

TUGAS AKHIR
PEMBUATAN TUNGKU HEAT TREATMENT

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD HABIBI PULUNGAN
1507230306



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Habibi Pulungan
NPM : 1507230306
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Tungku Heat Treatment
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Bekti Suroso S.T., M.Eng

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



M. Yani, S.T.,M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Habibi Pulungan
Tempat /Tanggal Lahir : Pastap 24 Mei 1995
NPM : 1507230306
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pembuatan Tungku Heat Treatment...”,

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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 22 - September 2019



Saya yang menyatakan,

MuhammadHabibiPulungan

ABSTRAK

Heat Treatment adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat, untuk mengubah sifat – sifat fisis logam. Logam besi dan baja memiliki sifat yang kuat dan ulet, karena sifatnya yang demikian itu maka sangat cocok digunakan sebagai bahan konstruksi-konstruksi mesin. Untuk mendapatkan sifat-sifat logam yang dikehendaki, Dengan ini kita bisa menggunakan metode perlakuan panas (*Heat Treatment*). Pada metode ini logam dipanaskan terlebih dahulu pada suhu pemanasan tertentu hingga mencapai titik terkristalisasinya, kemudian di dinginkan secara perlahan ataupun dengan menggunakan media pendingin air, oli, dan udara. *Quenching, Annealing, Normalizing* merupakan aplikasi dari proses perlakuan panas (*Heat Treatment*). Batu Tahan Api Merupakan bahan dinding untuk membuat suatu tungku atau ruang pembakaran seperti furnes atau boiler yang dapat menahan panas sampai temperatur bersekitar 900°C dan mampu betahan dalam jangka waktu yang sangat lama walaupun terbakar secara terus menerus tanpa mengalami perubahan bentuk. Thermocouple merupakan sensor suhu yang paling sering atau kebanyakan digunakan pada boiler, mesin press, oven, dan lain sebagainya. Termokopel dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup luas. Adapun tujuan pembuatan adalah untuk membuat alat dapur tungku Heat Treatment, menggunakan cara memilih bahan pada pembuatan tungku Heat treatment, membuat alat tungku Heat treatment menyusun langkah – langkah pembuatan alat tungku Heat treatment. Proses pembuatan Tungku heat treatment. Desain tungku adalah proses perancangan dengan menggambar benda yang akan dibuat, Pembuatan Proses pengerjaan pembuatan tungku, Pemeriksaan alat, Pengujian temperatur heat treatment tahapan pengujian kemampuan bahan refraktori untuk menahan panas yang keluar dari tungku, Pre-heating proses yang dilakukan untuk menjaga ketahanan terhadap bahan– bahan refraktori. Hasil dari pengujian tungku Heat treatment diperoleh ruang pembakaran panjang 300 mm Dan lebar 200 mm dan di dapat temperatur dengan suhu 800 – 900 °C.

Kata kunci : Tungku heat treatment, Pembuatan, Suhu 800-900°C

ABSTRACT

Heat treatment is a process of heating and cooling metal in a solid state, to change the physical properties it is very suitable to be used as construction material for construction machinery. To get the properties of the desired metal with this we can use the Heat treatment. In this method of Heat treatment. In this method the metal is preheated first at a certain heating temperature to reach its crystallized point, then it is cooled slowly or even by using water, oil, and air cooling media. Quenching, annealing, normalizing are applications of the heat treatment heat treatment process. Fireproof stone is a wall material to make a furnace or combustion chamber such as furnace or combustion chamber such as furnace or boilers that can withstand heat up to temperature around 900⁰C and can last for a very long period of time even though it is burning continuously without changing shape. Thermocouples are the most frequent or mostly used temperature sensors in boilers, press machines, open and so on. Thermocouples purpose can measure temperature in a fairly wide temperature range. The purpose of manufacture is to make a heat treatment furnace kitchen appliance using how to choose materials in the manufacture of a heat treatment furnace tool, the process of making a heat treatment furnace, the process of making a heat treatment furnace, furnace design is the design process by drawing objects that are made, making the process of making furnace heat treatment, examination of tools, testing the temperature of heat treatment stages of testing the ability of refractory materials to retain heat coming out of the furnace, pre-heating process is carried out to maintain resistance to refractory ingredients. the result of the heat treatment. Furnace test obtained a combustion chamber of 300 mm length and 200 mm width and temperature obtained with a temperature of 800-900⁰C

Keywords : *Heat treatment furnace, manufacture, temperature 800-900⁰C*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullohi wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha penyayang, Segala Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wataala 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 "Pembuatan Tungku Heat Treatment" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Khairul Umurani. S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M. Yani. S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Bekti Suroso S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, selaku Dekan fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Univesitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu dosen di program studi teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke Teknik Mesin kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Bapak H. Muksin dan Ibu alm. Hj. Latifah Hannum Rangkuti yang telah bersusah payah membesarkan, mengasuh sanyangi, dan memberi dana dalam perkuliahan dari awal sampai skripsi ini.
9. Bapak/Ibuk staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Seluruh seperjuangan stambuk 2015 terutama sekali rekan-rekan Dirham Rezki Silalahi, Risky Matondang, mohd.qorry andean, Ahmad roby, Alhadi. yang telah banyak memberikan bantuan dan kerjasama kepada penulis
11. Teman khusus: Marina Batubara Amd.keb. yang telah membantu saya dari awal hingga sampai skripsi ini.

Laporan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kata-kata sempurna, 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 dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 30 September 2019

Muhammad Habibi Pulungan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat	3
	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sifat bahan dan logam	
2.1.1 Tungku induksi	5
2.1.2 Tungku krusibel	5
2.1.3 Tungku kupola	5
2.1.4. Bahan repaktory	6
2.1.5.Repaktori basa	6
2.1.6.Rfpraktori alumina tinggi	8
2.1.7.Refraktori	9
2.1.8.Refraktori	9
2.1.9.refraktori kastabel	10
2.2.keramik fiber blanket	10
2.2.1.Isolator termal/rockwol	12
2.2.2.Bahan isolasi termal bentuk serat	13
2.2.3.pengertian dan prinsip dasar termocouple	13
	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu pelaksanaan pembuatan	
3.1.1. Tempat Pelaksanaan pembuatan	20
3.1.2. Waktu	20
3.2 Alat dan Bahan yang di gunakan	20
3.2.1 Alat Yang di gunakan	21
3.3 Diagram Alir	21
3.4 Metodologi Penelitian	32
3.4.1 Tahap penelitian	33
	33

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 langkah –langkah pengerjaan tungku Heat treatment	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. jadwal waktu pembuatan

22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematik tungku induksi	5
Gambar 2.2. Tungku krusibel	5
Gambar 2.3. Refraktori kastabel	11
Gambar 2.4. Refraktori Mortar	11
Gambar 2.5. Batu tahan api	12
Gambar 2.6. kerramik Fiber Blanket	12
Gambar 2.7. Isolasi termal / Rockwool	13
Gambar 2.8. Bahan isolasi termal bentuk serat	14
Gambar 2.9. Macam – macam heater	15
Gambar 2.10. Kawat niklin	15
Gambar 2.11. Bagian thermocouple	17
Gambar 2.12. Thermocuople	17
Gambar 3.1. Meteran	21
Gambar 3.2. waterpas	21
Gambar 3.3. Mesin gerinda tangan	22
Gambar 3.4.thermo sensor	22
Gambar 3.5. Bor duduk	23
Gambar 3.6. Mata bor	23
Gambar 3.7. Cok sambung	24
Gambar 3.8. Martil	24
Gambar 3.9. Mata keramik	25
Gambar 3.10. Batu tahan api	25
Gambar 3.11. Baut fisher	26
Gambar 3.12. kawat kantal	26
Gambar 3.13. Thermocuople	27
Gambar 3.14. Batubata tahan api sk 34	27
Gambar 3.15. Wadah peleburan logam	28
Gambar 3.16. Mcb ampere	28
Gambar 3.17. Tang buaya	28
Gambar 3.18. Kabel tahan panas	29
Gambar 3.19. Sekon	30
Gambar 3.20. Isolasi	30
Gambar 3.21. Baut dan mur 7 mm	31
Gambar 4.1. Batu sk 34	35
Gambar 4.2. pengeboran batu sk 34	36
Gambar 4.3. Kawat kantal	36
Gambar 4.4. Plat strip	37
Gambar 4.5. Keramik fiber	37
Gambar 4.6. Thermocouple	38
Gambar 4.7. Lakban isolasi	38
Gambar 4.8. Mcb	39
Gambar 4.9. Kawalt kantal pada batu sk 34	39
Gambar 4.10. Plat strip dan baut fiser	40
Gambar 4.11. Hasil	40

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selain tungku peleburan dunia industri logam juga membutuhkan tungku pelakuan panas atau *heat treatment*, *Furnace* adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya *rolling*/penggulungan, penempaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas). Biasa disebut juga sebagai *oven* atau *kiln*. *Transfer* energi pada tungku terjadi dalam tahapan pembangkitan energi panas oleh element *heater* yang energinya disuplai dari energi listrik. Dimana dalam hal ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi panas. *Heater* yang digunakan bervariasi mulai dari kapasitas pemanasan 200 °C - 1200 °C.

Logam besi dan baja memiliki sifat yang kuat dan ulet, karena sifatnya yang demikian itu maka sangat cocok digunakan sebagai bahan konstruksi-konstruksi mesin. Untuk mendapatkan sifat-sifat logam yang dikehendaki, kita bisa menggunakan metoda perlakuan panas (*Heat Treatment*). Pada metoda ini logam dipanaskan terlebih dahulu pada suhu pemanasan tertentu hingga mencapai titik terkristalisasinya, kemudian di dinginkan secara perlahan ataupun dengan menggunakan media pendingin air, oli, dan udara. *Quenching*, *Annealing*, *Normalizing* merupakan aplikasi dari proses perlakuan panas (*Heat Treatment*).

Dimana logam jadi dapat dipanaskan ulang untuk diperbaiki kemampuan mekanisnya. Logam bisa diproses dengan perlakuan panas umumnya logam paduan FE dan C. pada kadar karbon tertentu atau paduan lain yang sesuai. Baja banyak digunakan sebagai bahan konstruksi dan sebagai perkakas. Perlakuan yang diberikan logam antara lain adalah perlakuan panas atau *Heat Treatment*, yang merupakan suatu proses perlakuan terhadap logam yang diinginkan dengan cara memberikan pemanasan dan kemudian dilakukan pendinginan dengan media pendingin tertentu, sehingga sifat fisiknya dapat diubah sesuai dengan yang diinginkan. *Heat Treatment* (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur mikro logam dengan jalan memanaskan spesimen dalam elektrik terance (tungku) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air faram, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda.

Untuk proses perlakuan panas tersebut diatas diperlukan metode atau alat bantu yang dapat mendukung proses perlakuan panas. Tungku *Heat Treatment* adalah alat bantu yang dapat mendukung proses perlakuan energi panas yang ditransfernya terbagi kedalam dua kelompok, yaitu tungku yang memanfaatkan energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran gas, dan tungku yang menghasilkan panas yang memanfaatkan listrik sebagai sumber energinya. Tungku listrik merupakan tungku untuk perlakuan panas yang sangat populer penggunaannya saat ini, karena tungku jenis ini sangat efisien dan ramah lingkungan. Karena hal itu maka dibuatlah tungku pemanas jenis *Muffle Furnace* bertemperatur maksimal 1200 °C.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam pembuatan ini adalah “ bagaimana membuat tungku heat treatment dengan temperatur kerja maksimal 900 °C “.

Dari rumusan masalah tersebut yang menjadi batasan masalah pembuatan Tungku ini sebagai berikut :

1. Tungku *heat treatment*, meliputi bentuk atau desain, komponen dan perencanaan biaya.
2. Pembuatan dudukan elemen pemanas
3. Pembuatan dudukan panel heater dan Termometer alat ukur
4. Tidak membahas perubahan sifat mekanik pada logam

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan ini adalah :

1.3.1. Tujuan umum

1. Untuk membuat alat dapur tungku.

1.3.2. Tujuan Khusus

Tujuan dari pembuatan tungku adalah :

1. Memlih bahan pada pembuatan tungku *heat treatmen* .
2. Membuat alat tungku *heat treatmen*
3. Menyusun langkah-langkah pembuatan alat tungku *heat treatmen*.

1.4 Manfaat pembuatan

Manfaat dari pembuatan ini adalah

1. Dapat diperoleh sebuah alat praktikum yang bermanfaat sebagai salah satu sarana peningkatan kompetensi mahasiswa, dalam rangka meningkatkan hasil belajar.
2. Alat hasil penelitian dapat digunakan sebagai pengembangan teknologi tungku heat treatment lebih lanjut.
3. Mampu melakukan proses heat treatment dengan baik kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sifat Bahan logam

Sifat bahan dapat dirubah melalui pemanasan yang disusul dengan pendinginan, mereka mengenal berbagai proses perlakuan panas meski tidak mengetahui dengan pasti apa yang terjadi dalam logam itu sendiri. Ilmu dan Teknologi Bahan telah tumbuh dan berkembang menjadi satu bidang tersendiri. Pengembangan ini berintikan temuan tertentu yaitu konsep bahwa sifat dan kelakuan bahan berhubungan erat dengan struktur internal dari bahan tersebut. Artinya agar sifat dapat diubah-ubah harus diadakan perubahan yang sesuai pada struktur. Prinsip proses peleburan dengan tanur adalah bekerja dengan prinsip transformator dengan kumparan primer dialiri arus AC dari sumber tenaga dan kumparan sekunder. Kumparan sekunder yang diletakkan didalam medan magnet kumparan primer akan menghasilkan arus induksi. Berbeda dengan transformator.

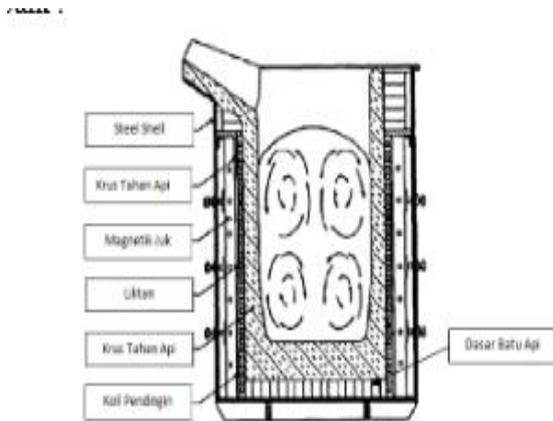
kumparan sekunder digantikan oleh bahan baku peleburan serta dirancang sedemikian rupa agar arus induksi tersebut berubah menjadi panas yang sanggup mencairkannya. Dibawah ini adalah beberapa jenis tungku ;

2.1.1. Tungku Induksi

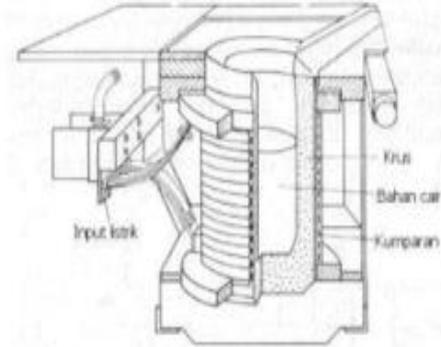
Tungku induksi adalah tungku listrik yang memanfaatkan prinsip induksi untuk memanaskan logam hingga titik leburnya dimana panas yang diterapkan oleh pemanasan induksi medium konduktif (biasanya logam). Frekuensi operasi berkisar dari frekuensi yang digunakan antara 60 Hz sampai dengan 400 kHz bahkan 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. Tungku 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 .



Gambar 2.1. Skematik Tungku Induksi



Gambar 2.2. Tungku Krusibel

Rincian Spesifikasi dan Kegunaan:

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

2.1.2. Tungku Krusibel

Rincian Spesifikasi dan Kegunaan:

1. Telah digunakan secara luas disepanjang sejarah peleburan logam.
2. Proses pemanasan dibantu oleh pemakaian berbagai jenis bahan bakar.
3. Tungku ini bisa dalam keadaan diam, dimiringkan atau juga dapat dipindah-pindahkan

4. Dapat diaplikasikan pada logam-logam ferro dan non-ferro

2.1.3 Tungku Kupola

Rincian Spesifikasi dan Kegunaan:

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
3. Kupola dapat beroperasi secara kontinu, menghasilkan logam cair dalam jumlah besar, laju peleburan tinggi
4. Biasanya digunakan untuk melebur Besi Cor (Cast Iron).

Muatan Tungku Kupola:

1. Besi kasar (20 % - 30 %)
2. Skrap baja (30 % - 40 %)

Kadar karbon dan silikon yang rendah adalah menguntungkan untuk mendapat coran dengan prosentase Carbon dan Si yang terbatas. Untuk besi cor kekuatan tinggi ditambahkan dalam jumlah yang banyak

3. Skrap balik

Yang dimaksud skrap balik adalah coran yang cacat, bekas penambah, saluran turun, saluran masuk atau skrap balik yang dibeli dari pabrik pengecoran.

2.1.4. Bahan Refractory

Refractory adalah bahan anorganik bukan logam yang sukar leleh pada temperatur tinggi dan digunakan dalam industri temperatur tinggi seperti bahan tungku, dan sebagainya. Material refraktori sangat diperlukan untuk banyak industri proses. Material ini melapisi furnacetundish, ladledan sebagainya. Material ini juga digunakan sebagai nozzle, spout, dan sliding gate. Biaya untuk pembelian dan instalasi refraktori adalah faktor yang menentukan dalam biaya proses secara keseluruhan. Kegagalan (failure) material refraktori ketika digunakan dalam suatu proses dapat berarti suatu bencana. Material refraktori diharapkan dapat tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap korosi slag cair, logam cair dan gas-gas agresif, siklus termal (thermal cycling), tahan terhadap benturan dan abrasi dengan hanya sedikit perawatan.

Banyak orang bekerja di Industri yang menggunakan refraktori tetapi hanya sedikit yang mengerti tentang material ini, sehingga pemborosan biaya tidak dapat dihindari. Refraktori didefinisikan sebagai material konstruksi yang mampu mempertahankan bentuk dan kekuatannya pada temperatur sangat tinggi dibawah beberapa kondisi seperti tegangan mekanik (*mechanical stress*) dan serangan kimia (*chemical attack*) dari gas-gas panas, cairan atau leburan dan semi leburan dari gelas, logam atau slag.

Dengan kata lain refraktori adalah material yang dapat mempertahankan sifat-sifatnya yang berguna dalam kondisi yang sangat berat karena temperatur tinggi dan kontak dengan bahan-bahan yang korosif. Refraktori dibuat dari berbagai jenis material terutama keramik yang mana termasuk bahan-bahan seperti alumina, lempung (clay), magnesia, chromit, silicon karbida dan lain-lain. Refraktori digunakan untuk mengkonstruksi atau melapisi struktur yang berhubungan dengan temperatur tinggi, dari perapian sampai blast furnace.

Untuk dapat melayani aplikasi yang diminta, refraktori memerlukan sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat ini diantaranya titik lebur yang tinggi, kekuatan yang bagus pada temperatur tinggi, tahan terhadap degradasi, mudah dipasang, dan biaya masuk akal. Material refraktori berdasarkan bentuknya dapat dibagi dua yaitu menjadi bata (*shaped*) dan monolitik (*unshaped*). Bentuk-bentuk bata refraktori tersedia dalam banyak bentuk dan ukuran, antara lain: lurus, kecil, kubah, belahan, tabung, dan lain-lain. Sedangkan untuk refraktori monolitik merupakan campuran butiran serbuk mineral (*agregat*) material refraktori yang kering dengan bahan pengikat (*binder*) baik cair maupun bahan kimia cair lainnya yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga diperoleh campuran yang homogen dan bersifat plastis apabila bercampur dengan air dan digunakan segera setelah proses pencampuran dilakukan. Refraktori yang baik diharapkan tidak memiliki pori-pori, bersamaan dengan komposisi fasa, dan porositas merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan selama pembuatan produk refraktori. Mengurangi porositas akan meningkatkan kekuatan dan tahanan terhadap korosi. Berdasarkan bentuknya refraktori dapat dibagi ke dalam empat kategori, yaitu:

1. Bata api refraktori (Refractory Brick)
2. Castable/beton refraktori (Refractory Castable)
3. Mortar refraktori (Refractory Mortars) dan
4. Refraktori anchor

Kriteria dalam pemilihan yang harus dimiliki oleh refraktori yang umum digunakan untuk dapur jenis crucible, yaitu memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tidak melebur pada suhu yang relatif tinggi.
2. Sanggup menahan panas lanjutan yang tiba-tiba terjadi pembebanan suhu.
3. Tidak hancur di bawah pengaruh tekanan yang tinggi ketika digunakan pada suhu tinggi.
4. Mempunyai koefisien termal yang rendah sehingga dapat memperkecil panas yang terbuang.

Refraktori dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan :

1. Komposisi kimia penyusunnya, terdiri dari: refraktori asam (MO_2), refraktori netral (M_2O_3), refraktori basa (MO), serta refraktori khusus seperti C, SiC, Borida Karbida, Sulfida dan lainnya.
2. Metode pembentukannya: refraktori yang dibentuk dengan tangan (hand molded), refraktori yang dibentuk secara mekanik (tekanan tinggi), refraktori yang dibentuk melalui cetak tuang, dan lainnya. Jenis lainnya adalah refraktori yang berupa serbuk, seperti castable, dan gun mix mortar.
3. Komposisi mineral penyusunnya, seperti corundum, silika, tanah liat mullite, magnesite dan lainnya.

2.1.5. Refraktori Basa

Istilah refraktori basa adalah penggolongan refraktori secara umum yang bahannya terbuat dari oksida-oksida yang bersifat basa, atau yang penggunaannya dalam lingkungan kondisi operasi basa. Alasan dari penggunaan refraktori basa, antara lain karena kemampuan operasinya pada temperatur tinggi dan memiliki ketahanan terhadap slag basa, tahan terhadap korosi, memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Magnesia (MgO) merupakan unsur yang utama dari kelompok refraktori basa. Oleh karena itu refraktori yang mengandung banyak magnesia termasuk ke dalam kelompok basa, umumnya terdapat jenis-jenis dari refraktori basa yaitu magnesia (MgO), magnesia-chrome, magnesia-spinel, magnesia-carbon, dolomite. Penggunaan refraktori

basa terdapat pada tungku busur listrik, tungku sembur oksigen, hot metal car, dan lain-lain.

2.1.6 Refraktori Alumina Tinggi

Refraktori alumina tinggi (Al_2O_3) memiliki kandungan alumina di atas 47,5% hal ini sesuai menurut standar ASTM dan digunakan temperatur operasi mencapai 2050°C. Beberapa kelompok refraktori yang lain adalah mullite, alumina -chrome, alumina-carbon. Produk refraktori alumina tinggi dengan kandungan alumina antara 70%-78% dimana fasanya adalah mullite termasuk kategori refraktori mullite alumina tinggi. Refraktori jenis ini memiliki ketahanan spalling yang sangat baik dan ketahanan pembebanan yang tinggi. Penggunaan refraktori alumina biasanya terdapat pada tungku peleburan baja, besi cor, keramik, kaca, rotary klin, dll.

2.1.7 Refraktori

Silica Refraktori silika juga 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 (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. 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.

2.1.8. Refraktori

Fireclay High Duty Refraktori dengan jenis fireclay sebagian kandungannya terdiri dari hydrated aluminosilicates, tapi dalam jumlah yang sedikit dibandingkan kandungan mineral lain. Salah satu mineral yang digunakan dalam memproduksi fireclay adalah kaolinite ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Refraktori fireclay mempunyai temperatur service yang maksimum dan nilai pyrometric cone equivalent

(PCE) yang tinggi. Pada umumnya temperatur leleh dan temperatur service meningkat dengan kandungan alumina yang tinggi antara 40%-44%. Kelompok fireclay dibagi ke dalam klasifikasi menurut standar ASTM yaitu, low-duty fireclay (maks. 870°C, PCE 18-28), medium duty fireclay (maks. 1315°C, PCE 29), high-duty fireclay (maks.1480°C-PCE 31), super-duty fireclay (maks. 1619°C, PCE 33), semi-silica fireclay (kandungan silika minimal 72%).

2.1.9 Refraktori Kastabel

Refraktori castable adalah jenis refraktori monolitik yang pemakaiannya makin meluas dan fleksibel, Refraktori castable tersusun dari bahan refraktori berupa agregat atau samot yang ukuran butir dan distribusi butirannya bervariasi dan bahan perekat berupa semen kalsium alumina dengan atau tanpa ditambah aditif. Dalam campurannya dengan air, semen alumina dan castable akan mengikat partikel-partikel agregat secara bersama dalam ikatan hidrolis yang mengeras pada suhu ruang membentuk beton refraktori. Adapun sisi lain bahan perekat seringkali memiliki ketahanan api yang lebih rendah, kekuatan mekanisnya lebih lemah dan tidak sangat stabil pada temperatur kerja. Dalam pemakaiannya sekarang, penggunaan semen alumina diminimalisir dengan tujuan agar pengaruh adanya C_2O dalam semen dapat dihilangkan, utamanya untuk castable temperatur tinggi. Sedangkan grog atau butiran kasar umumnya merupakan material yang telah mengalami proses kalsinasi (pemanasan suhu tinggi) dengan baik, memiliki kekerasan yang tinggi, stabilitas volume yang baik



Gambar 2.3. Refraktori Kastabel



Gambar 2.4. Refraktori Mortar

Pada temperatur ruang, beton refraktori memiliki kekuatan mekanis yang tinggi dan melemah dengan kenaikan temperatur hingga 200°C tetapi meningkat lagi ketika dipanasi hingga temperatur 1200°C. Refraktori castable terutama untuk alumina dan alumina-silika (mullite) diklasifikasikan berdasarkan kandungan semen alumina (CaO) diantaranya:

1. Medium-Cement Castable Refractories, kandungan CaO lebih dari 2,5 %.
2. Low-Cement Castable Refractories, kandungan CaO antara 1% - 2,5%.
3. Ultra-Low Cement Refractories, kandungan CaO antara 0,2% - 1 %.
4. No-Cement Castable Refractories, kandungan CaO sampai dengan 0,2%.

Batu Tahan Api

Merupakan bahan dinding untuk membuat suatu tungku atau ruang pembakaran seperti furnes atau boiler yang dapat menahan panas sampai temperature lebih dari pada 1000°C dan mampu betahan dalam jangka waktu yang sangat lama walaupun terbakar secara terus menerus tanpa mengalami perubahan bentuk.



Gambar 2.5. batu tahan api

2.2. Keramik Fiber Blanket

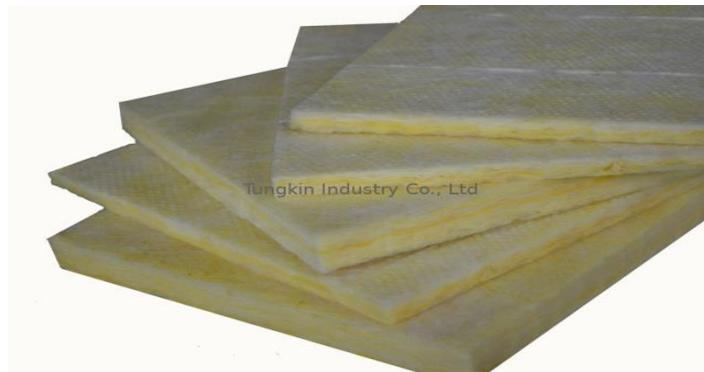
Keramik fiber blanket ialah bahan yang digolongkan pada refraktori yang berbasis serat aluminosilikat, putih, tidak berbau dan tahan suhu mencapai 1300°C . Material ini juga ringan, mudah dibentuk dengan nilai konduktivitas termal yang sangat kecil. Bahan ini termasuk insulasi yang baik pada suhu tinggi dan tahan bahan kimia korosif seperti asam dan basa, dan dapat pula sebagai bahan pengganti yang baik untuk produk asbes yang juga digunakan untuk isolasi peredam panas



Gambar 2.6. Keramik fiber blanket

2..2.1. Isolator Termal / Rockwool

Bahan isolasi termal dapat digolongkan menurut bentuk menjadi jenis bubuk butiran, jenis serat, dan bongkahan. Bahan dalam bentuk bubuk atau butiran adalah bahan otoklaf dari kalsium silikat, perlit, vermikulit, silica gel butir halus, dan bahan yang berbentuk serat adalah asbes, wol batu, wol slag, dan serat keramik. Kebanyakan dari bata api isolasi berbentuk bongkahan tetapi sekarang dapat dijumpai bahan isolasi yang dapat dicor. Bahan isolasi jenis bubuk dan butiran sering dipergunakan setelah dibuat bentuk pelat atau betuk bata. Temperatur untuk bahan isolasi termal berkisar antara 200°C sampai 1200°C. Perlu pemilahan bahan yang tepat untuk keperluan pada masing-masing penggunaan.



Gambar 2.7. .isolasi termal / rockwool

2.2.2. Bahan isolasi termal bentuk serat

Asbes adalah bahan mineral yang berupa serat terbentuk secara alamiah, ditemukan dalam sebagai krisotil, amosit, krosidolit, dan seterusnya. Asbes dapat dipakai sebagai bahan isolasi setelah mineral tersebut dilepaskan menjadi bentuk kain asbes, tali asbes, dan spon asbes. Spon asbes akhir-akhir ini dikembangkan sebagai bahan isolasi termal yang mempunyai sifat fleksibel dan tahanan panas yang baik sekali. Wol slag dan wol batu berturut-turut dibuat dari slag tanur tinggi dan dari batuan gunung berapi. Bahan baku dicairkan dalam kupola atau tanur listrik dan dibuat menjadi serat halus. Permukaannya dilapisi resin agar tahan terhadap air. Bahan ini

dipergunakan sebagai bahan isolasi pada pekerjaan konstruksi. Serat keramik termasuk wol gelas kuarsa, serat $AL_2O_3-SiO_2$ dan serat alumina.

Serat keramik ini mempunyai sifat khas sbb :

1. Tahan terhadap temperatur tinggi.
2. Ringan dan sangat baik sebagai isolator.
3. Tahan terhadap kejut termal.
4. Secara kimia stabil.
5. Dapat dibuat menjadi berbagai bentuk.

Bahan ini dibuat menjadi bentuk seperti kapas, flet, dan lembaran tipis dan dapat dipakai sebagai bahan isolasi yang baik sekali untuk lapisan dinding tanur. Bahan ini juga digunakan untuk bahan isolasi ketel uap, turbin, dan gas buang, karena bahan ini stabil secara kimia dan sukar patah oleh getaran.



Gambar 2.8. Bahan isolasi termal bentuk serat



Gambar 2.9. Macam – macam Heater



Gambar 2.10. Kawat Niklin

Elemen pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses Joule Heating. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Persyaratan elemen pemanas antara lain :

1. Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki.
2. Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki.
3. Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar.
4. Tahanan jenisnya harus tinggi.
5. Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan.

Bahan yang paling banyak digunakan untuk pembuatan elemen pemanas listrik terdiri dari campuran: Krom – nikel, Krom – nikel – besi, Krom – besi aluminium. Bahan-bahan tersebut di atas tahan panas karena membentuk lapisan oksida yang kuat pada permukaannya, sehingga tidak terjadi oksidasi lebih lanjut. Bahan yang digunakan sebagian besar ditentukan oleh suhu maksimum yang dikehendaki. Logam-

logam campuran tersebut diatas dapat digunakan sampai 1000°C hingga 1250°C. Untuk suhu yang lebih tinggi, misalnya untuk tanur listrik dapat digunakan campuran kanthal. Campuran ini terutama terdiri dari krom, alumunium, besi dan kobalt, dan dapat dibedakan dari campuran krom nikel karena memiliki beberapa sifat penting berikut ini :

1. Jika dipanaskan diudara, campuran kanthal akan membentuk kulit oksida yang sangat melekat.
2. Elemen-elemen kanthal dapat digunakan sampai 1350°C.
3. Tahanan jenis bahan ini $(1,35 - 1,45) \times 10^{-6} \Omega m$.
4. Umumnya bahan ini dapat diberi beban permukaan yang tinggi (dalam satuan W/cm^2).

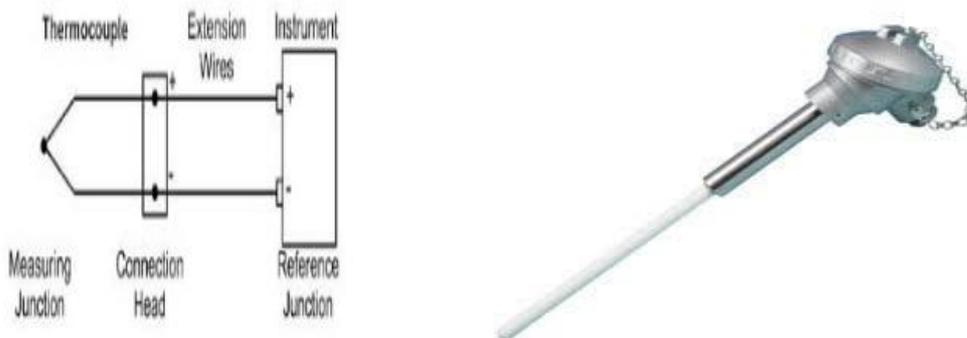
Kanthal super dapat digunakan sampai 1600°C. Bahan ini berupa bubuk yang dipanaskan hingga padat dan terdiri dari suatu bahan yang dapat disamakan dengan logam, dan suatu bahan keramik. Unsur-unsur utamanya ialah Mo, Si, dan SiO_2 . Beban permukaan untuk kanthal super dapat mencapai 10–20 W/cm^2 . Tahanan jenisnya meningkat jika suhunya naik yaitu pada :

1. 20°C sama dengan $0,4 \times 10^{-6} \Omega m$
2. 500°C sama dengan $1,2 \times 10^{-6} \Omega m$
3. 1000°C sama dengan $2,3 \times 10^{-6} \Omega m$
4. 1300°C sama dengan $2,9 \times 10^{-6} \Omega m$
5. 1600°C sama dengan $3,5 \times 10^{-6} \Omega m$
6. Koefisien suhu rata-ratanya sama dengan 0,0048

2.2.3. Pengertian dan Prinsip Dasar Termokopel

Termokopel / thermocouple merupakan sensor suhu yang paling sering atau kebanyakan digunakan pada boiler, mesin press, oven, dan lain sebagainya. Termokopel dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup luas dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1°C. Termokopel terdiri dari 2 jenis kawat logam konduktor yang digabung pada ujungnya sebagai ujung pengukuran.

Konduktor ini kemudian akan mengalami gradiasi suhu dan dari perbedaan suhu antara ujung termokopel/ujung pengukuran dengan ujung kedua kawat logam konduktor yang terpisah akan menghasilkan tegangan listrik.



Gambar2.11.Bagian Thermocouple dan Thermocouple

Hal ini disebut sebagai efek termo elektrik. Perbedaan ini umumnya berkisar antara 1 hingga 70 microvoltsetiap perbedaan satu derajat celcius untuk kisaran yang dihasilkan dari kombinasi logam modern. Jadi sangat penting untuk di ingat bahwa termokopel hanya mengukur perbedaan temperatur diantara 2 titik, bukan temperatur absolut.Jadi temokopel tidak bisa digunakan untuk mengukur suhu ruangan karena tidak ada perbedaan antara ujung pengukuran dengan ujung referensi / ujung pada kedua kawat logam. Tersedia beberapa jenis termokopel, tergantung aplikasi penggunaannya

1. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy) Termokopel untuk tujuan umum.Lebih murah.Tersedia untuk rentang suhu -200°C hingga $+1200^{\circ}\text{C}$.
2. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy) Tipe E memiliki output yang besar ($68 \mu \text{ V}/^{\circ}\text{C}$) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah. Properti lainnya tipe E adalah tipe non magnetik.
3. Tipe J (Iron / Constantan) Rentangnya terbatas (40 hingga $+750^{\circ}\text{C}$) membuatnya kurang populer dibanding tipe K. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar $\sim 52 \mu \text{ V}/^{\circ}\text{C}$
4. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy) Stabil dan tahanan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum.Dapat mengukur suhu di atas 1200°C . Sensitifitasnya

sekitar $39 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$ pada 900°C , sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K.

Termokopel tipe B, R, dan S adalah termokopel logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah termokopel yang paling stabil, tetapi karena sensitivitasnya rendah (sekitar $10 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$) mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi ($>300^\circ\text{C}$).

1. Type B (Platinum-Rhodium/Pt-Rh) Cocok mengukur suhu di atas 1800°C . Tipe B memberi output yang sama pada suhu 0°C hingga 42°C sehingga tidak dapat dipakai di bawah suhu 50°C .
2. Type R (Platinum /Platinum with 7% Rhodium) Cocok mengukur suhu di atas 1600°C . Sensitivitas rendah ($10 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.
3. Type S (Platinum /Platinum with 10% Rhodium) Cocok mengukur suhu di atas 1600°C . Sensitivitas rendah ($10 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas (1064.43°C).
4. Type T (Copper / Constantan) Cocok untuk pengukuran antara 200 sampai 350°C . Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari constantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Type T memiliki sensitivitas $\sim 43 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$.

Termokopel hanya sebuah sensor suhu jadi dalam berbagai aplikasi seperti pada pengaturan suhu boiler, penggunaan termokopel biasanya digabung atau dihubungkan dengan temperatur controller sebagai pembaca dan pengatur temperatur boiler tersebut. Termokopel paling cocok digunakan untuk mengukur rentangan suhu yang luas, hingga 2300°C. Sebaliknya, kurang cocok untuk pengukuran dimana perbedaan suhu yang kecil harus diukur dengan akurasi tingkat tinggi, contohnya rentang suhu 0-100 °C dengan keakuratan 0.1°C. Untuk aplikasi ini, Termistor dan RTD lebih cocok. Contoh Penggunaan Termokopel yang umum antara lain :

1. Industri besi dan baja
2. Pengaman pada alat-alat pemanas
3. Untuk termopile sensor radiasi
4. Pembangkit listrik tenaga panas radioisotop, salah satu aplikasi termopile.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Pembuatan

3.1.1 Tempat Pelaksanaan Pembuatan

Tempat pelaksanaan pembuatan Alat Tungku Heat Treatment, di laksanakan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 .Waktu

Table 3.1. Jadwal waktu pembuatan

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan Judul								
2	Studi Literatur								
3	Perencanaan Alat								
4	Pembuatan Alat								
6	Penulisan Skripsi								
7	Seminar/Sidang								

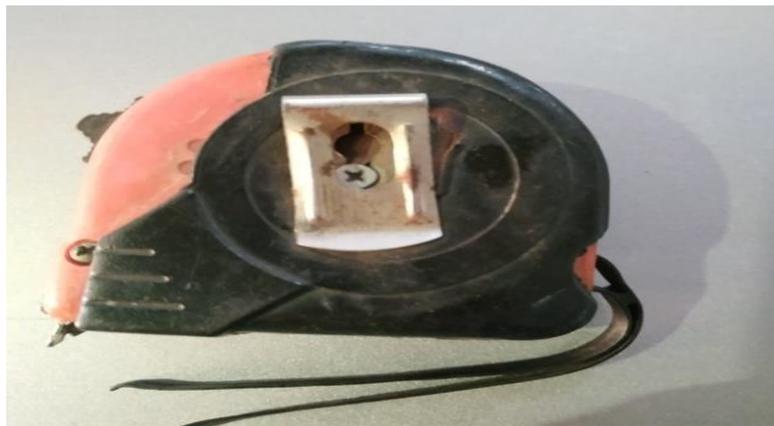
3.2 Alat Dan Bahan Yang Di Gunakan

adapun alat dan bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat Tungku Heat Treatmen adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat-Alat yang di gunakan

1. Meteran

Meteran berfungsi sebagai alat ukur untuk pembuatan mal cor.seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Meteran

2. Warterpas

Warterpas berfungsi untuk menimbang kerataan permukaan mal dan tegak lurus.seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Warterpas

3. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda potong berfungsi untuk memotong bahan keramik piber. seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin gerinda tangan

4. Thermo sensor

Thermo sensor berfungsi untuk mengukur panas di dalam ruang pembakaran tungku. seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Thermo sensor

5. Bor duduk

Bor duduk berfungsi sebagai melubang bahan dudukan panel alat pengukuran termocovel dan sensor.seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Bor duduk

6. Mata bor

Mata bor berfungsi sebagai melubsngi dudukan panel , lubang termocovel dan sensor pembaca angka.seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mata bor

7. Stop kontak

Stop kontak berfungsi untuk menyambung arus PLN ke panel alat yang mau kita uji. seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Stop kontak

8. Martil

Martil berfungsi sebagai pemukul plat panel dan meluruskan plat tutup alat pembakaran dal pintu alat pembakaran. seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Martil

9. Mata gerinda keramik

Mata gerinda keramik berfungsi sebagai alat pemotong bahan batu tahan api dan viber keramik. Seperti pada gambar 3.9



Gambar 3.9. mata keramik

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

1. Batu tahan api berfungsi sebagai bahan dinding Alat Tungku Heat Treatment. seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Batu tahan api

2. Baut fisher

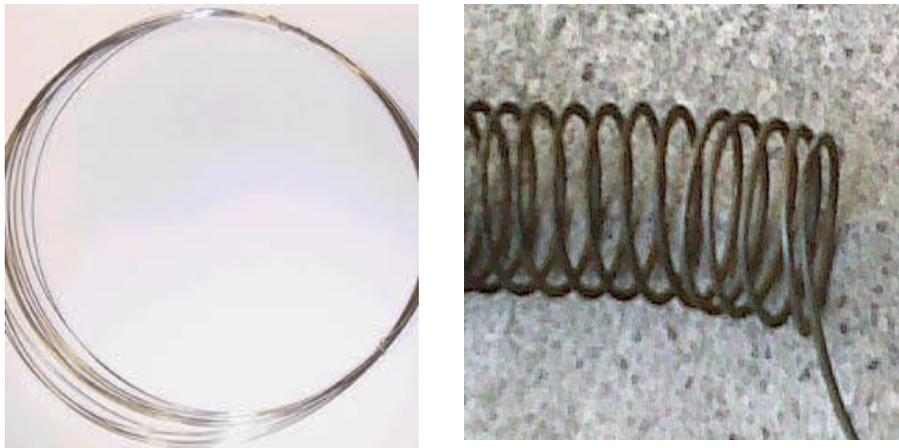
Baut fisher berfungsi untuk menyatukan batu tahan api satu sama yang lainnya sehingga tidak jatuh.seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11.. baut fisher

3. Kawat kantal

Kawat kantal berfungsi sebagai elemen pemanas pada Alat Tungku Heat Treatment seperti pada gambar 3.12.



Gambar . 3.12. Kawat kantal

4. termocopel

termocopel berfungsi segaai alat pembaca suhu dari panas menjadi angka yang di hupungkan ke termocontrol. Seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. thermocouple

5. Batu bata tahan api SK 34

Berfungsi Sebagai wadah penahan panas. Seperti pada gambar 3.14..



Gambar3.14. Batubata tahan api sk 34

8. Tang Buaya

Berfungsi Sebagai Alat penahan Mur dalam penggunaan kabel dan kawat.

Seperti pada gambar 3.17



Gamabar 3.17. Tang Buaya

9. Kabel tahan Panas

Berfungsi sebagai media pengalir arus Listrik. Seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Kabel tahan Panas

10. Sekon

Berfungsi Sebagai penyambungan kabel ke panel dengan cara di bautkan. Seperti pada gambar 3.19



Gambar 3.19. Sekon

11. Isolasi

Berfungsi sebagai Pembalut Sekon agar tidak terjadi kontak arus. Seperti pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Isolasi

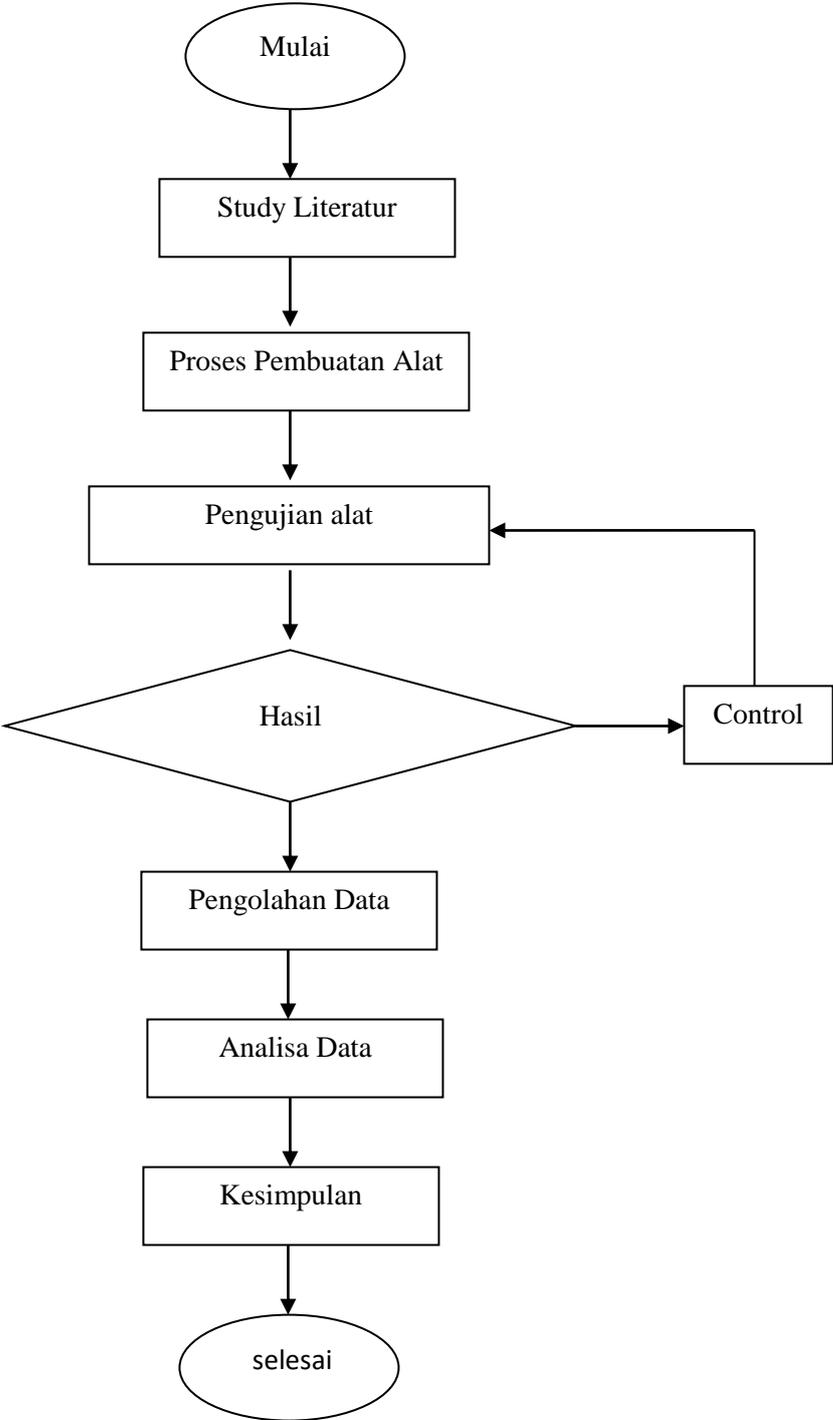
12. Baut dan Mur 7 mm

Berfungsi sebagai pengikat kabel dan kawat Seperti pada gambar 3.21



Gambar 3.21. Baut dan Mur 7 mm

3.3 Diagram alir



Gambar 3.16 Diagram Alir

3.4. Metodologi Penelitian

3.4.1 Tahapan Pembuatan

Tahapan penelitian ini mengikuti bagan alur sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah proses pencarian data atau referensi. Gunanya untuk mengetahui memperkaya informasi sebagai dasar – dasar perancangan dan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan tungku heat treatment. Proses pengambilan data diambil dengan cara metode pustaka dan observasi kelengkapan.

2. Desain Tungku

Desain tungku adalah proses perancangan dengan menggambar benda yang akan dibuat. Gunanya sebagai konsep utama dalam proses pembuatan. Dalam hal ini penulis akan membuat tungku heat treatment.

3. Pembuatan

Yaitu Proses pengerjaan pembuatan tungku. Dilakukan di laboratorium Unuversitas muhammadiyah sumatera utara. Dengan acuan studi literatur yang sudah dilakukan.

4. Pemeriksaan Alat

Pemeriksaan alat dilakukan setelah tahapan pembuatan dilakukuan. Dimulai dari pengecekan rangka atau badan tungku, dudukan pemanas, pintu tungku, kontrol panel, dan lain – lain. Proses ini selain di periksa secara fisik juga di coba apakah sudah siap untuk proses pemanasan, jika belum akan kembali lagi pada proses pembuatan.

5. Pengujian Temperatur Heat Treatment

6. Proses ini adalah tahapan pengujian kemampuan bahan refraktori untuk menahan panas yang keluar dari tungku. Hasil dari pengujian ini akan menunjukkan persentase kesamaan antara perencanaan awal tungku yang di rencanakan dengan hasil akhir

7. Pre-Heating

Proses pre-heating

adalah proses yang dilakukan untuk menjaga ketahanan terhadap bahan – bahan

refraktori, dengan cara memanaskan secara perlahan – lahan agar bahan tersebut tidak menerima termal shock yang bila terjadi akan menyebabkan kerusakan pada refraktori tungku seperti pecah atau retak.

8. Analisis

Analisis dilakuka setelah pengujian temperatur dirasa telah berhasil. Fungsinya sebagai tolak ukur apakah tungku sudah bisa digunakan dalam proses heat treatment atau harus kembali lagi pada proses pembuatan.

9. Kesimpulan

Dalam proses ini menerangkan hasil – hasil dari penelitian, pembuatan, pengujian dan analisa. Sehingga para pengguna selanjutnya mengetahui kemampuan tungku dan kekurangannya, agar tidak terjadi kesalahan atau kecelakaan saat menggunakan tungku.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Langkah-langkah pengerjaan tungku *Heat treatment*

4.1.1 Batu sk 34

1. Pembuatan jalur heater pada batu sk 34

Pembuatan paret (jalur heater) menggunakan mesin gerinda tangan dengan mata gerinda kramik dengan ukuran paret panjang 300 mm dan lebar 26 mm. seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. batu sk 34

1. Pengeboran batu sk 34

Mengebor batu dengan menggunakan mata bor kramik dengan diameter 8 mm, sedalam 5 mm. kegunaannya sebagai duduk baut piser. seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. pengeboran batu sk 34

2. Kawat kantal

Penggulungan kawat kantal menggunakan mesin bubut dengan menjepitkan besi as croum diameter 6 mm, dengan kawat kantal 6,6 m. seperti pada gambar 4.3



Gambar 4.3. kawat kantal

3. Plat strip

Pemotongan plat strip untuk pengikat batu sk 34.seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. plat strip

4. Keramik fiber

Pemotongan kramik fiber menggunakan gunting plat dengan menyesuaikan ukuran sisi-sisi tungku *heat treatment*.Digunakan sebagai predam panas pada tungku agar menimalisir kerugian kalor panas pada tunggu.seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5.keramik fiber

5. Thermocouple

Jenis sensor suhu yang di gunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang di gabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek *thermoelectric*.seperti pada gambar4.6.



Gambar 4.6.thermocouple

6. Isolasi

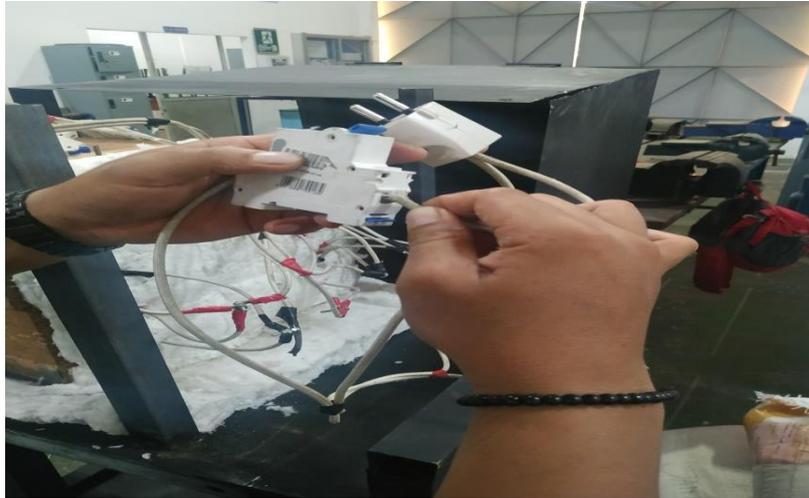
Dengan cara membalutkan lakban ke sekun yang di aliri listrik pada kabel tahan panas supaya tidak terjadi kontak arus.seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7.lakban isolasi

7. Mcb

Dengan cara memasang mcb pada kabel tahan panas supaya arus dapat di kontrol oleh mcb.seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. mcb

8. Kawat kantal pada batu sk 34

Dengan panjang 80 cm berpungsi sebagai elemen pemanas dalam tungku.seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. kawat kantal pada batu sk 34

9. Plat strip dan baut fiser

Memasang plat strip pada batumenggunakan baut piser sebagai media pengikat.seperti pada gambar 4.10



Gambar 4.10. plat strip dan baut fiser

10. Hasil

Setelah melakukan langkah-langkah di atas maka di dapatkan hasil pembuatan tungku heat treatment dengan ruang pembakaran panjang 300 mm dan lebar 200 mm.dan di dapat temperatur dengan suhu 800-900⁰C seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.11.Hasil

BAB 5

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari pembuatan tungku heat treatment diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Di hasilkan tungku heat treatment yang dapat di pergunakan dalam perlakuan panas.
2. Kapasitas terperatur maksimal berkisar 800-900⁰C
3. Kapasitas ruang pembakaran dengan ukuran panjang 300 mm lebar 200 mm dan tinggi 200 mm.

5.2. Saran

1. Untuk pengembangan selanjutnya penulis berharap tungku heat treatment ini di tambahkan sistem kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Rizal, Yudi Samantha, Asep Rachmat (2016), Pembuatan Tungku Pemanas Kapasitas 1200⁰C. Teknik Mesin, Unuversitas Majalengka.

<https://sites.google.com/site/ukuranketebalanbatatahanapi/>. Diakses pada 25/07/2019

<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/wholesale-stone-wool-rockwool-for-attic-slabs-thermal-insulation-low-price-60637758976.html> diakses pada 25/07/2019

https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNR7EVe5G0pE_6jyuJ2VXypUvuS0A:1567964285321&q=gambar+bahan+isolasi+termal+bentuk+serat&tbm. Di akses pada 25/07/2019

Joko Winarno (2013), Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Padat Dengan Sistem Aliran Udara Paksa.

Muhammad Rais Rahmat, 2015 perancangan dan pembuatan tungku heat treatment. <http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>

Riswan Djambiar, Sagino, Dedy Haryanto, Joko Prasetio Witoko (2013), Desain Pemanas Bagian Uji *Heating-02*.

Suripto & F. Edwin. 2008. Pengembangan bahan mentah lokal untuk industri refraktori. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*. 17(1), 12-16.

Fahmizal, 2010. Cara Kerja Sensor SHT1. <http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/cara-kerja-sensor-sht1/>. (Diakses pada 20/09/2015)

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembuatan Tungku Heat Treatment

Nama : Muhammad Habibi Pulungan
NPM : 1507230306

Dosen Pembimbing 1 : Khairul umurani, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : M. Yani S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Selasa 26-03-2019	Pemberian tugas	te
	Kamis 11-04-2019	Perbincangan pendahuluan	te
	Senin 12-05-2019	Perbincangan tugas pustaka.	te
	Rabu 31-07-2019	Perbincangan Metode	te
	Sabtu 24-08-2019	Lanjut ke pembimbing 2	te
	Selasa 27-08-2019	Perbincangan Bab 1, 2, 3 & 4	my
	Senin 02-09-2019	Lengkap semuanya	my
	Kamis 05-09-2019	Dee, gumi nar	my



UMSU

Bel Cerdas Terpercaya

Surat ini agar dibelakan
tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 539/11.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 8 April 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD HABIBI PULUNGAN
Npm : 1507230306
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : V111 (Delapan)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN TUNGKU HEAT TREATMEN

Pembimbing 1 : KHAIRUL UMURANI ST.MT
Pembimbing 11 : M.YANI ST .MT

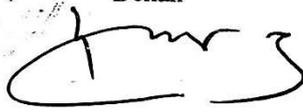
demikian diizinkan untuk menulis Tugas Akhir dengan Ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Tehnik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 03 sakban 1440 H
08 April 2019 M

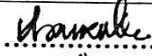
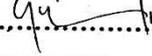
Dekan


Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

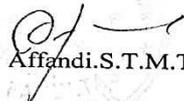
Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Habibi Pulungan
 NPM : 1507230306
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Tungku Heat Treatment.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II	: M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembanding – I	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S,T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230182	RIZKI FADUWAH	
2	1507230123	BAYU ANGGARA	
3	1507230137	FAHKRUL ROZI	
4	1507230194	YOGA PRADANA	
5	1507230176	AJI MAULANA	
6	1507230014	JERRY RAMADANI SAPUTRA	
7	1507230001	MIFU SYAHIDAMA AMIN	
8	1507230179	FIKA RONAL FERRIAN	
9	1507230193	MUHAMMAD SYARIZAL	
10	1507230130	YUSUF FADILVAH	

Medan, 14 Muharram 1440 H
14 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Habibi Pulungan
NPM : 1507230306
Judul T.Akhir : Pembuatan Tungku Heat Treatment.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar,S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

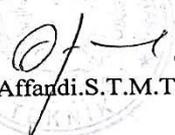
.....*tidak perlu mengikuti tugas Akhir*.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

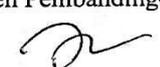
.....
.....
.....

Medan 14 Muharram 1440H
14 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I


Bekti Suroso.S.T.M.Eng

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Habibi Pulungan
NPM : 1607230306
Judul T.Akhir : Pembuatan Tungku Heat Treatment.

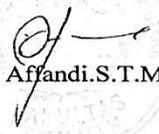
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : M. Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar,S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *lihat buku tugas akhir*
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 14 Muharram 1440H
14 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T



Dosen Pembanding- II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Gambar Bor Duduk



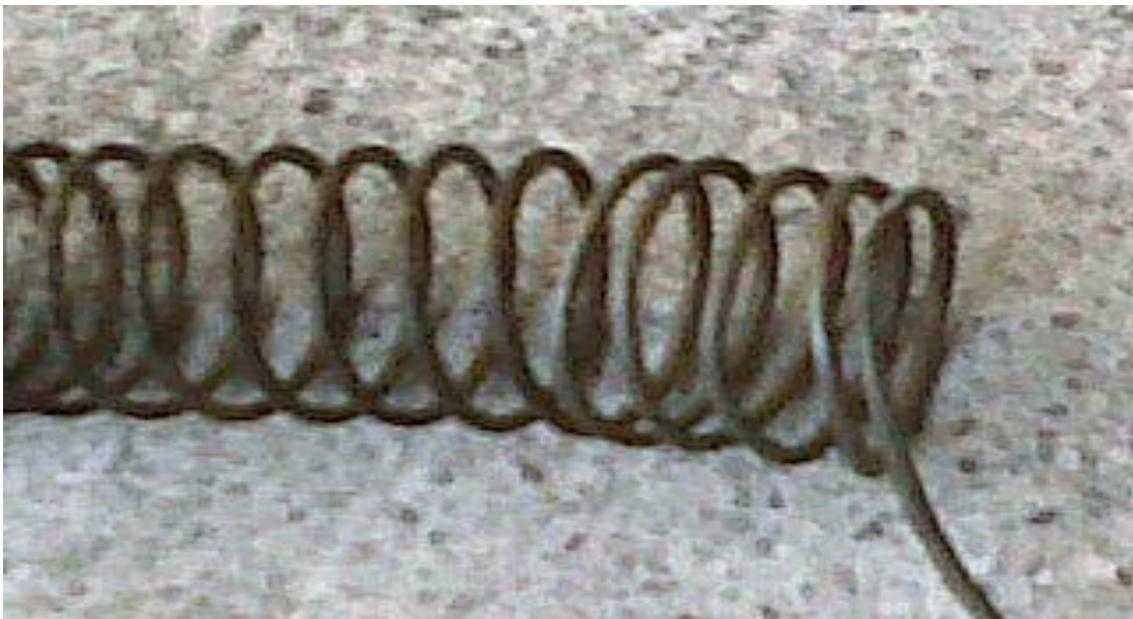
Gambar Batu tahan api sk34



Gambar Baut piser



Gambar Kawat kantal



Gambar Thermocouple



Gambar Mcb ampere



Gambar Kabel tahan panas



Gambar Sekon



Gambar Keramik Fiber



Gambar Hasil Tungku Heat treatment



Gambar Pengujian Kawat kantal pada batu sk 34



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Habibi Pulungan
NPM : 1507230306
Tempat / Tanggal lahir : Pastap, 24 mei 1995
Jenis Kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Anak : Ke tujuh dari delapan bersaudara
Status : Belum Kawin
Alamat
 Kel /Desa : Pastap
 Kecamatan : Tambangan
 Kabupaten : Mandailing Natal
 Provinsi : Sumatera Utara
No hp / WA : 0821 6698 4152
E-mail : habibip.95psp@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : H.muksin
 Ibu : Alm.Hj.latifah hannum rangkuti

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SD Negeri 1 Kotanopan
2007 - 2010 : SMP Negeri 1 Kotanopan
2010 – 2013 : SMA Negeri 1 Kotanopan
2015 – 2019 : Mengikuti pendidikan S1 Program studi teknik mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara.