

TUGAS AKHIR

ANALISIS ISOLATOR DINDING DAPUR KRUSIBEL PELEBURAN ALUMINIUM BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

M. BUDI HAMZAH SIREGAR
1807230012



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. Budi Hamzah Siregar
NPM : 1807230012
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis isolator dinding tungku krusibel
peleburan aluminium berbahan bakar oli bekas
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2024

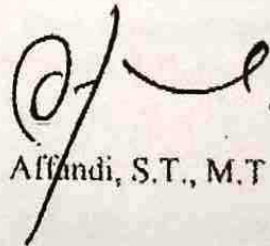
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



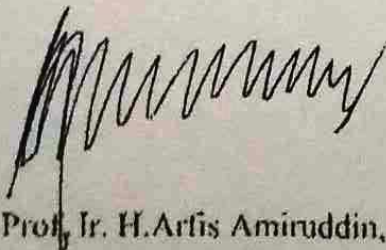
H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



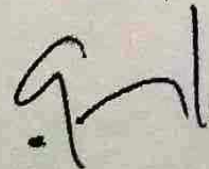
Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Assoc. Prof. Ir. H. Arfis Amiruddin, M.Si

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M. Budi Hamzah Siregar
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/04 Januari 2001
NPM : 1807230012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Oli Bekas”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2024

Saya yang menyatakan,



M. Budi Hamzah Siregar

ABSTRAK

Proses peleburan aluminium sudah cukup banyak dilakukan oleh masyarakat baik dalam kategori kecil maupun besar, Penggunaan dapur krusibel merupakan salah satu jenis tungku yang digunakan untuk peleburan logam Aluminium (Al). Proses peleburan adalah proses pencairan bahan (besi cor) dipanaskan di dalam sebuah dapur peleburan, setelah bahan mencair kemudian dituang ke dalam cetakan. Pada proses peleburan aluminium digunakan dapur jenis krusibel. Dapur krusibel adalah dapur yang paling tua dan paling banyak digunakan. Dapur ini sangat fleksibel dan serbaguna untuk peleburan dengan skala kecil dan sedang. Penggunaan tungku crucible dengan skala kecil maupun sedang digunakan untuk proses peleburan logam aluminium. Pada penelitian ini penulis melakukan eksperimen dengan menguji dapur *crucible* peleburan aluminium dengan oli bekas sebagai bahan bakar peleburan aluminium yang relatif mudah didapat dan mungkin menghasilkan performa peleburan yang baik. Dinding dapur krusibel yang dirancang dengan 2 lapisan isolator yaitu *refractory castable* semen tahan api dengan bata tahan api, sehingga tahan terhadap panas hingga 1550°C, Dari hasil pengamatan temperatur isolator dapur peleburan aluminium pada dinding luar dapur sangat berbeda dengan temperatur dalam pada dapur peleburan aluminium temperatur luar pada dapur peleburan ini mencapai 87,3°C dan pada dinding dalam dapur peleburan mencapai temperatur 515,7°C, perbedaan ini karena adanya lapisan semen refractory castable sehingga dapat menahan panas yang ada yang ada di dalam dapur peleburan. Dari hasil peleburan aluminium menghabiskan bahan bakar oli bekas sebanyak 0,854 g/s

Kata kunci : Isolator, Peleburan, Krusibel, Aluminium, Oli Bekas

ABSTRACT

The aluminum melting process has been carried out quite a lot by the community, both in small and large categories. The use of a crucible furnace is one type of furnace used for melting aluminum (Al) metal. The melting process is the process of melting materials (cast iron) heated in a melting furnace, after the material melts it is poured into a mold. In the aluminum melting process, a crucible type furnace is used. The crucible furnace is the oldest and most widely used furnace. This furnace is very flexible and versatile for small and medium scale melting. The use of a small or medium scale crucible furnace is used for the aluminum metal melting process. In this study, the author conducted an experiment by testing an aluminum melting crucible furnace with used oil as a fuel for aluminum melting which is relatively easy to obtain and may produce good melting performance. The crucible kitchen wall is designed with 2 layers of insulators, namely refractory castable refractory cement with refractory bricks, so that it is resistant to heat up to 1550 ° C. From the results of observations, the temperature of the aluminum melting furnace insulator on the outer wall of the kitchen is very different from the temperature inside the aluminum melting furnace. The outer temperature in this melting furnace reaches 87.3 ° C and on the inner wall of the melting furnace reaches a temperature of 515.7 ° C, this difference is due to the presence of a layer of refractory castable cement so that it can withstand the heat in the melting furnace. From the results of aluminum melting, used oil fuel is used as much as 0.854 g / s

Keywords: Insulator, Melting, Crucible, Aluminum, Used Oil

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Oli Bekas”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Assoc.Prof. Ir. H. Arfis Amiruddin., M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis : Ahmad Muda Siregar/ Laila Rani Harahap S.sos yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Rian Saputra ST, M.Sukma Budi Harto, Isnan Musa Tanjung ST, Syaiful Ambri ST, Genta Dwi Cahyo Kurniawan ST, Kemal Ananta ST, Safril Saputra ST serta Abangda Febriansyah S.T dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 11 September 2024

M. Budi Hamzah Siregar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Isolator	3
2.2 Refractory	4
2.2.1 Refraktori Jenis Basa	6
2.2.2 Refraktori Silika	6
2.2.3 Refraktori Mortar	6
2.2.4 Refraktori Netral	7
2.2.5 Refraktori Spesial	7
2.2.6 Refraktori Dengan Kandungan Alumina Tinggi	7
2.2.7 Refraktori Jenis Fireclay High Duty	8
2.3 Oli	8
2.4 Macam-Macam Oli	9
2.4.1 Gambaran Umum Oli	9
2.4.2 Sifat-Sifat Oli Mesin	9
2.4.3 Oli Bekas	10
2.4.4 Viskositas	11
2.5 Tungku Peleburan	12
2.6 Macam-Macam Dapur Peleburan	12
2.6.1 Dapur Krusibel (Crucible)	12
2.6.2 Dapur Kupola	13
2.6.3 Dapur Kowi	15
2.6.4 Dapur Induksi	15
2.7 Aluminium	17
2.7.1 Sifat-Sifat Aluminium	20
2.8 Blower	21
2.9 Macam-macam blower	23
2.9.1 Blower Axial	23
2.9.2 Centrifugal Blower	24
2.10 Thermometer Infrared	25
2.11 Pembakaran	26

2.12	Temperatur Nyala Api	27
2.13	Konsumsi Bahan Bakar	28
BAB 3	METODE PENELITIAN	29
3.1	Tempat Dan Waktu Pelaksanaan	29
3.1.1	Tempat	29
3.1.2	Waktu	29
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian	30
3.2.1	Alat	30
3.2.2	Bahan Penelitian	32
3.3	Diagram Alir	33
3.4	Rancangan Alat Penelitian	34
3.5	Prosedur Penelitian	35
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Alat Uji Dapur Peleburan	36
4.2	Proses Pengujian Dapur Krusibel dan Konsumsi Bahan Bakar Oli Bekas	36
4.3	Pengambilan Data	39
4.3.1	Hasil Pengujian Dapur Peleburan Aluminium	40
4.3.1	Pengujian Peleburan Aluminium Terhadap Konsumsi Bahan Bakar	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Viskositas Beberapa Jenis Fluida (Santoso, 2010).	12
Tabel 4. 1 Temperatur dapur peleburan Temperatur dapur peleburan	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Refractory Monolitik</i> (Mesin, & Teknik, 2019)	5
Gambar 2. 2 <i>Refractory Mortar</i> (Mesin et al., 2019)	7
Gambar 2. 3 Oli (Raharjo Purwo, 2017)	8
Gambar 2. 4 Lapisan Oli (<i>Oil Film</i>)	9
Gambar 2. 5 Minyak Pelumas Sebagai Pendingin (Raharjo Purwo, 2017)	10
Gambar 2. 6 Dapur Krusibel (Groover, 2018).	13
Gambar 2. 7 Dapur Kupola (Groover, 2018).	14
Gambar 2. 8 Dapur Kowi (Groover, 2018)	15
Gambar 2. 9 Dapur Induksi (Groover, 2018)	17
Gambar 2. 10 Aluminium (Widodo, 2016)	20
Gambar 2. 11 Mekanisme Blower (Murnawan, 2021)	23
Gambar 2. 12 Axial Blower (Murnawan, 2021)	24
Gambar 2. 13 <i>Centrifugal Blower</i> (Murnawan, 2021)	25
Gambar 2. 14 <i>Thermometer infrared</i> (Al As'adi, 2017)	26
Gambar 3. 1 Sarung tangan	30
Gambar 3. 2 Stopwatch	30
Gambar 3. 3 Gelas Ukur	31
Gambar 3. 4 <i>Thermometer Infrared</i>	31
Gambar 3. 5 Aluminium bekas	32
Gambar 3. 6 Oli Bekas	32
Gambar 3. 7 Rancangan alat peleburan aluminium	34
Gambar 4. 1 Alat uji dapur peleburan aluminium	36
Gambar 4. 2 Mempersiapkan tungku peleburan	36
Gambar 4. 3 Menuang oli bekas ke wadah penampung	37
Gambar 4. 4 Penyalaan awal dengan menyiramkan kayu bekas dengan bensin	37
Gambar 4. 5 Membuka kran saluran bahan bakar	38
Gambar 4. 6 Menempatkan kowi ke tengah tungku peleburan	38
Gambar 4. 7 Pengambilan Suhu Temperatur	39
Gambar 4. 8 Hasil dari sisa bahan bakar	39
Gambar 4. 9 Grafik suhu isolator bagian luar dan dalam	44

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Sfc	Konsumsi bahan bakar spesifik	g/kW.s
mf	Laju bahan bakar	Kg/jam
ρ	Berat Jenis Bahan Bakar	Kg/cc
Pe	Daya Yang Dihasilkan	kW

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses peleburan aluminium sudah cukup banyak dilakukan oleh masyarakat baik dalam kategori kecil maupun besar, media atau alat yang digunakan terutama dalam peleburannya yaitu tungku atau dapur yang merupakan alat utama yang digunakan peleburan pada pengecoran logam dan non logam. Dapur peleburan atau disebut juga dengan tungku pengecoran logam memiliki banyak jenis dan metode pembakaran. Penggunaan dapur krusibel merupakan salah satu jenis tungku yang digunakan untuk peleburan logam Aluminium (Al). (Aditya & Ichsan, 2023)

Proses peleburan adalah proses pencairan bahan (besi cor) dipanaskan di dalam sebuah dapur peleburan, setelah bahan mencair kemudian dituang ke dalam cetakan. Pada proses peleburan aluminium digunakan dapur jenis krusibel. Dapur krusibel adalah dapur yang paling tua dan paling banyak digunakan. Dapur ini sangat fleksibel dan serbaguna untuk peleburan dengan skala kecil dan sedang. Penggunaan tungku crucible dengan skala kecil maupun sedang digunakan untuk proses peleburan logam aluminium. (Istana & Lukman, 2016)

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Berat jenis aluminium adalah 2,643 kg/m³ cukup ringan dibandingkan logam lain. Kekuatan aluminium yang berkisar 83–310 Mpa dapat melalui pengerjaan dingin atau pengerjaan panas. Di pasaran aluminium ditemukan dalam bentuk kawat foil, lembaran, pelat dan profil. Semua paduan aluminium ini dapat mampu dibentuk, dilas atau dipatri.

Dalam penelitian ini akan diuji sebuah dapur krusibel peleburan aluminium dengan menggunakan dua jenis bahan yaitu semen *refractory castable* bata tahan api sebagai isolator dinding dapur peleburan yang tentunya mempunyai fungsi yang sangat baik untuk menghambat keluarnya kalor yang terdapat dalam dapur peleburan aluminium yang berbahan bakar oli bekas, dikarenakan bahan bakar tersebut harganya lebih murah dan ketersediaannya cukup banyak dan mudah didapat yang

mungkin menghasilkan performa peleburan yang baik. Maka dari itu peneliti melaksanakan penelitian dengan mengangkat judul "Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Oli Bekas"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa temperatur dinding dapur krusibel menggunakan bahan bakar oli bekas
2. Dibutuhkan berapa liter oli bekas untuk melebur 1 kg aluminium bekas

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam pengujian ini yaitu

1. Pengamatan temperatur isolator dinding luar dan dalam pada dapur krusibel dalam waktu per 5 menit.
2. Menganalisa konsumsi bahan bakar yang terpakai saat peleburan aluminium
3. Menggunakan *refractory castable* dan bata tahan api sebagai isolator dinding dapur peleburan aluminium bekas
4. Pengukuran temperature menggunakan thermogun infrared

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui temperatur isolator dinding luar dan dalam pada dapur krusibel peleburan aluminium yang dihasilkan oleh oli bekas sebagai bahan bakar peleburan aluminium
2. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar oli bekas yang digunakan terhadap 1kg Aluminium

1.5 Manfaat

Menambah referensi bagi mahasiswa lain pada umumnya untuk mengelolah aluminium bekas dan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif peleburan aluminium yang memberikan keuntungan biaya dan waktu yang cukup signifikan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Isolator

Isolator adalah alat yang berfungsi sebagai isolasi dan pemegang mekanis dari perlengkapan atau penghantar yang dikenai beda potensial. Jika isolator gagal dalam kegunaannya sebagai pemisah antara saluran maupun saluran dengan pentanahan maka penyaluran energi tersebut akan gagal atau tidak optimal. Pengaruh keadaan udara sekitar dan polutan yang menempel pada permukaan yang menyebabkan permukaan isolator bersifat konduktif. Dalam menentukan sebuah isolator yang akan dibuat serta bagaimana unjuk kerjanya dalam melayani suatu sistem tenaga listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan yaitu, sifat-sifat kandungan material dengan bahan dasar untuk membuat isolator kemampuannya pada cuaca buruk, keadaan saat terkontaminasi serta pertimbangan masalah biaya produksi (Arismunandar, 2001).

Isolator adalah bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik. Dalam bahan isolator valensi elektronnya terikat kuat pada atom-atomnya. Bahan ini dipergunakan dalam alat-alat elektronika sebagai isolator, atau penghambat mengalirnya arus listrik. Isolator berguna juga sebagai penopang beban atau pemisah antara konduktor tanpa membuat adanya arus mengalir keluar atau antara konduktor. Istilah ini juga dipergunakan untuk menamai alat yang digunakan untuk menyangga kabel transmisi listrik pada tiang listrik. Beberapa bahan, seperti kaca, kertas, atau Teflon merupakan bahan isolator yang sangat bagus. Beberapa bahan sintesis masih “cukup bagus” dipergunakan sebagai bahan isolator kabel, contohnya plastik atau karet. Bahan-bahan ini dipilih sebagai bahan isolator kabel karena lebih mudah dibentuk / diproses sementara masih bisa menyumbat aliran listrik pada voltase menengah (ratusan, mungkin ribuan volt) (Dissado dan Fothrgill, 1992).

Isolator adalah sifat bahan yang berfungsi dapat memisahkan secara elektrik dua atau lebih penghantar listrik bertegangan yang berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus, tidak terjadi lompatan api atau lewat denyar (*flashover*), ataupun percikan api (*sparkover*). Sedangkan isolator adalah alat yang dipakai

untuk mengisolasi. Kemampuan bahan isolator untuk menahan tegangan disebut kekuatan dielektrik.

2.2 Refractory

Refraktori merupakan bahan anorganik non-logam yang sulit meleleh pada suhu tinggi dan biasanya digunakan dalam industri yang memiliki suhu tinggi. Material refraktori mempunyai kemampuan tahan terhadap suhu yang tinggi, tahan terhadap terak cair, logam cair, gas-gas yang menyebabkan perkaratan, perubahan panas, ketahanan benturan dan ketahanan aus. Dengan kata lain, *refractory* diharapkan mampu mempertahankan sifat aslinya dalam kondisi ekstrim seperti suhu tinggi dan reaksi dengan zat asam korosif (M. Rais. 2015). Refraktori diharapkan bebas void dan memiliki komposisi fasa yang baik. Porositas merupakan faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan saat membuat product refraktori. Penurunan porositas, dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan korosi sesuai dengan bentuk bahan tahan api, dan dapat diklasifikasikan kedalam 4 kategori yaitu :

1. *Refractory Bata Tahan Api (refractory brick)*
2. *Refractory Castable (refractory castable)*
3. *Refractory Mortar*
4. *Refractory Anchor* Bahan tahan api (refractory) dikelompokkan menjadi dua yaitu:
 1. Bata (*shaped*)
 2. Monolitik (*unshaped*)

Refraktori jenis bata mempunyai banyak bentuk dan ukuran, seperti kubah, lurus kecil, tabung, belahan dan model lainnya. Refraktori jenis bata biasanya digunakan untuk dinding lapisan tungku pada peralatan pemanas. Sedangkan untuk refractory monolitik merupakan campuran butiran serbuk mineral material refraktori yang kering dengan bahan pengikat (binder) baik cair maupun bahan kimia cair lainnya. Bahan cair berfungsi sebagai pengikat sehingga diperoleh campuran yang homogen dan bersifat plastis apabila bercampur dengan air dan digunakan segera setelah proses pencampuran dilakukan.



Gambar 2. 1 *Refractory Monolitik* (Mesin, & Teknik, 2019)

Refraktori monolitik biasanya digunakan untuk melapisi atau sebagai penyambung bata tahan api distruktur tungku atau *furnance*. Kelebihan dari penggunaan refraktori monolitik adalah dapat membuat produk sesuai keinginan. Berdasarkan komposisi kimia penyusunnya, material refraktori dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu refraktori asam seperti silika, refraktori netral seperti alumina, dan refraktori basa seperti magnesit, serta refraktori khusus seperti karbon, silikon karbida, dan lainnya. Masing-masing jenis refraktori mempunyai keunggulan yang bisa di aplikasikan dalam industri pengecoran logam. Kriteria pemilihan harus mencakup refraktori yang biasa digunakan pada tungku krusibel, dengan sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tidak meleleh pada suhu yang relatif tinggi.
2. Mampu menahan panas jangka panjang apabila terjadi tekanan suhu.
3. Pada saat tekanan yang bersuhu tinggi, refraktori tidak mudah hancur.
4. Koefisien panas yang rendah mampu meminimalisir keilangan panas.

Bahan tahan api dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis sesuai :

1. Komposisi kimia terdiri dari:
Refraktori netral (M_2O_3), refraktori basa (MO), refraktori asam (MO_2), refraktroi khusus seperti C, SiC, Borida Karbida, Sulfida, dan lain-lain.
2. Proses pencetakan : Refraktori dicetak dengan tangan dan ddibentuk secara mekanik (tekanan tinggi). Refraktori yang telah dibentuk secara mekanik tadi, dibentuk Kembali melalui cetak tuang. Jenis lainnya adalah refraktori yang berupa serbuk, seperti castable, dan gun mix mortar.

3. Komposisi mineral seperti silika, korundum, magnesit, dan tanah liat millite, dan bahan-bahan lainnya.

2.2.1 Refraktori Jenis Basa

Istilah Refraktori Alkali (Basa) adalah klasifikasi secara umum bahan tahan api (*refractory*) yang bahannya terdiri dari oksida dasar yang bahannya digunakan sekitar lingkungan yang berkondisi basa. Alasan menggunakan refractory ini adalah memiliki ketahanan panas dan tahan terhadap slag basa, tahan terhadap korosi, dan kekuatan mekanik yang tinggi. *Magnesia* (MgO) merupakan elemen utama dari refraktori basa. Oleh karena itu, refraktori yang mengandung banyak *Magnesia* digolongkan ke dalam kelompok basa, pada umumnya terdapat jenis-jenis dari refraktori basa, yaitu *Magnesia Carbon*, *Magnesia* (MgO), *Magnesia Dolomite*, *Magnesia Spinel*, *Magnesia-Chrome*, Refraktori basa digunakan pada tungku busur listrik, tungku sembur oksigen, hot metal car, dan lain-lain.

2.2.2 Refraktori Silika

Refraktori silika dapat digolongkan ke dalam refraktori kelompok asam, penggolongan ini menurut jumlah dari kemurnian kandungan refraktori silika yang biasa disebut "*Flux Factor*". Dimana kandungan unsur yang lain harus lebih sedikit seperti alumina (Al₂O₃) tidak lebih dari 1,5%, titania (TiO₂) tidak lebih dari 0,2% besi, besi oksida (FeO₃) tidak lebih dari 2,5% dan semen oksida (CaO) tidak lebih 4%. Nilai rata-rata dari MOR tidak kurang dari 3,45 MPa. Refraktori silika mempunyai temperatur leleh pada (1600°C - 1725°C) dan dapat menahan tekanan yang relatif tinggi karena itu refraktori silika volumenya konstan pada temperatur tinggi, serta mempunyai tahanan slag asam yang baik tapi tidak cukup kuat untuk menahan slag basa. Beberapa penggunaan batu bata jenis ini, antara lain tungku induksi peleburan besi cor, keramik, atap tungku busur listrik (M. Rais, 2017).

2.2.3 Refraktori Mortar

Refraktori jenis mortar digunakan untuk merekatkan satu batu bata ke batu bata yang lainnya dan akan membentuk lapisan penutup pada sambungan. Bahan refraktori mortar memiliki sifat yang berbeda dan unik, seperti kekuatan, perpaduan, ketidak tembusan, 29 kestabilan isi (*volume stability*), dan sifat plastis. Saat digunakan, harus mempertimbangkan kecocokan mortar, apakah bahan

refraktori dapat menahan slag, logam cair dan kondisi atmosfer yang terpapar udara.



Gambar 2. 2 *Refractory Mortar* (Mesin et al., 2019)

2.2.4 Refraktori Netral

Refraktori netral adalah refraktori yang bersifat inert terhadap suasana asam atau basa. Dengan kata lain refraktori netral dapat digunakan di segala kondisi baik asam maupun basa. Produk dari refraktori netral seperti refraktori karbon dan chromite (Aidil, 2019).

2.2.5 Refraktori Spesial

Refraktori spesial adalah jenis refraktori yang dibuat untuk keperluan yang sangat khusus seperti penggunaan ada reactor atom dan teknologi gas terbaru. Penggunaan refraktori khusus 30 membutuhkan biaya instalasi yang mahal karena ketersediaannya yang terbatas. Contoh refraktori special dalam penggunaan khusus seperti *zirconium thoranium* (Aidil, 2019).

2.2.6 Refraktori Dengan Kandungan Alumina Tinggi

Refraktori dengan kandungan alumina tinggi (Al_2O_3) memiliki kandungan alumina lebih dari 47,5% yang telah memenuhi tinggi standar ASTM dan menggunakan suhu operasi hingga $2050^{\circ}C$. Kelompok refraktori yang lainnya termasuk *alumina-chrome*, mullite, alumina carbon. Refraktori dengan kandungan alumina tinggi sekitar 70%- 78% yang memiliki fasa mullite dan termasuk dalam kategori refraktori dengan kandungan alumina tinggi. Jenis refraktori ini memiliki ketahanan yang sangat baik dan ketahanan pembebanan yang tinggi. Refraktori alumina umumnya digunakan pada tungku pembuatan baja, besi tuang, keramik, kaca, rotary kiln, dan lain-lain (M. Rais, 2017).

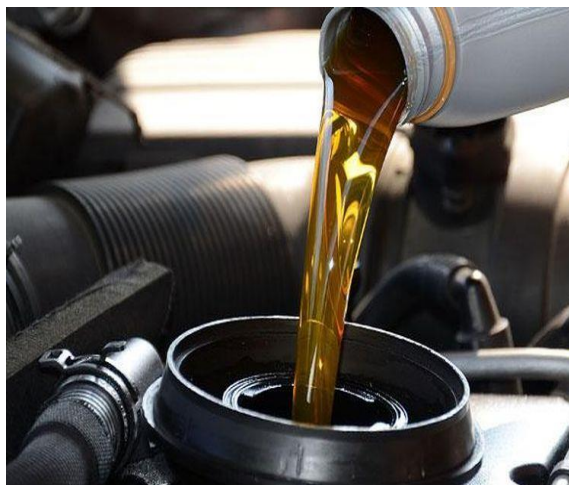
2.2.7 Refraktori Jenis *Fireclay High Duty*

Refraktori dengan jenis *fireclay* sebagian terdiri aluminosilikat terhidrasi, tetapi dalam jumlah yang sedikit jika dibandingkan dengan komponen mineral lainnya. Salah satu mineral yang digunakan dalam memproduksi *fireclay* adalah kaolinite ($2Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 4H_2O$). *Refractory fireclay* memiliki temperatur service yang maksimum dan nilai *pyrometric cone equivalent* (PCE) yang tinggi. Pada umumnya temperatur leleh dan temperatur service 31 meningkat dengan kandungan alumina yang tinggi antara 40%-44%. Kelompok *fireclay* dapat dibagi ke dalam beberapa kelompok menurut standar ASTM yaitu,

1. *Low-duty fireclay* (maksimal 870°C, PCE 18-28),
2. *Medium duty fireclay* (maksimal 1315°C, PCE 29),
3. *High-duty fireclay* (maksimal 1480°C-PCE 31),
4. *Super-duty fireclay* (maksimal 1619°C, PCE 33),
5. *Semi-silica fireclay* (kandungan silika minimal 72%)

2.3 Oli

Oli merupakan sisa dari produk-produk minyak bumi yang lain. Beberapa produk sisa adalah minyak bakar residu, minyak bakar untuk diesel, *road oil*, *spray oil*, *coke*, *asphalt*, dll. Secara umum terdapat 2 macam oli bekas, yaitu oli bekas industri (*light industrial oil*) dan oli hitam (*black oil*). Oli bekas industri relatif lebih bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan (Raharjo Purwo, 2016).



Gambar 2. 3 Oli (Raharjo Purwo, 2017)

2.4 Macam-Macam Oli

2.4.1 Gambaran Umum Oli

Oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelican, pelindung, pembersih, mencegah terjadinya benturan antar logam pada bagian dalam mesin seminimal mungkin (Hudoyo, Shanti, & Setiawan, 2013).

Pelumas adalah hal yang sangat memegang peranan penting untuk menjaga gesekan yang digunakan disetiap kendaraan dan mesin (Yang et al., 2016).

Menurut temperatur lingkungan minyak pelumas dibagi menjadi dua yaitu:

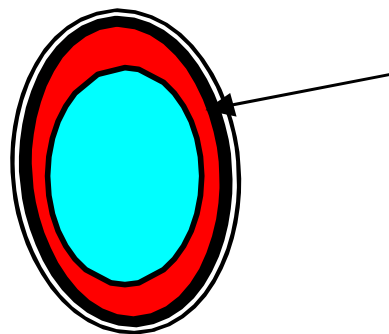
1. Minyak pelumas dingin (kode *W/Winter*)
2. Minyak pelumas panas (kode *S/Summer*). Di daerah panas/tropis seperti indonesia dianjurkan menggunakan pelumas dingin (*W*), sedangkan didaerah subtropis/dingin dianjurkan untuk memakai pelumas panas (*S*) (Darmanto, 2011).

2.4.2 Sifat-Sifat Oli Mesin

Fungsi sistem pelumasan adalah untuk menurunkan atau mengurangi terjadinya keausan antara bagian-bagian yang saling bergesekan, sehingga dapat meningkatkan *output* tenaga dan *long life time* dari mesin. Bila mesin pelumasannya kurang baik, maka dapat mengakibatkan keausan dan kerusakan pada mesin. Oli pada suatu kendaraan memiliki beberapa sifat utama yaitu:

a. Sebagai Pelumasan

Oli mesin melumasi permukaan metal yang bersinggungan dalam mesin dengan cara membentuk lapisan oli (*oil film*).

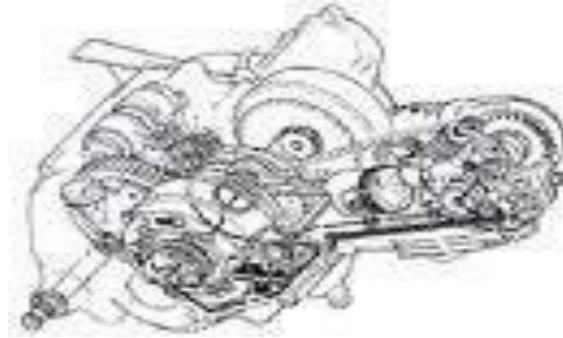


Oil film terbentuk dian2 benda yang bergerak

Gambar 2. 4 Lapisan Oli (*Oil Film*)

b. Sebagai Pendingin (*Cooling*)

Untuk melakukan pendinginan, oli mesin harus di sirkulasi disekeliling komponen-komponen agar dapat menyerap panas dan mengeluarkannya dari mesin. Peredaran minyak pelumas (oli) tersebut dengan membawa panas yang bersikulasi ke segala arah sehingga pendinginan dapat terjadi.



Gambar 2. 5 Minyak Pelumas Sebagai Pendingin (Raharjo Purwo, 2017)

c. Sebagai Perapat (*sealing*)

Oli mesin membentuk semacam lapisan antara torak dan silinder ini berfungsi sebagai perapat (*seal*) yang dapat mencegah hilangnya tenaga mesin.

d. Sebagai Pembersih (*cleaning*)

Oli mesin akan membersihkan kotoran yang menempel tersebut untuk mencegah tertimbun dalam mesin.

e. Sebagai Penyerap Tegangan

Oli mesin menyerap dan menekan tekanan lokal yang bereaksi pada komponen yang dilumasi, serta melindungi agar komponen tersebut tidak menjadi tajam saat terjadinya gesekan-gesekan pada bagian-bagian yang bersinggungan (Firmansyah, 2010).

2.4.3 Oli Bekas

Oli bekas adalah oli atau pelumas yang sudah pernah digunakan, oli ini berasal dari mesin-mesin industri dan mesin kendaraan bermotor seperti sepeda motor, dan mobi. Karakteristik oli bekas berbeda dengan oli baru, seperti warna dan kekentalan yang berubah akibat pemanasan dan gesekan saat melakukan proses pelumasan. Oli yang telah digunakan dalam waktu cukup lama akan mengalami perubahan komposisi atau susunan kimia, selain itu juga akan mengalami perubahan sifat fisis, maupun mekanis. Hal ini disebabkan karena pengaruh tekanan dan suhu selama penggunaan dan juga kotoran-kotoran yang bercampur

dengan pelumas (Padapen, U, Santosa, & Fax, 2017).

Oli bekas adalah limbah yang sangat melimpah dan menjadi salah satu jenis polutan saat ini. Sehingga telah dilakukan beberapa penelitian tentang minyak pelumas bekas pakai. Seperti oli bekas, minyak goreng bekas dan minyak hasil proses plastik bekas. Ketiga jenis minyak ini telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti minyak solar untuk motor diesel (Teknologi et al., 2013).

Oli bekas digunakan sebagai bahan bakar, oli bekas merupakan salah satu sumber polutan yang dapat mengkontaminasi air tanah, dan akan merusak kandungan air tanah. Selain itu dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah serta minyak pelumas bekas dapat menghambat proses oksidasi biologi dari sistem lingkungan (Asidu, Hasbi, & Aksar, 2017).

Sejauh ini pemanfaatan oli bekas yang dilakukan oleh masyarakat masih belum maksimal terutama digunakan sebagai bahan bakar. Limbah B3 adalah limbah yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, iritan, mutagenik dan radio aktif (Raharjo Purwo, 2017).

Limbah B3 adalah limbah yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, dan beracun. Satu liter oli bekas diperkirakan dapat merusak jutaan liter air segar dari sumber air dalam tanah (Fitriawan, 2010). Penggunaan pelumas yang telah tentukan lama beroperasinya mesin tersebut menjadikan jumlah produksi limbah oli bekas yang dikategorikan limbah B3 terus meningkat (Hasbi, Lilis, Prinob, & Ld. Asman, 2019).

2.4.4 Viskositas

Viskositas adalah ketidakeleluasaan aliran cair dan gas yang disebabkan oleh gesekan antara bagian cairan tersebut dan menyebabkan atau disebut juga kekentalan (Asidu et al., 2017).

Viskositas merupakan ukuran untuk kekentalan suatu zat cair. Semakin tinggi nilai viskositas zat cair, maka semakin lambat zat cair itu mengalir. Nilai viskositas yang tinggi menunjukkan suatu zat cair tersebut kental, lebih berat dan lambat ketika mengalir.

Setiap jenis fluida memiliki nilai viskositas yang berbeda-beda. Berikut

adalah tabel viskositas beberapa jenis fluida yang ditunjukkan pada tabel 2.1 Viskositas Beberapa Jenis Fluida (Santoso, 2010).

Tabel 2. 1 Viskositas Beberapa Jenis Fluida (Santoso, 2010).

No	Fluida	Suhu (°C)	Viskositas
1	Air	20	1
2	Alkohol Ethyl	20	1,2
3	Minyak Mesin (SAE 10)	30	200
4	Gliserin	20	1500
5	Udara	20	0,018
6	Hidrogen	0	0,009
7	Minyak Tanah	28	0,294-3,34
8	Bensin	20	0,652
9	Alkohol	27	0,8609
10	Aseton	27	0,3417

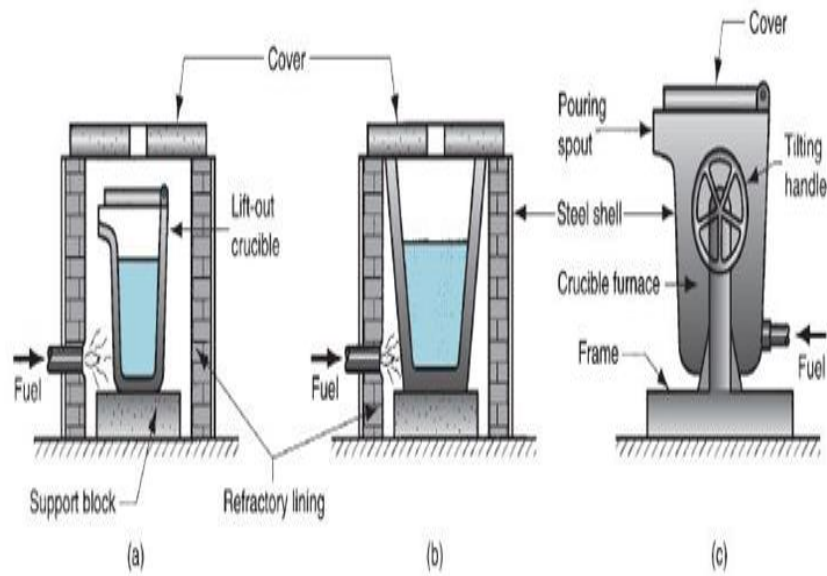
2.5 Tungku Peleburan

Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mencairkan logam pada proses pengecoran (*casting*) atau untuk memanaskan bahan dalam proses perlakuan panas (*heat Treatment*). Karena gas buang dari bahan bakar berkontak langsung dengan bahan baku, maka jenis bahan bakar yang dipilih menjadi penting. Sebagai contoh, beberapa bahan tidak akan mentolelir sulfur dalam bahan bakar. Bahan bakar padat akan menghasilkan bahan partikulat yang akan mengganggu bahan baku yang ditempatkan didalam tungku (Widodo, 2016).

2.6 Macam-Macam Dapur Peleburan

2.6.1 Dapur Krusibel (*Crucible*)

Dapur krusibel adalah dapur yang paling tua yang digunakan dalam peleburan logam serta mempunyai konstruksi paling sederhana. Dapur ini sangat fleksibel dan serba guna untuk peleburan yang skala sedang dan besar. Bahan bakar dapur krusibel ini adalah gas atau bahan bakar minyak karena akan mudah mengawasi operasinya. Ada pula dapur yang dapat dimiringkan sehingga pengambilan logam dengan menampung dibawahnya. Dapur ini biasanya dipakai untuk skala sedang dan skala besar (Groover, 2018)



Gambar 2. 6 Dapur Krusibel (Groover, 2018).

2.6.2 Dapur Kupola

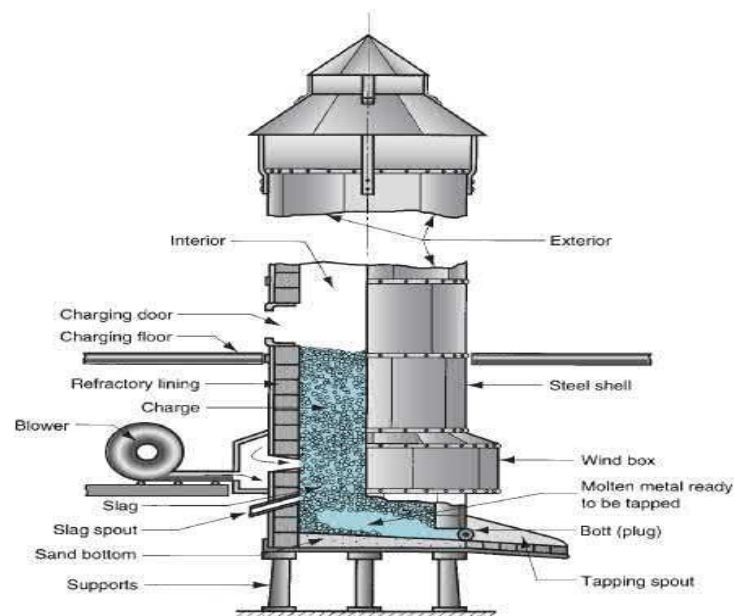
Kupola merupakan Dapur yang memiliki bentuk silinder vertikal yang memiliki kapasitas besar. Tungku ini diisi dengan material pengisi antara lain besi, kokas, fluks atau batu kapur, dan elemen paduan yang memungkinkan. Fluks adalah senyawa dasar seperti batu kapur yang bereaksi dengan abu kokas dan kotoran lainnya sehingga membentuk terak. Terak berfungsi untuk menutupi lelehan, melindunginya dari reaksi dengan lingkungan dadalan kubah dan mengurangi terjadinya *heat loss*.

Dapur kupola adalah tempat peleburan/pembuatan besi tuang. Pada umumnya digunakan untuk menghasilkan peleburan sehari-hari berdasarkan pada kapasitas dari pabrik (*foundry*). Kupola - kupola biasanya dioperasikan sepasang, jadi pemeliharannya bisa diatur untuk yang satu sedangkan yang lainnya tetap beroperasi, demikian seterusnya secara bergantian. Bahan yang diolah adalah besi kasar (*pig iron*) dan besi rongsokan/potongan-potongan dengan dicampur potongan baja untuk membantu mengontrol kandungan karbon akhir dengan dilusi. Sejumlah kecil batu kapur dicampurkan ke dalam muatan untuk membantu pembentukan terak dan beberapa tambahan yang diperlukan untuk mengatur analisa dari besi biasanya dicampurkan ke dalam ember tuang sewaktu dikeluarkan.

Tungku ini memiliki sumber energi panas dari kokas dan gas untuk meningkatkan temperatur pembakaran. Hasil peleburan dan tungku ini akan ditapping secara periodik untuk mengeluarkan besi cor yang telah mencair. Pengisian dilakukan melalui *charging door* bergantian antara kokas dan besi. Pembakaran terjadi disekitar pipa hembus sehingga di daerah ini akan terjadi peleburan besi dan fluks akan bereaksi dengan abu kokas dan impuritas lainnya membentuk terak. Terak akan mengapung di atas besi cair dan berfungsi sebagai pelindung hingga tidak bereaksi dengan lingkungan di dalam kupola. (Groover, 2018).

Berikut ini rincian spesifikasi dan kegunaan tungku kupola:

1. Tungku ini terdiri dari suatu saluran/bejana baja vertical yang didalamnya terdapat susunan bata tahan api
2. Muatan terdiri dari susunan atau lapisan logam, kokas dan fluks - Kupola dapat beroperasi secara kontinu, menghasilkan logam cair dalam jumlah besar, laju peleburan tinggi
3. Biasanya digunakan untuk melebur Besi Cor (*Cast Iron*).
(Groover, 2018).

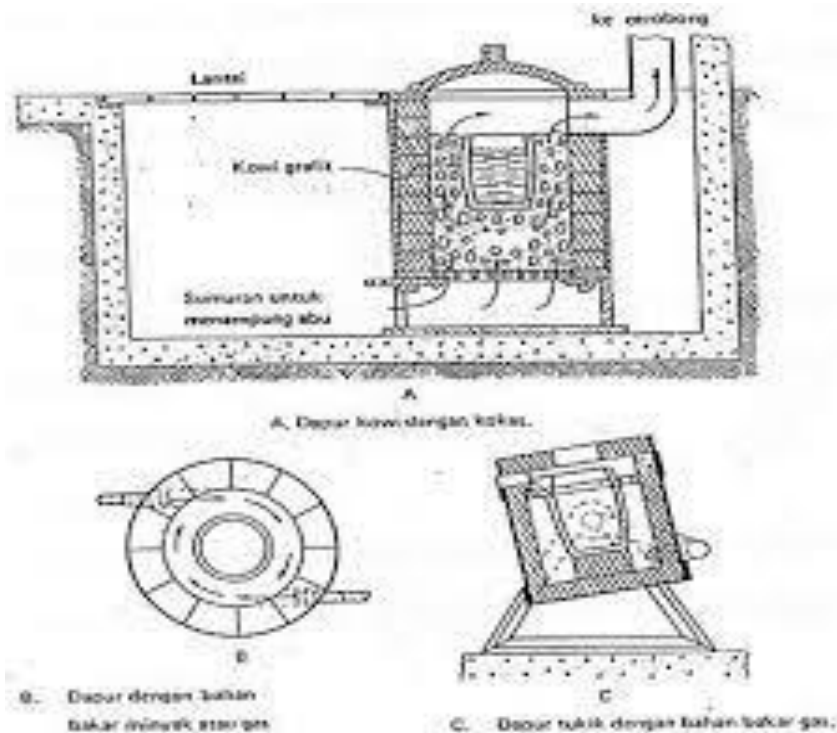


Gambar 2. 7 Dapur Kupola (Groover, 2018).

2.6.3 Dapur Kowi

Dapur kowi adalah dapur yang digunakan untuk melebur logam berupa baja dan aluminium. Kowi dibuat dari campuran grafit dan tanah liat yang diproses dengan teliti, mudah pecah dalam suhu yang biasa, akan tetapi memiliki kekuatan yang kuat dalam keadaan suhu panas.

Kowi dapat dipanaskan menggunakan kokas, minyak atau gas alam yang digunakan untuk bahan bakarnya. Pada prinsipnya dapur kowi merupakan tungku biasa yang dibakar dari bawah menggunakan api dengan tekanan tinggi dan plat baja yang dilapisi batu tahan api. (Widodo, 2016)



Gambar 2. 8 Dapur Kowi (Groover, 2018)

2.6.4 Dapur Induksi

Dapur induksi adalah tungku listrik yang memanfaatkan prinsip induksi untuk memanaskan logam hingga titik leburnya dimana panas yang diterapkan oleh pemanasan induksi medium konduktif (biasanya logam). Frekuensi operasi berkisar dari frekuensi yang digunakan antara 60 Hz sampai dengan 400 kHz bahkan bisa lebih tinggi hal tersebut tergantung dari material yang mencair, kapasitas tungku dan kecepatan pencairan yang diperlukan. Frekuensi medan magnet yang tinggi

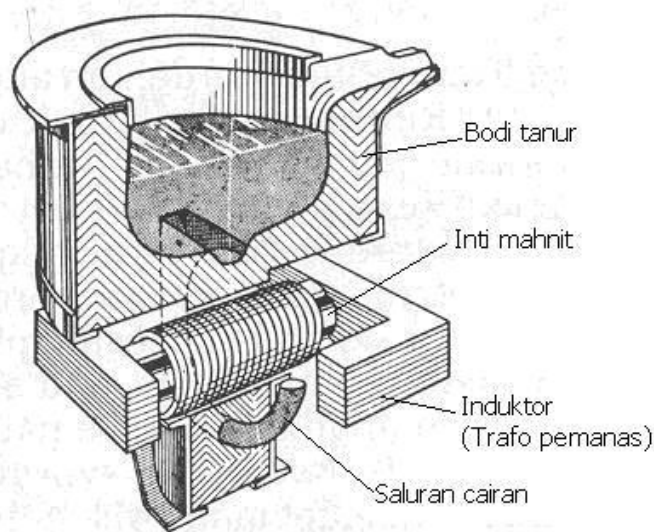
juga dapat berfungsi untuk mengaduk agar menghomogenkan komposisi logam cair.

Dapur induksi banyak digunakan dalam peleburan modern karena sebagai metode peleburan logam yang bersih dari pada peleburan dari tungku *reverberatory* atau kupola. Ukuran tungku berkisar dari satu kilogram kapasitas sampai seratus ton kapasitas dan digunakan untuk meleburkan berbagai jenis logam seperti besi, baja, tembaga, aluminium. Keuntungan menggunakan tungku induksi adalah peleburan yang bersih karena tidak ada kontaminasi dari sumber panas, hemat energi, dan proses peleburan dapat dikontrol dengan baik. (Widodo, 2016)

Berikut ini rincian spesifikasi dan kegunaan tungku induksi adalah:

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

Tungku induksi adalah tungku yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energi panasnya, arus listrik bolak-balik (*alternating current*) yang melewati koil tembaga akan menghasilkan medan magnetik pada logam pengisi (*charging material*) didalamnya. Medan magnet ini juga akan melakukan mixing pada logam cair akibat adanya gaya magnet antara koil dan logam cair yang akan menimbulkan efek pengadukan (*stiring effect*) untuk menghomogenkan komposisi pada logam cair (Widodo, 2016)



Gambar 2. 9 Dapur Induksi (Groover, 2018)

2.7 Aluminium

Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat - sifat lainnya. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk aluminium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, konstruksi, dan lain sebagainya (Surdia & Saito, 2017)

Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh Hans Christian Oersted. Baru diakui secara pasti oleh F. Wohler pada tahun 1827. Sumber unsur ini tidak terdapat bebas, bijih utamanya adalah bauksit. Penggunaan aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, kerangka kapal terbang, mobil dan berbagai produk peralatan rumah tangga. Senyawanya dapat digunakan sebagai obat, penjernih air, fotografi serta sebagai ramuan cat, bahan pewarna, ampelas dan permata sintesis. Terdapat beberapa sifat penting yang dimiliki Aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik, diantaranya:

- a) Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor).
- b) Mudah difabrikasi
- c) Ringan

- d) Tahan korosi dan tidak beracun
- e) Kekuatannya rendah, tetapi paduan (*alloy*) dari Aluminium bisa meningkatkan sifat mekanisnya.

Aluminium banyak digunakan sebagai peralatan dapur, bahan konstruksi bangunan dan ribuan aplikasi lainnya dimana logam yang mudah dibuat dan kuat. Walau konduktivitas listriknya hanya 60% dari tembaga, tetapi Aluminium bisa digunakan sebagai bahan transmisi karena ringan. Aluminium murni sangat lunak dan tidak kuat, tetapi dapat dicampur dengan Tembaga, Magnesium, Silikon, Mangan, dan unsur-unsur lainnya untuk membentuk sifat-sifat yang menguntungkan. Campuran logam ini penting kegunaannya dalam konstruksi mesin, komponen pesawat modern dan roket.

Paduan aluminium utama Ada beberapa jenis paduan utama yaitu: Paduan Al-Mg-Si, Paduan Al-Cu, Paduan AlCu-Mg, Paduan Al-Mn, Paduan AlSi, Paduan Al-Mg, Paduan Al-Mg-Zn. Paduan Al-Mg-Si. Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al, pengerasan penuaan sangat jarang terjadi, tetapi apabila secara simultan mengandung Si, maka dapat dikeraskan dengan penuaan panas setelah perlakuan pelarutan. Hal ini disebabkan karena senyawa Mg_2Si berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat keseimbangan dari sistem biner semu dengan Al. Sebagai paduan praktis dapat diperoleh paduan 5053, 6063, dan 6061. paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, mampu bentuk untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya, sangat baik juga untuk mampu bentuk yang tinggi pada temperatur biasa.

Paduan 6063 digunakan untuk rangka-rangka konstruksi. Karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka digunakan untuk kabel tenaga. Dalam hal ini pencampuran dengan Cu, Fe dan Mn perlu dihindari karena dapat menyebabkan tahanan listrik menjadi tinggi. Pengerasan maksimum dapat dicapai dengan jalan perlakuan pelarutan pada $500^{\circ}C$, pencelupan dingin dan ditemper pada $160^{\circ}C$ selama 18 jam. (Sarwono, Sugianto, Hadisusanto, & Julianto, 2018)

Logam ini jika diapukan di vakum membentuk lapisan yang memiliki reflektivitas tinggi untuk cahaya yang tampak dan radiasi panas. Lapisan ini menjaga logam dibawahnya dari proses oksidasi sehingga tidak menurunkan nilai logam yang dilapisi. Lapisan ini digunakan untuk memproteksi kaca teleskop dan masih banyak kegunaan lainnya.

Banyaknya penggunaan Aluminium dalam kehidupan sehari-hari baik itu dalam rumah tangga maupun industri akan membuat limbah Aluminium semakin banyak. Jika hal ini tidak di tangani dengan cepat maka limbah ini akan memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan, Limbah aluminium dapat mencemari tanah dan juga air. Oleh karena itu perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah aluminium, hasilnya dapat digunakan dalam keperluan rumah tangga maupun dalam pembuatan material teknik.

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru.

Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga adalah proses hierarki sampah 3R (*Reuse*, *Reduce*, dan *Recycle*) (Surdia & Saito, 2017)

Secara garis besar paduan aluminium tergolong dalam dua kelompok, yaitu paduan tempa dan paduan cor. Berikut penjelasan singkat dari kedua paduan tersebut.

1. Aluminium *Wrought Alloy* (Paduan Tempa)

Aluminium *Wrought Alloy* merupakan aluminium belum sepenuhnya menjadi produk. Disebut demikian karena aluminium ini masih butuh proses pengolahan lanjutan untuk dapat menjadi suatu produk yang siap pakai. Aluminium ini biasanya berupa batangan, plat atau bentuk lainnya. Aluminium ini dapat diklasifikasikan menurut komposisi kimia dan paduannya. Paduan ini juga dibedakan atas paduan yang tidak bisa diberi perlakuan panas (*Non Heattreatable*

alloys) dan paduan yang dapat diberi perlakuan panas (*Heattreatable alloys*).

Paduan yang tidak bisa diberi perlakuan panas merupakan paduan yang memiliki kekuatan yang rendah. Sedangkan untuk paduan yang dapat diberi perlakuan panas merupakan paduan yang memiliki sistem pelarut yang terbatas dalam keadaan padat.

2. Aluminium *Cast Alloy* (Paduan Cor)

Aluminium *Cast Alloy* memiliki sifat mudah dibuat, ringan, dan tahan terhadap karat. Paduan ini dapat dituang dengan baik, memiliki kekuatan yang lebih rendah dari jenis Aluminium *Wrought Alloy*, akan tetapi lebih kuat dari pada aluminium murni. Aluminium dapat ditambah dengan paduan berbagai logam murni, sebab logam ini tidak kehilangan sifat-sifat mekanisnya, sifat ringan, sifat mampu cornya yang dapat diperbaiki dengan menambah berbagai unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah silisium.



Gambar 2. 10 Aluminium (Widodo, 2016)

2.7.1 Sifat-Sifat Aluminium

a. Ringan

Logam aluminium Memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga logam aluminium banyak digunakan didalam industri, alat berat dan transportasi Mudah dibentuk. Proses pengerjaan aluminium mudah dibentuk karena disambung dengan logam/material lainnya dengan pengelasan, brazing, solder, bonding, sambungan mekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya.

b. Kuat

Aluminium memiliki sifat yang kuat terutama bila dipadukan dengan logam lain. Digunakan untuk pembuatan komponen yang memerlukan kekuatan tinggi seperti: pesawat terbang, kapal laut, bejana tekan, komponen mesin dan lain-lain c. Tahan terhadap korosi

Aluminium memiliki sifat durable, sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia.

d. Konduktor Panas

Aluminium memiliki sifat mengantarkan panas yang baik, sehingga bahani ni sangat cocok untuk digunakan sebagai media pemindah panas untuk meningkatkan penghematan energi.

e. Mampu didaur ulang

Aluminium adalah 100% bahan yang didaur ulang tanpa penurunan dari kualitas awalnya, peleburan memerlukan sedikit energi, hanya sekitar 5% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya 11 diperlukan dalam proses daur ulang.

f. Memiliki ketangguhan yang baik.

Bahan aluminium bila berada pada kondisi dingin tidak seperti bahan logam lain yang bersifat getas bila didinginkan. Sifat ini yang membuat bahan aluminium sangat baik untuk digunakan pada transportasi LNG dimana suhu gas cair yang dibawa mencapai -150°C .

2.8 Blower

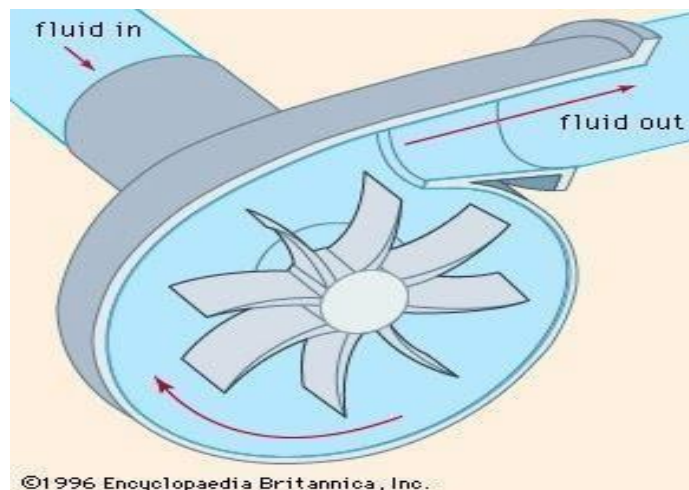
Pada dasarnya pengertian *blower* sama dengan fan, namun *blower* dapat menghasilkan tekanan statik yang lebih tinggi. Dalam ilmu keteknikan, fan dan blower dikategorikan sebagai peralatan yang menghasilkan tekanan relatif rendah, sedangkan kompresor menghasilkan tekanan yang lebih tinggi *Blower* adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Untuk keperluan gas, blower dipakai untuk mengeluarkan gas dari ovenkokas, ini disebut dengan *exhauster*.

Fan dan *blower* banyak digunakan di industri. Dalam bangunan yang besar, blower sering digunakan karena tekanan antarannya yang tinggi diperlukan untuk menanggulangi turun tekan dalam sistim ventilasi. Sebagian besar *blower* berbentuk sentrifugal. *Blower* juga dapat dimanfaatkan untuk memasok udara draft ke boiler dan tungku. Fan digunakan untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran (*duct*). Hal-hal yang berkaitan dengan kualitas udara di dalam ruangan dan pengendalian pencemaran menyebabkan sebuah keperluan yang kontinyu terhadap fan dan *blower* yang memiliki kualitas baik, efisien, dan murah. Penempatan yang tepat terhadap ukuran dan tipe fan dan *blower* merupakan hal yang sangat penting dalam kaitannya dengan sistem energi yang efisien (Rachman, 2019)

Blower juga sebagai alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. Secara umum biasanya menghisap udara dari *atmosfer*, yang secara fisika merupakan campuran beberapa gas dengan susunan nitrogen, oksigen, campuran argon, karbon dioksida, uap air, minyak, dan lainnya. Yang kemudian dimanfaatkan untuk menjadi sebuah mesin yang dapat mempermudah manusia.

Bila untuk keperluan khusus, *blower* kadang-kadang diberi nama lain yang mana juga disebut dengan nama *exchouter*. *Blower* banyak digunakan di industri kimia sebagai ventilasi dan proses industri yang memerlukan aliran udara. Di industri – industri kimia juga alat ini biasanya digunakan untuk mensirkulasi gas – gas tertentu di dalam tahap proses – proses secara kimiawi dikenal dengan nama *booster* atau *circulator*. Tujuan utama pemakaian blower adalah untuk menambah daya akibat perubahan ketinggian tempat operasi (kepadatan udara rendah). Secara konstruksi *Blower* memiliki konstruksi hampir sama dengan *dynamic pump*, memiliki *impeller*, *housing impeller*, hanya saja *Blower* di peruntukkan aliran udara atau gas, untuk membedakan jenis blower dari fungsi kegunaannya dapat dilihat model impeller yang digunakan.

Bila tekanan pada sisi hisap adalah diatas tekanan atmosfer (seperti yang kadang dipakai industri kimia dimana tinggi tekan yang cukup besar harus tersedia untuk dapat mensirkulasikan gas melalui berbagai proses) blower ini dikenal dengan nama *booster* atau *circulator*. Untuk blower yang tidak diinginkan tinggi tekan ini didasarkan pada pemanfaatan dibatis, sedangkan bila dilakukan pendinginan sering digunakan pemanfaatan dengan proses isoterma. (Winarno, Joko 2016).



Gambar 2. 11 Mekanisme Blower (Murnawan, 2021)

2.9 Macam-macam *blower*

2.9.1 *Blower Axial*

Axial Blower adalah Unit ini memiliki bentuk yang sama dengan drum. Fungsi dari *Axial Blower* ini sama dengan unit ventilasi udara lainnya yaitu membuang udara panas/pengab dan kotor keluar ruangan. *Axial Blower* mempunyai kapasitas udara yang besar tetapi mempunyai static pressure/tekanan yang kecil. Dalam pengoperasiannya *Axial Blower* menggunakan sistem ducting dan dapat ditempatkan diujung *ducting*. *Axial Blower* sangat cocok digunakan untuk restaurant, gudang, basement parkir, mall, dll. Tersedia dari ukuran 12" sampai 53".

Axial Blower mempunyai konstruksi yang mendorong fluida kerja dengan arah yang sejajar terhadap sumbu/poros *impeller* nya. *Axial blower* dapat menghasilkan laju aliran yang besar dan secara terus menerus namun mempunyai tekanan relatif kecil dan memerlukan daya input yang relatif rendah. Karena karakter dari *blower*

tipe ini memiliki tekanan rendah, aliran udara volume tinggi, tergantung dari ukuran impeller nya, pada *Blower Axial* dengan ukuran yang kecil banyak diaplikasikan untuk menghisap udara dalam ruangan, dan untuk ukuran yang besar bisa digunakan pada *cooling tower*. (Rachman, 2019)



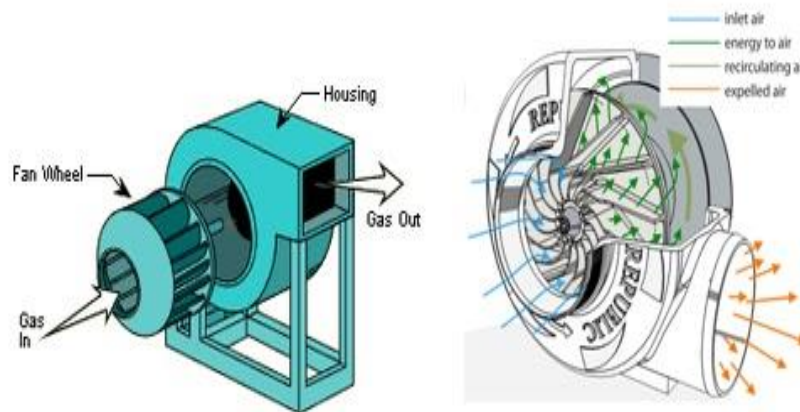
Gambar 2. 12 Axial Blower (Murnawan, 2021)

2.9.2 *Centrifugal Blower*

Blower sentrifugal adalah alat mekanis untuk memindahkan udara atau gas lain ke arah yang berlawanan dengan fluida yang masuk. Salah satu jenis *blower* yang sering digunakan dalam industri adalah *centrifugal blower*. *Centrifugal blower* ini bentuknya seperti keong dan mempunyai daya hisap atau kapasitas yang kecil tetapi mempunyai daya dorong atau static pressure yang besar. Jadi *centrifugal blower* ini digunakan di ruangan yang tidak terlalu besar (kapasitas ruangan yang kecil), tetapi memerlukan jarak buang atau daya dorong yang jauh.

Dalam pengoperasiannya *centrifugal blower* menggunakan aplikasi system ducting sehingga semua titik panas dapat terangkat atau terhisap. Panjang ducting harus di sesuaikan dengan static pressure atau daya dorong yang terdapat pada *centrifugal blower* tersebut. Kalau ducting nya terlalu panjang dan banyak lekukan akan terjadi *lost static* atau kehilangan *pressure*.

Blower sentrifugal menggunakan energi kinetik impeller untuk meningkatkan volume aliran udara, yang pada gilirannya bergerak melawan resistensi yang disebabkan oleh saluran, peredam dan komponen lainnya. *Blower* sentrifugal mempunyai konstruksi mendorong fluida kerja dengan arah 90° terhadap sumbu/poros *impeller* nya. *Blower* ini menghasilkan laju aliran yang cukup besar dan memiliki tekanan yang lebih besar disbanding *axial blower*. Selain itu *blower* tipe ini memiliki daya yang lebih besar. (Rachman, 2019)



Gambar 2. 13 *Centrifugal Blower* (Murnawan, 2021)

2.10 *Thermometer Infrared*

Thermometer infrared merupakan salah satu sensor non-kontak yang digunakan untuk mengukur temperatur. Setiap benda diatas nol absolut akan memancarkan radiasi infra merah. *Thermometer infrared* bekerja dengan mengukur energi infra merah yang dipancarkan objek. Dengan mengukur energi infra merah yang dipancarkan objek, melalui serangkaian proses maka temperatur objek itu bisa diketahui (Boyoh, Nurachman, & Apriany, 2015).

Mekanisme kerja *Thermometer infrared* adalah mendeteksi energi inframerah dan emisi yang dipancarkan oleh suatu objek dan dikonversikan menjadi sinyal listrik yang menunjukkan temperatur suatu objek (Al As'adi, 2017). *Thermometer infrared* akan mengetahui berapa suhu objek tersebut dengan cara memanfaatkan perubahan panas yang dipancarkan dan yang diterima oleh *Thermometer infrared*.

Cahaya inframerah dapat difokuskan, dipantulkan atau diserap. *Thermometer infrared* biasanya menggunakan lensa untuk memfokuskan cahaya inframerah yang dari suatu objek ke detektor atau yang biasa disebut *thermopile*. *Thermopile* akan

menyerap radiasi inframerah dan mengubahnya menjadi energi panas. Semakin banyak energi inframerah maka semakin banyak energi panas yang didapat *thermopile*. Energi panas ini akan diubah menjadi listrik, yang kemudian dikirim ke detektor, yang kemudian akan diubah menjadi besaran suhu dan ditunjukkan atau ditampilkan oleh *display infrared thermometer* (Al As'adi, 2017).



Gambar 2. 14 *Thermometer infrared* (Al As'adi, 2017)

2.11 Pembakaran

Pembakaran adalah serangkaian reaksi-reaksi kimia eksotermal antara bahan bakar dan oksidan berupa udara yang disertai dengan produksi energi berupa panas dan konversi senyawa kimia. Pelepasan panas dapat mengakibatkan timbulnya cahaya dalam bentuk api. Bahan bakar yang umum digunakan dalam pembakaran adalah senyawa organik, khususnya hidrokarbon dan fasa gas atau padat.

Pembakaran yang sempurna dapat terjadi jika ada oksigen dalam prosesnya. Oksigen merupakan salah satu elemen bumi paling umum yang jumlahnya mencapai 20.9% dari udara. Bahan bakar padat atau cair harus diubah ke bentuk gas sebelum dibakar. Biasanya diperlukan panas untuk mengubah cairan atau padatan menjadi gas. Bahan bakar gas akan terbakar pada keadaan normal jika terdapat udara yang cukup. Terdapat bermacam-macam jenis pembakaran yang dapat dijelaskan pada poin-poin berikut ini :

a. *Complete combustion*

Pada pembakaran sempurna, reaktan akan terbakar dengan oksigen, menghasilkan sejumlah produk yang terbatas. Ketika hidrokarbon yang terbakar dengan oksigen, maka hanya akan dihasilkan gas karbon dioksida dan uap air.

Namun kadang kala akan dihasilkan senyawa nitrogen di dalam udara. Pembakaran sempurna hampir tidak mungkin tercapai pada kehidupan nyata.

b. Incomplete combustion

Pembakaran tidak sempurna umumnya terjadi ketika tidak tersedianya oksigen dalam jumlah yang cukup untuk membakar bahan bakar sehingga dihasilkannya karbondioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan zat-zat seperti karbondioksida, karbon monoksida, uap air dan karbon. Pembakaran yang tidak sempurna sangat sering terjadi, walaupun tidak diinginkan, karena karbon monoksida merupakan zat yang sangat berbahaya bagi manusia. Kualitas pembakaran dapat ditingkatkan dengan perancangan media pembakaran yang lebih baik dan optimisasi proses.

2.12 Temperatur Nyala Api

Temperatur nyala yang di dalam Bahasa Inggris adalah *Flame Temperatures* data diartikan sebagai suhu tertinggi yang dihasilkan dari nyala bahan bakar secara maksimum, proses tersebut terjadi jika tidak adanya kebocoran panas ke area yang berada sekelilingnya. Suhu terhadap nyala dibutuhkan dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar panas yang dihasilkan ketika bahan bakar tersebut melalui proses pembakaran. Hal ini merupakan rujukan dari salah satu parameter bentuk secara karakteristik termal dari bahan yang dibakar, seperti sama halnya bahan bakar dengan jenis solar yang digunakan sebagai bahan untuk menggerakkan piston pada kendaraan diesel seperti truk. (Aditya & Ichsan, 2023)

Flame temperatur adalah jenis dari temperatur dimana zat atau material menghasilkan jenis pengeluaran uap yang intensitas cukup agar dapat tercampur pada campuran dengan udara yang ada di sekitar sehingga terjadi reaksi dari proses pembakaran. Banyak orang yang mengatakan bahwa suhu temperature yang dihasilkan dari nyala api tidak dapat di tentukan secara nyata. Maka dari hal itulah para ahli melakukan penelitian 36 untuk mencari metode dalam menentukan nilai flame temperature secara tepat melalui teori.

Temperatur dari nyala api ditentukan oleh pengaruh dari beberapa faktor, yaitu berdasarkan dari tergantungnya jenis bahan bakar dan oksida yang diterapkan pada pembakaran. Untuk api yang bersifat konvensional umum digunakan dalam

proses fotometri nyala, temperatur nyala yang lebih tinggi diperoleh dengan oksigen digunakan sebagai oksida bukan klasifikasi udara, karena kandungan di dalam udara yang umum dihirup oleh manusia terdapat zat kimia nitrogen yang berdampak pada menurunnya suhu nyala api

Flame temperature pada umumnya juga memiliki variasi sesuai dengan rasio dari masing-masing komponen didalam sejumlah campuran yang mudah sekali terbakar. Bila dari campuran tersebut tidak masuk ke dalam pembakaran dengan komposisi bahan optimal, termasuk bahan bakar kelebihan atau kadar oksidan tidak berpartisipasi dalam reaksi dan gas inert. Mengakibatkan konsekuensi seperti komponen berlebih dapat menurunkan suhu dari nyala api.

2.13 Kosumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar per waktu untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP. Jadi ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar.

Dimana:

V = volume bahan bakar yang digunakan

T = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar (Kg/jam)

ρ = berat jenis bahan bakar

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

3.1.1 Tempat

Tempat perancangan dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu Pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian ini dilakukan mulai dari tanggal disahkannya usulan judul oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3. 1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Pengajuan judul					
2	Studi literatur					
3	Penulisan proposal					
4	Pengujian pengambilan data					
5	Seminar hasil					
6	Sidang Sarjana					

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

1. Sarung tangan

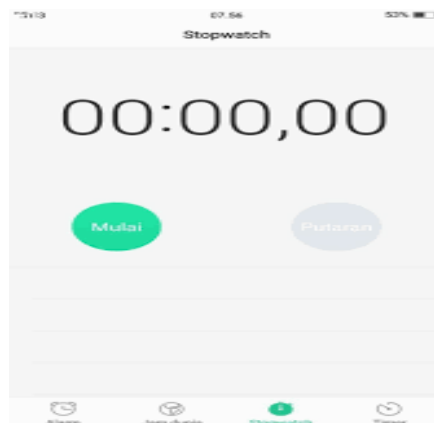
Sarung tangan yang di gunakan menggunakan sarung tangan yang dapat menahan panas agar melindungi kulit dari sentuhan langsung benda panas yang dapat menimbulkan luka bakar. Sarung tangan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Sarung tangan

2. Stopwatch

Stopwatch untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar yang dihabiskan selama pengujian. Stopwatch dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3. 2 Stopwatch

3. Gelas Ukur

Gelas ukur ini digunakan untuk mengukur bahan bakar oli bekas kemudian dituang ke dalam wadah penampung bahan bakar oli bekas. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3. 3 Gelas Ukur

4. *Thermometer Infrared*

Thermometer infrared berfungsi untuk untuk mengetahui temperatur aluminium yang akan di ukur dengan jarak jauh tanpa melakukan sentuhan pada benda kerja sehingga dapat mengukur suhu yang tinggi dari jarak yang aman. Thermogun infrared dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 4 *Thermometer Infrared*

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Aluminium Bekas

Bahan yang digunakan untuk peleburan pada selama pengujian



Gambar 3. 5 Aluminium bekas

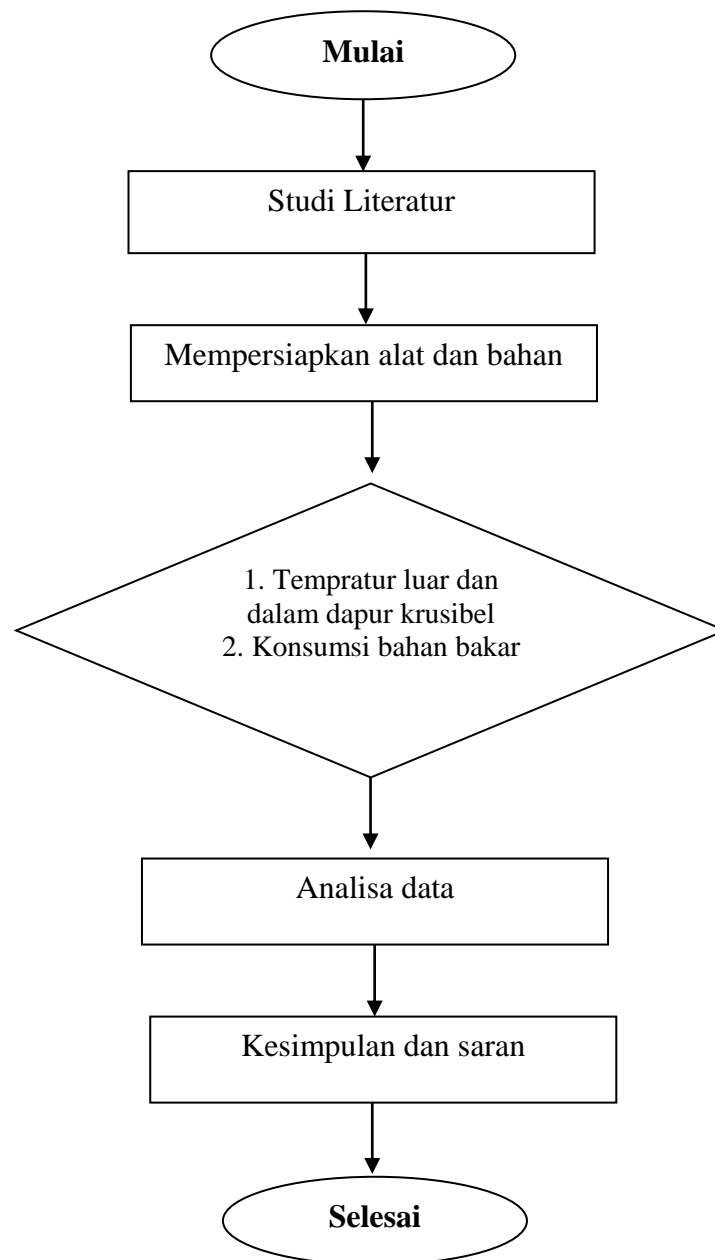
2. Oli bekas

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah oli bekas sepeda motor sebagai bahan bakar peleburan aluminium.



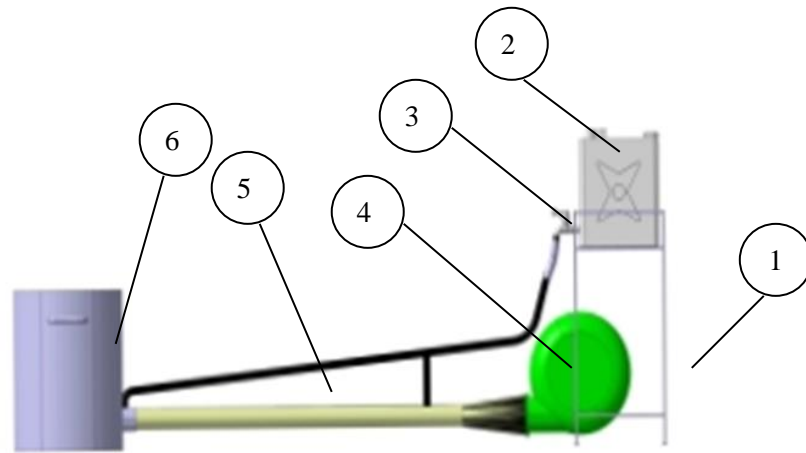
Gambar 3. 6 Oli Bekas

3.3 Diagram Alir



Gambar 3. 6 Diagram Alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3. 7 Rancangan alat peleburan aluminium

Keterangan

1. Rangka dudukan bahan bakar
2. Wadah bahan bakar
3. Kran pengatur Bahan bakar
4. Blower
5. Pipa burner
6. Dapur peleburan aluminium

3.5 Prosedur Penelitian

Dalam proses melaksanakan penelitian, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan tungku peleburan aluminium yang akan diuji.
2. Mengukur bahan bakar oli bekas dengan menggunakan gelas ukur kemudian tuang kedalam wadah penampung bahan bakar oli bekas.
3. Penyalaan awal dilakukan dengan bantuan sedikit kayu-kayu bekas yang disiramkan dengan bensin sebagai pengumpan api kemudian hidupkan blower.
4. Ketika api sudah menyala, buka kran yang terdapat pada wadah penampung bahan bakar oli bekas agar mengalir dengan lancar
5. Setelah tungku menghasilkan api yang sesuai, matikan blower lalu tempatkan kowi di tengah-tengah tungku dan di isi dengan aluminium bekas yang akan dilebur.
6. Nyalakan blower kembali dan proses pengukuran waktu dan temperatur aluminium bekas yang ada didalam kowi dilakukan dengan menggunakan *thermogun infrared*
7. Sisa bahan bakar diukur kembali dengan gelas ukur untuk dianalisa lebih lanjut

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat Uji Dapur Peleburan

Berikut ini adalah gambar alat uji dapur peleburan aluminium dengan tinggi dapur 450 mm, lebar 370 mm, serta lebar ruang bakar 220 mm. dengan ketebalan dinding dapur *crucible* 80 mm yang dirancang dengan 2 lapisan isolator yaitu *refractory castable* semen tahan api dengan bata tahan api, sehingga tahan terhadap panas hingga 1550°C, sehingga dapat dilakukan proses pengujian dapur peleburan aluminium berbahan bakar oli bekas.



Gambar 4. 1 Alat uji dapur peleburan aluminium

4.2 Proses Pengujian Dapur Krusibel dan Kosumsi Bahan Bakar Oli Bekas

Sebelum melakukan pengujian dapur peleburan pastikan terlebih dahulu alat dan bahan yang diperlukan seperti alat pengukur suhu (*Thermometer infrared*), gelas ukur, sarung tangan, *stopwatch*, aluminium bekas dan bahan bakar oli bekas.

1. Mempersiapkan dapur peleburan aluminium yang akan diuji.



Gambar 4. 2 Mempersiapkan tungku peleburan

2. Mengukur bahan bakar oli bekas dengan menggunakan gelas ukur kemudian tuang kedalam wadah penampung bahan bakar oli bekas.



Gambar 4. 3 Menuang oli bekas ke wadah penampung

3. Penyalaan awal dilakukan dengan bantuan sedikit kayu-kayu bekas yang disiramkan dengan bensin sebagai pengumpan api kemudian menyalakan blower agar api lebih besar dan bertekanan.



Gambar 4. 4 Penyalaan awal dengan menyiramkan kayu bekas dengan bensin

4. Membuka kran yang terdapat pada wadah penampung bahan bakar oli bekas agar mengalir dengan lancar.



Gambar 4. 5 Membuka kran saluran bahan bakar

5. Setelah dapur pelebur menghasilkan api yang sesuai,matikan blower lalu memasukkan aluminium bekas dan ditempatkan kowi di tengah-tengah tungku



Gambar 4. 6 Menempatkan kowi ke tengah tungku peleburan

6. Nyalakan blower kembali dan proses pengukuran waktu dengan *stopwatch* dan temperatur dinding pada dapur peleburan aluminium dilakukan dengan menggunakan *Thermometer infrared*.



Gambar 4. 7 Pengambilan Suhu Temperatur

7. Sisa bahan bakar diukur kembali dengan gelas ukur untuk dianalisa lebih lanjut



Gambar 4. 8 Hasil dari sisa bahan bakar

4.3 Pengambilan Data

Data yang akan diambil dari hasil pengujian peleburan aluminium adalah:

1. Pengambilan Data Temperatur Dapur *Crucible*

Pengambilan data temperatur luar dan dalam dapur *crucible* dilakukan pada saat pengujian peleburan aluminium sedang berlangsung, pengukuran temperatur dilakukan dengan menggunakan *thermometer infrared* dan diukur pada per setiap 5 menit.



2. Pengambilan Data Kosumsi Bahan Bakar Oli Bekas




Pengambilan data konsumsi bahan bakar oli bekas dilakukan setelah pengujian selesai. Pada pengujian ini akan diberi bahan bakar oli bekas sebanyak 2000 ml dan waktu 30 menit, sehingga pada waktu telah ditentukan sisa bahan bakar akan di tuang kembali pada gelas ukur untuk melihat konsumsi bahan bakar yang telah terpakai selama 30 menit.




4.3.1. Hasil Pengujian Dapur Peleburan Aluminium




Uji coba dinding dapur peleburan aluminium terjadi perubahan suhu dilihat dengan menggunakan thermogun yang dilakukan setiap 5 menit sekali sampai aluminium melebur

Tabel 4. 1 Temperatur dapur peleburan Temperatur dapur peleburan

No	Temperatur pada luar dapur krusibel	Keterangan
1.		Pada waktu 5 menit suhu luar menunjukkan 35,6°C .
2. .		Pada waktu 5 menit suhu dalam menunjukkan 187,7°C .

<p>3.</p>		<p>Pada waktu 10 menit suhu luar menunjukkan 35,9°C .</p>
<p>4.</p>		<p>Pada waktu 10 menit suhu dalam menunjukkan 293,2°C</p>
<p>5.</p>		<p>Pada waktu 15 menit suhu luar menunjukkan 41,8°C</p>

<p>6.</p>		<p>Pada waktu 15 menit suhu dalam menunjukkan 344,2°C</p>
<p>7.</p>		<p>Pada waktu 20 menit suhu luar menunjukkan 52,2°C</p>
<p>8.</p>		<p>Pada waktu 20 menit suhu dalam menunjukkan 367,3°C</p>

<p>9.</p>		<p>Pada waktu 25 menit suhu luar menunjukkan 64,4°C</p>
<p>10.</p>		<p>Pada waktu 25 menit suhu dalam menunjukkan 468,6°C</p>
<p>11.</p>		<p>Pada waktu 30 menit suhu luar menunjukkan 87,3°C</p>

12.		Pada waktu 30 menit suhu dalam menunjukkan 515,7°C
-----	---	--

Dari hasil penelitian pengujian dapur peleburan aluminium pada tabel 4.1 bahwa isolator dinding luar dan dalam pada dapur *crucible* yang sudah dibuat dengan menggunakan bahan *refractory castable* mampu meleburkan 1 kg aluminium dalam waktu 30 menit.

Dari hasil pengukuran temperatur dinding dalam pada dapur peleburan diperoleh distribusi temperatur terhadap waktu seperti ditunjukkan oleh grafik berikut ini:



Gambar 4. 9 Grafik suhu isolator bagian luar dan dalam

Temperatur isolator dapur peleburan aluminium pada dinding luar dapur sangat berbeda dengan temperatur dalam pada dapur peleburan aluminium seperti terlihat pada grafik diatas, temperatur dalam pada dapur peleburan ini mencapai 515,7°C dan pada dinding luar dapur peleburan mencapai temperatur tersebut,

perbedaan ini karena adanya lapisan semen refractory castable sehingga dapat menahan panas yang ada yang ada di dalam dapur peleburan. Lapisan pada isolator dinding dapur peleburan menggunakan semen refractory castable dan bata tahan api didapat bahwa dengan ketebalan 100 mm pada isolator dapur krusibel, dapat meredam panas dengan baik.

4.3.1 Pengujian Peleburan Aluminium Terhadap Kosumsi Bahan Bakar

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar oli bekas terhadap peleburan aluminium dapat dihitung sebagai berikut. Oli bekas yang disediakan sebanyak 2000 cc dengan waktu 30 menit dapat dihitung sebagai berikut:

Dimana,

$$T = 1800 \text{ s}$$

$$V = 2000 \text{ cc}$$

$$\rho \text{ bahan bakar} = 0,00077 \text{ kg/cc}$$

$$V = \frac{v}{t} = \frac{2000 \text{ cc}}{1800 \text{ s}} = 1,11 \text{ cc/s}$$

Maka,

$$mf = v \times \rho$$

$$= 1,11 \times 0,00077$$

$$= 0,000854 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \approx 0,854 \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan Analisa dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dapur krusibel peleburan aluminium dirancang dengan 2 lapisan isolator *refractory castable* dengan bata tahan api, sehingga tahan terhadap panas hingga 1550°C
2. Dari hasil pengamatan temperatur isolator dapur peleburan aluminium pada dinding luar dapur sangat berbeda dengan temperatur dalam pada dapur peleburan aluminium, temperatur luar pada dapur peleburan ini mencapai 87,3°C dan pada dinding dalam dapur peleburan mencapai temperatur 515,7°C, perbedaan ini karena adanya lapisan semen refractory castable sehingga dapat menahan panas yang ada yang ada di dalam dapur peleburan.
3. Dari hasil peleburan aluminium menghabiskan bahan bakar oli bekas sebanyak 0,854 g/s

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis ialah:

1. Pada proses kinerja tungku peleburan aluminium ini perlu di tingkatkan lagi pada blower tungku, disarankan memakai blower yang sangat optimal lagi sebagai alat suplai udara
2. Pada perancangan berikutnya disarankan agar tungku peleburan aluminium ini dapat dikembangkan lebih baik lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, D., & Ichsan, N. U. R. (2023). *Oli Bekas Minyak Jelantah Dan Uap Air*.
- Al As'adi, F. M. (2017). Termometer Digital Terhadap Pengukuran Suhu Aksila Pada Usia Dewasa Muda. Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/62475/>
- Asidu, L. O. A. D., Hasbi, M., & Aksar, P. (2017). Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Pencampuran Minyak Pirolisis. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(2), 1–7.
- Boyoh, D., Nurachman, E., & Apriany, D. (2015). Pengaruh Pengukuran Suhu Termometer Infrared Membran Timpani Terhadap Kenyamanan Anak Usia Pra Sekolah. *Jurnal Skolastik Keperawatan*, 1(01), 83–91.
<https://doi.org/10.35974/jsk.v1i01.20>
- Darmanto. (2011). Mengenal Pelumas Pada Mesin. *Momentum*, 7(1), 5–10.
- Firmansyah, I. (2010). Analisis Sistem Pelumasan Pada Mesin Honda Civic 16 Valve. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(1), 6–16.
- Fitriawan, D. (2010). Studi Pengelolaan Limbah Padat & Limbah Cair Pt X - Pasuruan Sebagai Upaya Penerapan Proses Produksi Bersih Study of Solid & Liquid Waste Management At Pt X - Pasuruan As the Effort of Implementation, 1–12.
- Groover, M. P. (2018). Part II Engineering Materials. *FUNDAMENTALS OF MODERN MANUFACTURING Materials, Processes, And Systems*, 98–132.
- Hasbi, M., Lilis, L., Prinob, A., & Ld. Asman, D. (2019). Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 355–360.
- Hudoyo, R., Shanti, M. R. S., & Setiawan, A. (2013). Pengujian Pengaruh Penambahan Material Pengotor Oli Bekas Jenuh Sebagai Identifikasi Kandungan Energi Pada Oli Murni. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains VIII, Fakultas Sains Dan Matematika*, 4(1), 281–287.
- Istana, B., & Lukman, J. (2016). Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas. *Jurnal Surya Teknika*, 2(04), 10–14. <https://doi.org/10.37859/jst.v2i04.42>
- Joko Winarno. (2016). RANCANG BANGUN TUNGKU PELEBURAN

ALUMINIUM BERBAHAN BAKAR PADAT DENGAN SISTEM ALIRAN
UDARA PAKSA, 01(0274), 1–23.

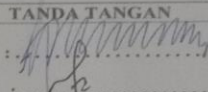
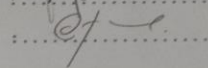
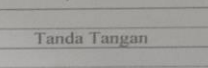
- Mesin, P. T., Mesin, J. T., & Teknik, F. (2019). Peleburan Aluminium Dengan Memanfaatkan Limbah Evaporation Boat.
- Murnawan, H. (2021). Rancang Bangun Tungku Peleburan Logam Alumunium Berbahan Bakar Oli Bekas Untuk Menekan Biaya Produksi Guna Memiliki Kemampuan Dan Daya Saing Di Pasar. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 09–16. <https://doi.org/10.30996/jpm17.v7i1.6033>
- Padapen, D. A. N. Z., U, C. D., Santosa, H., & Fax, T. (2017). Tan Kombinasi Fly Ash Batub As Bekas Dengan Metode Pen. *Universitas Diponegoro*, 2(4), 1–7.
- Rachman, F. A. (2019). Analisa Pengaruh Diameter Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal, 49.
- Raharjo Purwo, wahyu. (2017). PEMANFAATAN OLI BEKAS DENGAN PENCAMPURAN MINYAK TANAH SEBAGAI BAHAN BAKAR PADA ATOMIZING BURNER, 10(2), 156–168.
- Santoso, J. (2010). Uji Sifat Minyak Pirolisis dan Uji Performasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis dari Sampah Plastik. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 1–35.
- Sarwono, E., Sugianto, A., Hadisusanto, M., & Julianto, E. (2018). ANALISA HASIL PENGECORAN PENAMBAHAN BAHAN MATERIAL PISTON DAN KALENG BEKAS PADA ALAT RUMAH TANGGA TERHADAP PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO AlMg-Si. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 9(1). <https://doi.org/10.29406/stek.v9i1.1526>
- Surdia, T., & Saito, S. (2017). Pengetahuan Bahan Teknik.
- Teknologi, J., Bakar, B., Vol, A., Liazid, K. N. A., Lte-enset, L. P., & Mnaouer, B. P. El. (2013). Machine Translated by Google Tinjauan Limbah minyak sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel : Sebuah ulasan Machine Translated by Google, 4(3), 30–43. <https://doi.org/10.5897/JPTAF12.026>
- Widodo, R. (2016). Teknik Pengecoran Logam II.
- Yang, C., Yang, Z., Zhang, G., Hollebhone, B., Landriault, M., Wang, Z., ... Brown, C. E. (2016). Characterization and differentiation of chemical fingerprints of virgin and used lubricating oils for identification of contamination or

adulteration sources. *Fuel*, 163(October 2015), 271–281.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.09.070>

LAMPIRAN

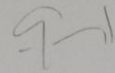
DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024

Peserta seminar
Nama : M. Budi Hamzah Siregar
NPM : 1807230012
Judul Tugas Akhir : Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium
Berbahan Bakar Oli Bekas

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Ir. Arfis Amiruddin, M.Si	:	
Pembanding – I	: H. Muharnif M, ST, M.Sc	:	
Pembanding – II	: Affandi, ST, MT	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 14 Rabi'ul Awal 1446 H
18 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : M. Budi Hamzah Siregar
NPM : 1807230012
Judul Tugas Akhir : Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium
Berbahan Bakar Oli Bekas

Dosen Pembanding - I : H. Muharnif M, ST, M.Sc
Dosen Pembanding - II : Aflandi, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)
Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan
antara lain :

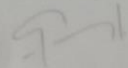
Ubah Cat
Batas Papan Alumin

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 14 Rabi'ul Awwal 1446 H
18 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II


Chandra A Siregar, ST, MT


Aflandi, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : M. Budi Hamzah Siregar
NPM : 1807230012
Judul Tugas Akhir : Analisis Isolator Dinding Dapur Krusibel Peleburan Aluminium
Berbahan Bakar Oli Bekas

Dosen Pemanding - I : H. Muharnif M, ST, M.Sc
Dosen Pemanding - II : Affandi, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

KEPUTUSAN

2. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan
antara lain :

lihat buku skripsi

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan, 14 Rabi'ul Awal 1446 H
18 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pemanding- 1

H. Muharnif M, ST, M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama :
Jenis kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan , 04 Januari 2001
Alamat : Jalan pancing II martubung, Kecamatan Medan labuhan Lingkungan V, No.78 Sumatera Utara
Kebangsaan : Indonesia
Agama : Islam
Email : Budihamzah2001@gmail.com
Nomor Hp : 087819228808

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
1	SD	SD Alwasliyah 29	2006-2012
2	SMP	SMP Negeri 33 Medan	2012-2015
3	SMK	SMK Negeri 5 Medan	2015-2018
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara	2018-2024

