradnya Paramita, Jakarta.
4. Joni Zulkarnain, 2003, Kumpulan Rumusan Fisika, Kawan Pustaka, Jakarta.

