



MAGANG INDUSTRI - VM 191667

**PENGOPERASIAN DAN *LINING* TANUR INDUKSI
PADA PROSES PENGECORAN LOGAM
PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA**

**WIDIANI DIAN ROFITAH
10211710013005**

**Dosen Pembimbing
Ir. Eddy Widiyono, MSc
19601025 198701 1 001**

**Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Muh Fahmi Ardiansyah
NIP : 10-94
Jabatan : Personalia

Menerangkan bahwa mahasiswa

Nama : Widiani Dian Rofitah
NRP : 10211710013005
Prodi : S1 Terapan Konversi Energi

Telah menyelesaikan Magang Industri di

Nama Perusahaan : PT. Aneka Adhilogam Karya
Alamat Perusahaan : Jl. Kop. Batur Jaya, Batur, Tegalrejo,
Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah 57465
Bidang : Pengecoran Logam
Waktu Pelaksanaan : 7 September 2020 – 9 Januari 2021

Klaten , 09 Januari 2021



ANEKA ADHILOGAM KARYA

Muh Fahmi Ardiansyah

LEMBAR PENGESAHAN


Laporan Magang Industri dengan judul

PENGOPERASIAN DAN *LIVING* TANUR INDUKSI PADA PRODUKSI COR LOGAM PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA (AAK)

telah disetujui dan disahkan pada presentasi Laporan Magang Industri
Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Pada tanggal 09 Januari 2021

Dosen Pembimbing


Ir. Eddy Widiyono, MSc
NIP. 19601025 198701 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan, kesabaran, dan kemudahan sehingga laporan magang di PT. Aneka Adhilogam Karya, Klaten dapat diselesaikan dengan baik tanpa ada halangan suatu apapun.

Laporan ini disusun berdasarkan pengamatan lapangan dan studi pustaka yang dilakukan pada saat magang di PT. Aneka Adhilogam Karya, Klaten. Magang merupakan salah satu mata kuliah yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan program studi Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Aneka Adhilogam Karya, Klaten yang memberikan kesempatan untuk kerja praktik selama periode September – Januari 2020 sehingga penulis memperoleh banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga untuk masa depan penulis, dan juga terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Eddy Widiyono, M.Sc selaku dosen pembimbing kami yang telah membantu dalam penyelesaian laporan.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku kepala Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS.
3. Ibu Dr. Atria Pradityana, M.T selaku koordinator Kerja Praktek Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS.
4. Bapak Muh Fahmi Ardiansyah selaku pembimbing magang industri di PT. Aneka Adhilogam Karya.
5. Staff PT. Aneka Adhilogam Karya atas ilmu dan bimbingan selama kegiatan magang industri.
6. Orang tua tercinta, beliau selalu mendukung kami dalam segala hal terutama doanya sehingga kami mampu menyelesaikan laporan ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah memberikan

ilmu yang bermanfaat, sehingga dapat menunjang dalam pelaksanaan Magang.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Laporan Magang ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan magang ini masih belum sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berdoa agar segala bantuan yang diberikan mendapat balasan dan rahmat dari Allah SWT. Dan semoga hasil dari laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan. Amin

Klaten, 09 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Profil Perusahaan.....	2
1.1.1. Visi Perusahaan	3
1.1.2. Misi Perusahaan	4
1.1.3. Struktur Organisasi	4
1.1.4. Strategi Bisnis	16
1.1.5. Aspek Manajemen.....	17
1.2. Lingkup Unit Kerja	22
1.2.1. Lokasi Unit Kerja Praktek (Magang Industri)	22
1.2.2. Lingkup Penugasan	23
1.2.3. Rencana Dan Penjadwalan Kerja	23
BAB II KAJIAN TEORI.....	24
2.1. Pengecoran Logam	24
2.1.1. Pola.....	25
2.1.2. Cetakan.....	25
2.1.3. Dapur Peleburan.....	25
2.2. Tanur Induksi	26
2.2.1. Spesifikasi Tungku Induksi.....	27

2.2.2.	Prinsip Peleburan Tanur Induksi	34
2.3.	Refractory	36
2.4.	<i>Lining</i>	37
2.4.1.	Penentuan Penggantian <i>Lining</i> Tanur Induksi	38
2.4.2.	Alat Yang Digunakan Untuk Proses <i>Lining</i>	38
2.5.	Proses Sintering	41
2.6.	Kerusakan-Kerusakan <i>Lining</i>	43
2.6.1.	Slagging (Terak).....	43
2.6.2.	Pengkerutan (Shrinkage).....	44
2.6.3.	Abrasi (Abbrassion)	44
2.6.4.	Retakan.....	44
BAB III AKTIVITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI		46
3.1.	Realisasi Kegiatan Magang	46
3.2.	Relevansi Teori dan Praktek.....	49
3.2.1.	Relevansi Teori Tanur Induksi.....	49
3.2.2.	Relevansi Teori <i>Lining</i> Tanur Induksi	53
3.3.	Permasalahan	55
BAB IV REKOMENDASI		59
4.1.	Bahan Refractory	59
4.1.1.	Karakteristik Bahan Silika (SiO ₂)	59
4.1.2.	Bahan Pengikat.....	61
4.1.3.	Ukuran Butiran atau Agregat	62
4.2.	Proses Pemadatan	64
4.3.	Proses Sintering	66
4.4.	Teknik Peleburan.....	68

4.5. Perawatan <i>Lining</i> Tanur Induksi	69
BAB V HASIL PEMBAHASAN	69
5.1. Kesimpulan.....	70
5.2. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Table 1.1 Rencana Dan Penjadwalan Kerja	23
Tabel 2.1 Pembagian Jenis Tanur Induksi (Surdia, 1986).....	26
Table 3.1 Realisasi Aktifitas Kegiatan Magang Industri	46
Table 3.2 Realisasi Aktifitas Kegiatan Magang Industri kedua	47
Table 3.3 Realisasi Aktifitas Kegiatan Magang Industri Ketiga	48
Table 3.4 Realisasi Aktifitas Kegiatan Magang Industri Keempat	49
Table 4.1 Komposisi Kimia dan Analisa Ayak Silika	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 PT. Aneka Adhilogam Karya	2
Gambar 1.2 Penghargaan Yang Diperoleh PT. Aneka Adhilogam Karya	3
Gambar 1.3 Struktur Organisasi PT. Aneka Adhilogam Karya.....	5
Gambar 1.4 Jenis-Jenis Produk <i>Bend</i>	18
Gambar 1.5 Jenis-Jenis Produk <i>Tee</i>	18
Gambar 1.6 Jenis-Jenis Produk <i>Flange</i>	18
Gambar 1.7 Jenis-Jenis Produk <i>Reducer</i>	19
Gambar 1.8 Jenis-Jenis Produk <i>Pipe</i>	19
Gambar 1.9 <i>Manhole Cover and Frame</i>	20
Gambar 1.10 Jenis-Jenis Produk Lainnya.....	20
Gambar 1.11 Denah Lokasi PT. Aneka Adhilogam Karya.....	23
Gambar 2.1 Aliran Proses Pada Pembuatan Coran (Surdia dan Chijiwa 1986)...	24
Gambar 2.2 Dapur Produksi PT. Aneka Adhilogam Karya.....	28
Gambar 2.3 Tungku Induksi	28
Gambar 2.4 <i>Main Water</i> atau <i>Control Water In</i>	31
Gambar 2.5 <i>Water Pumping Unit</i>	31
Gambar 2.6 <i>Hydraulic Pumping Unit</i>	31
Gambar 2.7 <i>Hydraulic Controls</i>	32
Gambar 2.8 <i>Flexible Bus Bar Leads</i>	32
Gambar 2.9 <i>VIP Cabinet</i>	33

Gambar 2.10 <i>Power In</i>	33
Gambar 2.11 <i>Cooling Tower</i>	33
Gambar 2.12 CE Meter (<i>Carbon Equivalent</i>).....	34
Gambar 2.13 Skema Kerja Tanur Induksi.....	35
Gambar 2.14 Induksi <i>Electromagnetic</i>	35
Gambar 2.15 Konstruksi <i>Lining</i> Tanur Induksi.....	37
Gambar 2.16 <i>Spike Rammer</i>	38
Gambar 2.17 <i>Flat Rammer</i>	39
Gambar 2.18 <i>Lining Former</i>	39
Gambar 2.19 <i>Fiber Fax</i>	40
Gambar 2.20 Kawat Laba-Laba.....	40
Gambar 2.21 Penganjal <i>Lining Former</i>	40
Gambar 2.22 Mekanisme Proses <i>Sintering</i>	41
Gambar 2.23 Serangan Awal <i>Slagging</i>	43
Gambar 2.24 Retakan <i>Refractory</i> atau <i>Lining</i> Tanur.....	45
Gambar 3.1 Proses Peleburan Logam.....	53
Gambar 3.2 Proses Penuangan Logam Cair Ke <i>Ladle</i>	53
Gambar 3.3 Proses Penuangan Ke Pasir Cetak.....	53
Gambar 3.4 Proses Pemadatan Bahan <i>Refractory</i>	54
Gambar 3.5 Pemasangan <i>Lining Former</i>	55
Gambar 3.6 Pemadatan Dinding Luar <i>Lining Former</i>	55
Gambar 3.7 Bahan <i>Refractory</i> PT. Aneka Adhilogam Karya.....	57

Gambar 4.1 Sifat <i>Refractory</i> Silika.....	60
Gambar 4.2 Kandungan Komposisi Silika.....	60
Gambar 4.3 Sifat Mekanik Silika.....	61
Gambar 4.4 Diagram Penambahan Asam Borat.....	62
Gambar 4.5 Penumbukan Bergerigi.....	65
Gambar 4.6 Penumbukan Lonjong	65
Gambar 4.7 Penumbukan Rata.....	66
Gambar 4.8 Penampakan Tanur Induksi Setelah Pematatan.....	66
Gambar 4.9 Diagram <i>Sintering</i> Untuk Silika.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Surat Pengantar Magang Industri.....	73
Lampiran Surat Diterima Magang Industri.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

Perkembangan Industri di Indonesia beberapa tahun ini memiliki pertumbuhan sangat pesat. Perguruan tinggi sebagai tempat untuk menghasilkan sumber daya manusia ingin meningkatkan output-nya, dengan pesatnya perkembangan dunia industri di Indonesia pada bidang teknologi dan pengaplikasiannya, wawasan dari mahasiswa tentang dunia kerja yang berkaitan dengan industrialisasi dirasa sangatlah kurang dikarenakan tidak bisa didapatkan secara langsung dalam materi perkuliahan . Oleh karena itu, kerjasama dengan perusahaan – perusahaan sangatlah dibutuhkan, yang dalam hal ini bisa dilaksanakan dengan jalan Study Ekskursi, Kerja Praktek, Magang, *Joint Research*, dan lain sebagainya.

Kerjasama yang baik antara dunia pendidikan sebagai penghasil dari output tenaga kerja yang berkualitas dengan perusahaan-perusahaan pengguna tenaga kerja bisa menjembatani kesenjangan antara perguruan tinggi dengan dunia kerja (industri) dalam rangka memberikan sumbangan yang lebih besar (menjadi *patner in progres*) dalam hal ini, kami sebagai mahasiswa diharapkan mampu mengenal dan memahami lebih mendalam aplikasi-aplikasi disiplin ilmu yang telah kami pelajari selama perkuliahan yang tentunya lebih kompleks dan nyata, serta sarat teknologi baru yang telah dikembangkan.

Magang industri merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh atau diambil disemester tujuh oleh mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Intitut Teknologi Sepuluh Nopember prodi Manufaktur ataupun konversi energi. Pemahaman tentang permasalahan di dalam industri untuk mahasiswa sangat diperlukan demi menunjang pengetahuan baik secara teoritis maupun praktek yang telah didapat dari materi perkuliahan, sehingga mahasiswa dapat menjadi salah satu sumber daya manusia yang berkualitas dan siap menghadapi dunia kerja.

Dengan syarat kelulusan yang telah ditetapkan, maka saya mengambil

magang industri di PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) dalam bidang PENGOPERASIAN DAN *LINING* TANUR INDUKSI PADA PRODUKSI COR LOGAM.

1.1. Profil Perusahaan



Gambar 1.1 PT. Aneka Adhilogam Karya.

PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) merupakan Perusahaan Swasta Nasional yang awalnya berdiri tahun 1968 dan saat ini bergerak dalam bidang pengecoran logam, memproduksi berbagai perlengkapan Sambungan Pipa Air Minum (Pipe Fittings) dengan spesifikasi Besi Tuang Kelabu (Cast Iron) dan Besi Cor bergrafit bulat (Ductile). Pada tahun 1968 H.M husnun mendirikan sebuah perusahaan dengan produksi peralatan pertanian dan rumah tangga, yang terbuat dari besi cor. Pada tahun 1970 PT. Aneka Adhilogam Karya memiliki akta pendirian dengan nama CV. Aneka Karya. Pada tahun 1976 CV. Aneka Karya mulai berkonsentrasi untuk memproduksi Sambungan pipa air minum yang terbuat dari besi cor dan memasarkan produknya ke PDAM seluruh Indonesia. Pada tahun 1987 CV. Aneka Karya memperoleh pengarah teknologi dari M.I.D.C (*Metal Industry Development Center*) atau BBLM (Balai Besar Logam dan Mesin) Bandung. Pada tahun 1994 CV. Aneka Karya beralih dari CV menjadi PT. Aneka

Adhilogam Karya pada tahun ini juga perusahaan ini mulai untuk investasi tungku peleburan induksi/listrik dan mulai untuk memproduksi *pipe fittings* dengan spesifikasi FCD besi cor. Selain itu PT. Aneka Adhilogam Karya mendapatkan dua penghargaan sekaligus dalam satu tahun yaitu penghargaan “PRESTASI KENCANA“ dari kementerian koperasi dengan kategori industri kecil nasional terbaik, dan juga mendapatkan penghargaan “UPAKARTI” dari presiden Republik Indonesia dengan kategori pengembang jasa *prototype* pada skala kecil dan industri kerajinan. Melalui Divisi *pipe fittings* PT. Aneka Adhilogam Karya memperoleh sertifikasi SNI pada tahun 1995, untuk sambungan pipa bertekanan yang terbuat dari besi cor dan besi ductil. Setelah mendapatkan 2 penghargaan ditahun 1994 di tahun 1996 PT. Aneka Adhilogam Karya mendapatkan penghargaan Teladan Nasional Pengusaha Kecil dari gubernur semarang. PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) memperoleh sertifikat ISO 9001:2000 dari Global Group atas *Quality Management System*, tahun 2010 PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) memperoleh sertifikat ISO 9001:2008 dari Global Group atas *Quality Management System*, dan yang terbaru pada tahun 2018 PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) memperoleh sertifikat ISO 9001:2015 dari Global Group atas *Quality Management System*.



Gambar 1.2 Penghargaan yang di peroleh PT. Aneka Adhilogam Karya.

1.1.1. Visi Perusahaan

Menjadi perusahaan industri pengecoran logam yang selalu mengutamakan kualitas dan kepuasan konsumen serta berdaya saing tinggi.

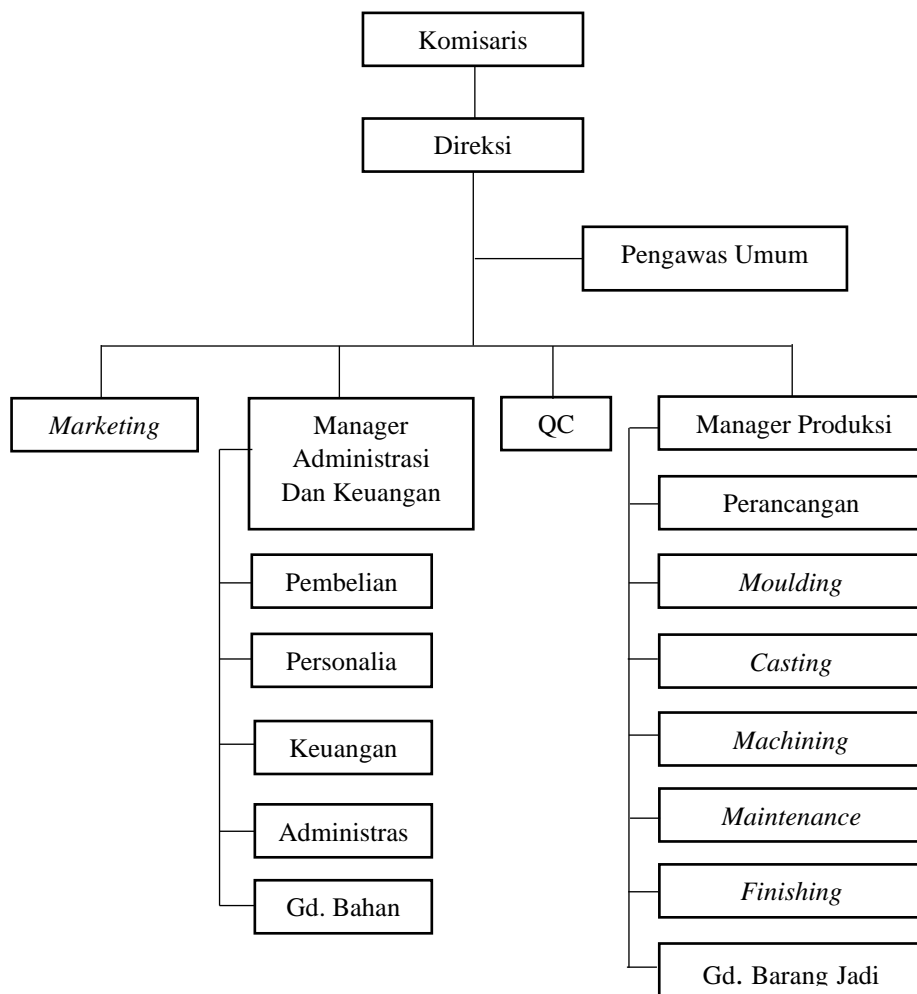
1.1.2. Misi Perusahaan

- 1) Memproduksi sambungan pipa berkualitas tinggi dengan harga yang kompetitif.
- 2) Menjamin standarisasi produk dan memperhatikan aspek mutu secara keseluruhan demi memenuhi kepuasan pelanggan.
- 3) Membantu menyukseskan bisnis pelanggan kami dengan memproduksi barang yang tepat dan berkualitas tinggi.
- 4) Mendukung pemerintah untuk memacu pembangunan menuju terwujudnya masyarakat yang adil dan makmur berdasarkan Pancasila dan UUD 1945.

1.1.3. Struktur Organisasi

Dalam suatu perusahaan haruslah ada struktur organisasi untuk mengelola ataupun mengawasi setiap kegiatan menurut bagian-bagian atau proses-proses yang ada sehingga perusahaan dapat berjalan sesuai dengan sistem atau standart prosedur yang sudah ditetapkan sebelumnya.

PT. Aneka Adhilogam Karya memiliki struktur organisasi garis lurus yaitu organisasi yang pelimpahan kekuasaan tergambar lurus dari pimpinan perusahaan pada pejabat yang berada dibawahnya sesuai dengan wewenang dan tanggung jawabnya masing-masing. Hal ini memungkinkan seluruh elemen PT. Aneka Adhilogam Karya untuk bersinergi dan tumbuh merata.



Gambar 1.3. Struktur Organisasi PT. Aneka Adhilogam Karya.

Adapun pembagian wewenang dan tugas-tugas dalam struktur organisasi yang ada di PT. Aneka Adhilogam Karya sebagai berikut :

1. Komisaris

- Memberikan pengarahan dan nasehat kepada Direksi dalam menjalankan tugasnya.
- Melakukan pengawasan atas kebijakan Direksi dalam menjalankan Perusahaan.
- Mengevaluasi rencana kerja dan anggaran Perusahaan serta mengikuti perkembangan Perusahaan dan apabila terdapat gejala yang menunjukkan.

- Perusahaan sedang dalam masalah, Dewan Komisaris akan segera meminta Direksi untuk mengumumkannya kepada para pemegang saham dan memberikan rekomendasi untuk langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.
- Memberikan saran dan pendapat kepada RUPS mengenai tujuan strategis Perusahaan, rencana pengembangan usaha, anggaran tahunan, laporan keuangan tahunan, penunjukkan kantor akuntan publik sebagai auditor eksternal dan hal-hal penting lainnya.

2. Direksi

- Bertanggung jawab menjalankan tugas pengurusan perusahaan dengan tetap memperhatikan keseimbangan kepentingan seluruh pihak yang berkepentingan dengan aktivitas perusahaan.
- Memastikan seluruh aktivitas perusahaan telah sesuai dengan ketentuan peraturan-peraturan perundang-undangan yang berlaku, Anggaran Dasar, keputusan RUPS serta peraturan-peraturan yang ditetapkan oleh perusahaan.
- Direksi dalam memimpin dan mengurus perusahaan semata-mata hanya untuk kepentingan dan tujuan perusahaan dan senantiasa berusaha meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan.
- Direksi senantiasa memelihara dan mengurus kekayaan perusahaan secara amanah dan transparan. Untuk itu Direksi mengembangkan system pengendalian internal dan system manajemen resiko secara terstruktur dan komprehensif
- Menentukan arah usaha dan visi misi serta sebagai pimpinan umum dalam mengelola perusahaan.
- Memegang kekuasaan dan kendali secara penuh dan bertanggung jawab secara menyeluruh terhadap pengembangan perusahaan.
- Menentukan kebijakan yang dilaksanakan perusahaan, termasuk juga melakukan penjadwalan seluruh kegiatan perusahaan.

3. Pengawas Umum

- Bertugas mengawasi berbagai aktivitas yang dilakukan oleh setiap departemen-departemen dalam menjalankan tugasnya.
- Bertanggung jawab pada setiap aktivitas yang dilakukan oleh setiap departemen.
- Menetapkan standar yang harus dikerjakan oleh setiap departemen sesuai dengan produk yang diproduksi.
- Mengukur kinerja dari setiap departemen agar sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan.
- Memperbaiki penyimpangan-penyimpangan yang terjadi di setiap departemen agar tidak ditemui barang yang tidak sesuai dengan standar perusahaan.

4. Marketing

- Sebagai bagian yang memperkenalkan suatu perusahaan kepada masyarakat, melalui produk yang dibuat oleh perusahaan tersebut.
- Bertugas dalam menghasilkan pendapatan bagi perusahaan dengan cara menjual produk perusahaan tersebut.
- Bertugas dalam menjalin hubungan baik dengan pelanggan dan masyarakat serta menjembatani antara perusahaan dengan lingkungan eksternal.
- Bertugas untuk menyerap informasi dan menyampaikan kepada perusahaan tentang segala sesuatu yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas dan penjualan produk.
- Mempelajari dengan baik kebutuhan dan keinginan dari konsumen agar produk yang diproduksi oleh perusahaan sesuai dengan kebutuhan konsumen.
- Mendiskusikan dan menetapkan harga yang tepat sebelum produk dipasarkan ke konsumen.
- Memeriksa penjualan apakah pendapatan sebanding dengan

banyaknya pengeluaran pada saat proses produksi suatu produk.

- Mengatur distribusi produk yang ingin dipasarkan.
- Menciptakan komunikasi yang baik dengan menggunakan media yang tepat sebagai media pengenalan produk-produk yang dihasilkan perusahaan.

5. Manager Produksi dan Administrasi

Selain berbagai tugas yang sangat banyak dikerjakan oleh bagian divisi administrasi dan keuangan. Divisi ini juga dibawahi bagian pembelian, personalia, keuangan, administrasi dan gudang bahan baku. Berikut tugas-tugas setiap bagian :

A. Bagian Pembelian

- Mencari pemasok, bagian pembelian harus pandai dalam mencari pemasok untuk perusahaan.
- Menerima purchase requisition, PQ adalah sarana untuk membuat permintaan pembelian, agar pihak purchasing dapat melakukan proses pengadaan barang yang diminta.
- Melaksanakan Pembelian, bagian pembelian langsung terjun ke dalam proses pembelian.
- Memeriksa Laporan.
- Melaksanakan market survey untuk memonitor harga, dengan melaksanakan market survey maka bagian pembelian akan lebih tepat dalam tawar menawar ketika membeli barang.
- Mengadakan kontrak Pembelian
- Membuat laporan kepada manajemen
- Membuat spesifikasi pembelian
- Memonitor situasi ekonomi, politik, kejadian-kejadian, yang mempengaruhi ekonomi.
- Mengadakan pertemuan secara berkala internal unit kerja untuk mengoptimalkan kinerja.

B. Bagian Personalia

- Membuat anggaran tenaga kerja yang diperlukan.
- Membuat *job analysis*, *job description*, dan *job specification*.
- Menentukan dan memberikan sumber-sumber tenaga kerja.
- Mengurus dan mengembangkan proses pendidikan karyawan.
- Mengurus seleksi tenaga kerja.
- Mengurus soal-soal pemberhentian (pensiun).
- Mengurus soal-soal kesejahteraan.

C. Bagian Keuangan

- Menetapkan struktur keuangan organisasi.
- Menetapkan kebutuhan keuangan lembaga sekarang dan akan datang dan rencana menutupinya (termasuk rencana jangka pendek, menengah dan panjang)
- Melakukan pengelolaan dana kegiatan secara efisien
- Mengendalikan dan menyusun sistem keuangan yang dapat mencegah terjadinya penyimpangan.
- Menyusun laporan keuangan secara berkala
- Melakukan evaluasi kinerja staf keuangan.
- Bekerja sama dengan manajer lainnya untuk merencanakan serta meramalkan beberapa aspek dalam perusahaan termasuk perencanaan umum keuangan perusahaan.
- Menjalankan dan mengoperasikan roda kehidupan perusahaan se-efisien dan se-efektif mungkin dengan menjalin kerja sama dengan manajer lainnya.
- Mengambil keputusan penting dalam investasi dan berbagai pembiayaan serta semua hal yang terkait dengan keputusan tersebut.
- Menghubungkan perusahaan dengan pasar keuangan, di mana perusahaan dapat memperoleh dana dan surat berharga perusahaan dapat diperdagangkan

- Mengkoordinasikan dan mengontrol perencanaan, pelaporan, serta pembayaran kewajiban pajak perusahaan agar efisien, akurat, tepat waktu, dan sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku.
- Merencanakan dan mengkoordinasikan penyusunan anggaran perusahaan, serta mengontrol penggunaan anggaran tersebut untuk memastikan penggunaan dana secara efektif dan efisien dalam menunjang kegiatan operasional perusahaan.
- Mengelola fungsi akuntansi dalam memproses data dan informasi keuangan untuk menghasilkan laporan keuangan yang dibutuhkan perusahaan secara akurat.
- Merencanakan dan mengkoordinasikan pengembangan sistem serta prosedur keuangan dan akuntansi. Selain itu juga mengontrol pelaksanaannya untuk memastikan semua proses dan transaksi keuangan berjalan dengan tertib dan teratur.
- Merencanakan dan mengkonsolidasikan perpajakan seluruh perusahaan untuk memastikan efisiensi biaya dan kepatuhan terhadap peraturan perpajakan.
- Merencanakan, mengkoordinasi, dan mengontrol arus kas perusahaan (*cash flow*), terutama pengelolaan piutang dan utang. Sehingga, hal ini dapat memastikan ketersediaan dana untuk operasional perusahaan dan kondisi keuangan dapat tetap stabil.

D. Bagian Administrasi

- Koordinasi penyusunan pelaksanaan kebijakan teknis, rencana dan program serta laporan.
- Pelaksanaan urusan keuangan dan perlengkapan.
- pengelolaan urusan kepegawaian, hubungan masyarakat, tata usaha dan rumah tangga di lingkungan kantor wilayah

E. Bagian Gudang Dan Bahan Baku

- Membuat perencanaan pengadaan barang dan distribusinya.
- Mengawasi dan mengontrol operasional gudang.
- Menjadi pemimpin bagi semua staff gudang.

- Mengawasi dan mengontrol semua barang yang masuk dan keluar sesuai dengan SOP.
- Melakukan pengecekan pada barang yang diterima sesuai SOP.
- Membuat perencanaan, pengawasan dan laporan pergudangan.
- Memastikan ketersediaan barang sesuai dengan kebutuhan.
- Mengawasi pekerjaan staff gudang lainnya agar sesuai dengan standar kerja.
- Memastikan aktivitas keluar masuk barang berjalan lancar.
- Melaporkan semua transaksi keluar masuk barang dari dan ke gudang.

6. Quality Control

- Memantau perkembangan semua produk yang diproduksi oleh perusahaan.
- Bertanggung jawab untuk memperoleh kualitas dalam produk dan jasa perusahaannya.
- Tugas utama *Quality Control* tetap sama disemua industri Namun, metode untuk menentukan kualitas suatu produk bervariasi setiap perusahaan.
- Dalam produk material, *QC* harus memverifikasi kualitas produk dengan bantuan parameter seperti berat badan, tekstur dan sifat fisik lain dari perusahaan.
- Dalam industri mekanik *QC* menjamin kualitas setiap bagian secara individual. Demikian juga, untuk setiap industri metode ini bervariasi setiap produk.
- *QC* memonitor setiap proses yang terlibat dalam produksi produk.
- Memastikan kualitas barang yang dibeli serta barang jadi.
- Merekomendasikan pengolahan ulang produk-produk berkualitas rendah.
- Bertanggung jawab untuk dokumentasi inspeksi dan tes yang

dilakukan pada produk dari sebuah perusahaan.

- *QC* harus memastikan produk dari standar perusahaan memenuhi mutu ISO seperti 9001.
- Menjaga checklist proses inspeksi dan protokol yang digunakan dalam suatu perusahaan.
- Bertanggung jawab untuk mengidentifikasi masalah dan isu-isu mengenai kualitas produk dan juga harus membuat rekomendasi kepada otoritas yang lebih tinggi.
- Membuat analisis catatan sejarah perangkat dan dokumentasi produk sebelumnya untuk referensi dimasa mendatang.

7. Manager Produksi

- Melakukan pengawasan dalam proses produksi
- Menentukan standar kontrol kualitas
- Mere-negosiasi rentang waktu atau jadwal yang diperlukan dalam memproduksi produk
- Mengawasi para staf dibagian bawahnya
- Menjadi penghubung dengan pembeli, pemasaran dan staf penjualan
- Mengawasi proses produksi agar kualitas, kuantitas dan waktunya sesuai dengan perencanaan yang sudah dibuat
- Bertanggung jawab mengatur manajemen gudang agar tidak terjadi kelebihan atau kekurangan persediaan bahan baku, bahan penolong maupun produk yang sudah jadi di gudang
- Bertanggung jawab mengatur manajemen alat agar fasilitas produksi berfungsi sebagaimana mestinya dan beroperasi dengan lancar.
- Membuat laporan secara berkala mengenai kegiatan dibagiannya.
- Bertanggung jawab pada peningkatan ketrampilan dan keahlian karyawan yang berada dibawah tanggung jawabnya.
- Memberikan penilaian dan sanksi jika karyawan dibawah

tanggung jawabnya melakukan kesalahan dan pelanggaran

- Berinovasi dalam pengerjaan produksi dan memberikan masukan pada perusahaan yang berkaitan dengan bagian produksi

Selain tugas dan tanggung jawab manajer produksi seperti yang sudah disebutkan diatas terdapat juga bagian-bagian yang menjadi bawahan dari Manajer produksi, berikut bagian-bagian beserta tugas dan tanggung jawabnya :

A. Bagian Perencanaan

- Menyusun strategi perusahaan dalam melayani konsumen.
- Menentukan arah tujuan perusahaan dan target bisnisnya
- Menyusun strategi untuk mencapai tujuan yang dikehendaki
- Menentukan apa saja sumber daya yang dibutuhkan untuk menjalankan strategi tersebut
- Menetapkan standar atau *benchmark* untuk menentukan upaya dalam mencapai tujuan tersebut.
- Merencanakan pedoman dan acuan dasar dalam melaksanakan kegiatan.
- Merencanakan besarnya anggaran sebelum melakukan proses produksi.
- Merencanakan jadwal kegiatan atau alur kegiatan dalam proses produksi.
- Menentukan sekmen pasar yang akan dituju perusahaan.
- Menentukan seberapa besar, seberapa lama, seberapa banyak suatu produk yang akan di produksi dalam sekali jalan.

B. Bagian *moulding* atau percetakan

- Memiliki tanggung jawab mengawasi, menentukan, mengkoordinir dalam proses produksi.
- Membuat cetakan sesuai dengan produk yang di pesan.
- Menentukan seberapa banyak cetakan yang harus dibuat agar sesuai dengan banyaknya logam cair yang ada ditungku tanur.
- Menyiapkan cetakan sebelum proses penuangan dilakukan.

C. Bagian *Casting*

- Menyiapkan cairan logam yang akan dicetak.
- Memilah jenis logam yang akan di cairkan dalam tungku tanur induksi.
- Sebagai pemegang kendali dalam proses pencairan logam agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sesuai dengan jenis barang yang aka dibuat.

D. Bagian *Machining*

- Menguji dan memastikan kinerja mesin sebelum pekerjaan utama dimulai.
- Mengatur seluruh informasi operasi mesin sesuai kebutuhan produksi.
- Memantau mesin selama prosedur produksi berlangsung.
- Memastikan mesin dikalibrasi dan dikalibrasi ulang sebelum dan setelah prosedur produksi.
- Memecahkan permasalahan yang terdapat pada mesin.
- Memastikan persiapan tepat waktu dan ketersediaan semua bahan produksi untuk menghindari kekurangan selama produksi.
- Laporan kepada atasan secara teratur, menginformasikan tentang kegiatan produksi dan kinerja.
- Mempelajari *blueprint* dari tata letak kerja untuk memastikan akurasi dalam tugas produksi.
- Memperbaiki bentuk dari hasil cetakan apabila tidak sesuai dengan bentuk yang diinginkan konsumen.
- Melakukan pembubutan atau milling pada bagian-bagian dari produk yang tidak sesuai

E. Bagian *Maintenance*

- Maintenance memiliki tanggung jawab untuk melakukan perawatan dan pemeliharaan atas semua mesin atau peralatan yang dibutuhkan selama proses produksi.

- Maintenance memiliki tanggung jawab untuk mengatur seluruh kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan perawatan segala sarana dan prasarana perusahaan.
- Menguji dan memastikan kinerja mesin sebelum pekerjaan utama dimulai.
- Mengatur seluruh informasi operasi mesin sesuai kebutuhan produksi.
- Memantau mesin selama prosedur produksi berlangsung.
- Memastikan mesin dikalibrasi dan dikalibrasi ulang sebelum dan setelah prosedur produksi.
- Memecahkan permasalahan yang terdapat pada mesin.
- Memastikan persiapan tepat waktu dan ketersediaan semua bahan produksi untuk menghindari kekurangan selama produksi.
- Laporan kepada atasan secara teratur, menginformasikan tentang kegiatan produksi dan kinerja.
- Mempelajari *blueprint* (kerangka kerja) dari tata letak kerja untuk memastikan akurasi dalam tugas produksi.

F. Bagian *Finishing*

- Bertanggung jawab menerima barang setelah melewati bagian machining.
- Mengawasi produk yang sudah lolos dalam QC 1.
- Memperbaiki produk yang masih memiliki kekurangan dalam segi bentuk dan ukuran.
- Bertanggung jawab dalam proses pengawasan produk akhir sebelum dikirim ke konsumen.
- Mengecek produk-produk yang sudah jadi setelah proses produksi.
- Mengecek produk-produk yang akan dikirim ke konsumen.

G. Bagian Gudang Barang Jadi

- Menerima barang datang atau barang masuk ke gudang. Barang ini bisa berasal dari mana saja, bisa dari vendor, atau

barang dari produksi yang dikembalikan.

- Melakukan display barang serta menghapuskan nama nama item yang ada di gudang.
- Mengambil barang atau menyiapkan barang yang hendak dikirim atau telah dipesan oleh klien.
- Memastikan barang terjaga dengan baik.
- Memastikan barang terhitung dengan baik.
- Memastikan data di Komputer sama dengan data di fisik.
- Memastikan pengiriman bisa sampai tepat waktu.
- Memastikan target kerja tercapai sesuai dengan yang telah ditentukan oleh perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kebersihan gudang.

1.1.4. Strategi Bisnis

Sistem yang dijalankan di PT. Aneka Adhilogam Karya menurut sistem produksi berdasarkan tujuan produknya yaitu *Engineering To Order* (ETO) dan *Make To Stock* (MTO). *Engineering To Order* (ETO) adalah suatu sistem produksi yang dibuat bila pemesan meminta produsen membuat produk mulai dari proses perancangan sampai pengiriman produk. PT. Aneka Adhilogam Karya sendiri dalam pembuatan produknya berfokus pada sambungan pipa bertekanan tinggi, *manhole*, *clamp saddle*, dan lain sebagainya. Maka target pasarnya adalah perusahaan-perusahaan yang membutuhkan hal tersebut dalam proses produksinya. Target pasar yang dituju misalnya, PDAM seluruh Indonesia, dinas perindustrian, kementerian pekerjaan umum, dan ada beberapa perusaah swasta lainnya.

Dalam menjalani bisnis pengecora logam PT. Aneka Adhilogam Karya selalu mementingkan kualitas yang bagus, jadi strategi bisnis yang dipegang ole PT. Aneka Adhilogam Karya adala dengan memegang teguh kualitas produk yang bagus.

1.1.5. Aspek Manajemen

Berikut ini aspek-aspek mendasar yang saling terintegrasi antara satu sama lain dalam segala kegiatan yang berfungsi untuk memajemen PT. Aneka Adhilogam Karya :

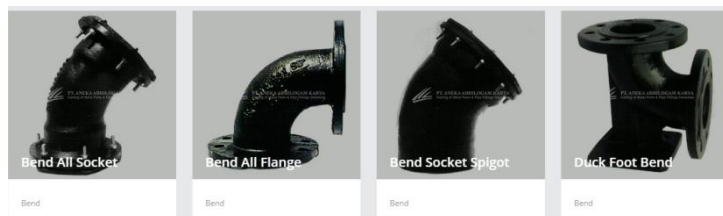
1. Aspek Produksi

A. Produk Yang Dihasilkan

PT. Aneka Adhilogam Karya menyediakan varian produk-produk sambungan pipa air dan komponen tata drainase. Pengelompokan sambungan pipa air dan komponen tata drainase yang diproduksi oleh PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) antara lain :

1. *Bend*

Bend merupakan komponen sambungan pipa air yang berbentuk lengkung atau bengkok, beberapa jenis produknya yaitu *Bend All Socket*, *Bend All Flange*, *Bend*

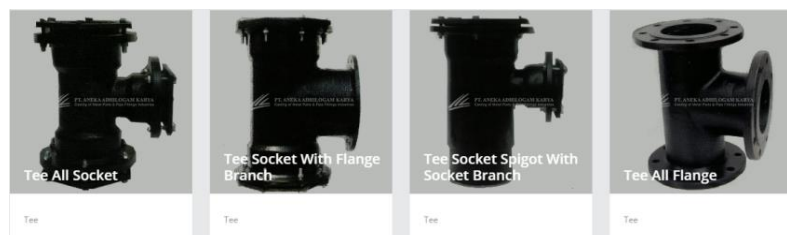


Socket Spigot, *Duck Foot Bend*.

Gambar 1.4 Jenis-jenis Produk *Bend*.

2. *Tee*

Tee merupakan aksesoris sambungan pipa air khususnya PDAM yang berfungsi sebagai pemecah saluran pipa saluran. Beberapa jenis produknya yaitu *Tee All Socket*

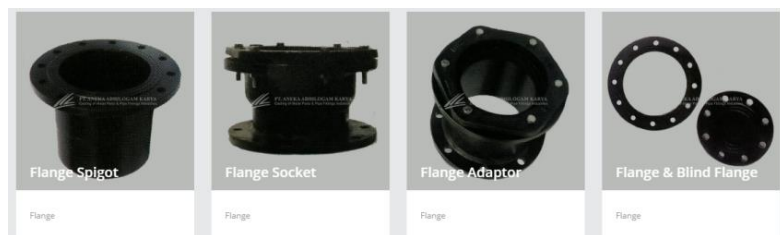


Pipe Fittings, Tee Socket With Flange Branch, Tee Socket Spigot With Socket Branch, Tee All Flange Pipe Fittings, tee socket spigoot with flange branch, Tee Invert Socket With Flange Branch.

Gambar 1.5 Jenis-jenis Produk *Tee*.

3. *Flange*

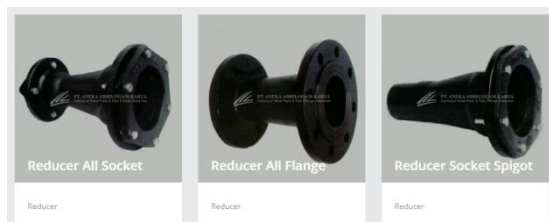
Flange merupakan aksesoris dalam sistem penggabungan pipa yang menggunakan koneksi sambungan baut disalah satu sisinya. Beberapa jenis produknya yaitu *Flange Spigot, Flange Socket, Flange Adaptor, Flange* dan *Blind Flange*.



Gambar 1.6. Jenis-jenis Produk *Flange*.

4. *Reducer*

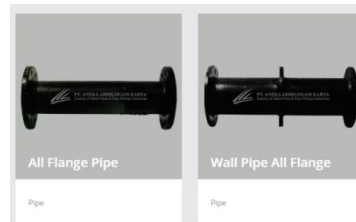
Reducer adalah merupakan komponen sambungan pipa yang digunakan untuk menggabungkan pipa-pipa yang berdiameter berbeda (pipa berdiameter besar ke pipa diameter kecil atau sebaliknya) dengan sistem *socket* dalam koneksi penggabungan terhadap pipa tersebut. Beberapa jenis produknya yaitu *Reducer All Socket, Reducer All Flange, Reducer Socket Spigot*.



Gambar 1.7. Jenis-jenis Produk *Reducer*.

5. *Pipe*

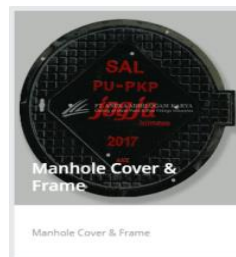
Pipa besi adalah sebuah selongsong bundar yang berbahan logam digunakan untuk mengalirkan cairan atau gas. Beberapa jenis produknya yaitu *All Flange Pipe* dan *Wall Pipe All Flange*.



Gambar 1.8. Jenis-jenis *Pipe*.

6. *Manhole cover and Frame*

Manhole cover dan *frame* merupakan komponen tata drainase berupa penutup lubang jalan atau trotoar. Produk coran satu ini berfungsi sebagai akses masuk bagi

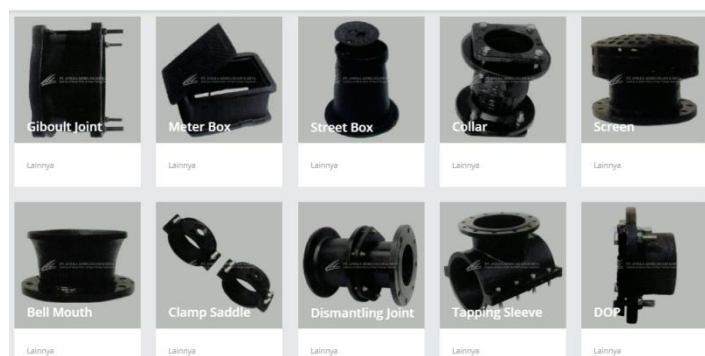


para teknisi maupun petugas kebersihan dalam mengontrol, merawat dan membersihkan gorong-gorong atau saluran air bawah tanah.

Gambar 1.9. *Manhole Cover and Frame*.

7. Lainnya

Perusahaan juga menerima pesanan yang tidak hanya



berupa sambungan pipa, namun juga ada *Tapping Sleeve, Giboult Joint, Meter Box, Street Box, Collar, Screen, Bell Mouth, Clamp Saddle, Dismantling Joint.*

Gambar 1.10. Jenis-jenis Produk Lainnya.

B. Sumber Dan Bahan Baku

Bahan baku dalam proses produk yang digunakan yaitu pasir siilika, pasir hitam, semen, tetes tebu, potongan besi tuang bekas dan besi scrap. Semua bahan baku tersebut didapat dari pihak ketiga yang lokasinya tidak jauh dari pabrik, atau masih dekat wilayah pabrik kecuali pasir silika yang didatangkan dari Rembang.

C. Proses Produksi

Dalam proses produksi yang terjadi di PT. Aneka Adhilogam Karya terdapat beberapa proses yaitu *Moulding* atau percetakan, *Casting*, *Machining*, dan *Finishing*.

- 1) *Moulding* atau percetakan
- 2) *Casting* (dapur induksi)
- 3) *Machining*
- 4) *Finishing*

2. Aspek Keuangan

A. Sumber Dana

PT. Aneka Adhilogam Karya dalam mengoperasikan perusahaan menggunakan sumber dana yang berasal dari :

1) Modal Sendiri

Merupakan bentuk modal yang berasal dari pemilik perusahaan yang juga berperan sebagai pemimpin perusahaan, karena saham-saham yang dimiliki perusahaan tidak diperjual belikan. Adapun modal awal pada saat perusahaan berdiri adalah sebesar Rp. 15.000.000,00 tetapi setelah bentuk perusahaan berubah menjadi PT anggaran perusahaan mengalami perubahan,

terakhir dengan akte notaris No.04 tanggal 1 desember 1982 oleh notaris B.R.A Mahyastoeti Notonegoro, SH. Anggaran dasar berubah menjadi Rp. 150.000.000,00 yang terbagi atas 1.500 lembar saham dengan nilai nominal Rp. 100.000,00.

2) Modal Pinjaman

Untuk meningkatkan dan menunjang ekspansi perusahaan dirasa modal sendiri kurang mencukupi sehingga PT. Aneka Adhilogam Karya memanfaatkan modal pinjaman berupa fasilitas kredit dari Bank Bumi Daya dengan dibebani bunga sebesar 25% pertahun dalam jangka waktu enam bulan.

B. Penggunaan Dana

Penggunaan dana yang paling utama adalah untuk membeli bahan baku untuk proses produksi dan juga untuk gaji karyawan.

3. Aspek Pemasaran

A. Proses Penetapan Harga Jual

Harga jual yang diberlakukan oleh PT. Aneka Adhilogam Karya yaitu ditentukan oleh berat produk per Kg-nya dan juga jenis materialnya.

B. Saluran Distribusi

PT. Aneka Adhilogam Karya membutuhkan pihak ketiga sebagai penunjang proses pengiriman. Dalam proses pengiriman PT. Aneka Adhilogam Karya membutuhkan 2 sampai 3 truk besar sesuai jenis produk yang akan dikirim dan juga disesuaikan dengan ukuran produk.

C. Strategi Promosi

PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) melakukan *survey* terhadap seluruh segmen pelanggan. Untuk menentukan media promosi yang paling berpengaruh bagaimana produk dikenal oleh pelanggan. *Survey* juga dilakukan untuk menentukan media yang paling efektif untuk digunakan sebagai sarana meningkatkan

loyalitas dan *brand image*. Berdasarkan hasil *survey* tersebut, perusahaan memilih beberapa media untuk melakukan kegiatan komunikasi pemasaran, yakni: media promo *outdoor* (*billboard*, *neon box*, baliho, papan nama toko), media cetak (koran, majalah, tabloid), poster dan radio.

4. Aspek Sumber Daya Manusia

Sistem perekrutan yang dilaksanakan di PT. Aneka Adhilogam Karya yaitu dengan sistem pengumuman. Namun perusahaan terlebih dahulu mengumumkan ke para karyawan PT. Aneka Adhilogam Karya barangkali mempunyai relasi yang sudah ahli dalam bidang yang dibutuhkan. Tetapi apabila karyawan tidak mempunyai usulan relasi maka perusahaan akan memberikan informasi lowongan pekerjaan untuk umum.

Setelah ada peserta yang terdaftar kemudian dilakukan pelatihan terlebih dahulu. Bukan hanya karyawan baru saja yang mendapat pelatihan, apabila perusahaan mendapat order model baru, maka akan diadakan pelatihan lagi. Jam kerja yang diberlakukan di PT. Aneka Adhilogam Karya yaitu dimulai pukul 7.30-11.30 WIB. Karyawan juga diberi waktu istirahat dari pukul 11.30-12.30 WIB kemudian dilanjutkan produksi sampai jam 15.00 WIB.

1.2. Lingkup Unit Kerja

1.2.1. Lokasi Unit Kerja Praktek (Magang Industri)

PT. Aneka Adhilogam Karya berada di Jl. Kop. Batur Jaya, Batur, Tegalrejo, Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah 57465.



Gambar 1.11 Denah Lokasi PT. Aneka Adhilogam Karya.

1.2.2. Lingkup Penugasan .

Dalam lingkup proses permagangan Mahasiswa tidak diberikan batasan ataupun dikhususkan untuk mempelajari satu divisi atau bagian saja namun mahasiswa di berikan ruang untuk mempelajari semua rangkaian proses yaitu mulai dari proses pencetakan, proses *Casting*(induksi), proses *Machining*, dan dilanjutkan dengan proses *Finishing*.

1.2.3. Rencana Dan Penjadwalan Kerja

Pelaksanaan magang dilakukan selama 4 bulan yaitu :

Periode Magang : 7 September 2020 – 9 Januari 2021

Tabel 1.1 Rencana dan Penjadwalan Kerja

Hari kerja	Senin - Kamis
Jam Kerja	08.00 s.d. 16.00 WIB

BAB II

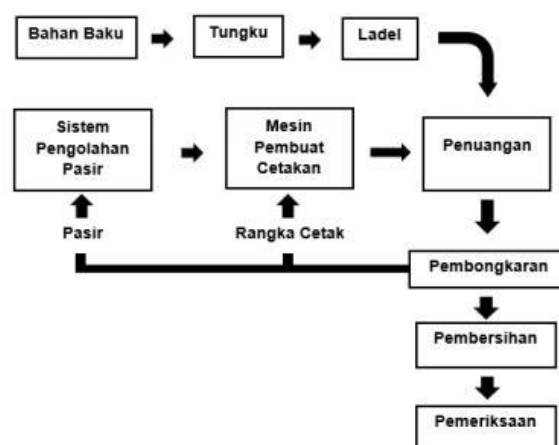
KAJIAN TEORI

2.1. Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah proses penuangan logam yang dicairkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Untuk itu harus dilakukan beberapa proses yaitu sebagai berikut: pembuatan pola, pembuatan inti, pembuatan cetakan, peleburan, penuangan, pembongkaran dan pembersihan.

Besi Cor adalah paduan besi yang mengandung *carbon*, *silisium*, *magan*, *fosfor*, dan juga belerang. Besi cor ini digolongkan menjadi enam macam yaitu : besi cor kelabu, besi cor kelas tinggi, besi cor kelau paduan, besi cor bergrafit bulat, besi cor mampu tempa dan besi cor cil. Kekuatan tarik dari besi cor kelabu kira-kira $10-30 \text{ kgf/}^2$, namun besi cor ini agak getas titik cairnya kira-kira 1.200°C dan mempunyai mampu cor sangat baik serta murah, sehingga besi cor kelabu ini dipergunakan paling banyak untuk benda-benda coran.

Berikut adalah aliran proses pada pembuatan coran.



Gambar 2.1 aliran proses pada pembuatan coran (Surdia dan Chijiwa 1980).

2.1.1. Pola

Pola digolongkan menjadi dua yaitu pola logam dan pola kayu (termasuk pola plastik). Bahan dari pola bisa bermacam-macam sesuai dengan penggunaannya. Pola memiliki berbagai macam bentuk yaitu pola pejal, pola pelat pasangan, pola pelat kup dan drag, pola cetakan sapuan, pola penggeret dengan penuntun, pola penggeret berputar dengan rangka cetak, pola kerangka.

Hal pertama yang harus dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar perencanaan menjadi gambar untuk pengecoran. Dalam membuat pola haruslah memperhitungkan untuk toleransi penyusutan kisaran 1,5% untuk *cast iron* 1,75% untuk *ductil* dengan pertimbangan campuran pada cairan. Dan juga untuk kemiringan diberikan 1/20 dari ukuran aslinya.

2.1.2. Cetakan

Dalam membuat Pada industri pengecoran logam di daerah Cepre Klaten penggunaan tungku induksi dengan frekuensi tinggi masih banyak digunakan selain itu pengecoran logam di daerah tersebut menggunakan cetakan pasir (*sand casting*). Macam-macam jenis cetakan pasir yang digunakan dibagi menjadi 3 yaitu : cetakan semen proses, cetakan tapel, dan juga cetakan pasir hitam

2.1.3. Dapur Peleburan

Dalam proses pengecoran logam tahapan peleburan untuk mendapatkan logam cair pasti akan dilakukan dengan menggunakan suatu tungku peleburan dimana material bahan baku dan jenis tungku yang akan digunakan harus sesuai dengan material yang akan dilebur. Dalam memproduksi besi cor, tungku yang paling banyak digunakan di industri pengecoran adalah tungku induksi dan tungku krusible.

klasifikasi tanur induksi dijabarkan melalui diagram perbandingan antara frekuensi kerja dengan kapasitas lebur. Berikut ini adalah klasifikasi tanur induksi menurut Surdia, 1991.

Tabel 2.1 Pembagian Jenis Tanur Induksi (Surdia, 1991)

Sifat-sifat tanur	Kapasitas peleburan	Titik cair	Laju peleburan	Gaya pengaduk	Sifat-sifat operasi	Harga peralatan
Tanur induksi frekuensi tinggi tak berinti.	Kecil	Tinggi	Cepat	Lemah	Cocok untuk cepat, Temp. tinggi, peleburan dari bahan dingin.	Mahal
Tanur induksi frekuensi rendah tak berinti jenis krus	Sedang Besar	Rendah	Lambat	Kuat	Cocok untuk produksi masa. Mungkin operasi putus-putus atau kontinu.	Murah
Tanur induksi frekuensi rendah tak berinti jenis saluran	Sedang Besar	Rendah	Lambat	Kuat	Operasi kontinu efisiensi panas baik ekonomis.	Murah

Idealnya tungku harus memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam. Tungku beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah yaitu dibawah 70% dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler dengan efisiensi lebih dari 90%. Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi didalam tungku. Sebuah tungku memanaskan bahan sampai suhu 1200°C akan mengemisikan gas buang pada suhu 1200°C atau lebih yang mengakibatkan kehilangan panas yang cukup signifikan (Abrianto Akuan, 2009).

2.2. Tanur Induksi

Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mencairkan logam pada proses pengecoran (*casting*). Berdasarkan frekuensi kerja yang digunakan, tanur induksi dikategorikan menjadi tanur induksi frekuensi rendah atau tanur induksi frekuensi jala-jala (50 Hz-60 Hz) dengan kapasitas lebur diatas 1 ton/jam dan tanur induksi frekuensi menengah (150 Hz-10000 Hz) dengan kapasitas lebur lebih rendah.

Tanur induksi beroperasi menggunakan kaidah hukum faraday. Pada tahun 1831, Faraday menemukan teori pemanasan dengan media

induksi *electromagnetic*. Tanur induksi adalah aplikasi dari percobaan Faraday, dimana *coil* yang dialiri arus bolak balik (AC) bertindak sebagai kumparan primer dan bahan peleburan sebagai kumparan sekunder. Pada saat *coil* dialiri arus listrik, terbentuk daerah magnetik diantara lilitan *coil*. Daerah magnetik menimbulkan arus putar (*stirring effect*) pada kumparan sekunder yang digantikan oleh bahan baku peleburan. Intensitas arus putar menimbulkan gesekan elektron logam sehingga timbul panas yang dapat mencairkan kumparan sekunder. Pengaruh buruk dari arus putar adalah adanya bahaya oksidasi cairan. Jika cairan ditahan terlalu lama dalam tanur akan sangat rentan terjadi erosi *lining* dan menginklusi cairan. Pengikisan *lining* terjadi karena bahan tahan api tersinter atau karena tekanan dan gesekan yang terjadi antara *lining* dengan cairan yang teraduk (Ghandevar et.al, 2011).

Komposisi logam cair yang tertampung dalam tanur berubah sangat sedikit. Sebagai contoh penahanan 1 jam pada 1.500°C komposisi berubah sedikit sekali, kadar *carbon* juga mengalami penurunan sedikit, Akan tetapi temperatur penahanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan komposisi turun lebih banyak. Laju penambahan dari Fe-Si dan Fe-Mn untuk memelihara komposisi sangat tinggi yaitu diatas 90%.

Tungku induksi memerlukan dua sistem kelistrikan terpisah: satu untuk sistem pendingin, kemiringan tungku dan instrumentasi, dan yang lainnya untuk daya *coil* induksi. Saluran ke panel distribusi daya pabrik biasanya memberikan daya untuk pompa dalam sistem pendingin *coil* induksi, mekanisme miring tungku hidrolis, serta sistem instrumentasi dan kontrol. Listrik untuk kumparan induksi disuplai dari saluran listrik tiga fase, tegangan tinggi, dan ampere tinggi.

2.2.1. Spesifikasi Tungku Induksi

Data spesifikasi tungku induksi yang digunakan di perusahaan pengecoran logam PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK). Tanur induksi yang digunakan merupakan jenis *coreless* digunakan

untuk peleburan besi cor. Berikut spesifikasi tungku induksi tersebut:

Jenis tungku : coreless (merk INDUCTOTERM)

Tinggi tungku : 80-100 cm

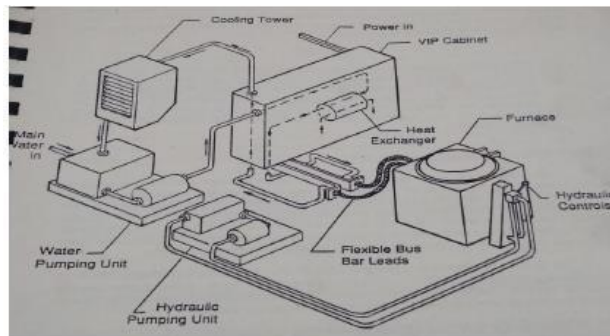
Diameter dalam tungku : 50 cm

Arus yang digunakan : 6000-8000 kVA

Frekuensi : 150-10000 Hz

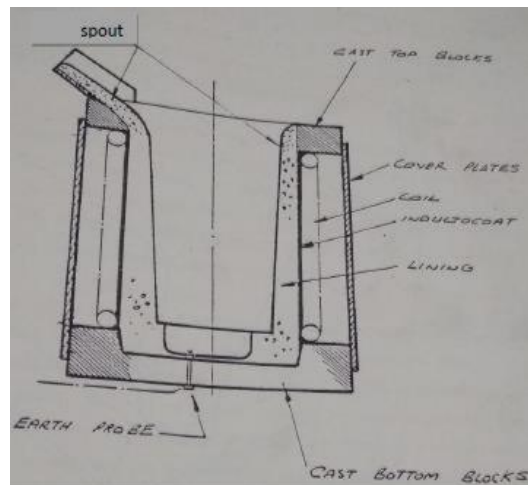
Kapasitas tungku : ± 1000 kg

Aplikasi : peleburan baja, besi cor



Gambar 2.2 Dapur Produksi PT. Aneka Adilogam Karya.

A. Tungku Induksi



Gambar 2.3 Tungku Induksi.

Bagian-bagian dari tanur induksi sebagai berikut :

1) *Spout*

Spout atau biasa disebut dengan corong yang berfungsi sebagai tempat keluarnya cairan logam yang sudah selesai dilebur.

2) *Earth probe*

Merupakan alat yang berada dibagian bawah tungku yang memiliki fungsi untuk mengukur kandungan dari logam yang berada didalam tungku dan dapat digunakan juga sebagai *groud*.

3) *Cast Bottom Blocks*

Cast bottom blocks atau yang sering dikenal dengan kesing atau penutup bagian bawah tungku yang memiliki fungsi melindungi komponen yang mengelilingi ruang pembakaran, melindungi *coil*, melindungi *Flexibel bus bar leads* dan melindungi tersengatnya pekerja apabila sedang *maintenance* alat.

4) *Lining*

Merupakan lapisan yang berada didalam tungku yang tahan panas memiliki fungsi sebagai kurs yang melindungi kumparan dari gesekan atau benturan akibat benda yang dilebur.

5) *Inductocoad*

Bagian ini memiliki fungsi sebagai penahan arus bolak-balik, penerus arus searah dan pembangkit dan pelipat ganda tegangan dari dan ke *coil*.

6) *Coil*

Komponen yang tersusun dari lilitan tembaga yang mengelilingi dapur induksi yang berfungsi menimbulkan arus listrik yang digunakan untuk menginduksi atau mengubah listrik menjadi panas dan menyalurkannya ke logam.

7) *Cover plates*

Biasa disebut dengan plat penutup bagian samping-samping dari dapur induksi yang berfungsi melindungi komponen yang berada didalamnya seperti *coil* dan *flexibel bus bar leads*.

8) *Cast top blocks*

Biasa disebut dengan plat penutup bagian atas dari dapur induksi yang berfungsi melindungi komponen yang berada didalamnya seperti *coil* dan *flexibel bus bar leads* dari letupan cairan logam dan melindungi dari gesekan dan jatuhnya pada proses pengangkatan kerak saat ingin di buang.

9) *Crusible*

Tempat yang berada didalam tungku sebagai tempat pemanasan logam atau tempat yang digunakan untuk memasak logam hingga mencair

B. Komponen Pendukung Tanur Induksi

Komponen-komponen pendukung tanur induksi adalah sebagai berikut :

1. *Main water in* atau *control Water in*

Merupakan bagian pengontrol masuknya air dari penampungan menuju pompa air yang nantinya akan

digunakan sebagai pendingin pada tungku tanur pada saat proses induksi listrik.



Gambar 2.4 *Main water in* atau *control Water in*.

2. *Water pumping unit*

Adalah alat yang digunakan untuk mensirkulasi air kedalam kumparan sebagai pendingin dan sebagai penyalur arus yang digunakan untuk induksi listrik.



Gambar 2.5 *Water Pumping Unit*.

3. *Hydraulic pumping unit*

Alat yang digunakan sebagai pemompa oli yang nantinya digunakan untuk menggerakkan *hydraulic* tungku tanur pada saat akan menuang cairan yang sudah siap untuk dicetak.



Gambar 2.6 *Hydraulic Pumping Unit*

4. *Hydraulic controls*

Control panel yang digunakan sebagai pengontrol pergerakan pompa *hydraulic* untuk proses penuangan cairan lebur ke dalam ladle.



Gambar 2.7 *Hydraulic Controls*.

5. *Flexibel bus bar leads*

Busbar adalah bentuk besarnya dari isi kabel (tembaga). Fungsinya tetap sama, yaitu menghantarkan listrik dan sifatnya sangat *fleksibel*, sehingga cocok digunakan pada tanur induksi.



Gambar 2.8 *Flexibel Bus Bar Leads*.

6. *Heat exchanger*

Adalah suatu alat yang memungkinkan pengontrol perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin.

7. *VIP cabinet*

Merupakan tempat yang digunakan untuk menyimpan atau melindungi komponen-komponen seperti *heat excarger*, sensor kerusakan, trafo AC , trafo DC, *inventor*, *ACR* atau *sekring*, Konduktor RST, Kapasitor RST dan berbagai komponen elektronik yang

memiliki tegangan tinggi dan melindungi pekerja terhindar dari sengatan arus listrik.



Gambar 2.9 *VIP Cabinet.*

8. *Power in*

Merupakan pemasok tegangan tinggi listrik yang nantinya disalurkan ke *VIP cabinet* dan akan di proses agar menghasilkan panas.



Gambar 2.10 *Power In.*

9. *Cooling Tower*

Sebagai alat penampung untuk mendinginkan air panas dari kondensor dengan cara dikontakkan langsung dengan udara secara terus-menerus.



Gambar 2.11 *Cooling Tower.*

10. CE Meter (*Carbon Equivalent*)

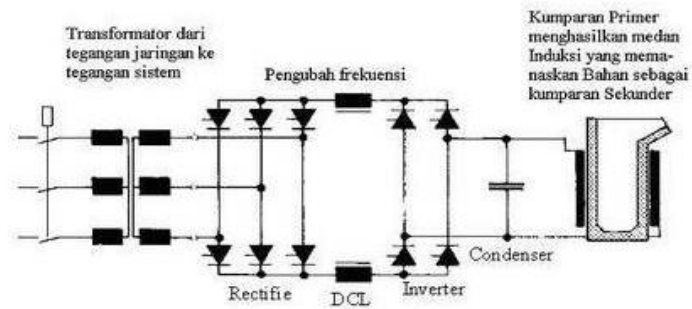
Adalah sebuah alat uji yang digunakan untuk mengukur kandungan *carbon* (C) dan *silicon* (Si) berdasarkan TL (tinggi suhu liquidus) logam cair. Yang nantinya hasil akan tertera di monitor.



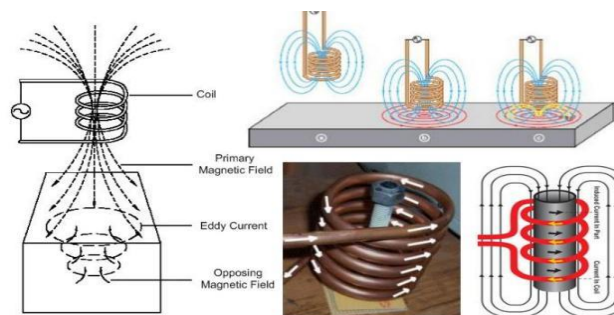
Gambar 2.12 CE Meter (*Carbon Equivalent*).

2.2.2. Prinsip Peleburan Tanur Induksi

Prinsip peleburan tanur induksi menggunakan induksi elektromagnetik. Dimana *coil* yang dialiri arus bolak balik (AC) bertindak sebagai kumparan primer dan bahan peleburan sebagai kumparan sekunder. Pada saat *coil* dialiri arus listrik, terbentuk daerah magnetik diantara lilitan *coil*. Daerah magnetik menimbulkan arus putar (*stirring effect*) pada kumparan sekunder yang digantikan oleh bahan baku peleburan. Intensitas arus putar menimbulkan gesekan elektron logam sehingga timbul arus induksi (arus eddy) panas yang dapat mencairkan kumparan sekunder atau bahan yang dilebur. Arus listrik bolak-balik (AC) dari sumber tenaga masuk kedalam panel tanur induksi. *Thyristor* mengubah frekuensi jala-jala menjadi frekuensi yang lebih tinggi lalu dialirkan ke kumparan primer.



Gambar 2.13 Skema Kerja Tanur Induksi.



Gambar 2.14 Induksi *Electromagnetic*.

Pada tanur induksi frekuensi jala-jala (50 Hz), peleburan pertama selalu dimulai dengan memasukkan bahan berukuran besar sebagai *starting block* serta selalu disisakan 1/3 cairan didalam tanur untuk membantu proses peleburan selanjutnya.

Gerak pengadukan yang dihasilkan tanur induksi frekuensi tinggi berbeda dengan gerak pengadukan yang dihasilkan tanur induksi frekuensi rendah. Secara kualitatif, semakin tinggi frekuensi yang bekerja maka gerak pengadukan akan semakin kecil. Secara kuantitatif, semakin tinggi frekuensi kerja, maka gerak pengadukan akan semakin banyak dan merata di seluruh bagian tanur.

Peleburan dalam tanur induksi yang 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.

2.3. Refractory

Bahan tahan api atau bisa disebut material *Refractory*. Keramik merupakan senyawa antara logam dan non logam. Senyawa ini mempunyai ikatan ion dan atau kovalen. Jadi sifatnya berbeda dengan logam. *Refractory* merupakan salah satu jenis keramik yang memiliki kemampuan untuk mempertahankan kondisinya baik secara fisik maupun kimia pada kondisi temperatur yang relatif tinggi tanpa mengalami deformasi. Karena kemampuan inilah maka material *refractory* digunakan pada operasi-operasi yang berlangsung pada temperatur relatif tinggi, seperti pada tungku-tungku peleburan logam. *Refractory* merupakan isolator, tidak dapat diubah bentuknya dan sangat stabil pada lingkungan yang sangat berat persyaratannya. Yang dimaksud stabil di sini adalah bahwa *refractory* tersebut tidak meleleh, tidak terdeformasi, mempunyai perubahan volume yang sangat kecil (baik perubahan volume terhadap penyusutan ataupun pemuaian), tahan terhadap perubahan temperatur yang mendadak, dan tahan terhadap korosi baik yang disebabkan oleh *slag*, logam cair maupun gas. *Refractory* mempunyai umur yang terbatas akibat pemakaian pada temperatur tinggi yang berlangsung terus menerus.

Pemilihan bahan lapisan adalah faktor yang sangat penting pada peleburan dengan taur induksi. Sifat-sifat yang diperlukan untuk bahan lapisan tanur adalah :

1. Sifat tahan api yang tinggi.
2. Mempunyai kestabilan kimia terhadap logam cair dan terak.
3. Kekuatan tahan api yang tinggi untuk pengisian dan pengeluaran.
4. Merupakan isolasi listrik yang baik.
5. Mempunyai kemampuan ditumbuk dan dipadatkan.

Berdasarkan komposisi kimianya penyusunnya, material *refractory* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu *refractory* asam seperti

silika (SiO_2), *refractory* basa seperti magnesia (MgO), *refractory* netral seperti alumina (Al_2O_3) dan *refractory* khusus seperti *carbon*, *silicon karbida*, *zircon* dan lainnya.

Menurut jenis bahan dasarnya terbagi menjadi beberapa jenis yaitu : mineral, keramik, dan juga email. Sedangkan menurut bentuk fisik atau wujudnya terdiri dari : batu-batuan, kerikil, pasir, dan serbuk.

2.4. Lining

Lining adalah lapisan tanur induksi yang terbuat dari mineral keramik khusus. Prinsip pemanasan dan pencairan pada penggunaan tungku induksi adalah *lining* yang berfungsi sebagai isolator atau krus. Kekuatan dari bahan *lining* baru diperoleh setelah mengalami proses *sintering* dan akan memiliki sifat-sifat tahan terhadap pengaruh panas, Tahan terhadap pengaruh mekanis, tahan terhadap pengaruh reaksi kimia dari cairan logam.

Lining mempunyai konstruksi *refractory* atau bahan tahan api pada sebuah tungku induksi diawali dengan proses *sintering* terhadap *refractory* untuk *lining* tungku yang baru sehingga bahan *lining* yang semula terdiri dari serbuk kasar, sebagian berubah menjadi bersifat keramik yang tahan terhadap temperatur tinggi dan pengaruh kimiawi. Sebagian berupa padatan masif yang segera berubah menjadi keramik bila daerah keramik telah menipis dan sebagian masih berupa serbuk yang mampu meredam getaran akibat benturan oleh bahan baku serta meredam retakan *lining*.



Gambar 2.15 Konstruksi *Lining* Tanur Induksi.

2.4.1. Penentuan Penggantian *Lining* Tanur Induksi

Lining akan diganti jika masa ataupun umur pakainya sudah melebihi batas yang ditentukan. Serta jika *lining* tanur induksi sudah mengalami keretakan-keretakan yang parah dan juga jika lapisan *lining* tanur induksi sudah menipis.

2.4.2. Alat Yang Digunakan Untuk Proses *Lining*

1) *Spike Rammer*

Berfungsi sebagai alat pemadat bahan *lining*, berkontruksi seperti trisula. Tujuannya adalah untuk menghasilkan kepadatan maksimal yang mendekati nilai kerapatan (densitas) *refractory*. Kepadatan didapat dari adanya gaya tekan yang besar sedangkan luas penampang gerigi kecil.



Gambar 2.16 *Spike Rammer*.

2) *Flat Rammer*

Flat Rammer digunakan untuk proses pemadatan akhir. *Flat Rammer* memiliki bobot paling berat. Hal ini mengacu pada pengertian prinsip gaya, bahwa besarnya gaya didapat dari perkalian antara masa benda dengan percepatannya. Percepatan sendiri didapat dari ayunan tangan saat menumbuk.



Gambar 2.17 *Flat Rammer*.

3) *Lining Former*

Lining former berfungsi untuk membentuk *lining*, penahan bahan *refractory*, dan juga sebagai bahan penyinteran. Tinggi *lining former* harus setinggi dengan tanur induksi. *Lining former* harus memiliki lubang-lubang kecil berdiameter 3 mm disetiap dinding *lining former* yang berfungsi untuk keluarnya uap selama pemanasan awal. Untuk baiknya sebelum *lining former* dilakukan ada baiknya di *sand blasting* terlebih dahulu untuk memastikan bahwa *lining former* benar-benar bersih.



Gambar 2.18 *Lining Former*.

4) *Fiber Fax*

Adalah lembaran yang dipotong sesuai ukuran dan kontur yang nantinya menyelimuti dinding lapisan semen coil, dan juga digunakan sebagai alas kawat laba-laba.



Gambar 2.19 *Fiber Fax*.

5) Kawat Laba-Laba atau Kawat Arde

Adalah kawat yang berbentuk seperti laba-laba yang diletakkan dibawah *lining* former. Fungsi dari kawat laba-laba ini adalah sebagai *ground* atau arde dari muatan logam agar dalam penanganan proses peleburan operator tidak terganggu oleh muatan listriknya.



Gambar 2.20 Kawat Laba-Laba .

6) Pengganjal *Lining Former*

Pemberat *lining* former ini berfungsi agar kedudukan *lining* former stabil terutama pada saat penumbukan bagian dinding *lining* karena umumnya bobot dari *lining* former itu sendiri kurang bisa mempertahankan kedudukannya terutama saat proses penumbuka bahan *lining*.



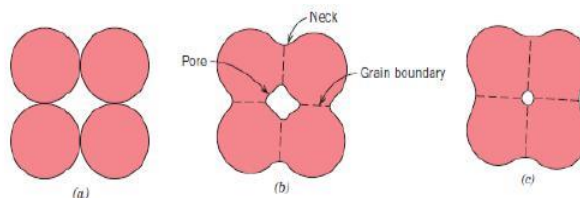
Gambar 2.21 Pengganjal *Lining Former*.

2.5. Proses Sintering

Proses *sintering* bertujuan untuk pengurangan porositas, peningkatan densitas dan sifat mekanik dari bahan keramik sehingga bahan keramik semakin kuat. Perubahan ini terjadi karena penggabungan partikel serbuk ke bentuk yang lebih padat.

Dengan melalui *sintering* ini terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan volume (*shrinkage*) akibat proses difusi antar butir. Temperatur yang diberikan pada sebuah material keramik sebaiknya di bawah titik cair bahan tersebut sehingga fasa cair tidak terbentuk, selain itu temperatur pada proses *sintering* sangat tergantung pada jenis bahan keramik yang digunakan karena tiap bahan keramik memiliki titik leleh yang berbeda. Dimana proses *sintering* diantaranya yaitu:

1. Proses pencetakan dengan memberikan penekanan pada serbuk mengakibatkan terjadinya konsolidasi butiran serbuk satu sama lain (Gambar 2.22 (a)).
2. Pada tahap awal *sintering* terjadi kontak antar butir sehingga terjadi lekukan kontak (*neck*) sepanjang daerah kontak antar butir tersebut. Dan setiap celah antar butir yang berkontak akan membentuk pori (Gambar 2.22 (b)).
3. Pada tahap akhir dari *sintering* serta waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan terjadi pembesaran ukuran butir sehingga pori-pori akan menjadi lebih kecil dan terjadi penyusutan (Gambar 2.22 (c)).



Gambar 2.22 Mekanisme Proses *Sintering*.

Gambar 2.22 memperlihatkan mekanisme proses *sintering* dimana sebelumnya material bahan melalui proses pencetakan dengan memberikan penekanan sehingga terjadi penggabungan butir membentuk material yang padat, akan tetapi ikatan butir satu dengan yang lain belum terikat kuat. Butiran akan memiliki ikatan yang sangat kuat apabila dilakukan proses *sintering*.

Ketebalan dari masing-masing daerah *lining* sesaat setelah proses *sintering* selesai adalah relatif sama, dengan demikian *lining* dapat dinyatakan habis bila ketebalannya tinggal 2/3 dari ketebalan semula. Temperatur dan perlakuan pemanasan pada proses *sintering* sangat tergantung dari jenis bahan dan merek produk *lining* yang digunakan, oleh karena itu sangat disarankan untuk mempelajari terlebih dahulu spek teknis dari bahan *lining* bersangkutan.

Basisitas adalah perbandingan antara mineral yang terbentuk dari oksida-oksida basa umumnya MgO (magnesit) dan Cr₂O₂ (chromit) dengan mineral yang terbentuk dari silika (SiO₂) yang bersifat asam dan oksida netral (AlO₂).

$$\text{Basisitas} = \frac{\% \text{ berat oksida basa}}{\% \text{ berat } (SiO_2 + Al_2O_3)}$$

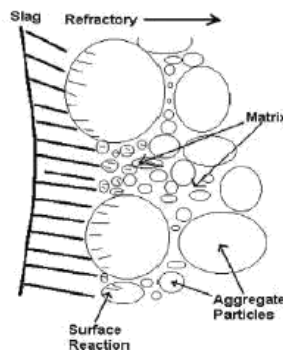
Apabila basisitas > 1, maka bahan *lining* memiliki karakter basa dan digunakan pada proses peleburan baja karbon polos sampai paduan tinggi dan besi cor paduan tinggi. Sedang basisitas < 1, maka bahan *lining* akan memiliki karakter asam dan digunakan pada umumnya proses peleburan besi cor dan baja paduan Si. Bahan *lining* akan memiliki karakter netral apabila terdiri dari mineral campuran schamote (Al₂O₃ dan SiO₂) dengan kandungan mayoritas adalah alumina (Al₂O₃). *Lining* ini dapat dipergunakan untuk proses peleburan hampir semua jenis bahan baik besi maupun baja cor.

2.6. Kerusakan-Kerusakan *Lining*

Kebanyakan kerusakan dari peralatan yang menggunakan refraktori hanya diamati dari kerusakan yang sifatnya besar dan mudah terlihat, seperti refraktori yang rontok, lapisan yang melekok dan sebagainya. Pengamatan yang lebih dalam dan secara mendetail biasanya dilakukan apabila perlu dan menjelang suatu perbaikan secara total dan menyeluruh. Untuk dapat membuat pemeriksaan yang benar terhadap refraktori perlu suatu pengetahuan tentang penyebab-penyebab kerusakan pada refraktori.

2.6.1. Slagging (Terak)

Slagging merupakan penyebab utama dari kerusakan *refractory*. Bilamana *slag* yang terbentuk pada *refractory* tetap pada tempatnya, maka *slag* tidak akan menyebabkan kerusakan pada bahan refraktori. Tetapi kenyataannya *slag* tersebut tidak tetap pada tempatnya melainkan terlepas dan keluar membawa beberapa bagian dari bahan *refractory* dan memperlihatkan suatu bagian permukaan yang baru untuk serangan *slag* lebih lanjut. Bila *slagging* dan *spalling* telah merusakkan bagian dari refraktori, maka pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan membongkar bagian *refractory* yang rusak dan menggantinya dengan bahan *refractory* yang baru.



Gambar 2.23 Serangan Awal *Slagging*.

2.6.2. Pengkerutan (Shrinkage)

Penyebab yang lain dari kerusakan tungku adalah terjadinya pengkerutan pada bahan refraktori. Bila mana terjadi pengkerutan pada refraktori, maka terjadi perubahan luas/ukuran permukaan bagian yang panas dari pada bagian permukaan yang dingin. Akibat dari pengkerutan ini terbentuk suatu ruangan terbuka di sekeliling bagian refraktori, sehingga bagian permukaan yang ditutupi bahan refraktori menjadi renggang. Kondisi tersebut akan sangat membahayakan karena apabila mendapat serangan *slag* maka konstruksi refraktori tersebut akan rapuh dikarenakan cairan *slag* yang menempel akan menggerus lapisan-lapisan refraktori. Keadaan yang demikian sangat membahayakan pada desain konstruksi tungku, sehingga harus dilakukan perbaikan secara keseluruhan secepatnya.

2.6.3. Abrasi (Abrasion)

Secara umum kerusakan abrasi/pengikisan pada bahan refraktori disebabkan oleh gesekan dan impact. Tetapi pada kenyataannya kerusakan pada refraktori akibat abrasi ditimbulkan oleh beberapa faktor, seperti partikel debu dan gas di dalam tungku pada temperatur tinggi. Metode untuk menguji ketahanan abrasi dari suatu bahan refraktori dapat dilakukan pengujian *rattle test*, *sand blast test*, *scratch test*, maupun *rotating disk test*. Biasanya *hardness test* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara ketahanan abrasi dengan kekerasan bahan refraktori.

2.6.4. Retakan

Sebelum dilakukan pemanasan atau pembakaran refraktori terlihat sempurna, tetapi sebenarnya mengandung bahan-bahan yang dapat rusak bila mengalami pemanasan. Bentuk retakan yang terjadi dapat berupa retakan radial yang

diikuti oleh retakan miring pada bagian bahan refraktori. Bila mana hal ini terjadi, maka bagian refraktori cenderung untuk lepas. Kerusakan seperti ini dapat diperbaiki dengan membersihkan semua retakan, melepas lapisannya, dan menambalnya dengan suatu campuran refraktori plastis/mortar. Retakan akibat pembakaran juga dapat disebabkan penambahan air yang terlalu banyak saat pencampuran bahan refraktori.



Gambar 2.24 Retakan *Refractory* atau *lining* tanur.

BAB III

AKTIVITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI

3.1. Realisasi Kegiatan Magang

Mekanisme proses kerja yang diamati ketika magang berupa tabel kegiatan dan paragraf yang berisi paparan kesimpulan kegiatan yang dilakukan selama 4 bulan, yang di mulai hari Senin 7 September 2020 s/d Sabtu 9 Januari 2021.

Tabel 3.1 Tabel Aktifitas Kegiatan Magang Industri.

No.	Tanggal	Jenis Aktivitas	Tugas Yang Diberikan	Pencapaian Tugas
1	7-10 September 2020	Pengenalan Industri	Memahami lokasi magang industri	Mengetahui letak-letak produksi
2	14-17 September 2020	Beraktivitas di induksi	Mengetahui bahan apa saja yang diperlukan untuk peleburan cor logam	PT. Aneka Adhilogam menggunakan bahan Ductile Iron dan Cast Iron
3	21-24 September 2020	Beraktivitas di percetakan	Mengetahui bahan-bahan yang dipakai cetakan pasir	Untuk membuat cetakan pasir membutuhkan pasir silika, pasir semen dan pasir hitam
4	28 Sep – 1 Oktober 2020	Beraktivitas di pemesinan	Mengetahui mesin apa saja yang terdapat di PT. Aneka Adhilogam	permesinan terdapat mesin bubut dan mesin milling

Tabel 3.2 Tabel Aktifitas Kegiatan Magang Industri Bulan Ke-2

No.	Tanggal	Jenis Aktivitas	Tugas Yang Diberikan	Pencapaian Tugas
1	5 – 8 Oktober 2020	Beraktivitas di finishing	Mengetahui apa saja proses yang dikerjakan di proses finishing	Pada proses finishing melakukan pengecatan dan memberikan dempul pada beberapa
2	12 – 15 Oktober 2020	Beraktivitas di induksi	Menentukan takaran penambah bahan-bahan untuk pengecoran logam	Dengan menambahkan silika, carbon dan slok untuk melunakkan, menstabilkan dan mengangkat kotoran
3	19 – 22 Oktober 2020	Beraktivitas di percetakan	Proses pembuatan cetakan dengan menggunakan bahan bahan seperti pasir, tetes tebu dan semen	Pencampuran semen, tetes tebu dan pasir silika menjadi sebuah cetakan dan membutuhkan waktu pengeringan kurang lebih 1 hari
4	26 – 29 Oktober 2020	Beraktivitas di permesinan	Mengamati benda kerja yang selesai dibongkar dari cetakan	Melakukan pengecekan ukuran dan menyesuaikan permintaan custemer

Table 3.3 Tabel Aktifitas Kegiatan Magang Industri Bulan Ketiga.

No.	Tanggal	Jenis Aktivitas	Tugas Yang Diberikan	Pencapaian Tugas
1	2 – 5 November 2020	Beraktivitas di finishing	Mengidentifikasi bahan penambah pada kecacatan produk	Untuk penambalan produk yang cacat atau terkikis di tambal menggunakan bahan dempul dan obat pengeras
2	9 – 12 November 2020	Beraktivitas di induksi	Mengetahui proses pendinginan pada tanur induksi	Memahami proses pendinginan dengan mengamati cara kerja tanur induksi
3	16 – 19 November 2020	Beraktivitas di percetakan	Membuat cetakan pasir dengan cetakan yang sudah tersedia	Mendapatkan pengalaman baru dengan membuat cetakan pasir
4	23 – 26 November 2020	Beraktivitas di permesinan	Mengamati proses permesinan pada benda kerja	Pengikiran benda kerja juga dapat menghasilkan limbah bubut

Tabel 3.4 Tabel Aktifitas Kegiatan Magang Industri Bulan Keempat.

No.	Tanggal	Jenis Aktivitas	Tugas Yang Diberikan	Pencapaian Tugas
1	30 November – 3 Desember 2020	Beraktivitas di finishing	Mengamati proses finishing benda kerja	Mendapatkan dokumentasi benda kerja
2	7 – 11 Desember 2020	Beraktivitas di induksi	Mengamati proses peleburan logam pada tanur induksi	Proses maintenance pada hummer mill dapat dipahami dengan baik
3	14 – 17 Desember 2020	Beraktivitas di percetakan	Mengamati proses pembongkaran cetakan pasir	Pengecakan ukuran benda kerja setelah proses pembongkaran
4	21-24 Desember 2020	Beraktivitas di permesinan	Mengamati proses permesinan	Mendapatkan informasi mengenai mesin-mesin yang terdapat di proses tersebut
5	28 – 31 Desember 2020	Penulisan laporan dan asistensi laporan	-	-
6	4 – 9 Januari 2021	Penulisan laporan dan asistensi laporan	-	Laporan Selesai

3.2. Relevansi Teori dan Praktek

3.2.1. Relevansi Teori Tanur Induksi

Secara teoritis yang tertulis dalam buku “ *Secondary Steel Making*” milik Ahindra Ghosh tertuliskan bahwa tanur induksi (*induction Furnace*) bekerja dengan prinsip transformator, dimana kumparan primer dialiri arus bolak balik dari sumber listrik lalu menghasilkan arus induksi dan medan magnet, lalu kumparan sekunder diletakkan di dalam medan magnet. Berbeda dengan transformator, kumparan sekunder digantikan oleh bahan baku peleburan yang dirancang sedemikian rupa agar arus induksi tersebut berubah menjadi panas yang sanggup mencairkannya.

PT. Aneka Adhilogam Karya menerapkan prinsip yang sama dengan teori yang ada yaitu bekerja menggunakan kaidah hukum *faraday* yaitu memanaskan dengan menggunakan induksi *electromagnetic*. PT. Aneka Adhilogam Karya menggunakan trafo sebagai sumber energi listriknya. *Coil* yang dialiri arus bolak balik (AC) bertindak sebagai kumparan primer dan bahan peleburan sebagai kumparan sekunder. Pada saat *coil* dialiri arus listrik, terbentuk daerah magnetik diantara lilitan *coil*. Daerah magnetik menimbulkan arus induksi (arus eddy) pada kumparan sekunder yang digantikan oleh bahan baku peleburan. Intensitas arus putar menimbulkan gesekan elektron logam sehingga timbul panas yang dapat mencairkan bahan peleburan.

Untuk menghindari lonjakan tegangan dan arus secara mendadak yang disebabkan oleh sebuah beban (besi yang masuk secara tiba-tiba atau besi yang semakin banyak volumenya) dalam sebuah tungku induksi yang bisa menyebabkan rusaknya trafo sumber tenaga listriknya, maka dipasanglah beberapa kapasitor DC yang dipasang secara seri dan paralel. Dalam penggunaan sumber arus dan tegangan listrik DCnya, Tungku Induksi ini melingkari bejana pemasak (berbentuk seperti sebuah semen coran sumur timba yang terbuat dari pasir cetakan khusus) dengan menggunakan pipa tembaga sebagai bahan penghantarnya. Dan pipa tembaga ini selalu

di aliri oleh air termasuk kabel dan komponen peralatan pada panel sumber listriknya yang berfungsi untuk meredam panas yang akan ditimbulkan selama proses peleburan berjalan.

Adapun proses peleburan logam yang diterapkan oleh PT. Aneka Adhilogam Karya adalah sebagai berikut :

A. Persiapan Dan Pengoperasian Tanur Induksi

1. Melakukan beberapa pengecekan yaitu :
 - 1) Mengecek air apakah berada diatas batas garis yang dianjurkan.
 - 2) Memeriksa *Lining* dalam tungku induksi, jika ada retakan maka akan segera dilakukan penmabalan seperlunya.
2. Menyalakan pompa air
3. Mengatur saklar pada *control* panel sesuai dengan yang diinginkan.
4. Menyalakan tombol daya dan menyalakan pemutus sirkuit utama (*main circuit breaker*).
5. Memutar *knop potensial* searah dengan jarum jam untuk mendapatkan daya penuh, jika daya yang dibutuhkan kurang saat peleburan atur *output* sesuai daya yang diinginkan dan lihat KW meter pada saat memutar *knop* agar daya yang dibutuhkan sesuai.
6. Memeriksa panel lampu indikator, jika lampu daya berwarna merah berarti aktif atau menyala, dan jika indikator tungku berwarna hijau berarti *inverternya* bekerja.
7. Jika dalam pengoperasian berjalan normal maka semua lampu panel lainnya akan padam, namun jika pengoperasian ada yang salah ataupun kurang maka lampu indikator seperti alarm. *Overhead* dan lampu indikator akan menyala dan harus dicek kembali.

8. Siap untuk digunakan untuk proses peleburan.

- 1) Memasukkan bahan dasar. Pemanasan awal kurang lebih selama 15 menit dengan pemberian beban 10 kW.
- 2) Pemberian beban 60-120 kW.
- 3) Setelah bahan dasar mencair, langsung dimasukan bahan selanjutnya
- 4) Penambahan beban 120-190 kW (*full power*) hingga seluruh bahan mencair.
- 5) Memasukkan bahan paduan
 - Untuk *ductil* ditambahkan inoculin, *carbon* (C), besi (Fe), Silikon (Si), Mangan (Mn), *chromium* (Cr).
 - Untuk *cast iron* ditambahkan Fe, Si, *carbon* (C).
- 6) Mengukur temperatur logam cair.
- 7) Pengambilan *sample* pada *temperature* kesetimbangan, lalu masukkan kedalam cup CE Meter guna mengetahui kandungan didalam logam cair sudah benar dan sesuai dengan yang diinginkan.
- 8) Lakukan koreksi dan penmabahan bahan paduan jika belum tercapai target yang diinginkan.
- 9) Naikkan *temperature* sampai *temperature tapping* yang diinginkan.
- 10) *Tapping* atau proses penuangan kedalam *ladle* untuk selanjutnya dibawa ke bagian cetakan untuk dimasukkan kedalam cetakan.



Gambar 3.1 Proses Peleburan Logam.



Gambar 3.2 Proses Penuangan Logam Cair ke
Ladle.



Gambar 3.3 Proses Penuangan Ke Pasir Cetak.

3.2.2. Relevansi Teori *Lining* Tanur Induksi

Dalam proses *relining* tanur induksi di PT. Aneka Adhilogam Karya menggunakan bahan *refractory* yang bersifat asam yaitu menggunakan bahan yang berdasar silika (SiO_2).

Adapun Proses-proses *Lining* Tanur Induksi adalah sebagai berikut :

1. Pemadatan Alas

Pemadatan alas dilakukan setelah *fiber fax* dan kawat laba-laba dipasang baru kemudian bahan *lining* dimasukkan secara bertahap. Pemasukan bahan *lining* akan dipadatkan menggunakan *spike rammer* dilakukan secara terus menerus hingga ketinggian dan kepadatan yang diinginkan tercapai. Setelah pemadatan menggunakan *spike rammer* selesai maka selanjutnya akan dilakukan pemadatan lagi menggunakan *flat rammer*.



Gambar 3.4 Proses Pemadatan Bahan *Refractory*.

2. Pemasangan *Lining Former*

Pemasangan *lining former* harus terpusat di tengah dengan cara menambahkan pengganjal antara tungku dengan *lining former*, agar bisa tercapai ketebalan *lining* yang sama dan seragam dengan ukuran ketebalan sekelilingnya, jika ketebalan tidak sama maka akan ada bagian yang tipis dan bagian yang tebal. Jika hal ini terjadi maka nantinya akan ditakutkan bagian yang tipis ini akan lebih dahulu habis sehingga kondisi tersebut mengharuskan *lining* dibongkar lebih cepat. Sehingga karena faktor tersebut penempatan *lining former* sangatlah penting.



Gambar 3.5 Pemasangan *Lining Former*.

3. Pemasangan Dinding Luar *Lining Former*

Setelah proses pemasangan *lining former* selanjutnya dibagian luar *lining former* dimasukkan kembali bahan *lining* setinggi *lining former* dan dipadatkan menggunakan *spike rammer*.



Gambar 3.6 Pemasangan Dinding Luar *Lining Former*.

4. Proses *Sintering*

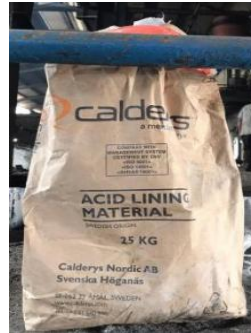
Setelah selesai pelapisan kemudian arus listrik dijalankan untuk mencairkan besi agar terjadi penyinteran pada lapisan. Pada permulaan bahan *sintering* dimasukkan kedalam tanur dan listrik dinyalakan. Temperature lapisan akan naik sebanyak 100°C tiap jam nya. Lalu setelah semua bahan *sintering* mencair secara keseluruhan maka akan dilakukan *holding time* selama 1 jam dengan suhu yang sudah ditentukan.

3.3. Permasalahan

Hal utama yang sangat perlu diperhatikan disamping prinsip pemanasan dan peleburan pada penggunaan tanur induksi adalah lapisan bahan tahan panas (*lining*) yang berfungsi sebagai krus. Kualitas *lining* sangat berperan terhadap fungsi keselamatan kerja, metalurgi peleburan dan juga efisiensi.

Masa umur ketahanan *lining* tungku induksi tidak bisa diprediksikan dengan pasti jangka waktunya seperti berapa bulan, minggu, ataupun hari. Penggantian *lining* tanur induksi biasanya tergantung pemakaian tiap harinya, biasanya setelah 150(*FCD*)-200(*FC*) kali peleburan cairan logam *lining* tanur induksi akan segera diganti dengan yang baru. PT Aneka Adhilogam Karya sendiri memiliki dua tungku induksi jadi ketika salah satu sedang dilakukan proses *relining* maka proses peleburan logam bisa tetap berjalan tanpa harus menunggu proses *relining* selesai. Selain melalui parameter banyaknya pemakaian, operator juga bisa memeriksa apakah *lining* masih layak pakai melalui indikator *Ground Leak Current* yang terdapat dalam *INDUCTHROM*. Jika didalam indikator *ground leak current* sudah menunjukkan angka 8-9 maka *lining* tanur induksi sudah harus diganti dengan yang baru. Pemilihan jenis bahan pelapis atau *lining* harus disesuaikan dengan terak peleburan yang dihasilkan. Terak basa yang dihasilkan dari peleburan baja sangat korosif terhadap *lining* berkarakter asam (SiO_2), begitu pula sebaliknya.

PT. Aneka Adhilogam Karya menggunakan *refractory* yang bersifat asam untuk bahan *lining* tanur induksinya yaitu menggunakan bahan silikon (SiO_2). Bahan *Lining* yang digunakan oleh PT. Aneka Adhilogam Karya tidak menggunakan bahan pengikat aditif melainkan hanya menggunakan bahan *refractory* atau semen tahan api saja. Dalam hal penggunaan semen tahan api saja tanpa bahan pengikat yang sesuai dapat memungkinkan memperpendek umur *lining* tanur induksi.



Gambar 3.7 Bahan *Refractory* PT. Aneka Adhilogam Karya.

Masalah peleburan saat ini sering ditemukannya rongga yang terbentuk pada produk disebabkan oleh proses penumbukan yang tidak merata dimana proses penumbukan dilakukan dengan waktu selama 15 menit untuk tiap penumbukan pemadatan bahan *refractory*, proses penumbukan yang dilakukan juga tanpa menggunakan metode-metode khusus penumbukan yang efisien. Proses penumbukkan yang kurang efisien akan dapat memberikan efek negatif terhadap *refractory lining* tanur induksi. Jika didalam proses penumbukkan kurang maksimal maka tentunya akan memungkinkan struktur *lining* tanur induksi ini menjadi tidak kuat karena terdapat butiran-butiran bahan *refractory* yang kurang padat.

Proses *sintering* yang dilakukan selama selama 8 jam pemanasan. Setelah bahan *sintering* secara keseluruhan sudah mencair maka akan dilakukan *holding time* dengan waktu *holding* selama 1 jam dengan kapasitas *full power*. Dalam setiap jam nya *power* akan dinaikkan 100°C hingga *full power* atau berada pada suhu 1725°C . Pada saat pemuatan bahan untuk *sintering*, bahan baku yang dimasukan tidak masif, pejal dan ukuranya tidak seragam. Proses tersebut mengakibatkan *temperature* naik secara drastis sebelum kelembaban *lining* hilang. Selain itu, distribusi panas menjadi tidak merata dan mengakibatkan perbedaan temperatur yang signifikan, sehingga bahan baku dan *lining* former mencair sebelum permukaan *lining* menjadi keramik, lalu *lining* yang masih berbentuk serbuk tersebut terkena penetrasi cairan dan akhirnya terbentuklah rongga.

Kerusakan *lining* secara langsung akan mempengaruhi proses produksi yang berujung terjadinya kerugian.

Dimana beban yang harus diatasi oleh *lining* adalah :

1. temperatur tinggi selama proses peleburan dan perubahan temperatur dari tinggi ke rendah yang sangat cepat (*temperature shock*) dan berulang-ulang khususnya ketika bahan baku dimasukkan.
2. Gaya-gaya mekanik yang dihasilkan oleh tekanan cairan benturan bahan baku dan gesekan baik ketika bahan masih beku ataupun telah mencair.
3. Efek-efek metalurgi dari reaksi-reaksi yang berlangsung antara *lining* dengan bahan dan terak cair, unsur-unsur asing serta merusak yang berasal dari bahan baku (Zn, Pb) yang pada temperatur peleburan besi berada dalam keadaan sangat cair sehingga mampu menyusut diantara celah-celah *lining*.

Maka perlu diketahui bagaimana cara ataupun metode-metode yang bisa dilakukan agar dapat memperpanjang umur *lining* atau *refractory* pada tungku induksi ataupun menghemat penggunaan *lining* tanur induksi sehingga dapat meminimalisir pengeluaran dana perusahaan untuk perbaikan *lining* tungku induksi.

BAB IV

REKOMENDASI

Memperpanjang usia ataupun umur pakai *lining* tanur induksi selain untuk meminimalisir pengeluaran dana yang dikeluarkan PT. Aneka Adhilogam Karya memperpanjang usia ataupun umur pakai lining tanur induksi juga sangat berkaitan dengan kualitas *lining* induksi dan juga kualitas hasil cairan peleburan logam. Kualitas cairan asil peleburan logam dengan menggunakan *lining* yang bagus juga akan meningkatkan hasil kualitas cairan logam tersebut juga.

Umur pakai sebuah tanur induksi dapat ditentukan oleh beberapa aspek yang saling berkesinambungan yaitu :

1. Kualitas bahan *refractory lining* tanur induksi. Contohnya seperti kesalahan pemilihan bahan ukuran butiran *refractory*.
2. Pemilihan jenis bahan *lining* berdasarkan bahan yang dilebur, seperti contohnya kesalahan dalam menggunakan bahan *refractory* yang bersifat asam untuk melakukan peleburan baja. Sedangkan *refractory* bersifat asam biasa digunakan untuk peleburan besi cor.
3. Teknik pemadatan dan *sintering*.
4. Teknik peleburan yang diterapkan. Terak yang terlalu banyak akan mengikis lapisan atau *lining* dengan cepat.
5. Perawatan *lining* tanur induksi.

4.1. Bahan Refractory

4.1.1. Karakteristik Bahan Silika (SiO₂)

Refractory silika (SiO₂) juga digolongkan ke dalam refraktori kelompok asam, penggolongan ini menurut jumlah dari kemurnian kandungan *refractory* silika yang biasa disebut “*flux factor*”, dimana kandungan unsur yang lain harus lebih sedikit

seperti alumina (Al_2O_3) tidak lebih dari 1,5%, titania (TiO_2) tidak lebih dari 0,2%, besi oksida (FeO_3) tidak lebih dari 2,5% dan semen oksida (CaO) tidak lebih 4%. Nilai rata-rata dari MOR tidak kurang dari 3,45 MPa. *Refractory* silika mempunyai temperatur leleh pada (1600°C - 1725°C) dan dapat menahan tekanan yang relatif tinggi karena itu *refractory* silika volumenya konstan pada temperatur tinggi, serta mempunyai tahanan *slag* asam yang baik tapi tidak cukup kuat untuk menahan *slag* basa.

Silica bersifat amorf dan mempunyai ekspansi panas yang sangat rendah sehingga volumenya sangat stabil. Akan tetapi material hanya dapat digunakan untuk periode yang panjang pada temperature 1200°C , ketika itu material gelas akan melunak dan membentuk krisnobalit pada 1270°C .

Rumus Molekul	SiO_2
Temperatur Leleh	1650°C
Densitas	$1,7 \text{ gr/cm}^3$
Konduktivitas Termal	$1,2 \text{ W/m.K}$
Kuat Tekan	$4000\text{-}6000 \text{ lb/in}^2$
Modulus of Rupture	$600\text{-}1000 \text{ lb/in}^2$

Gambar 4.1 Sifat *Refractory* Silika.

<i>Refractory Type</i>	<i>Composition (wt%)</i>							<i>Apparent Porosity</i>
	Al_2O_3	SiO_2	MgO	Cr_2O_3	Fe_2O_3	CaO	TiO_2	
Fireclay	25-45	70-50	0-1		0-1	0-1	1-2	10-25%
High-Alumina	90-50	10-45	0-1		0-1	0-1	1-4	18-25%
Silica	0.2	96.3	0.6			2.2		25%
Periclase	1,0	3,0	90,0	0,3	3,0	2,5		22%
Periclase-Chrome	9,0	5,0	73,0	8,2	2,0	2,2		21%

Gambar 4.2 Kandungan Komposisi Silika

untuk mengetahui kekuatan dari *refractory* adapun sifat mekanik refraktori diantaranya *Cold Crushing Strength* (CCS) dan *Modulus of Rapture* (MOR). Sifat-sifat ini penting untuk mendapatkan *refractory* dengan rekomendasi yang baik. Densitas dan porositas berkaitan dengan katahanan tekan, dan aksi abrasi.

Porositas terbentuk selama proses *sintering* akibat gas yang terperangkap serta penyebaran fasa cair yang meleleh tidak merata saat *sintering*. Semakin tinggi densitas dan porositas yang rendah akan sangat baik dalam instalasi konstruksi. CCS merupakan pengujian kuat tekan pada kondisi dingin dan berkaitan dengan waktu penyimpanan konstruksi. Sedangkan MOR atau sering disebut uji kuat lentur merupakan kekuatan suatu *refractory* mengatasi beban lentur.

Kekuatan tekan dan porositas merupakan dua sifat *refractory* yang sangat mudah ditentukan. Hal ini dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan homogen atau tidaknya bahan dasar yang digunakan dan baik atau tidaknya teknologi yang digunakan dalam proses. Sedangkan densitas dan kekuatan tekan suatu *refractory* dapat dijadikan indikator dalam mempertahankan kondisinya terhadap ketahanan tekan, aksi abrasi, dan permeabilitas.

Types of brick	Density, lb/ft ³	Apparent porosity	Cold crushing strength, lb/in ²	Modulus of rupture, lb/in ²
Fireclay				
Superduty	144-148	11-14%	1,800-3,000	700-1,000
High-duty	132-136	15-19	4,000-6,000	1,500-2,200
Low-duty	130-136	10-25	2,000-6,000	1,800-2,500
High-Alumina				
60% class	156-160	12-16	7,000-10,000	2,300-3,300
70% class	157-161	15-19	6,000-9,000	1,700-2,400
85% class	176-181	18-22	8,000-13,000	1,600-2,400
90% class	181-185	14-18	9,000-14,000	2,500-3,000
Corundum class	185-190	18-22	7,000-10,000	2,500-3,500
Silica (superduty)	111-115	20-24	4,000-6,000	600-1,000
Basic				
Magnesite, fired	177-181	15.5-19	5,000-8,000	2,600-3,400
Magnesite-chrome, fired	175-179	17-22	4,000-7,000	600-900
Magnesite-chrome, unburned	185-191	-	3,000-5,000	800-1,500
Chrome, fired	195-200	15-19	5,000-8,000	2,500-3,400
Chrome-magnesite, fired	189-194	19-22	3,500-4,500	1,900-2,300
Chrome-magnesite, unburned	200-205	-	4,000-6,000	800-1,500
Magnesite-carbon	170-192	9-13	-	1,000-2,500
Dolomite	165-192	5-20	1,500-3,500	500-2,500
Fused cast				
magnesite-chrome	205-245	1-15	900-1,400	6,000-8,000
Silicon carbide	160-166	13-17	9,000-12,000	3,000-5,000
Zircon	225-232	19.5-23.5	7,000-11,000	2,300-3,300

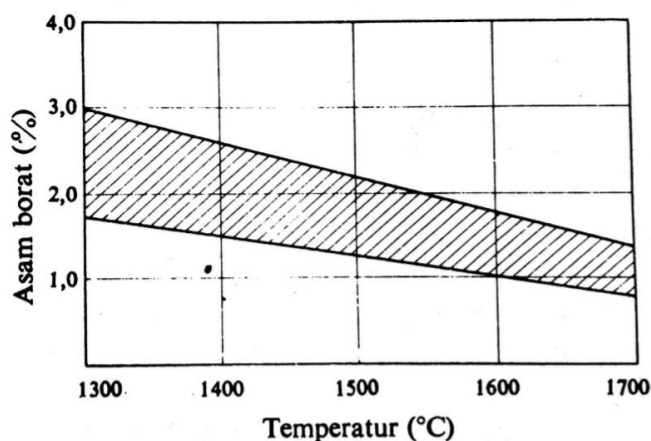
Gambar 4.3 Sifat Mekanik Silika.

4.1.2. Bahan Pengikat

Bahan pengikat berfungsi untuk mengikat agregat dan partikel serbuk halus bersama-sama dan mempertahankannya untuk jangka waktu tertentu untuk mendapatkan kekuatan pelapisan yang sesuai. Dalam penggunaan bahan *refractory* yang bersifat asam PT Aneka Adhilogam menggunakan bahan *refractory* berbasis silika.

Menurut saya bahan pengikat ini sangat di perlukan didalam membuat lining tanur induksi karena dapat memperpanjang umur pemakaian lining tanur induksi, disamping itu PT. Aneka Adhilogam juga tidak menggunakan bahan cair ataupun liquid untuk mengikat butiran-butiran halus bahan tahan api. Bahan pengikat yang cocok untuk *refractory* asam berbasis silika adalah asam borat. Asam borat dibubuhkan pada butir-butir tahan api, membentuk daerah sinter yang keras pada permukaan lapisan.

Pengaturan jumlah asam borat yang akan dicampurkan dalam bahan tahan api harus sesuai dengan titik cair logam. Kelebihan unsur tambahan meningkatkan kecepatan tumbuh daerah sinter yang dapat menyebabkan retakan besar karena pengaruh panas.



Gambar 4.4 Diagram Penambahan Asam Borat .

4.1.3. Ukuran Butiran atau Agregat

Bentuk dan ukuran butir ini akan mempengaruhi terhadap kekuatan dan sifat-sifat keramik *refractory*. Ukuran butir agregat kecil atau halus akan semakin meningkatkan kekuatan dan ketangguhan keramik *refractory* karena densitas antar butir akan semakin baik dan mengurangi porositas pada suatu konstruksi *refractory* guna *lining* tungku peleburan logam.

Butiran agregat kecil lebih baik digunakan untuk bahan *refractory* karena proses sintering akan berjalan lebih cepat dan mengurangi jumlah pori pada material *refractory* karena antar butiran akan mengalami difusi antar butir yang lebih baik dan cepat dibandingkan butiran agregat besar. Penggunaan agregat kecil dan agregat besar pada suatu konstruksi *refractory* untuk *lining* tungku dikarenakan butiran agregat kecil mampu mengisi celah antara butir agregat besar sehingga konstruksi *refractory* menjadi rapat sehingga akan meningkatkan kekuatan, mempercepat proses *sintering refractory* dan menghemat biaya instalasi *refractory* dan dapat berfungsi mengurangi kerutan/*shrinkage* dan meningkatkan stabilitas *refractory* pada temperatur tinggi.

Biasanya butiran terdiri dari sebaran kasar 45%, menengah 10% dan halus 45% dimana butiran halus terdiri dari 20% ukuran halus dan 25% ukuran sangat halus (-150 *mesh*). Karena mengendalikan proses *sintering* yang lebih cepat dan pengikat butiran yang lebih kuat. Untuk mendapatkan lapisan yang baik tidak hanya diperlukan teknik pelapisan yang baik tetapi juga diperlukan ukuran butir yang sedang dan seragam. Bagian atas dari dinding tanur dibuat dari bahan tahan api yang dapat dicorkan atau yang plastis dan lubang cerat dibuat dari bata tahan api. Sebaran ukuran butiran bahan *refractory* sangat penting untuk pencapaian kerapatan struktur *lining* tanur induksi dan proses *sintering*.

Lining jenis monolitik harus menjaga agar ukuran selalu homogen karena segregasi ukuran butiran terjadi saat pengangkutan dan transportasi.

Tabel 4.1 komposisi Kimia dan analisa ayak silica untuk *Refractory*.

Komposisi kimia (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
	98-99	0,5 - 1,0	0,4 - 0,6
Distribusi Butir (%)	0 – 0,1 (mm)	0,1 – 0,6	0,6 - 5,0
	26	29	45

4.2. Proses Pemadatan

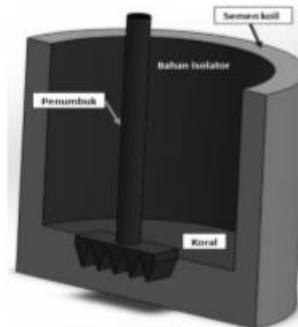
Metoda penumbukan yang diterapkan adalah penumbukan melingkar dan penumbukan anyam. Kedua metode tersebut dilakukan secara bergantian dan berurutan. Selanjutnya, Pemuatan bahan tahan api dilakukan secara bertahap dengan capaian ketebalan minimal 80mm. Proses pemadatan dapat dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut :

1. Proses penumbukan dilakukan secara terus menerus atau kontinyu tanpa mengindahkan pekerjaan lain.
2. Sedapat mungkin diselesaikan dalam waktu kurang dari satu hari dengan menyediakan teknisi khusus untuk proses penumbukan.
3. Penumbukan yang maksimal bisa dilakukan dengan Pemeriksaan visual. Pemeriksaan ini dapat dilihat dari hilangnya debu pada saat penumbukan.
4. Memastikan dan Menghitung berat bahan lining yang dibutuhkan. Apakah sudah sesuai atau belum.

Penumbuk yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) bentuk dan fungsi yang berbeda. Berikut urutan penggunaannya:

1. Penumbuk bergerigi

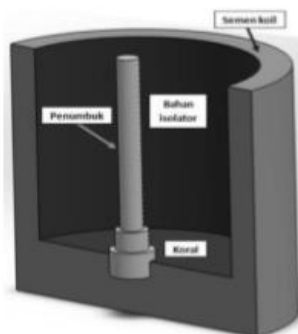
Penumbukan bergerigi dilakukan untuk proses pemadatan awal. Tujuannya adalah untuk menghasilkan kepadatan maksimal yang mendekati nilai kerapatan (densitas) bahan *refractory*. Kepadatan didapat dari adanya gaya tekan yang besar sedangkan luas penampang gerigi kecil.



Gambar 4.5 Penumbukan Bergerigi.

2. Penumbukan Lonjong

Penumbuk lonjong digunakan untuk proses pemadatan akhir. Penumbuk lonjong memiliki bobot paling berat. Hal ini mengacu pada pengertian prinsip gaya, bahwa besarnya gaya didapat dari perkalian antara masa benda dengan percepatannya. Percepatan sendiri didapat dari ayunan tangan saat menumbuk.

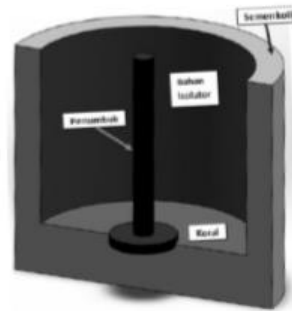


Gambar 4.6 Penumbukan Lonjong

3. Penumbukan Rata

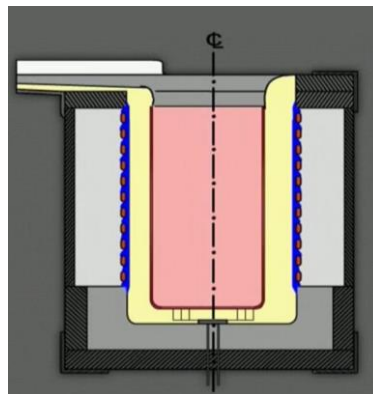
Penumbukan Rata menunjukkan penumbuk rata yang dilakukan pada tahapan akhir. Tujuannya adalah untuk meratakan proses pemadatan akhir yang telah dilakukan. Dengan penumbuk ini, lining yang telah dipadatkan dengan penumbuk

bergerigi dan lonjong akan memadat dengan rata, sehingga pemasangan lining former menjadi lebih mudah.



Gambar 4.7 Penumbukan Rata

Setelah proses penumbukan maka akan terlihat seperti ini



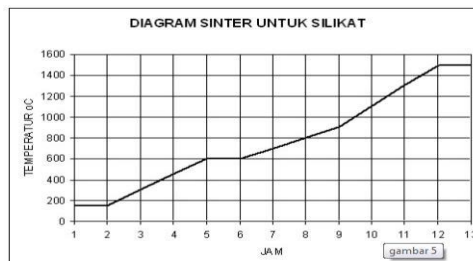
Gambar 4.8 Penampakan Tanur Induksi Setelah Pematatan.

4.3. Proses Sintering

Sintering akan berpengaruh terhadap kenaikan densitas dan menurunkan porositas dari *refractory*. Dimana densitas dan porositas ini juga sangat penting dalam mempertahankan struktur *lining* tanur induksi yang berakibat pada panjang pendeknya umur *lining* tanur induksi. Proses *sintering* disebut juga proses densifikasi sehingga untuk mencapai kepadatan maksimum diperlukan temperatur pemanasan yang mendekati titik cair material. Mekanisme sintering ini dimulai dari kontak antar butir yang dilanjutkan dengan peleburan titik kontak akibat proses difusi (transformasi massa) atom-atom. Difusi secara keseluruhan

mengakibatkan penyusutan/shrinkage yang diiringi pengurangan porositas akibat pergerakan batas butir. Sebagai akibatnya dari penyusutan volume pori yang terjadi selama proses sintering berlangsung, maka densitas dari magnesia meningkat terhadap peningkatan temperatur sintering. Laju penyusutan ini dipengaruhi oleh waktu dan temperatur *sintering*.

Teknik *sintering* disesuaikan dengan bahan baku dasar bahan tahan api. Bahan tahan api yang digunakan di PT Aneka Adhilogam Karya merupakan bahan tahan api asam (silikat) dengan kandungan silika maka teknik sintering yang dilakukan harus mengikuti prinsip *sintering lining* asam. Secara konsep, teknik sintering silikat yang dijelaskan melalui diagram sintering dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) tahap. Tahap pertama adalah pemanasan awal atau preheating, dilanjutkan dengan proses peleburan dan penahanan temperatur atau *holding*.



Gambar 4.9 Diagram *Sintering* Untuk Silika.

Berikut adalah tata cara sintering menurut diagram sintering untuk silikat :

1. Drying pada 150 °C.
2. Naikkan temperatur dengan laju pemanasan maksimum 150 °C/jam sampai suhu penahanan yaitu 600 °C.
3. Penahanan I selama 1 jam.
4. Naikkan temperatur dengan laju pemanasan maksimum 150 °C/jam sampai suhu 900 °C.
5. Pemanasan sampai temperatur sinter yang diinginkan dengan kecepatan 200 °C/jam. Jangan lakukan

pengoperasian diatas temperatur yang diijinkan oleh spek material.

Dengan catatan: Temperatur kerja maksimum sesuai dengan % binder (lihat spek material)

Pada kondisi cair, temperatur bahan baku telah mencapai temperatur sinter silikat. Untuk meratakan fasa keramik di seluruh permukaan *lining*, cairan logam diharuskan penuh. Proses pengkeramikan bahan *lining* melalui cairan logam membutuhkan waktu yang cukup agar ikatan keramik benar-benar sempurna. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan penahanan cairan maksimal 1 jam.

Fenomena-fenomena yang terjadi selama proses pemanasan khususnya perubahan-perubahan fasa bahan *lining* yang akan mengakibatkan terjadinya perubahan geometri (pemuaian). Pemuaian yang tidak mendapatkan kesempatann karena waktu yang terlalu cepat akan mengakibatkan timbulnya *internal stress*(tegangan dalam) yang sering menimbulkan keretakan *lining* yang cukup parah. Jadi untuk maksimalnya haruslah melakukan proses sintering dengan waktu yang ideal dan tidak terburu -buru.

Untuk memperkuat lapisan dan mendapatkan hasil yang baik harus dengan operasi yang *kontinue* selama empat ataupun lima hari setelah langkah-langkah tersebut.

4.4. Teknik Peleburan

Pemanasan dilakukan secara bertahap bertujuan untuk meratakan panas di setiap bagian bahan baku maupun *lining* former. Dengan begitu, bahan baku sintering maupun *lining* former akan mencair secara serampak.

Setelah selesai proses peleburan yang pertama lebih baik disisakan 30 sampai 50% logam cair dan kemudian diisikan bahan logam

berikutnya. Hal ini lebih baik dilakukan dipadang dari sudut keuntungan daya penggunaan listrik dan perlindungan lapisan.

Bahan peleburan logam dalam pengecoran besi cor tidak selalu hanya menggunakan besi saja namun pasti ada campuran bahan lainnya. Khusus Pb, Sn, Zn karena logam-logam ini berat dan memiliki berat dan memiliki suhu cair rendah. Pada suhu cair besi cor ataupun baja akan menjadi cairan yang sangat encer serta berada di bagian bawah atau berada di dasar tanur induksi sehingga akan meresap diantara pori-pori *lining* kemudian menyentuh *coil* serta menyebabkan terjadinya *short* pada mesin.

4.5. Perawatan *Lining* Tanur Induksi

Spesifik cara-cara perawatan lining Merawat lining pada prinsipnya adalah menghindari hal-hal yang bisa merusak lining, misalnya:

1. Tidak meninggalkan sisa cairan setelah tapping yang terakhir. Sisa cairan dapat memperlambat pendinginan didaerahnya, sementara yang lain mendingin dengan cepat. Perbedaan ini dapat menimbulkan keretakan.
2. Pendinginan lambat dan seragam untuk menghindari thermal shock.
3. Pengukuran rutin ketebalan tersisa, sekaligus pemeriksaan kondisi lining, *resintering* bila *melting temperature* selalu lebih rendah dari *sintering temperature* yang dianjurkan oleh spesifikasi bahan *liningnya*.

BAB V HASIL PEMBAHASAN

5.1. Kesimpulan

1. *Refractory* silika mempunyai temperatur leleh pada (1600°C-1725°C) dan dapat menahan tekanan yang relatif tinggi karena itu *refractory* silika volumenya konstan pada temperatur tinggi, serta mempunyai tahanan *slag* asam yang baik tapi tidak cukup kuat untuk menahan *slag* basa.
2. Butiran agregat kecil lebih baik digunakan untuk bahan *refractory* karena proses sintering akan berjalan lebih cepat dan mengurangi jumlah pori pada material *refractory* karena antar butiran akan mengalami difusi antar butir yang lebih baik dan cepat dibandingkan butiran agregat besar. Penggunaan agregat kecil dan agregat besar pada suatu konstruksi *refractory* untuk *lining* tungku dikarenakan butiran agregat kecil mampu mengisi celah antara butir agregat besar sehingga konstruksi *refractory* menjadi rapat sehingga akan meningkatkan kekuatan, mempercepat proses *sintering refractory* dan menghemat biaya instalasi *refractory* dan dapat berfungsi mengurangi kerutan/*shrinkage* dan meningkatkan stabilitas *refractory* pada temperatur tinggi.
3. Penggunaan alat penumbuk diurutkan secara sistematis menurut bentuk dan fungsinya serta waktu yang sesuai dapat meningkatkan kepadatan lining. Kepadatan lining yang sesuai standar ini akan meningkatkan umur pemakaian lining tanur induksi.
4. Proses *sintering* hendaknya disesuaikan dengan diagram *sintering* bahan tahan api yang digunakan (silikat). Untuk mencapai uraian diagram sintering tersebut dilakukan langkah-langkah sebagai berikut: Peningkatan, penurunan dan penahanan *power* disesuaikan atau mengikuti *temperature* kerja yang dibutuhkan.
5. Logam Pb, Sn, Zn karena logam-logam ini berat dan memiliki berat dan memiliki suhu cair rendah. Pada suhu cair besi cor ataupun baja akan menjadi cairan yang sangat encer serta berada di bagian bawah

atau berada di dasar tanur induksi sehingga akan meresap diantara pori-pori *lining* kemudian menyentuh *coil* serta menyebabkan terjadinya *short* pada mesin.

6. Pawatan *lining* tanur induksi yang baik dan benar akan memperpanjang umur tanur induksi

5.2. Saran

1. Memperhatikan ukuran butiran bahan *refractory*
2. Mengurangi kemungkinan bahan asing dan kotoran ikut terbawa muatan.
3. Memasukkan bahan homogen dengan komposisi yang serupa sehingga mengurangi faktor kesalahan peramuhan.
4. Memilihan bahan *lining* yang berkualitas bagus.
5. Melakukan perawatan *lining* tanur induksi secara berkala.
6. Melakukan Uji untuk ketahanan *Refractory lining* tanur induksi agar bias diketahui jenis *refractory* jenis apa dan bahan apa yang cocok untuk tanur induksi PT. Aneka Adhilogam Karya.

DAFTAR PUSTAKA

Callister Jr, William. D, 1994, "Material Science and Engineering", 7rd edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Efendy, Hadi., 2005, "Diktat Refraktori", Cilegon: PT Mitra Sigma Sejati.
- H. Van Vlack, Lawrence., 1989, "Ilmu dan Teknologi Bahan" edisi 5. diterjemahkan oleh Sriati Djaprie, Jakarta: Erlangga.
- Barsoum, Michel W., 2003, "Fundamental of Ceramics", Philadelphia: IOP Publishing Ltd.
- Sonny Djatnika Sunda Djaja, H. (2008). Peleburan Besi dan Baja di Dalam Tungku Listrik Tanpa Inti. Jurnal Riset Industri Vol. 2.
- Ghosh, A 2000. Secondary Steelmaking: Principles and Applications, CRC Press, 2000.
- Gandhewar, V.R., Bansod, S.V. and Borade, A.B., 2011. Induction furnace-A review. International Journal of Engineering and Technology, 3(4), pp.277-284.
- Surdia, T., dan Chijjiwa, K., 1986, Teknik Pengecoran Logam, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Nugroho, S. and Umardhani, Y., 2011. Karakterisasi material Refraktori Basa Berbahan Dasar Magnesia (MgO) Guna Lining Tungku Induksi Pengecoran Baja di PT X Klaten. Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1(1), UNWAHAS.

LAMPIRAN

Lampiran 1



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
UNIT PELAKSANA TEKNIS BALAI LATIHAN KERJA SURABAYA
Jalan Dukuh Menanggal III/29 Telp./Fax. (031) 8290071, 8287532
SURABAYA – JAWA TIMUR

Surabaya, 19 Agustus 2020

Kepada

Nomor : 563 / 658 / 108.7.08/2020
Sifat : Segera
Lampiran : -
Perihal : Permohonan OJT Program
D IV Teknik Mesin Industri

Yth. Pimpinan PT. Aneka Adhilogam Karya
Batur, Ceper, Klaten, Jawa Tengah
di **JAWA TENGAH**

Sehubungan dengan pelaksanaan Kurikulum Program D IV Teknisi kerjasama Disnakertrans Provinsi Jawa Timur dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, maka dengan ini kami mohon bantuan untuk menerima Mahasiswa kami melaksanakan On The Job Training (OJT) di Perusahaan yang saudara pimpin mulai tanggal, 07 September 2020 s/d 09 Januari 2021.

Adapun nama peserta OJT sebagai berikut :

NO	NAMA / NRP	SMT	KUALIFIKASI
01.	Wisani Dian Rofitah NRP. 10211710013005	VII	1. Mampu mengelas Listrik
02.	Putri Maikal Baiqis NRP. 10211710013015	VII	2. Mampu mengoperasikan mesin; Bubut, Frais, Skrap, Gergaji, Bor dan Gerinda
03.	Rheza Dzulfqar Juzali NRP. 10211710013017	VII	3. Mampu merancang gambar kerja manual dan System Cad 2D/3D
04.	Bryan Aile Ibnu NRP. 10211710013019	VII	4. Mampu mengidentifikasi Logam.
05.	Nanda Ela Sasmita NRP. 10211710013021	VII	
06.	Edgar Pramudya Krisnawan NRP. 10211710013040	VII	
07.	Hilda Dwi Angrani NRP. 10211710013045	VII	
08.	Muhammad Hikamuddin NRP. 10211710013048	VII	

Demikian atas bantuan dan kerjasamanya, kami sampaikan terima kasih

An. Kepala UPT Balai Latihan Kerja
Surabaya
Kep. Pengembangan dan Pemasaran



Tembusan:
1. Arsip

Dipindai dengan CamScanner



PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA
Casting of Metals Part & Pipe Fitting Industries

Office & Factory : Batu, Cepur, Klaten 57465 Indonesia Telp. (+62 272) 551195, 552821 Fax. (+62 272) 552188
e-mail : anekagpp@yahoo.com website : www.anekadhi logam.com



No : 056/AAK/D/SB-KP-2020
Hal : Penerimaan OJT Program
Lamp. :-

Kepada Yth.
Kepala UPT Balai Latihan Kerja Surabaya
Kasi Pengembangan dan Pemasaran
Di Tempat

Sehubungan dengan Surat Permohonan OJT Program D IV Teknik Mesin Industri yang kami terima dengan nomor : 563/658/108.7.08/2020, maka dengan ini menerangkan bahwa :

No.	Nama	No. Mahasiswa	Periode KP
1.	Widiana Dian Rofitah	10211710013005	07 September 2020 – 09 Januari 2021
2.	Patri Malikal Balqis	10211710013015	s.d.a
3.	Rheza Dzulfiqar Juzali	10211710013017	s.d.a
4.	Bryan Alie Ibnu	10211710013019	s.d.a
5.	Nanda Ela Sasmita	10211710013021	s.d.a
6.	Edgar Pramudya Krisnawan	10211710013040	s.d.a
7.	Hilda Dwi Anggraini	10211710013045	s.d.a
8.	Muhammad Hikamuddin	10211710013048	s.d.a

Kami setuju Permohonan OJT Program Mahasiswa tersebut, dan bisa memulai berkegiatan pada tanggal 07 September 2020.

Demikian surat ini dibuat, Semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Klaten, 19 Agustus 2020
PT. Aneka Adhilogam Karya


PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA
Mah. Fahmi Ardiansyah
Personalia