

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN TUNGKU *RE-HEATING PORTABLE***

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Jenjang strata  
Satu (S-1) di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat



**Disusun Oleh:**

**RANGGI EFNAL PUTRA**  
**18.10.002.21201.054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**2022**

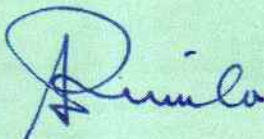
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**PERANCANGAN TUNGKU RE-HEATING PORTABLE**

**Oleh:**

**Ranggi Efnal Putra**  
**181000221201054**

**Disetujui Oleh:**

**Dosen Pembimbing I,**



**Armila, S.T., M.T.**  
**NIDN. 1008017404**

**Dosen Pembimbing II,**



**Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., PH.D.**  
**NIDN. 1023069103**

**Dekan Fakultas Teknik**  
**UM Sumatera Barat.**



  
**Masril, S.T., M.T.**  
**NIDN. 1005057407**

**Ketua Program Studi**  
**Teknik Mesin**

  
**Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., PH.D.**  
**NIDN. 1023069103**

**LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI**

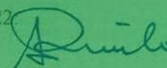
Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 31 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

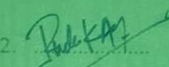
Bukittinggi, 31 Agustus 2022  
Mahasiswa,

Ranggi Efnal Putra  
181000221201054


Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 31 Agustus 2022

1. Armila, S.T., M.T.
2. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.
3. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
4. Riza Muharani, S.T., M.T.

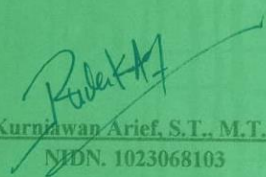
1. 

2. 

3. 

4. 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin,

  
Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 1023068103

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ranggi Efnal Putra  
Tempat,Tanggal Lahir : Surantih, 17 Oktober 1999  
NIM : 181000221201054  
Judul Skripsi : Perancangan Tungku Re-heating Portable

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dari pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022

pernyataan,  
  
METERAI  
TEMPEL  
10000  
DBA7BAJX846684438

**Ranggi Efnal Putra**

181000221201054



## ABSTRAK

Tungku *Re-heating* adalah tungku yang dipakai sebagai pemanas logam dalam proses forging. Tungku *Re-heating* merupakan salah satu kebutuhan laboratorium teknologi material untuk melaksanakan proses pratikum pembentukan logam dengan deformasi plastis sebagai media pemanas untuk proses *forging*.

Pembuatan tungku *Re-heating* ini untuk membuat perkakas dengan menggunakan logam karbon menengah dengan target *temperature* 800°C. Proses pembuatan tungku menggunakan bahan beton jenis K300, baja tulangan 8mm agar tungku dapat kuat dan tahan lama. Pembuatan tungku berhasil mencapai suhu 302,8°C dalam waktu 10 detik dengan menggunakan kecepatan udara 15,4 km/h, dan mencapai suhu 931,8°C dalam waktu 100 detik dengan menggunakan kecepatan udara 25,7 km/h. Tungku *Re-heating* ini dapat memanaskan baja karbon rendah-tinggi untuk proses forging.

**Kata kunci:** Tungku *Re-heating*, deformasi plastis, *forging*, beton jenis K300, *temperature*



## ABSTRACT

Re-heating furnace is a furnace that is used as a metal heater in the forging process. The reheating furnace is one of the material needs of the technology laboratory to carry out the practical process of metal forming with plastic deformation as a heating medium for the forging process. The manufacture of this reheating furnace is to make equipment using medium carbon metal with a target temperature of 800°C. The process of making the furnace uses K300 type concrete material, 8mm reinforcing steel so that the furnace can be strong and durable. The furnace manufacture has succeeded in reaching a temperature of 302.8°C in 10 seconds using an air speed of 15.4 km/hour, and reaching a temperature of 931.8°C in 100 seconds using an air speed of 25.7 km/hour. This reheating furnace can heat low-high carbon steel for forging process.

**Keywords: Re-heating furnace, plastic deformation, forging, K300 type concrete, temperature**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Alla SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UMSB).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan do,a dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat selesai tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Bapak Masril, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
2. Bapak Hariyadi, S.KOM., M.KOM., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
3. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin;
4. Ibu Armila, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
5. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., selaku selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi yang telah memberikan bimbingan kepada penulis
6. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
7. Orang tua, nenek, dan orang-orang baik yang telah memberikan dukungan moril, doa dan semangat.
8. Jihan Faradilla, orang baik yang telah memberikan semangat dan motivasi ketika saya dalam keadaan tidak baik dan telah menjadi tempat saya dalam berkeluh kesa.
9. Teman-teman himpunan Teknik mesin UMSB yang telah mengajarkan bagaimana menjadi orang yang percaya diri dalam menghadapi apapun.

10. Selanjutnya kepada rekan seperjuangan Teknik mesin angkatan18 yang selalu berjuang Bersama dari awal sampai akhir.

11. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa mungkin masih banyak terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Bukittinggi, 19 Agustus 2022

Ranggi Efnal Putra





## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI

HALAMAN PENYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR ..... i

DAFTAR ISI ..... ii

DAFTAR TABEL ..... vii

DAFTAR GAMBAR ..... viii

BAB I PENDAHULUAN ..... 1

1.1. Latar Belakang ..... 1

1.2. Maksud dan Tujuan ..... 2

1.2.1. Maksud ..... 2

1.2.2. Tujuan ..... 2

1.3. Batasan Masalah ..... 2

1.4. Sistematika Penulisan ..... 2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 4

2.1 Tungku Re-heating ..... 4

2.1.1. Material tungku ..... 5

1. Beton ..... 5

2. Beton K300 ..... 7

3. Rangka tungku ..... 7

2.2 Pembakaran ..... 8

2.3 Isolasi Panas ..... 8

2.4	Perpindahan Panas .....	8
2.4.1	Konduksi .....	9
2.4.2	Konveksi .....	10
2.4.3	Radiasi.....	11
2.5	Tempa .....	11
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>13</b>
3.1	Diagram Alir .....	13
3.2	Desain Alat .....	14
3.3	Alat dan Bahan .....	15
3.3.1	Alat .....	15
3.3.2	Bahan .....	16
3.4	Pembangunan Alat .....	18
3.4.1	Pembuatan cetakan .....	18
3.4.2	Pembuatan rangka .....	19
3.4.3	Pengelasan .....	19
3.4.4	Pengecoran .....	20
3.4.5	Pengeringan.....	20
3.4.6	Membuka cetakan .....	21
3.5	Pemasangan Mesin .....	21
3.6	Pengujian Alat .....	22
3.7	Pengambilan Data.....	22
3.7.1	Proses pengambilan data .....	22
 <b>BAB IV DATA DAN ANALISA .....</b>		<b>24</b>
4.1	Data .....	24
4.1.1	Simulasi kecepatan udara dalam tungku .....	26
4.1.2	Perbandinga model simulasi dari 3 kecepatan udara.....	29
4.1.3	Perbandingan tungku inovasi dengan tungku sebelumnya.....	29
4.2	Analisa .....	31

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>35</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil pengambilan data .....	24
Tabel 4.2. Perbandingan ukuran tungku .....	30



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram temperature vc posisi.....	9
Gambar 2.2.	Perpindahan panas a). konveksi paksa b). konveksi alamiah. ....	10
Gambar 3.1.	Diagram alur penelitian.....	13
Gambar 3.2.	Desain rancangan .....	14
Gambar 3.3.	a) Tang, b) Gerinda ptong, c) Gerinda tangan.....	15
Gambar 3.4.	a) Benang, b) Meteran, c) Stopwatch, d) Thermocouple, e) Anemometer .....	15
Gambar 3.5.	a) Mesin las, b) Skop semen, c) <i>Kompresor</i> .....	16
Gambar 3.6.	a) Semen, b) Kerikil, c) pasir .....	16
Gambar 3.7.	a) Kawat, b) Pipa, c) Baja tulangan 8mm, d) Paku, e) Plywood .....	17
Gambar 3.8.	Batu bara .....	17
Gambar 3.9.	Proses pembuatan cetakan.....	18
Gambar 3.10.	Proses pembuatan rangka .....	19
Gambar 3.11.	Proses pengelasan.....	19
Gambar 3.12.	Proses pengecoran .....	20
Gambar 3.13.	Proses pengeringan.....	20
Gambar 3.14.	Proses membuka cetakan .....	21
Gambar 3.15.	Pemasangan mesin .....	21
Gambar 3.16.	Proses pemasangan kompresor ke tungku.....	22



Gambar 3.17. Proses pembakaran batu bara .....	23
Gambar 3.18. Proses menghidupkan kompresor.....	23
Gambar 4.1 Grafik perbandingan <i>temperature</i> (T) dan waktu (s) dengan kecepatan udara (km/h). .....	25
Gambar 4.2 Simulasi kecepatan udara 15,4 km/h.....	26
Gambar 4.3 Simulasi kecepatan udara 20,3 km/h.....	27
Gambar 4.4 Simulasi kecepatan udara 25,7 km/h.....	28
Gambar 4.5 a) Pengujian 1, b) Pengujian 2, c) Pengujian 3 .....	28



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembelajaran mata kuliah teori dan praktik teknologi material merupakan mata kuliah kompetensi di Jurusan Teknik Mesin. Oleh karena itu, mahasiswa harus mengerti tentang teknologi material sesuai dengan kebutuhan industri dan mengadopsi dengan cepat perkembangan pengaplikasian ilmu teknologi material, termasuk pemanasan logam, peleburan logam, proses pembentukan logam. Kebutuhan labor teknologi material untuk melaksanakan pratikum proses pembentukan material dengan deformasi plastis yang membutuhkan tungku sebagai media pemanas untuk proses forging.

Tungku metalurgi salah satu kebutuhan labor teknologi material untuk melaksanakan pratikum proses pembentukan material dengan deformasi plastis media pemanas untuk proses forging[1]. Tungku awal sebelum dimodifikasi adalah panjang tungku 100cm, lebar 50cm, tinggi 50cm, dan diameter lubang output tungku 10cm. Presisi letak lubang output berada pada perbandingan lebar 50 : 50, dan pada perbandingan panjang 85 : 15 (Ongki Prima Widodo). Tungku yang telah dimodifikasi adalah panjang tungku 100cm, lebar 50cm, tinggi 50cm, dan diameter lubang output tungku 10cm. Presisi letak lubang output berada pada perbandingan lebar 50 : 50, dan pada perbandingan panjang 70 : 30 (Rama Febian). Tungku tersebut berat sehingga lebih sulit untuk di mobilisasikan, karena pada saat proses pengoperasian harus dilakukan diluar sedangkan menyimpan alatnya didalam ruangan.

Tujuan dibuatnya tungku yang lebih kecil supaya lebih mudah untuk dimobilisasikan. Tungku yang dibuat sekarang memiliki Panjang 50cm, lebar 40cm, tinggi 40cm, dan diameter lubang output 2,5cm. Presisi lubang output berada pada perbandingan 50 : 50, dan pada perbandingan 85 : 15. Tungku ini juga bisa dijadikan sebagai sarana belajar yang lain bagi mahasiswa untuk lebih memahami proses pembentukan logam menggunakan proses pemanasan.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

### 12.1 Maksud

Mempelajari bagaimana proses pembuatan tungku pemanas beserta perbandingan *temperature* dan waktu terhadap kecepatan udara untuk proses pemanasan logam.

### 12.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tungku *re-heating* adalah membuat tungku re-heating dengan ukuran yang lebih kecil sehingga lebih mudah di mobilisasikan dan mampu menghasilkan *temperature* yang dibutuhkan untuk memanaskan logam *carbon* menengah.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Perancangan tungku manual
2. Hanya untuk memproduksi logam karbon menengah
3. Temperatur yang harus dicapai adalah 800 °C

### 1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab III ini berisi mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam penelitian.

#### **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab IV ini berisi tentang data hasil penelitian dari pembuatan tungku pemanas manual.

## **BAB V PENUTUP**

Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan tugas akhir selanjutnya.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tungku *Re-heating*

Tungku *Re-heating* adalah suatu tungku yang digunakan untuk pengerjaan logam dengan memanaskan kemudian membentuknya dengan cara penempaan yaitu memukul-mukul, menekuk, menggiling dan sebagiannya sampai diperoleh bentuk yang diinginkan. Pemanasan dilakukan dengan membakarnya dalam bara api sampai logam berwarna kemerah-merahan.

Tungku pemanas digunakan sebagai alat untuk memanaskan suatu benda. Tungku ini menggunakan suhu yang tinggi sehingga energi panas dapat menyebar ke permukaan benda. Bahan bakar yang digunakan berupa batu bara. Adanya bahan bakar yang langsung terhubung dengan alat ini, menyebabkan energi panas yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan oven laboratorium. Selain itu, penggunaan digunakan di laboratorium, industri, atau tempat lainnya.

Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya *rolling*/penggulungan, penempaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas). Tungku *re-heating* adalah pemanas untuk *forging* yang di buat khusus sebagai alat untuk pemanas logam, tungku *re heating* ini tersusun dari batu yang telah diatur untuk memanaskan logam, alat ini terlindungi dan panas dapat diarahkan. Namun kebanyakan tungku dibuat sedemikian rupa sehingga api atau panas yang terbentuk tidak terlalu membahayakan pengguna, Tungku memiliki ragam dan jenis yang berbeda – beda, sehingga pemilihan material dan energi yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap kinerja tungku. Namun, kebanyakan tungku dibuat sedemikian rupa sehingga api atau panas yang terbentuk tidak terlalu membahayakan pengguna, Tungku memiliki ragam dan jenis yang berbeda – beda, sehingga pemilihan material dan energi yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap kinerja tungku[2]. Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memanaskan bahan dalam proses perlakuan panas (*heat Treatmet*) [3].



## 2.1.1 Material Tungku

### 1 Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan kataristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan.

Secara Sederhana Beton dibentuk oleh pengkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil). Kadangkadang ditambahkan campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambah tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), macam-macam beton sebagai berikut:

- 1) Beton normal Merupakan beton yang cukup berat, dengan Berat Volume 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan nilai kuat tekan 15 – 40 MPa dan dapat menghantar panas.
- 2) Beton ringan Merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>. Nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton biasa dan kurang baik dalam menghantarkan panas.
- 3) Beton massa Beton massa adalah beton yang dituang dalam volume besar yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya dianggap beton massa jika dimensinya lebih dari 60 cm.
- 4) Fero semen Adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan memberikan kepada mortar semen suatu tulangan yang berupa anyaman. Fero semen dapat diartikan beton bertulang.
- 5) Beton serat Adalah beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa serat asbes, serat tumbuh-

tumbuhan (rami, bamboo, ijuk), serat *plastic (polypropylene)* atau potongan kawat logam.

- 6) Beton non pasir Adalah suatu bentuk sederhana dan jenis beton ringan yang diperoleh menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatannya. Rongga dalam beton mencapai 20-25 %. g) Beton siklop Beton ini sama dengan beton biasa, bedanya digunakan agregat dengan ukuran besar-besar. Ukurannya bisa mencapai 20 cm. Namun, proporsi agregat yang lebih besar tidak boleh lebih dari 20 %.
- 7) Beton hampa (*Vacuum Concrete*) Beton ini dibuat seperti beton biasa, namun setelah tercetak padat kemudian air sisa reaksi disedot dengan cara khusus, disebut cara vakum (*vacuum method*). Dengan demikian air yang tinggal hanyalah air yang dipakai sebagai reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.
- 8) Mortar Mortar sering disebut juga mortel atau spesi ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, kapur dan PC.

Kelebihan dan kekurangan beton menurut mulyono, kelebihan dan kelemahan beton adalah sebagai berikut:

### **1. Kelebihan**

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- 2) Mampu memikul beban yang berat.
- 3) Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- 4) Biaya pemeliharaan yang kecil.

### **2. Kekurangan**

- 1) Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- 2) Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- 3) Berat.
- 4) Daya pantul suara besar.

## 2 Beton K300

Beton K300 adalah jenis beton yang dapat menahan beban seberat 300 kg/cm<sup>2</sup> setelah beton kering dan berumur satu bulan/28 hari dari waktu setelah selesai pengecoran. Untuk istilah K atau karakteristik ini sebetulnya pada dunia Mix Design beton sudah tidak dipakai lagi, yang sekarang sudah beralih pada SNI yang disebut dengan  $f_c'$ , perbedaan yang mencolok yaitu pada penggunaan benda uji beton. Penggunaan istilah K300, mengacu pada PBI 1971, sedang  $f_c' = 24$  MPa, mengacu pada SNI 2847-2013. Rata-rata penggunaan mutu beton ini merupakan salah satu beton *readymix* yang sering dipakai pada proyek konstruksi untuk pembuatan bangunan dua lantai. Penggunaan jenis beton ini juga dapat dijadikan untuk pembuatan pagar panel dengan mutu K300.

## 3 Rangka Tunggu

### a) Baja tulangan 8mm

Baja tulangan adalah batang baja yang berbentuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan berstruktur untuk memperkuat dan membantu beton dibawah tekanan. Baja tulangan secara signifikan meningkatkan daya tarik struktur.

### b) Plywood

*Plywood* sering disebut dengan tripleks atau kayu lapis adalah sejenis papan pabrikan yang terdiri lapisan kayu (venir kayu) yang direkatkan bersama-sama. *Plywood* terbuat dari lembaran-lembaran tipis kayu yang arah seratnya disusun saling melintang. Penggunaan lem dan tekanan tertentu menyebabkan lapisan *plywood* atau multipleks memiliki ketebalan tertentu.

## 2.2 Pembakaran

Pembakaran merupakan suatu proses reaksi kimia antara suatu bahan bakar dengan oksigen, yang memerlukan panas sebagai media penyalannya. Pengertian pembakaran secara umum yaitu terjadinya oksidasi cepat dari bahan bakar disertai

dengan produksi panas dan cahaya. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi jika ada pasokan oksigen yang cukup. Dalam setiap bahan bakar, unsur yang mudah terbakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur [4]. Pembakaran sempurna terjadi ketika semua energi yang ada di batu bara terbakar seluruhnya dan kandungan karbon dan hydrogen terbakar secara keseluruhan tanpa terkecuali. Pembakaran sempurna terjadi ketika jumlah udara untuk pembakaran bernilai tepat dan juga terjadi mixing yang tepat antar udara dan bahan bakar. Tujuan dari pembakaran yang sempurna adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar.

### **2.3 Isolasi Panas**

Isolasi panas merupakan metode untuk mengurangi laju perpindahan panas dengan mengendalikan proses insulasi pada bahan material yang digunakan. Metode ini sangat cocok digunakan dalam aktivitas penyimpanan suatu produk agar bertahan lebih lama. Untuk mendapatkan temperatur ruang dalam kotak pendingin lebih efisien maka isolasi yang baik harus memiliki nilai konduktivitas yang rendah.

Laju perpindahan panas yang mengalir dalam suatu bahan tergantung pada nilai konduktivitas termal suatu bahan. Jika nilai konduktivitas termal suatu bahan semakin besar, maka akan semakin besar pula panas yang mengalir melalui benda tersebut. Dengan kata lain, bahan yang memiliki nilai  $k$  besar merupakan penghantar panas yang baik. Sedangkan bahan yang memiliki nilai  $k$  kecil maka bahan tersebut kurang bisa menghantarkan panas atau merupakan isolator.

### **2.4 Perpindahan Panas**

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi karena perbedaan *temperature* diantara benda atau material [5]. Perpindahan Panas merupakan bentuk laju panas dari energi ataupun jenis panas yang dapat berpindah karena adanya perbedaan suhu [6]. Dalam proses perpindahan panas, aliran panas sendiri dapat berlangsung dengan lebih dari satu cara perpindahan panas [7]. Persamaan fundamental didalam perpindahan panas merupakan persamaan kecepatan yang menghubungkan kecepatan perpindahan panas diantara

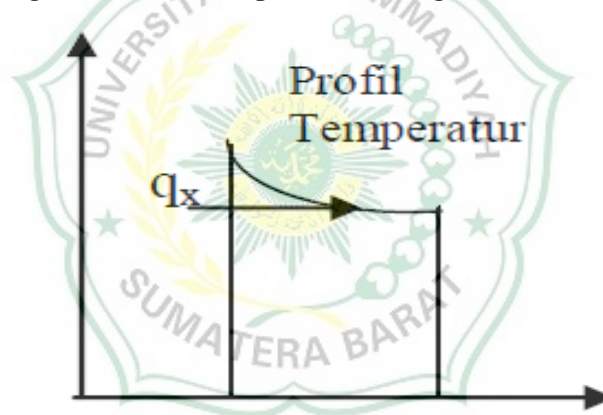
dua system dengan sifat termodinamika dalam *system* tersebut [8]. Gabungan persamaan kecepatan, kesetimbangan energi, dan persamaan keadaan termodinamis menghasilkan persamaan yang dapat memberikan distribusi *temperature* dan kecepatan perpindahan panas.

Mekanisme perpindahan panas dibagi menjadi tiga, yakni:

- a. Aliran panas konduksi
- b. Aliran panas konveksi
- c. Aliran panas radiasi

### 2.4.1 Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi biasanya terjadi pada zat padat. Suatu zat yang dapat menghantarkan panas disebut dengan konduktor, seperti bahan logam.



**Gambar.2.1** Diagram temperature vc posisi.

Persamaan dasar konduksi:

$$q = - k A \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan:

q = laju perpindahan panas, W

k = konduktivitas panas, W/moC

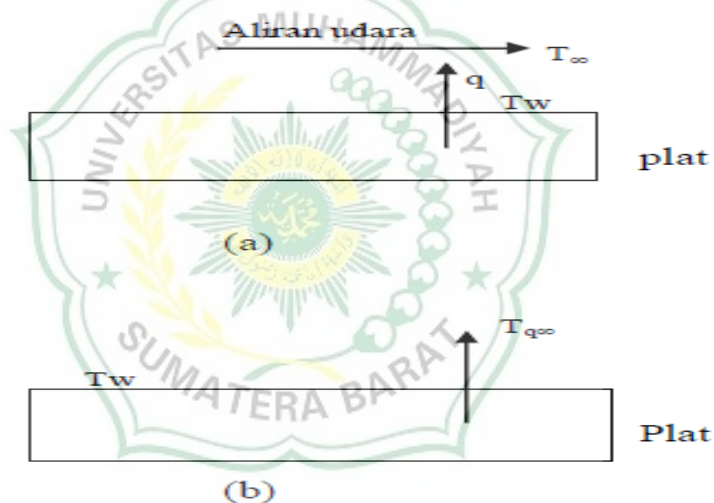
A = luas perpindahan panas, m<sup>2</sup>



## 2.4.2 Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas dari satu tempat ketempat lain karena adanya perpindahan fluida, proses perpindahan panas melalui proses perpindahan massa. Aliran fluida akan berlangsung sendiri akibat adanya perbedaan massa jenis karena adanya perbedaan temperature.

Konveksi panas pada aliran bebas disebut dengan konveksi bebas. Mekanisme fisis perpindahan panas konveksi berhubungan dengan proses konduksi. Konveksi pada aliran massa dapat juga diartikan dengan arus panas yang bergantung dengan aliran, luas penampang A, dan beda temperatur.



**Gambar.2.2** Perpindahan panas (a). konveksi paksa (b). konveksi alamiah.

Persaman dasar konveksi:

$$T_w > T_\infty$$

$$q = h \times A \times (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots(1.2)$$

Keterangan:

q = laju perpindahan panas. W

h = koefisien perpindahan panas, W/m<sup>2</sup>oC

A = Luas perpindahan panas, m<sup>2</sup>

T<sub>w</sub> = temperature dinding, oC

$T_{\infty}$  = temperatur sekeliling, oC

Apabila fluida tidak bergerak (atau tanpa sumber penggerak) maka perpindahan panas tetap ada karena adanya pergerakan fluida akibat perbedaan massa jenis fluida. Peristiwa ini disebut dengan konveksi alami (*natural convection*) atau konveksi bebas (*free convection*). Lawan dari konveksi ini adalah konveksi paksa (*Forced convection*) yang terjadi apabila fluida dengan sengaja dialirkan (dengan suatu penggerak) di atas plat. Atau adanya perpindahan panas karena adanya tenaga dari luar.

### 2.4.3 Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara (medium) tetapi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sebagai contoh, perpindahan panas dari matahari ke bumi. Besarnya laju perpindahan panas secara radiasi adalah :

$$q = e \sigma A T^4$$

Dimana :

q = laju perpindahan panas

e = emisivitas benda yang terkena radiasi ( $0 < e < 1$ )

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman =  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

$T^4$  = suhu ( $^{\circ}\text{K}$ )

### 2.5 Tempa

Tempa adalah proses pengerjaan logam menjadi suatu bentuk yang diinginkan dengan menggunakan palu atau penekan [9]. Proses penempaan tangan juga dikenal sebagai kerja yang digunakan untuk produksi skala kecil menggunakan palu pada pekerjaan yang dipanaskan. Ini adalah proses kontrol manual meskipun beberapa mesin seperti palu listrik dapat digunakan. Oleh karena itu, proses tempa merupakan proses pembentukkan suatu logam dengan cara penekanan logam ke dalam suatu cetakan sehingga terbentuk suatu produk [10]. Beberapa produk tempa yang dihasilkan oleh industri pandai besi seperti

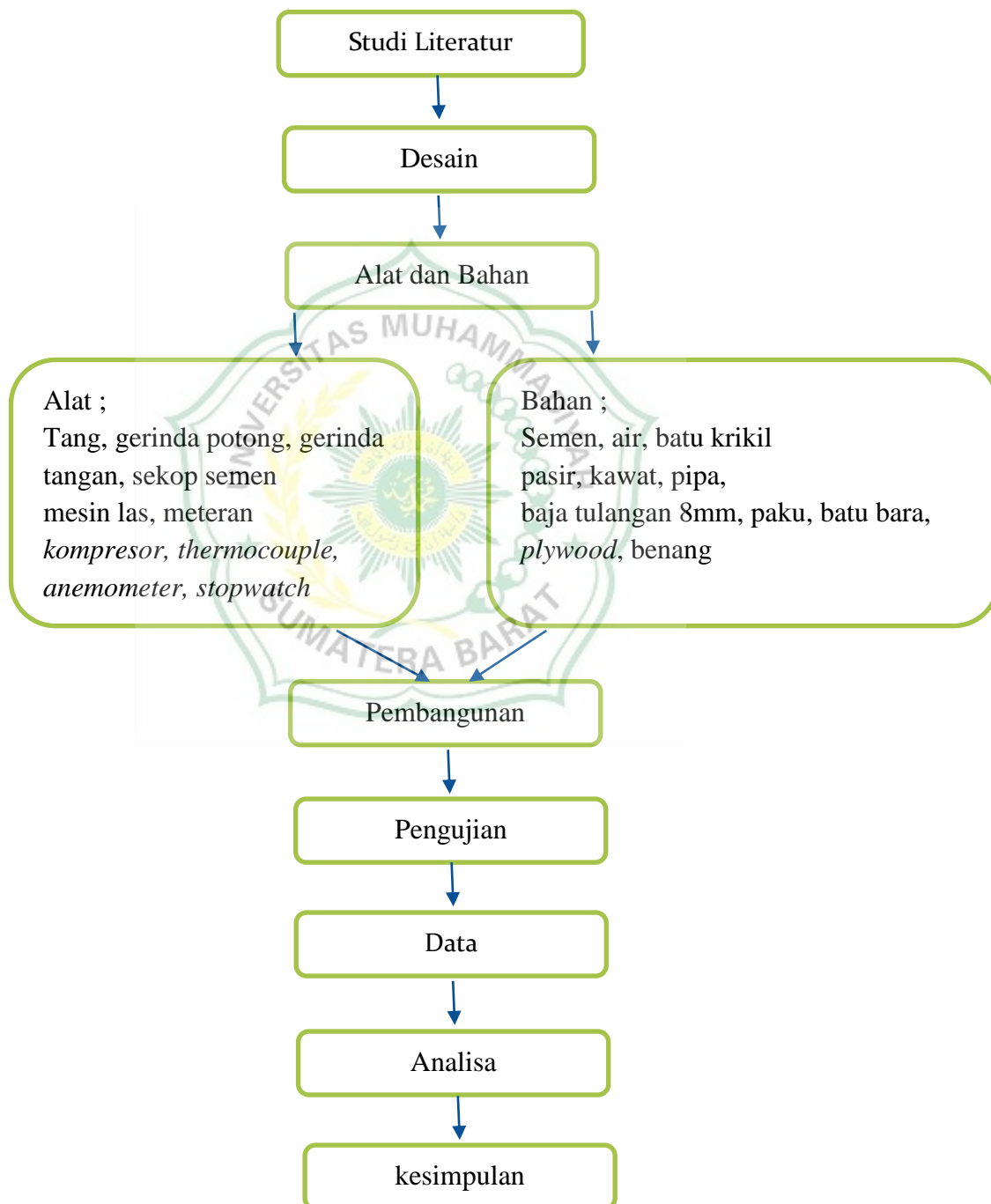
parang, pisau, cangkul, sabit, alat-alat kebutuhan rumah tangga, pertanian, maupun peralatan untuk hasil pertanian dan perkebunan [11].

Mesin tempa adalah suatu mesin yang digunakan untuk pengerjaan logam dengan memanaskan kemudian membentuknya dengan cara penempaan yaitu memukul-mukul, menekuk, menggiling dan sebagiannya sampai diperoleh bentuk yang diinginkan. Pemanasan dilakukan dengan membakarnya dalam bara api sampai logam berwarna kemerah-merahan. **Penempaan didefinisikan sebagai deformasi plastik logam pada suhu tinggi dengan ukuran atau bentuk yang ditentukan dengan menggunakan gaya tekan palu atau mesin press [12].**



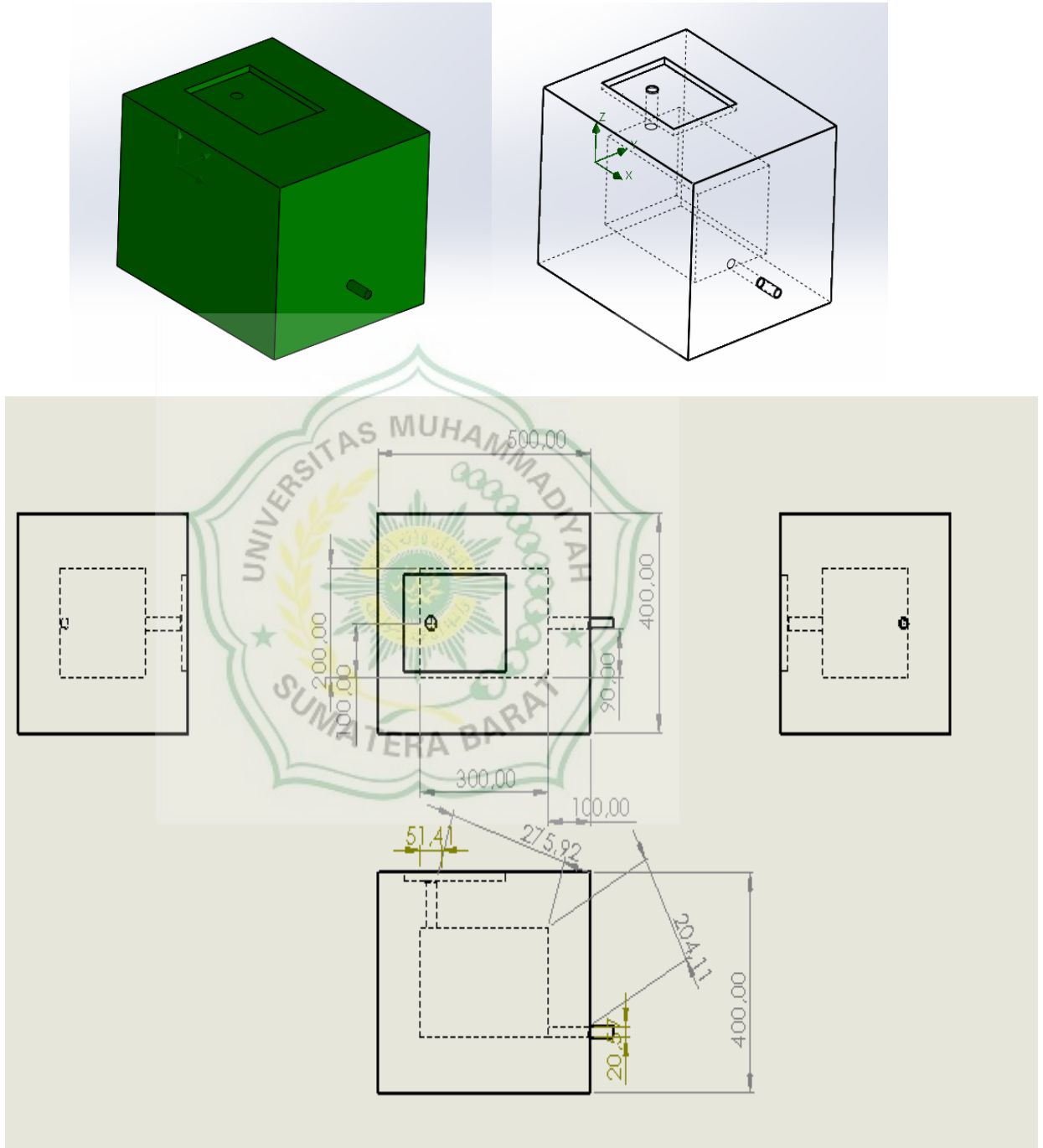
### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram alur penelitian

**3.2 Desain Alat**



**Gambar 3.2** Desain rancangan

### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

Alat yang akan di pergunakan untuk perancangan tungku pemanas pandai besi manual portable antara lain adalah:

##### A. Alat Potong



Gambar 3.3 (a) Tang, (b) Gerinda potong, (c) Gerinda tangan

##### B. Alat Ukur





**Gambar 3.4** (a) Benang, (b) Meteran, (c) *Stopwatch*, (d) *Termocouple*,  
(e) *Anemometer*

C. Alat Bantu



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.5** (a) Mesin las, (b) Skop semen, (c) *Kompresor*

**3.3.2 Bahan**

Adapun bahan-bahan yang di pakai untuk pembuatan tungku pemanas pandai besi manual portable sebagai berikut

A. Bahan Cor



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.6** (a) Semen, (b) Kerikil, (c) Pasir

B. Bahan Rangka



(a)

(b)

(c)



(d)

(e)

**Gambar 3.7** (a) Kawat, (b) Pipa, (c) Baja tulangan 8mm, (d) Paku,  
(e) Plywood

C. Bahan Bakar



**Gambar 3.8** Batu bara

### 3.4 Pembangunan Alat

Pembangunan alat adalah menyatukan seluruh komponen-komponen yang sudah disiapkan dan diukur sesuai perhitungan hingga menjadi satu-kesatuan alat yang siap untuk dioperasikan.

1. Pengukuran material.
2. Pemotongan material.
3. Pengelasan material.
4. Pengecoran tungku.
5. Pemasangan komponen-komponen alat.

#### 3.4.1 Pembuatan Cetakan

Sebelum pembuatan mal dilakukan, maka di lakukan dahulu pemotongan kayu dan triplek yang telah di desain sesuai ukuran yang telah ditentukan.



**Gambar 3.9** Proses pembuatan cetakan



### 3.4.2 Pembuatan Rangka

Setelah dilakukan pemotongan selanjutnya di lakukan proses perangkaian menggunakan kawat besi.



**Gambar 3. 10** Proses pembuatan rangka

### 3.4.3 Pengelasan

Pengelasan dilakukan pada rangkaian rangka yang telah dirangkai sebelumnya.



**Gambar 3.11** Proses pengelasan

#### 3.4.4 Pengecoran

Proses pengecoran dilakukan dengan mencampurkan semen, pasir dan air. Komponen tersebut harus di aduk dengan rata supaya tidak terjadi penggumpalan dan apabila komponen tidak tercampur rata maka akan sangat berpengaruh pada ketahanan tungkunya.



Gambar 3. 12 Proses pengecoran

#### 3.4.5 Pengeringan

Setelah proses pengecoran selesai selanjutnya proses pengeringan tungku, pengeringan bertujuan agar pengecoran bisa kering sebelum digunakan dan bisa lanjut pada proses pengujian.



Gambar 3.13 Proses pengeringan

### 3.4.6 Membuka Cetakan

Setelah semua proses selesai dilakukan selanjutnya akan di buka supaya kita dapat melihat hasil dari pengecoran sebelumnya.



Gambar 3.14 Proses membuka cetakan

### 3.5 Pemasangan Mesin

Melakukan pemasangan mesin mulai dari tungku, setelah itu memasang alat ke kompresor.



Gambar 3.15 Pemasangan mesin



### 3.6 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Pemasangan kompresor bertujuan sebagai sumber penghasil udara yang akan menekan pembakaran batu bara.
2. Pembakaran batu bara menggunakan minyak tanah dan pastikan batu bara sudah terbakar dan memerah.
3. Hidupkan kompresor dengan kecepatan berbeda disetiap pengujian sehingga kompresor mengalirkan udara ke tungku
4. Pengambilan data pada tungku *re-heating* dengan temperatur yang didapat.

### 3.7 Pengambilan Data

Pada pegujian ini dilakukan pengambilan data terhadap tungku *re-heating* yang telah dibuat dengan menghitung temperatur yang dihasilkan dalam waktu 100 detik dengan tekanan udara yang berbeda dalam tiga kali pengujian. Proses pengambilan data ini menggunakan anemometer sebagai penghitung kecepatan udara dan *thermocouple* dalam menghitung temperatur. dibawah ini adalah data yang diambil dalam pengujian. Pengambilan data dilakukan secara berurutan dari suhu rendah ke suhu tinggi.

#### 3.7.1 Proses Pengambilan Data

1. Pemasangan kompresor ke tungku bertujuan sebagai penghasil udara.



**Gambar 3.16** Proses pemasangan kompresor ke tungku

2. Pembakaran batu bara menggunakan minyak tanah, pastikan batu bara sudah terbakar dan memerah sebelum di analisa datanya. Banyak batu bara yang digunakan 1kg.



**Gambar 3.17** Proses pembakaran batu bara

3. Menghidupkan mesin dengan kecepatan yang berbeda di setiap pengujian untuk mendapatkan *temperature* yang diinginkan.



**Gambar 3.18** Proses menghidupkan kompresor

## BAB IV DATA dan ANALISA

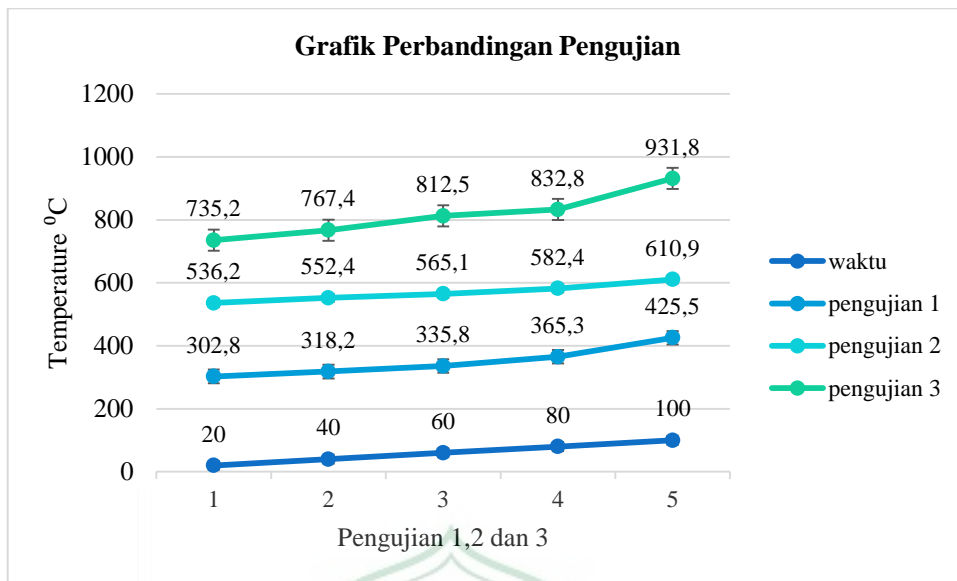
### 4.1 Data

Berdasarkan dari hasil pengujian tungku dengan 3 kali pengujian dengan menggunakan waktu yang berbeda dan kecepatan udara yang berbeda, maka hasil dari pengujian dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 4.1** Hasil pengambilan data

No	Waktu s	Pengujian 1 $v=15,4$ km/h	Pengujian 2 $v=20,3$ km/h	Pengujian 3 $v=25,7$ km/h
1	20	302,8°C	536,2°C	735,2°C
2	40	318,2°C	552,4°C	767,4°C
3	60	335,8°C	565,1°C	812,5°C
4	80	365,3°C	582,4°C	832,8°C
5	100	425,5°C	610,9°C	931,8°C

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengujian maka dapat dibentuk gambar grafik dibawah ini:

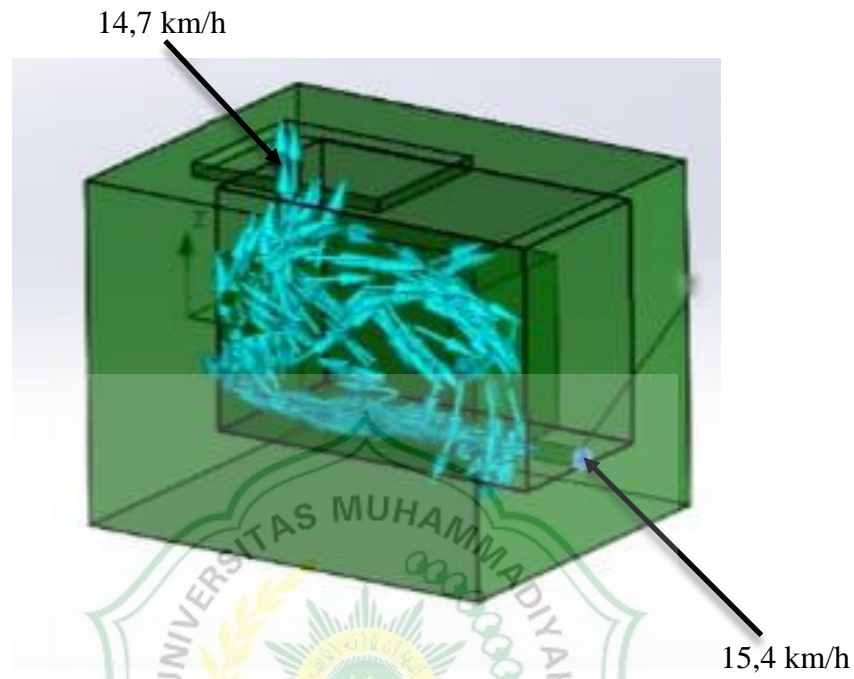


**Gambar 4.1** Grafik perbandingan *temperature* (T) dan waktu (s) dengan kecepatan udara (km/h).

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dengan 3 kali pengujian dengan waktu 20, 40, 60, 80, 100 dan kecepatan udara 15,4 km/h, 20,3 km/h, 25,7 km/h. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan dan semakin tinggi pula kecepatan udara yang diberikan maka *temperature* yang dihasilkan juga akan meningkat.

#### 4.1.1 Simulasi Kecepatan Udara Dalam Tungku

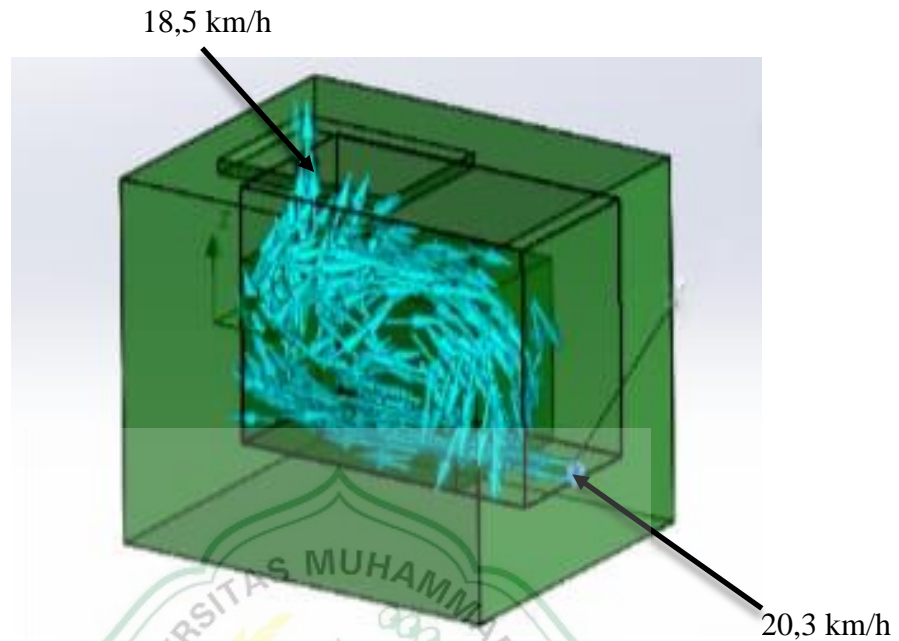
1. Simulasi pada pengujian 1 dengan menggunakan kecepatan udara 15,4km/h.



**Gambar 4.2** Simulasi kecepatan udara 15,4 km/h

Berdasarkan pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa kecepatan udara yang masuk adalah 15,4 km/h dan kecepatan udara yang keluar adalah 14,7km/h. Pada gambar dapat dilihat bagaimana putaran udara yang berada di dalam tungku, kecepatan udara yang masuk akan berkurang saat udara keluar.

2. Simulasi pada pengujian 2 dengan menggunakan kecepatan udara 20,3km/h

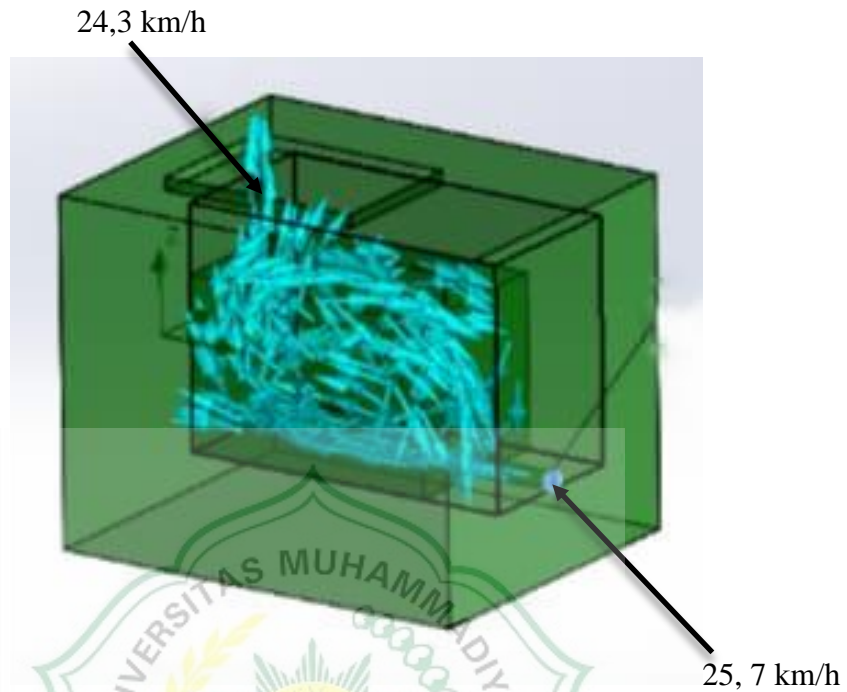


**Gambar 4.3** Simulasi kecepatan udara 20,3 km/h

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kecepatan udara yang masuk adalah 20,3 km/h dan kecepatan udara yang keluar adalah 18,5 km/h. Pada gambar dapat dilihat bagaimana putaran udara yang berada di dalam tungku, kecepatan udara yang masuk akan berkurang saat udara keluar.



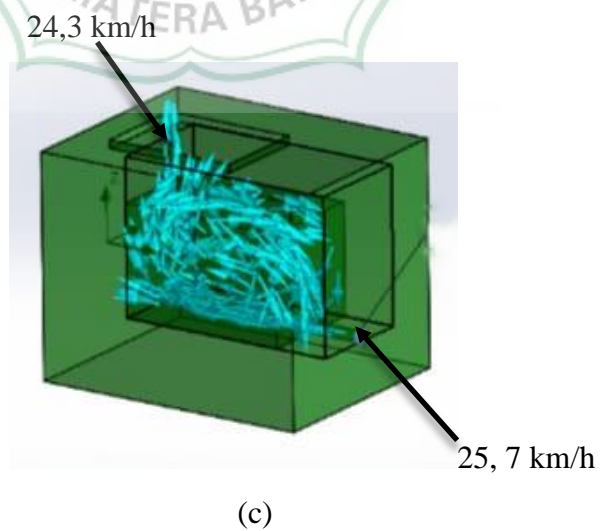
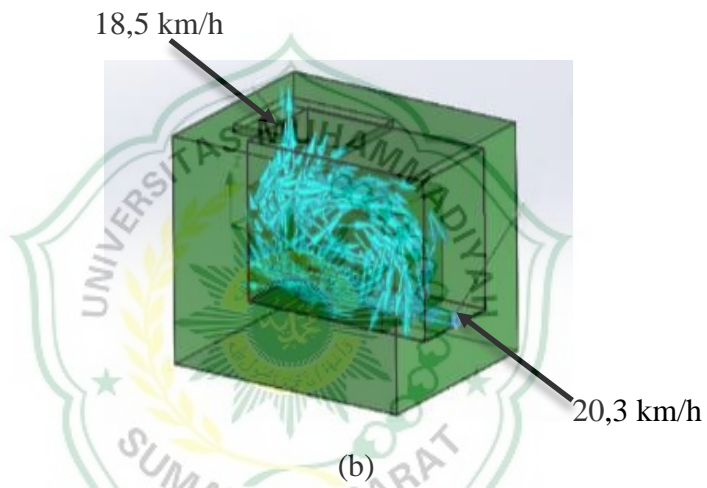
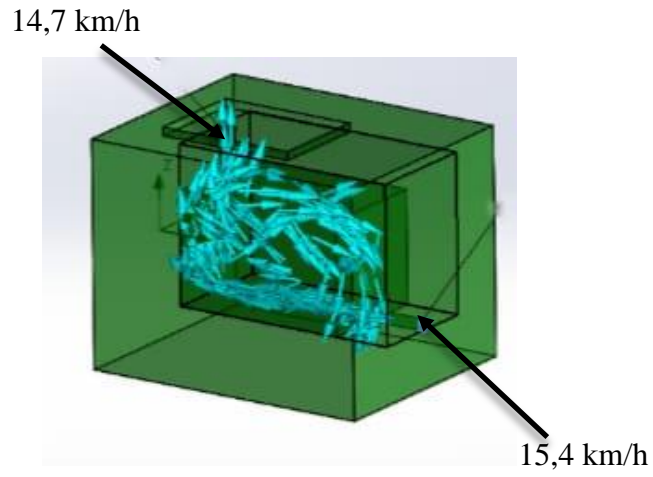
3. Simulasi pada pengujian 2 dengan menggunakan kecepatan udara 25,7km/h



**Gambar 4.4** Simulasi kecepatan udara 25,7 km/h

Berdasarkan gambar simulasi dapat dilihat bahwa kecepatan udara yang masuk adalah 25,7 km/h dan kecepatan udara yang keluar adalah 24,3 km/h. Pada gambar dapat dilihat bagaimana putaran udara yang berada di dalam tungku, kecepatan udara yang masuk akan berkurang saat udara keluar.

#### 4.1.2 Perbandingan Model Simulasi dari 3 Kecepatan Udara



**Gambar 4.5** (a) Pengujian 1, (b) Pengujian 2, (c) Pengujian 3

### 4.1.3 Perbandingan Tungku Inovasi Dengan Tungku Sebelumnya

Setelah dilakukan pengambilan data maka didapat perbandingan antara tungku ini dengan tungku yang pernah dibuat sebelumnya. Berikut beberapa perbandingan dari tungku:

**Tabel 4.2** perbandingan ukuran tungku

Ukuran tungku	Ongki Prima Widodo	Rama Febian	Ranggi Efnal Putra
Panjang	100 cm	100 cm	50 cm
Lebar	50 cm	50 cm	40 cm
Tinggi	50 cm	50 cm	40 cm
Diameter lubang	10 cm	5 cm	2,5 cm

1. Tungku dengan Panjang 100cm, lebar 50cm, tinggi 50cm, dan diameter lubang output 10cm. Presisi letak lubang output berada pada perbandingan lebar 50 : 50, dan pada perbandingan panjang 85 : 15 memperoleh *temperature* 1432°C dalam waktu 300 detik dengan kecepatan udara 23,2km/h.
2. Tungku dengan Panjang 100cm, lebar 50cm, tinggi 50cm, dan diameter lubang output 10cm. Presisi letak lubang output berada pada perbandingan lebar 50 : 50, dan pada perbandingan panjang 70 : 30 memperoleh *temperature* 1107°C dalam waktu 300 detik dengan kecepatan udara 38,6km/h.
3. Tungku dengan Panjang 50cm, lebar 40cm, tinggi 40cm, dan diameter lubang output 2,5cm. Presisi lubang output berada pada perbandingan 50 : 50, dan pada perbandingan 85 : 15 memperoleh *temperature* 931,8°C dalam waktu 100 detik dengan kecepatan udara 25,7km/h.

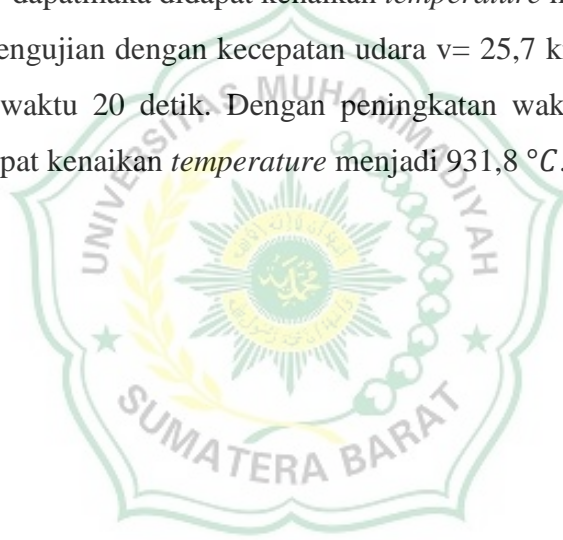
## 4.2 Analisa

Dari hasil pengujian tungku didapat hasil bahwa *temperature* yang dihasilkan selalu meningkat disetiapwaktunya dan *temperature* juga semakin besar ketika tekanan udara yang diberikan besar. Dengan demikian tungku bisa dipakai untuk mproses forging untuk baja karbon menengah. Berikut beberapa hasil Analisa dari pengambilan data:

Pada pengujian dengan kecepatan udara  $v = 15,4 \text{ km/h}$  menghasilkan  $T = 302,8 \text{ }^\circ\text{C}$  pada waktu 20 detik. Dengan peningkatan waktu 80 detik kemudian dapatmaka didapat kenaikan *temperature* menjadi  $425,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Dan dilanjutkan pengujian dengan kecepatan udara  $v = 20,3 \text{ km/h}$  menghasilkan  $T = 536,2 \text{ }^\circ\text{C}$  pada waktu 20 detik. Dengan peningkatan waktu 80 detik kemudian dapatmaka didapat kenaikan *temperature* menjadi  $610,9 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Kemudian pengujian dengan kecepatan udara  $v = 25,7 \text{ km/h}$  menghasilkan  $T = 735,2 \text{ }^\circ\text{C}$  pada waktu 20 detik. Dengan peningkatan waktu 80 detik kemudian dapatmaka didapat kenaikan *temperature* menjadi  $931,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .



## BAB V

### KESIMPULAN dan SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tungku *re-heating* yang telah dibuat dengan menghitung temperatur yang dihasilkan dalam waktu 100 detik dengan tekanan udara yang berbeda dalam tiga kali pengujian. Proses pengambilan data ini menggunakan anemometer sebagai penghitung kecepatan udara dan *thermocouple* dalam menghitung temperatur. Maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada tungku *re-heating* portable berhasil mencapai temperatur 931,8°C.
2. Ukuran tungku juga mempengaruhi suhu dan tekanan udara, semakin kecil tungku semakin maka kecepatan udara yang dihasilkan lebih besar.
3. Perbedaan pada ukuran dan posisi lubang output dapat mempengaruhi kecepatan udara dan temperature yang dihasilkan.

#### 5.2 Saran

Sebaiknya model tungku dapat lebih inovatif dan bisa dipakai tidak hanya untuk proses *forging* tetapi dapat dipakai juga untuk keperluan peleburan pengecoran logam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Umardhani and Z. Fuad, Muhammad, “Forging : Pengertian, Jenis dan Aplikasinya”.
- [2] A. Rachmat and M. Sulaeman, “Pembuatan tungku peleburan aluminium dengan pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai bahan bakar,” *J. Ensitac*, vol. 07, no. 01, pp. 491–499, 2020.
- [3] D. Purwanto and R. A. Nasa, “Perancangan Tungku Pemanas Dengan Menggunakan Kanthal a1,” *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 22, no. 1, pp. 13–21, 2021, doi: 10.23917/mesin.v22i1.12462.
- [4] M. A. Almu, S. Syahrul, and Y. A. Padang, “ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET CAMPURAN BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) DAN ABU SEKAM PADI,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 117–122, 2014, doi: 10.29303/d.v4i2.61.
- [5] D. P. Mangesa, B. V. Tarigan, W. Hasan, J. T. Mesin, and U. N. Cendana, “Pengaruh Posisi Jebakan Panas pada Tungku Terhadap Listrik yang Dihasilkan,” vol. 04, no. 02, 2017.
- [6] A. Hantaran, K. Konduksi, R. Dan, and C. L. Belakang, “ANALISIS HANTARAN KALOR KONDUKSI, KONVEKSI, RADIASI DAN PENGARUH KALOR TERHADAP BENDA,” pp. 1–7, 2021.
- [7] M. Dr. Drs. Jamaluddin P, *PERPINDAHAN PANAS*. Makassar, 2018.
- [8] F. Burlian and M. I. Khoirullah, “Pengaruh Variasi Ketebalan Isolator Terhadap Laju Kalor dan Penurunan Temperatur pada Permukaan Dinding Tungku Biomassa,” *Semin. Nas. Mesin dan Ind.*, no. November, pp. 208–214, 2014.
- [9] Armila, “Dentingan Palu Tempa Pengarajin Pandai Besi Sungai Puar Mulai Sunyi Armila,” *Teknosain*, vol. I, no. 2, pp. 149–156, 2018.
- [10] Mardjuki, “PROSES FORGING DENGAN VARIASI TEMPERATUR



PADA PADUAN ALUMINIUM SERI 308,0 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN,” vol. Vol-V Edis, pp. 509–518, 2009.

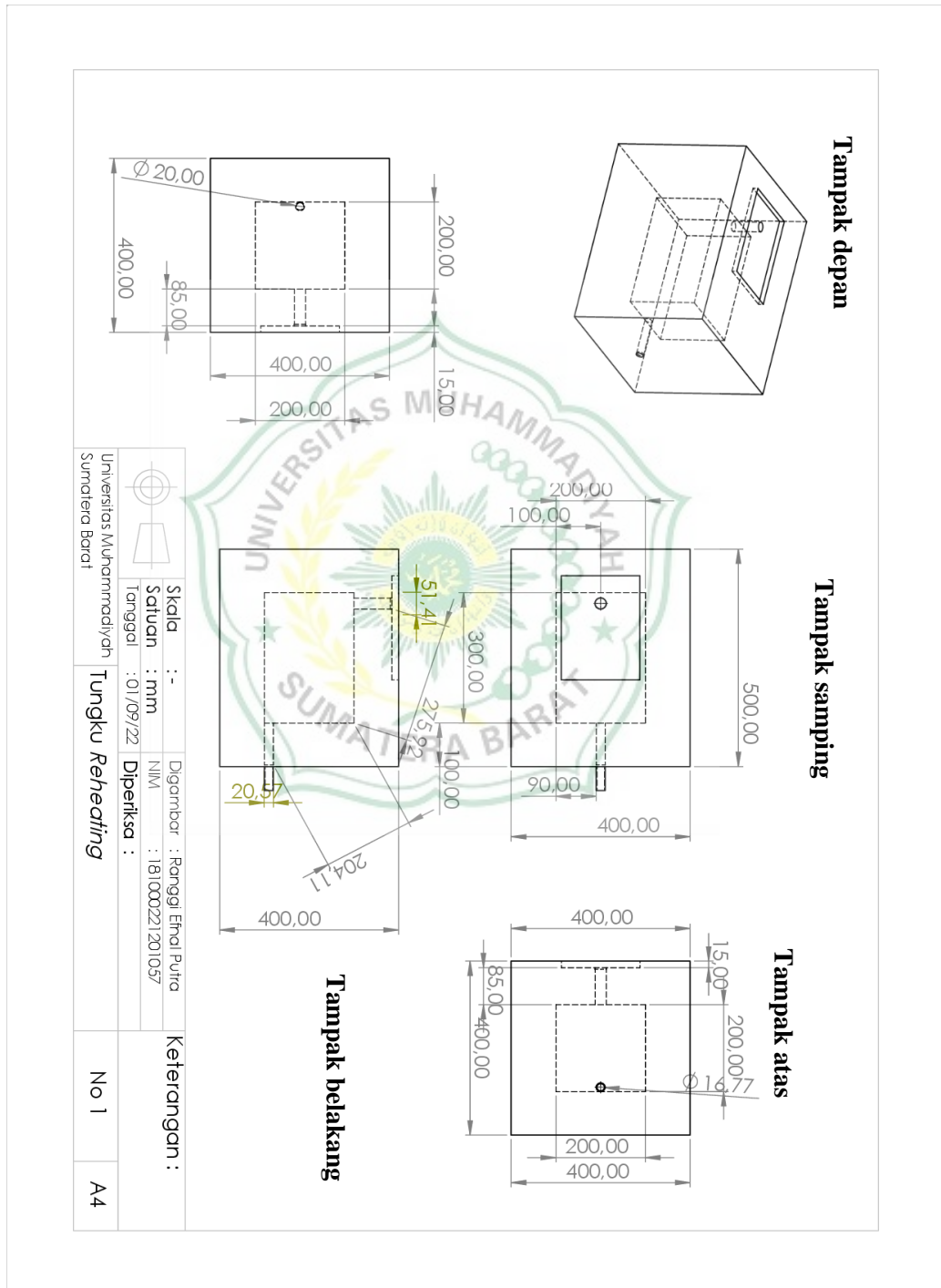
[11] A. Z. Adriansyah, Junaidi, “Rancang Bangun Mesin Tempa Sistem Spring Hammer Untuk Peningkatan Kualitas dan Produktivitas Logam Tempa Pada Industri Kecil Pandai Besi,” *POLI REKAYASA*, vol. Volume 8, pp. 1–5, 2013.

[12] D. A. Sufiyanto, “BAB II TINJAUAN PUSTAKA,” pp. 4–13, 2018.



# LAMPIRAN

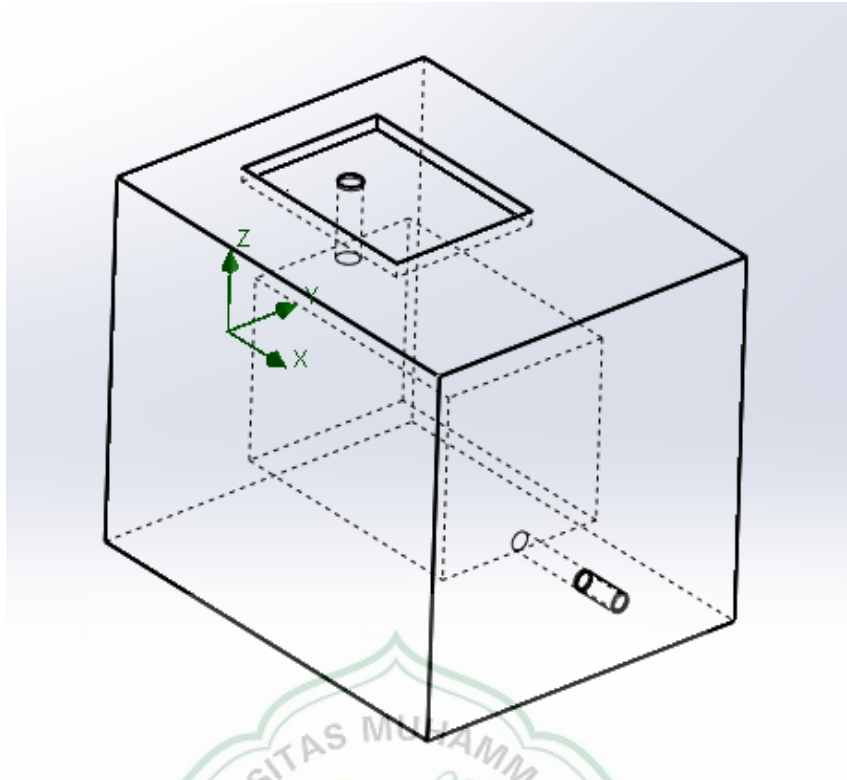
## Lampiran 1





Lampiran 2





LAMPIRAN 3















