

SKRIPSI

PERANCANGAN REAKTOR PEMBUATAN ARANG BATOK KELAPA UNTUK BAHAN BAKU BRIKET (TANPA ASAP)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata
Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat



Disusun Oleh:

ARIE LISWARDI

18.10.002.21201.045

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

2022

HALAMANAN PENGESAHAN

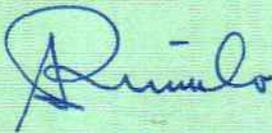
PERANCANGAN REAKTOR PEMBUATAN ARANG BATOK KELAPA
UNTUK BAHAN BAKU BRIKET (TANPA ASAP)

Disusun Oleh:

Arie Liswardi
181000221201012

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,



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

Dosen Pembimbing II,



Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
NIDN. 1009058002

Diketahui Oleh:

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. 1023068103

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.

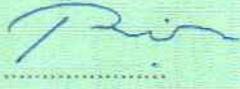
Bukittinggi, 31 Agustus 2022
Mahasiswa,



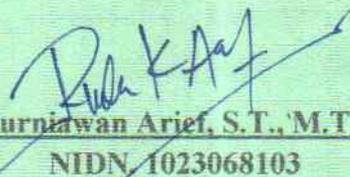
Arie Liswardi
181000221201012

Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 31 Agustus 2022:

1. Armila, S.T., M.T.
2. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
3. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.
4. Riza Muharni, 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 di bawah ini :

Nama : Arie Liswardi

Tempat dan tanggal lahir : Lubuak Basung, 09 Agustus 1999

NIM : 181000221201012

Judul Skripsi : Perancangan Reaktor Pembuatan Arang Batok Kelapa
Untuk Bahan Briket (Tanpa Asap)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli 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 dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam 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 Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 31 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan



Arie Liswardi
181000221201012

ABSTRAK

Sebelum tersedianya rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini, masyarakat khususnya pada kalangan industri pertanian kerkendala umumnya pada proses pembakaran dengan asapnya yang sangat banyak jadi pada rancancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini memiliki keuntungan dalam proses pembakarannya yang sedikit asap dengan ramah lingkungan. Proses pembuatan reaktor pembakaran menggunakan bahan-bahan yang anti panas seperti baja lembaran, pipa baja profil *bars*, drum besi 200 liter dan pipa baja profil kubus. Tujuan membuat reaktor ini bertujuan untuk pembakaran arang batok kelapa menjadi bahan baku briket, sehingga mempermudah para kalangan industri untuk pembakaran batok kelapa.

Kata Kunci: Reaktor Pembakaran, batok kelapa, arang



ABSTRACT

Prior to the availability of the reactor design for making coconut shell charcoal as raw material for briquettes, the community, especially in the agricultural industry, was generally constrained in the combustion process with a lot of smoke, so the reactor for making coconut shell charcoal for briquette raw material had the advantage of burning a little bit quickly and in a friendly manner. environment. The manufacturing process of the combustion reactor uses heat-resistant materials such as sheet steel, bar profile steel pipe, 200 liter iron drum and cube profile steel pipe. The purpose of making this reactor aims to burn coconut shell charcoal into raw material for briquettes, making it easier for industry circles to burn coconut shells.

Keywords: *Combustion Reactor, coconut shell, charcoal*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini 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 (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan 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. Orang tua, kakak, dan abang serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang,
2. Bapak Masril, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
3. Bapak Hariyadi, S.KOM., M.KOM. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
4. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., PH.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
5. Bapak Muchlisinalahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik,
6. Ibu Armila, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
7. Bapak Muchlisinalahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
8. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Penguji I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
9. Ibu Riza Muharni, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
10. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.

11. Ari, Ajis, Kuyak, Panjang (lutfhi), Da ron, Sandi, Sangiah (Adit), Amaik, Bang Bro, Iseng, Arip, Ibal teman seperjuangan yang selalu saling mensupport dan teman bergadang dalam proses pembuatan skripsi.
12. Selanjutnya kepada rekan seperjuangan teknik mesin angkatan 18 yang selalu berjuang bersama dari awal perkuliahan sampai akhir.

Semoga semua bantuan, bimbingan dan dorongan yang telah diberikan dengan ketulusan hati menjadi amal ibadah dan semoga mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa Teknik Mesin.



Bukittinggi, Agustus 2022

ARIE LISWARDI

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.2.1 Maksud.....	1
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	4

2.1	Proses Pembakaran.....	4
2.1.1	<i>Earth Pit Kiln</i>	4
2.1.2	<i>Drum Kiln</i>	4
2.1.3	<i>Brick Kiln</i>	4
2.2	Kinerja Reaktor	5
2.3	Termodinamika	6
2.3.1	Termodinamika Sistem Terbuka	6
2.3.2	Termodinamika Sistem Tertutup.....	7
2.3.3	Termodinamika sistem terisolasi.....	8
2.4	perpindahan Panas	8
2.4.1	Konduksi (aliran).....	9
2.4.2	Konveksi (hantaran)	9
2.4.3	Radiasi (pancaran).....	9
2.5	Material Reaktor.....	10
2.5.1	Material Tabung Reaktor.....	10
2.5.2	Pipa Pembakaran (baja profil kubus)	11
2.5.3	Pipa Asap Keluar (baja profil <i>bars</i>)	12
2.5.4	Kotak Pembakaran (baja lembaran)	12
2.5.5	Perapat (asbes).....	13
2.6	Sistem Penyambungan Dan Pasak	14
2.6.1	Proses Pengelasan.....	14
2.6.2	Pasak (baut)	15
2.7	Batok Kelapa	16
2.8	Arang Batok Kelapa.....	17

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN 18

3.1	Diagram Alir Perancangan.....	18
3.2	Desain	19
3.2.1	Desain Reaktor Pembakaran	19
3.2.2	Desain Reaktor Pembakaran 3D.....	20

3.3	Alat dan Bahan	21
3.3.1	Alat	21
3.3.2	Bahan	23
3.4	Perancangan alat.....	28
3.4.1	Proses Pembuatan Tabung Reaktor	28
3.4.2	Proses Pembuatn Tutup Reaktor	28
3.4.3	Proses Pembuatan Perapat.....	29
3.4.4	Proses Pembuatan Kotak Pembakaran	30
3.4.5	Pembuatan Saluran Pembakaran dan Saluran Asap Keluar	31
3.4.6	<i>Finising</i>	33
BAB IV DATA DAN ANALISA		34
4.1	Data	34
4.1.1	Data Dimensi Tabung Reaktor	34
4.1.2	Data Hasil Simulasi Pada Ruang Pembakaran	35
4.2	Analisa	37
4.2.1	Hasil Analisa Simulasi Kekuatan Struktur Ruang Pembakaran Tabung Reaktor <i>SolidWorks</i> 2018.....	37
4.2.2	Perbandingan Hasil Tegangan Menggunakan Animasi dan Rumus	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data hasil simulasi statis ruang pembakaran tabung reactor menggunakan <i>Solidwork</i> 2018.....	38
--	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tabung reaktor	11
Gambar 2.2	Baja profil (kubus)	11
Gambar 2.3	Pipa Baja Profil (<i>bars</i>).....	12
Gambar 2.4	Baja Lembaran	13
Gambar 2.5	Perapat.....	13
Gambar 2.6	Pengelasan	15
Gambar 2.7	Pasak (Baut 12mm).....	15
Gambar 2.8	Batok kelapa.....	16
Gambar 2.9	Arang tempurung kelapa.....	17
Gambar 3.1	Diagram alir.....	18
Gambar 3.2	Desain reaktor pembakaran.....	19
Gambar 3.3	Desain reaktor pembakaran 3D.....	20
Gambar 3.4	Mesin gerinda potong (a), mesin gerinda potong (b).....	21
Gambar 3.5	Meteran (a), timbangan (b).....	21
Gambar 3.6	Mesin las listrik (a), elektroda (b).....	22
Gambar 3.7	Mesin bor tangan.....	22
Gambar 3.9	Termometer (a), stopwatch (b), dan c palu	23
Gambar 3.10	Drum.....	24
Gambar 3.11	Pipa Baja Profil (<i>bars</i>).....	25
Gambar 3.12	Baja profil (kubus)	25
Gambar 3.13	Baja Lembaran	26
Gambar 3.14	Tempurung kelapa.....	26
Gambar 3.15	Asbes	27
Gambar 3.16	Tabung reactor.....	28
Gambar 3.17	Tutup reactor	29
Gambar 3.18	Perapat.....	30
Gambar 3.19	Kotak pembakaran.....	31
Gambar 3.23	Saluran pembakaran dan saluran buang.....	32

Gambar 3.24	Tabung reaktor pembakaran batok kelapa	33
Gambar 4.1	Dimensi tabung reactor	34
Gambar 4.2	Hasil <i>simulation stress von misses</i> pada massa 25 kg	35
Gambar 4.3	Hasil <i>simulation displacement</i> pada massa 25 kg	36
Gambar 4.4	Hasil <i>simulation factor of safety</i> pada massa 25 kg	37
Gambar 4.5	bagian-bagian yang akan dihitung dengan rumus	38
Gambar 4.6	Kotak Pembakaran	39
Gambar 4.7	saluran api keluar	42
Gambar 4.8	saluran pembakaran.....	43



DAFTAR NOTASI

σ = Nilai uji tegangan tarik material (N/mm²)

F = Beban (kg)

A = Luas penampang

p= Panjang sisi

hf = ketebalan baja lembaran

L = Lebar sisi

D = Diameter pipa

r = Jari-jari pipa

n = Massa (kg)



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Teknik

Lampiran 2 Rancangan Tabung Reaktor Pembakaran Batok Kelap



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk meningkatkan nilai tambah produksi kelapa, kita perlu melakukan pemanfaatan tempurung/batok kelapa untuk diolah menjadi arang [1]. Pengolahan tempurung/batok kelapa menjadi arang merupakan salah satu peluang usaha yang dapat dipertimbangkan. alasannya, arang tempurung kelapa mempunyai sangat banyak fungsi seperti sebagai bahan bakar, produk kecantikan, karbon aktif, briket, penyaringan air, dan berbagai macam lainnya. Rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini sangat dibutuhkan pada kalangan industri khususnya industri pertanian untuk mempermudah dalam pembuatan bahan baku briket khususnya pada pembakaran batok kelapa menjadi arang.

Sebelum tersedianya rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini masyarakat khususnya pada kalangan industri pertanian kerkendala umumnya pada proses pembakaran dengan asapnya yang sangat banyak jadi pada rancancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini memiliki keuntungan dalam proses pembakarannya yang sedikit asap dengan ramah lingkungan. Maka dari itu atas dasar tawaran dari pihak ke-3 dari kampus maka program studi mengarahkan penelitian mahasiswa untuk membuat **rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket** dalam rangka untuk meningkatkan kegiatan wirahusaha untuk mahasiswa/mahasiswi.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penulisan ini membahas tentang maksud dan tujuan dari rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket.

1.2.1 Maksud

Mempelajari proses perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket.

1.2.2 Tujuan

Membuat reaktor pembakaran arang batok kelapa yang dapat digunakan oleh pihak kampus untuk meningkatkan kegiatan wirausaha untuk mahasiswa.

1.3 Batasan Masalah

1. Penulisan membahas rancang reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket.
2. Rancangan alat ini berkapasitas untuk 25 kg batok kelapa.

1.4 Sistematika Penulisan.

Untuk mempermudah dalam pemahaman mengenai isi laporan tugas akhir, maka laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan hal hal yang akan menjadi latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulis, serta batas masalah.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini akan dibahas tentang dasar teori rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket, komponen komponen dalam rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket.

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang diagram aliran perancangan, alat dan bahan serta proses kerjanya.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Pada bab ini akan berisikan tentang proses pengambilan data, data yang diambil dan analisa data.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari apa yang telah dibahas lebih lanjut dalam penulisan tugas akhir.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Proses Pembakaran

Sistem pembakaran pada alat ini adalah sistem pembakaran dalam yang mana proses pembakaran dari alat ini ialah memakai bahan bakar minyak goreng dan kayu bakar sehingga api mengantarkan panas yang tinggi keruang pembakaran dan membakar semua batok kelapa yang berada di dalam drum pembakaran. Pembakaran batok kelapa ada beberapa metode-metode yang digunakan untuk proses karbonisasi arang[2].

2.1.1 *Earth Pit Kiln*

Pembuatan arang dengan metode ini merupakan cara yang paling sederhana, dimana bahan baku arang (kayu atau tempurung kelapa) diletakkan di dalam tanah yang terlebih dahulu telah digali sampai ketinggian rata dengan tanah kemudian di atasnya diberi daun-daun kering sebagai pemicu nyala api. Setelah api menyala hingga bagian paling bawah, pada bagian atas kemudian ditutup dengan tanah hingga semua bagian kayu tertutup[2]. Hal ini untuk mengurangi suplai oksigen yang masuk ke dalam ruang karbonisasi.

2.1.2 *Drum kiln*

Pembakaran ini menggunakan drum dari logam yang tahan panas (biasanya menggunakan drum oli) untuk mengkarbonisasi arang[2]. Metode inilah yang banyak digunakan saat ini untuk proses karbonisasi, karena biayanya yang relatif murah dan tidak terikat dengan lokasi (dapat dipindah-pindahkan).

2.1.3 *Brick kiln*

Proses karbonisasi arang metode ini menggunakan ruang pembakaran yang terbuat dari tanah liat atau batu bata yang dibuat sedemikian rupa membentuk ruang pembakaran kemudian bahan baku arang dimasukkan ke dalamnya dan dibakar[2]. Metode ini memiliki keuntungan panas pembakaran yang tinggi.

Proses pembakaran ini melalui dua buah pipa, baja profil yang berfungsi sebagai pengantar panas dan pipa baja profil sebagai pipa asap keluar dari dalam

ruang pembakaran. Proses pembakaran inilah inti dari alat pembuatan bahan baku briket kita bisa dapat melihat hasil pembakaran tempurungnya dan berapa kadar air yang terkandung dan berapa persen hasil pembakaran didalam ruang pembakaran.

2.2 Kinerja Reaktor

Pembuatan konstruksi tungku pembakaran termodifikasi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan atau komponen-komponen berkualitas yang terdiri dari cerobong asap, tempat pemasukan bahan dan lubang pengeluaran produk[3]. Unit-unit proses tungku pembakaran dirancang secara kompak, sehingga mulai dari proses persiapan peletakan pecahan tempurung kelapa, pembakaran, sampai produk akhir berlangsung dengan baik. Proses pengarangan dilakukan dengan membakar tempurung kelapa di dalam tungku pembakaran. Proses pengarangan ini dilakukan dengan proses pirolisis yaitu mengubah tempurung kelapa menjadi arang dengan pemanasan suhu tinggi dan suplai oksigen terbatas. Pada proses pirolisis ini unsur-unsur yang bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen akan hilang hingga menyisakan sebanyak mungkin unsur karbon.

Tungku pembakaran tempurung yang menghasilkan arang hasil konstruksi rancangan menunjukkan bahwa kondisi alat dari masing-masing komponen dapat beroperasi secara normal. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa volume arang tempurung yang dihasilkan bervariasi sesuai dengan jumlah bahan baku yang dibakar. Hal ini tentunya juga akan mempengaruhi nilai rendemen yang diperoleh, terlihat jelas bahwa semakin banyak bahan baku tempurung yang dibakar akan semakin meningkatkan rendemen arang tempurung. Hal ini tentu dipengaruhi oleh suhu pembakaran yang sama untuk tiap jumlah bahan baku yang dibakar sementara volume bahan baku dan lama pembakaran dilakukan dengan waktu yang berbeda-beda. Dikarenakan dalam proses pirolisis suhu pembakaran dan lama pembakaran merupakan faktor-faktor yang menentukan suatu proses pirolisis itu sendiri.

2.3 Termodinamika

Termodinamika didefinisikan sebagai bentuk energi yang dapat ditransfer melalui perbatasan dari suatu sistem pada temperatur tertentu ke dalam bentuk sistem yang lain pada temperatur tertentu yang lebih rendah akibat adanya perbedaan temperatur[4]. Hukum termodinamika pertama dan kedua dirumuskan pada abad ke-19 oleh para ilmuwan mengenai peningkatan efisiensi mesin uap. Bagaimanapun hukum ini merupakan dasar seperti hukum fisika lainnya. Mereka membatasi efisiensi amuba atau ikan paus seperti mereka membatasi efisiensi mobil atau tenaga nuklir tumbuhan.

Berdasarkan sifat batas sistem lingkungan dan perpindahan, kalor dan entropi antara sistem dengan lingkungan, system pada termodinamika terbagi menjadi 3 sebagai berikut:

2.3.1 Termodinamika Sistem Terbuka

Sistem terbuka adalah sistem yang mengakibatkan terjadinya pertukaran energi (panas dan kerja) dan benda (materi) dengan lingkungannya. Sistem terbuka ini meliputi peralatan yang melibatkan adanya aliran massa ke dalam atau ke luar sistem. Sistem terbuka juga disebut control volume karena pada sistem terbuka volume sistem tetap. Pada sistem terbuka berlaku perjanjian sebagai berikut:

1. Panas (Q) bernilai negatif jika keluar sistem dan bernilai positif jika masuk sistem[5].
2. Usaha (W) bernilai negatif jika keluar sistem dan bernilai positif jika masuk sistem[5].

Contoh termodinamika sistem terbuka antara lain sebagai berikut:

- a. Sistem pembakaran pada motor
- b. Turbin uap
- c. Pesawat jet
- d. Turbin gas

2.3.2 Termodinamika Sistem Tertutup

Sistem tertutup adalah sistem yang mengakibatkan terjadinya pertukaran energi (panas dan kerja) tetapi tidak terjadi pertukaran zat dengan lingkungan[5]. Sistem tertutup terdiri atas suatu jumlah massa yang tertentu dimana massa ini tidak dapat melintasi lapis batas sistem. Tetapi, energi baik dalam bentuk panas (heat) maupun usaha (work) dapat melintasi lapis batas sistem tersebut. Dalam sistem tertutup, meskipun massa tidak dapat berubah selama proses berlangsung, namun volume dapat saja berubah disebabkan adanya lapis batas yang dapat bergerak (moving boundary) pada salah satu bagian dari lapis batas sistem tersebut.

Suatu sistem dapat mengalami pertukaran panas atau kerja atau keduanya, biasanya dipertimbangkan sebagai sifat pembatasnya:

1. Pembatas adiabatik yaitu tidak memperbolehkan pertukaran panas.
2. Pembatas rigid yaitu tidak memperbolehkan pertukaran kerja.

Sistem tertutup juga memiliki dinding, yang dibedakan menjadi dinding adiabatik dan dinding diatermik:

- a. Dinding adiabatik merupakan dinding yang menyebabkan kedua zat akan mencapai suhu yang sama dalam waktu yang lama. Pada dinding adiabatik sempurna tidak ada pertukaran energi kalor antara kedua zat.
- b. Dinding diatermik merupakan dinding yang menyebabkan kedua zat akan mencapai suhu yang sama dalam waktu yang cepat.

Contoh termodinamika sistem terbuka antara lain sebagai berikut:

- 1) Green House yang didalamnya terjadi pertukaran kalor tetapi tidak terjadi pertukaran kerja dengan lingkungan.
- 2) Suatu balon udara yang dipanaskan, dimana masa udara didalam balon tetap, tetapi volumenya berubah, dan energi panas masuk kedalam masa udara didalam balon.

2.3.3 Termodinamika Sistem Terisolasi

Sistem yang mengakibatkan tidak terjadinya pertukaran panas, zat atau kerja dengan lingkungannya[5]. Dalam kenyataan, sebuah sistem tidak dapat terisolasi sepenuhnya dari lingkungan, karena pasti ada terjadi sedikit pencampuran, meskipun hanya penerimaan sedikit penarikan gravitasi. Dalam analisis sistem terisolasi, energi yang masuk ke sistem sama dengan energi yang keluar dari sistem.

Karakteristik yang menentukan sifat dari sistem disebut property (koordinat sistem/variabel keadaan sistem), seperti tekanan (p), temperatur (T), volume (v), masa (m), viskositas, konduksi panas dan lain-lain. Selain itu ada juga koordinat sistem yang didefinisikan dari koordinat sistem yang lainnya seperti, berat jenis, volume spesifik, panas jenis dan lain-lain.

Suatu sistem dapat berada pada suatu kondisi yang tidak berubah, apabila masing-masing jenis koordinat sistem tersebut dapat diukur pada semua bagiannya dan tidak berbeda nilainya. Kondisi tersebut disebut sebagai keadaan (state) tertentu dari sistem, dimana sistem mempunyai nilai koordinat yang tetap. Apabila koordinatnya berubah, maka keadaan sistem tersebut disebut mengalami perubahan keadaan. Suatu sistem yang tidak mengalami perubahan keadaan disebut sistem dalam keadaan seimbang (equilibrium). Adapun contoh dari termodinamika sistem terisolasi salah satunya tabung gas.

2.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda[6]. Bahasan utama dalam perpindahan panas adalah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Dalam proses industri, perpindahan panas digunakan untuk mencapai suhu yang diperlukan dalam proses industri dan mempertahankan suhu yang dibutuhkan selama proses berlangsung.

Perpindahan panas dari suatu benda ke benda yang lainnya dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Penentu terjadinya perpindahan panas adalah adanya perbedaan suhu. Arah perpindahan panas dimulai dari media dengan suhu tinggi menuju ke media dengan suhu yang lebih rendah. Perpindahan panas dapat terjadi dengan satu proses tunggal maupun proses ganda.

2.4.1 Konduksi (aliran)

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut mengalami perpindahan panas[6]. Apabila ujung batang logam dipanaskan di atas api maka ujung yang lainnya akan menjadi panas. Hal ini menunjukkan kalor berpindah ke bagian yang memiliki suhu yang lebih rendah. Contoh dari konduksi yang lain adalah sendok makan yang menjadi panas saat di masukan ke dalam air panas yang sedang di masak.

2.4.2 Konveksi (hantaran)

Konveksi merupakan perpindahan panas melalui aliran yang zat perantaranya ikut berpindah[6]. Konveksi sering terjadi pada zat cair dan gas. Contohnya air yang dipanaskan akan memuai sehingga massa jenisnya menjadi berkurang. Karena massa jenis berkurang, air kemudian bergerak naik. Selain itu, konveksi juga terjadi pada gas ketika udara panas naik dan udara yang lebih dingin turun. Contoh konveksi udara terjadi ketika angin darat dan angin laut di pantai, gerakan balon udara, dan asap cerobong pabrik.

2.4.3 Radiasi (pancaran)

Radiasi merupakan perpindahan panas tanpa zat perantara (pancaran)[6]. Radiasi yang dipancarkan atau diserap oleh benda bergantung warna benda. Benda yang berwarna terang terjadi menjadi pemancar atau penyerap kalor yang kurang baik sedangkan warna hitam akan menjadi penyerap kalor yang baik. Sebagai contohnya, jika mengenakan baju warna hitam pada siang hari badan akan merasa lebih cepat panas. Contoh lain dari radiasi adalah tubuh akan merasa hangat jika dekat dengan api, pakaian akan menjadi kering apabila dijemur dibawah sinar matahari.

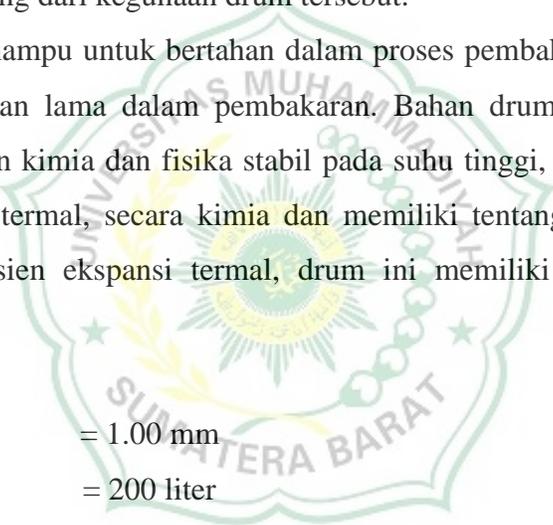
2.5 Material Reaktor

Dalam perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket perancang memilih material-material antara lain sebagai berikut:

2.5.1 Material tabung reaktor

Drum sering juga disebut dengan istilah '*barel*', umumnya terbentuk konvensional. Volume drum umumnya berkisar sekitar 60 sampai 200 Liter. Drum berfungsi sebagai untuk memwadahi muatan seperti minyak, oli, aspal, air dan berbagai macam lainnya. Drum memiliki banyak jenis, ada yang terbuat dari serat, baja, plastik dan seng, tergantung dari kegunaan drum tersebut.

Drum ini mampu untuk bertahan dalam proses pembakaran dalam suhu tinggi dan cukup bertahan lama dalam pembakaran. Bahan drum harus tahan api tahan terhadap perlakuan kimia dan fisika stabil pada suhu tinggi, material drum ini harus tahan dengan uji termal, secara kimia dan memiliki tentang tertentu konduktivitas termal dan koefisien ekspansi termal, drum ini memiliki spesifikasi antara lain sebagai berikut:



Dimensi:	
Ketebalan	= 1.00 mm
Kapasitas	= 200 liter
Diameter dalam	= 570 mm
Diameter luar	= 585 mm
Ketinggian dalam	= 863 mm
Ketinggian luar	= 890 mm
Ketebalan cat	= 18-30 mikron
Material	= JIS G 3141 SPCC SD

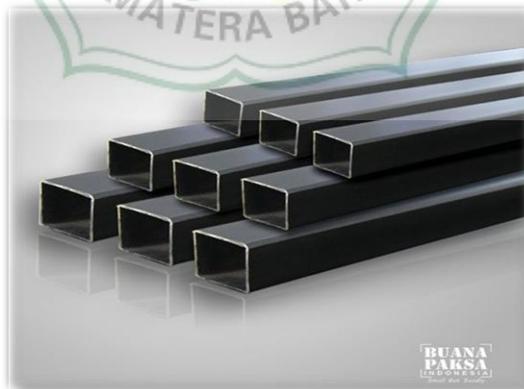


Gambar 2.1 Tabung reaktor

2.5.2 Pipa Pembakaran (baja profil kubus)

Baja profil ini biasanya digunakan pada konstruksi bangunan, kali ini penulis menggunakan baja profil ini pada perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket yang berfungsi sebagai penghantar panas untuk pembakaran batok kelapa untuk menjadi sebah arang kelapa yang akan dibuat menjadi briket.

Penulis memilih material ini dikareakan material ini adalah penghantar pasnas yang baik dan menyimpan panas yang cukup lama sehingga membantu pembakaran proses pembakaran yang cukup bagus dan mendapatkan hasil yang maksimal.

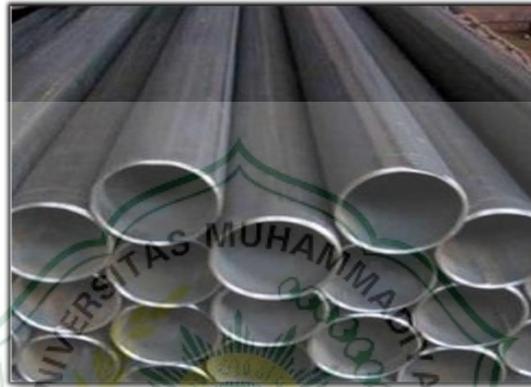


Gambar 2.2 Baja profil (kubus)

2.5.3 Pipa Asap (baja profil *bars*)

Penulis memakai pipa baja profil dengan ukuran 4 inch, spesifikasi pipa baja profil ini mengacu pada SPLN D3.019-1:2012 dan terbuat dari bahan pipa baja (*steel pipe*).

Penulis memilih pipa baja profil ini dikarenakan bisa menahan api dengan suhu yang cukup tinggi, dikarenakan alat yang dirancang penulis berjenis pembakaran dengan suhu yang tinggi.

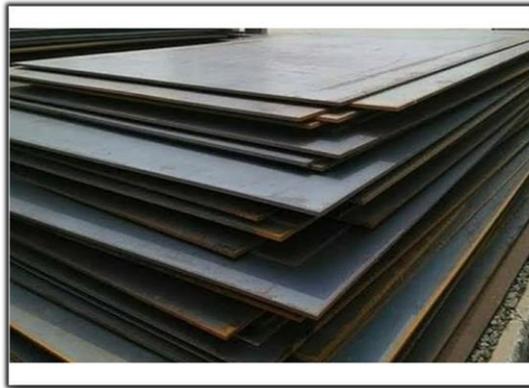


Gambar 2.3 Pipa Baja Profil (*bars*)

2.5.4 Kotak Pembakaran (baja lembaran)

Dari segi bentuk baja lembaran memiliki dua jenis, plat lembaran (*sheet*) dan plat gulungan (*coil*) sedangkan dari segi pembuatan juga terbagi menjadi dua yakni plat lembaran/gulungan canai panas (*hot rolled*) dan plat lembaran/gulungan canai dingin (*cold rolled*).

Baja lembaran ini digunakan untuk membuat dinding ruang pembakaran yang dimana sistem pembakaran dari alat ini adalah sistem pembakaran dalam oleh karena itu dibuatlah rumah pembakaran yang terbuat dari baja lembaran dibuat menjadi sebuah balok sangga bisa dilaksanakan pembakaran didalamnya.



Gambar 2.4 Baja Lembaran

2.5.5 perapat (asbes)

Asbes biasanya dipakai pada saringan knalpot berfungsi sebagai peredam asap hitam yang keluar dari knalpot. Kali ini perancang menggunakan asbes untuk peredam asap yang keluar dari celah-celah tutup reaktor, sebelum di tempelkan asbes pada klem reaktor pembakaran asap masih keluar dari celah-celah tutup reaktor pembakaran maka dari itu perancang mengambil solusi menggunakan asbes untuk peredam asap yang keluar.



Gambar 2.5 Perapat

2.6 Sistem Penyambungan dan Pasak

Pada perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket menggunakan sistem pasak antara lain sebagai berikut:

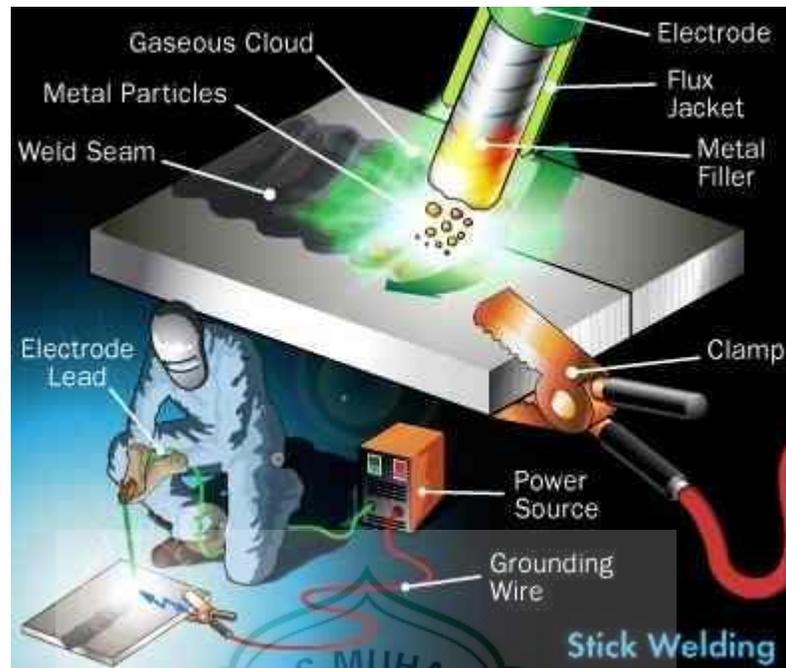
2.6.1 Proses Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua bagian logam dengan cara melelehkan kedua ujung bagian logam yang disambung, serta dengan atau tanpa logam pengisi, kemudian didinginkan secara bersama[7]. Sambungan las termasuk klasifikasi sambungan tetap, karena sambungan ini tidak dapat dibongkar pasang tanpa merusak material penyambung dan material yang disambung (logam induk).

Saat ini sambungan las banyak diaplikasikan sebagai proses alternatif dalam pembentukan komponen mesin yang biasanya dibentuk dengan proses pengecoran. Hal ini dilakukan dengan tujuan menurunkan biaya produksi komponen mesin tersebut. Komponen yang disambung dengan proses pengelasan, setelah diberi perlakuan panas, biasanya memiliki kekuatan yang tinggi pada bagian sambungannya. Hal itu merupakan salah satu keunggulan pengelasan pada komponen mesin yang bergerak atau peralatan transportasi. Berikut ini Jenis-jenis las:

1. *Submerged Arc Welding* (SAW)
2. *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)
3. *Gas Metal Arc Welding* (GMAW)
4. *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW)

Dalam pembuatan alat ini menggunakan sistem pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan SMAW dihasilkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material.



Gambar 2.6 Pengelasan

2.6.2 Pasak (Baut)

Baut atau sekrup adalah suatu batang atau tabung dengan alur heliks pada permukaannya[8]. Penggunaan utamanya adalah sebagai pengikat (*fastener*) untuk menahan dua objek bersama, dan sebagai pesawat sederhana untuk mengubah torsi (*torque*) menjadi gaya linear. Baut juga didefinisikan sebagai bidang miring yang membungkus suatu batang.



Gambar 2.7 Pasak (Baut 12mm)

2.7 Batok Kelapa

Batok kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya, lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada batok kelapa tersebut. Berat dan tebal batok kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat tempurung kelapa ini sekitar (15-19) % dari berat keseluruhan buah kelapa, sedangkan tebalnya sekitar 3-5 mm[9].

Kualitas batok kelapa yang memenuhi syarat untuk dijadikan bahan arang adalah kelapa yang benar-benar tua, keras, masih utuh dan dalam keadaan kering. Untuk membuat arang aktif yang benar-benar berkualitas, tempurung kelapa harus bersih dan terpisah dari sabutnya. Sedangkan untuk mengetahui kualitas yang baik dari arang batok kelapa, pembakarannya menghasilkan arang yang tampak hitam, mengkilap, utuh, keras dan mudah dipatahkan.

Tempurung kelapa dihasilkan dari 3 aktivitas manusia setiap hari, diantaranya yakni, hasil proses pembuatan kopra, hasil proses pembuatan minyak kelapa dan hasil proses pembuatan kelapa parut demi keperluan menu setiap hari.



Gambar 2.8 Batok kelapa.

2.8 Arang Batok Kelapa

Arang tempurung kelapa merupakan arang yang berbahan dasar tempurung kelapa. Pemanfaatan arang tempurung kelapa ini termasuk cukup strategis sebagai sektor bidang usaha. Hal ini karena jarang masyarakat yang memanfaatkan tempurung kelapanya. Tempurung kelapa yang akan dijadikan arang harus tempurung kelapa yang sangat benar benar tua, karena lebih padat dan kandungan airnya yang lebih sedikit dari pada tempurung kelapa yang kurang tua, dan harga jual arang tempurung kelapa terbilang cukup tinggi (mahal)[9].

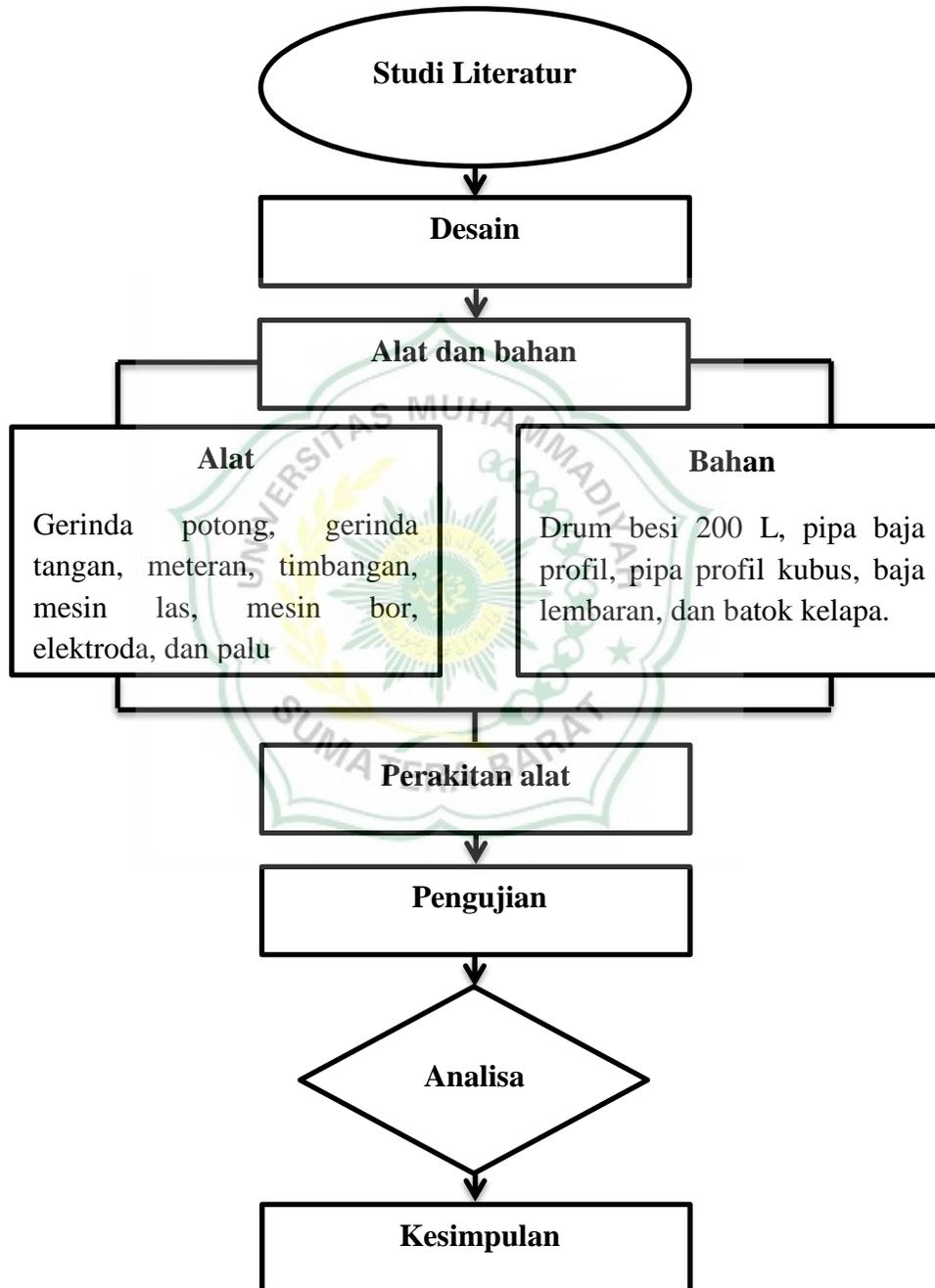
Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang, dan benda lain. Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan meyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi[10].



Gambar 2.9 Arang tempurung kelapa.

BAB III
METODOLOGI PERANCANGAN

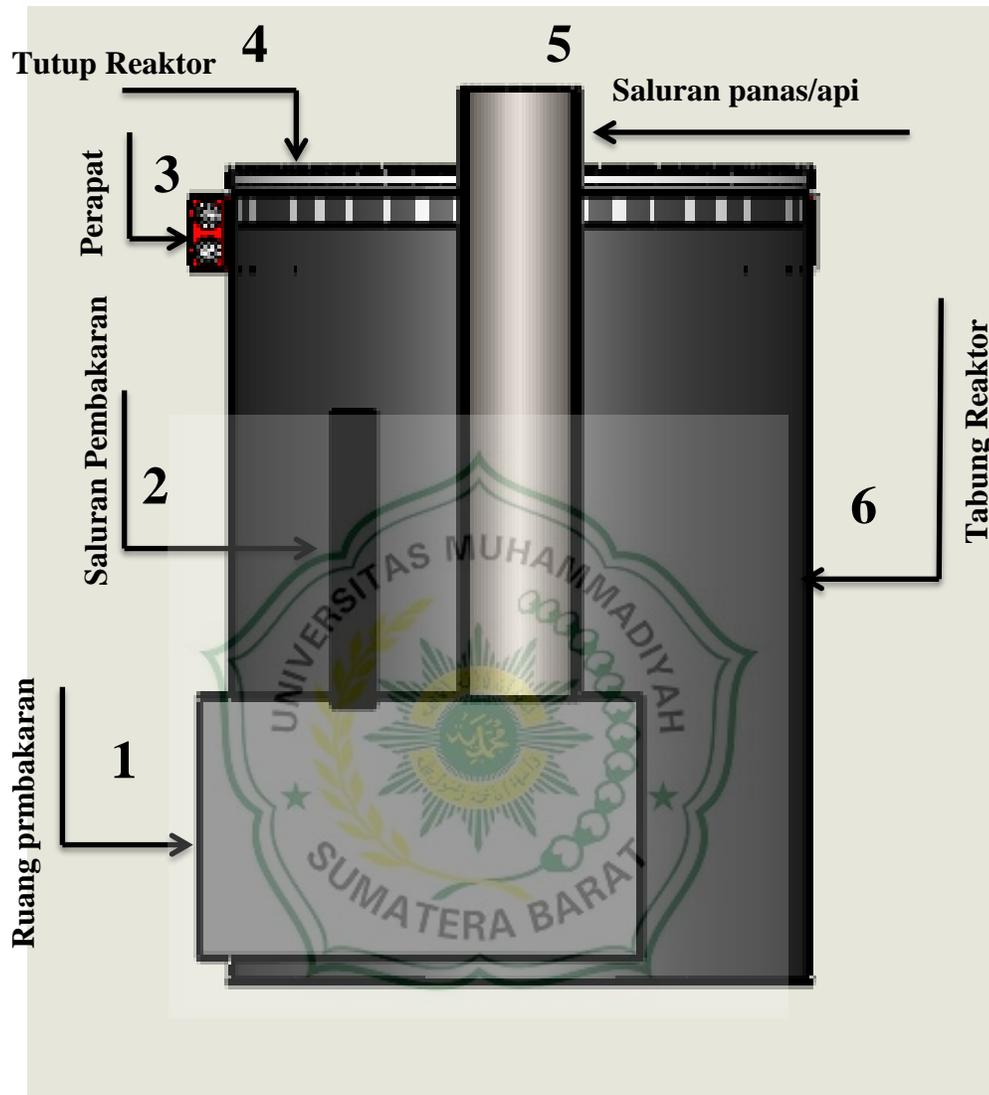
3.1 Diagram Alir Perancangan



Gambar 3.1 Diagram alir

3.2 Desain

3.2.1 Desain Reaktor Pembakaran



Gambar 3.2 Desain reaktor pembakaran

3.2.2 Desain Reaktor Pembakaran 3D



Gambar 3.3 Desain reaktor pembakaran 3D

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang akan digunakan untuk rancang bangun alat pembuatan arang dari batok kelapa less asap antara lain sebagai berikut:

1. Mesin gerinda potong dan gerinda tangan

Fungsi utama dari mesin gerinda adalah berfungsi untuk suatu material dan bisa juga untuk menghaluskan suatu permukaan material.



Gambar 3.4 Mesin gerinda potong (a), Mesin gerinda potong (b).

2. Alat ukur

Pada umumnya alat ukur ini berfungsi sebagai mengukur panjang material dan mengukur massa material.



Gambar 3.5 Roll Meteran (a), timbangan (b).

3. Mesin las listrik dan elektroda (kawat las)

Mesin las dan elektroda (kawat las) ini berfungsi sebagai penyambung dan memasak material logam yang retak ataupun yang putus.



(a)



(b)

Gambar 3.6 Mesin las listrik (a), elektroda (b).

4. Mesin bor tangan

Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk mengebor besi ataupun kayu. Hal ini tergantung pada jenis mata bor yang digunakan. Disamping itu mesin bor ini bisa digunakan untuk melepas dan mengencangkan baut.



Gambar 3.7 Mesin bor tangan

5. Palu, termometer dan *stopwatch*

Biasanya digunakan untuk memberikan tumbukan pada benda. thermocoupeI berfungsi sebagai alat pengukur suhu suatu benda padat, cairan, dengan mengukur ruangan yang cukup luas sedangkan stopwatch untuk mengukur suatu waktu.



Gambar 3.9 termometer (a), stopwatch (b), dan c palu

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang dibutuhkan untuk rancang bangun alat pembuatan arang dari batok kelapa less asap antara lain sebagai berikut:

1. Drum besi 200 liter

Drum sering juga disebut dengan istilah 'barel', umumnya terbentuk konvensional. Volume drum umumnya berkisar sekitar 60 sampai 200 Liter. Drum berfungsi sebagai untuk mewedahi muatan seperti minyak, oli, aspal, air dan berbagai macam lainnya. Drum memiliki banyak jenis, ada yang

terbuat dari serat, baja, plastik dan seng, tergantung dari kegunaan drum tersebut.

Drum ini mampu untuk bertahan dalam proses pembakaran dalam suhu tinggi dan cukup bertahan lama dalam pembakaran. Bahan drum harus tahan api tahan terhadap perlakuan kimia dan fisika stabil pada suhu tinggi, material drum ini harus tahan dengan uji termal, secara kimia dan memiliki tentang tertentu konduktivitas termal dan koefisien ekspansi termal.



Gambar 3.10 Drum

2. Pipa baja profil (*bars*)

Pipa baja profil (*bars*) ini berperan sebagai cerobong api pembuangan yang dimana api pembuangan di dalam ruang bakar keluar melalui pipa cerobong api pembuangan ini. dengan ketebalan pipa sekitar 4,2-5,7 mm dan ber diameter sebesar 4 inch. Pipa baja profil (*bars*) salah satu jenisnya adalah pipa baja profil galvanis yang memiliki permukaan yang mulus dan licin, dengan penampangnya pun berbentuk lingkaran.



Gambar 3.11 Pipa Baja Profil (*bars*)

3. Baja profil (kubus)

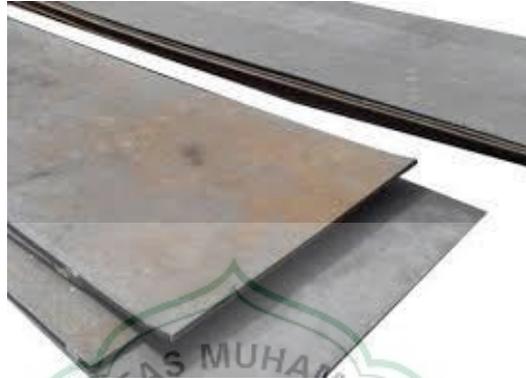
Baja profil kubus ini berperan sebagai pipa uap panas sehingga membantu untuk proses pembakaran di dalam drum. Ketebalan baja profil kubus ini 1 mm dan ukuran 4x4 cm. baja profil salah satu jenisnya adalah baja profil galvanis yang memiliki permukaan yang mulus dan licin, penampangnya pun berbentuk persegi.



Gambar 3.12 Baja profil (kubus)

4. Baja lembaran

Baja lembaran dibuat menjadi seperti balok yang berfungsi penting pada alat ini sebagai ruang pembakaran dimana pusat pembakarannya disinilah sehingga terjadilah pembakaran tempurung dalam drum. Dengan ketebalann baja lembaran ini 2.3 mm.



Gambar 3.13 Baja Lembaran

5. Tempurung kelapa

Tempurung kelapa ini adalah berperan sebagai bahan mentah dari pembuatan arang tempurung kelapa. Untuk mendapatkan arang yang berkualitas kita memerlukan tempurung kelapa yang benar benar kering sehingga arang yang di hasil kan memiliki kualitas yang baik.



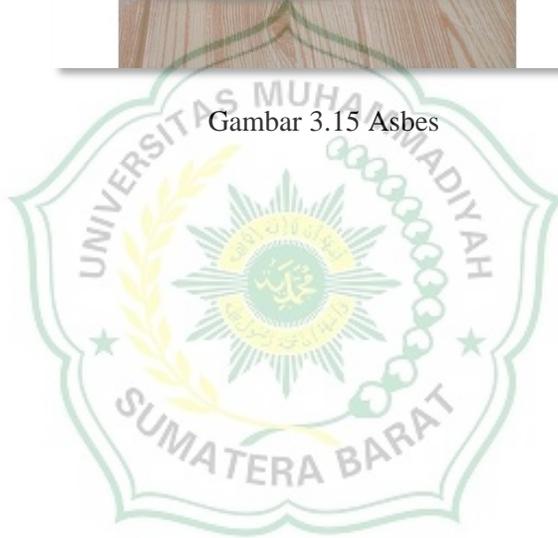
Gambar 3.14 Tempurung kelapa

6. Asbes

Pada rancangan ini asbes berfungsi sebagai perdam asap yang keluar dari celah-celah tutup reaktor yang mana asbes isi tempelkan pada bagian klem supaya bisa mengatasi asap yang keluar dari celah-celah tutup reaktor.



Gambar 3.15 Asbes



3.4 Perancangan Alat

Proses perakitan merupakan proses menyatukan komponen-komponen menjadi suatu alat yang mana prosesnya antara lain sebagai berikut:

3.4.1 Proses Pembuatan Tabung Reaktor

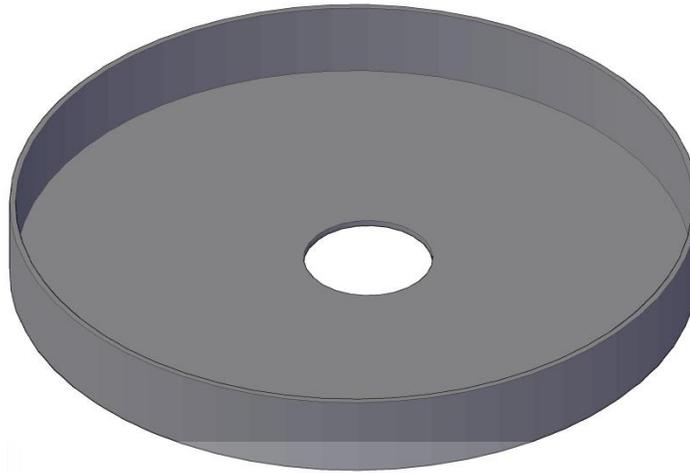
Proses pembuatan tabung reaktor pertama pemotongan untuk membuat tempat kotak pembakaran dengan ukuran 30 cm dan 25 cm dengan gambar 3.19 sebagai berikut:



Gambar 3.16 Tabung reaktor

3.4.2 Proses Pembuatan Tutup Reaktor

Proses pembuatan tutup reaktor dengan langkah awal pemotongan material dengan ukuran panjang 42 cm, lebar 30 cm dan 25 cm dijelaskan pada gambar 3.20 antara lain sebagai berikut:



Gambar 3.17 Tutup reaktor

3.4.3 Proses Pembuatan Perapat

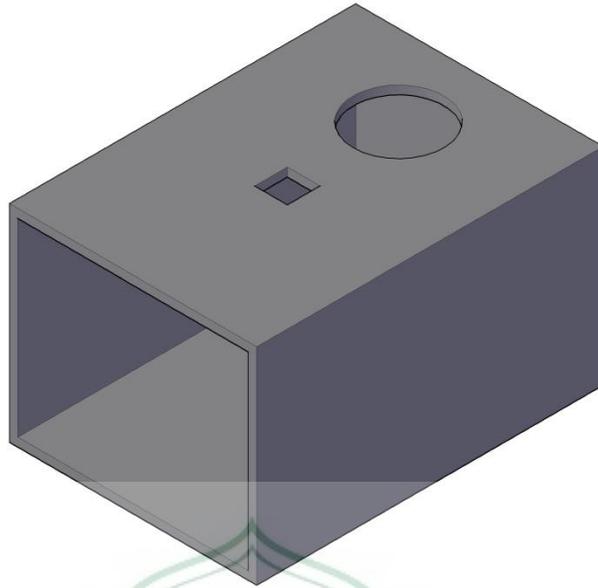
Proses pembuatan perapat dengan langkah awal pemotongan material sesuai dengan ukuran pada desain telah dilakukan pemotongan lakukan pengelasan untuk pengunci pada perapatan dan menggunakan baut 12 mm dan langkah selanjutnya tempelkan asbes pada bagian dalam perapat dapat dilihat pada gambar 3.21 antara lain sebagai berikut:



Gambar 3.18 Terapat

3.4.4 Proses Pembuatan Kotak Pembakaran

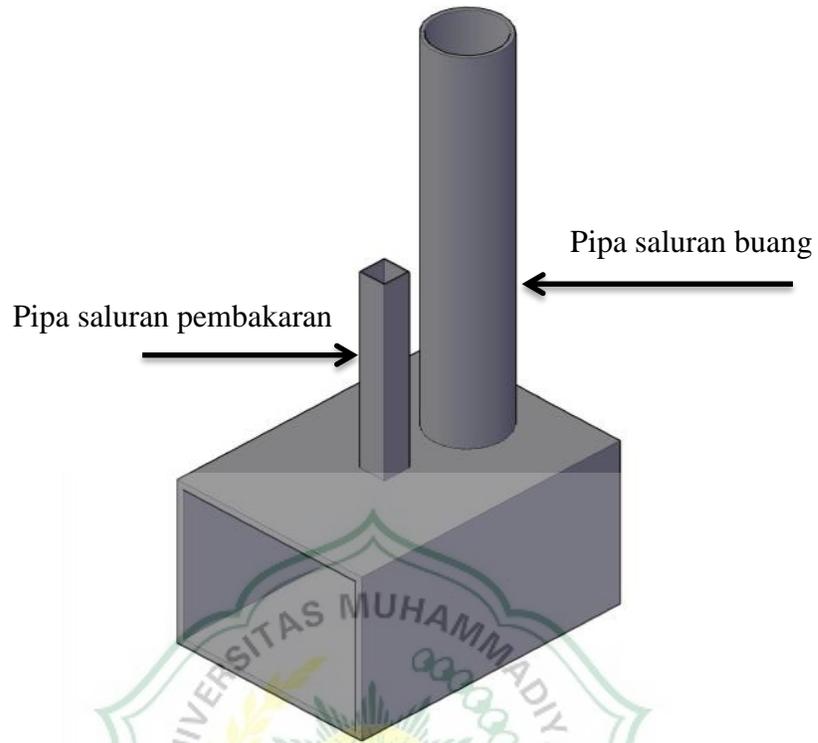
Proses pembakaran kotak pembakaran dilakukan proses pengukuran sesuai desain yang telah dirancang lakukan pemotongan pada material kemudian satukan material-material dengan menggunakan proses pengelasan dapat dijelaskan pada gambar 3.22 antara lain sebagai berikut:



Gambar 3.19 kotak Pembakaran

3.4.5 Pembuatan Saluran Pembakaran dan Saluran Asap Keluar

Pembuatan saluran pembakaran dan saluran api keluar dengan cara meggun langkah awal pemotongan material sesuai dengan desain yang telah dibuat kemudian melakukan proses pengelasan, dapat dilihat pada gambar 3.23 antara lain sebagai berikut:



Gambar 3.23 Paluran pembakaran dan saluran buang

3.4.6 *Finising*

Pada proses finising ini perancang hanya menyatukan komponen-komponen yang telah dikerjakan hingga menjadi suatu rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket. Perhatikan gambar 3.24 sebagai berikut:



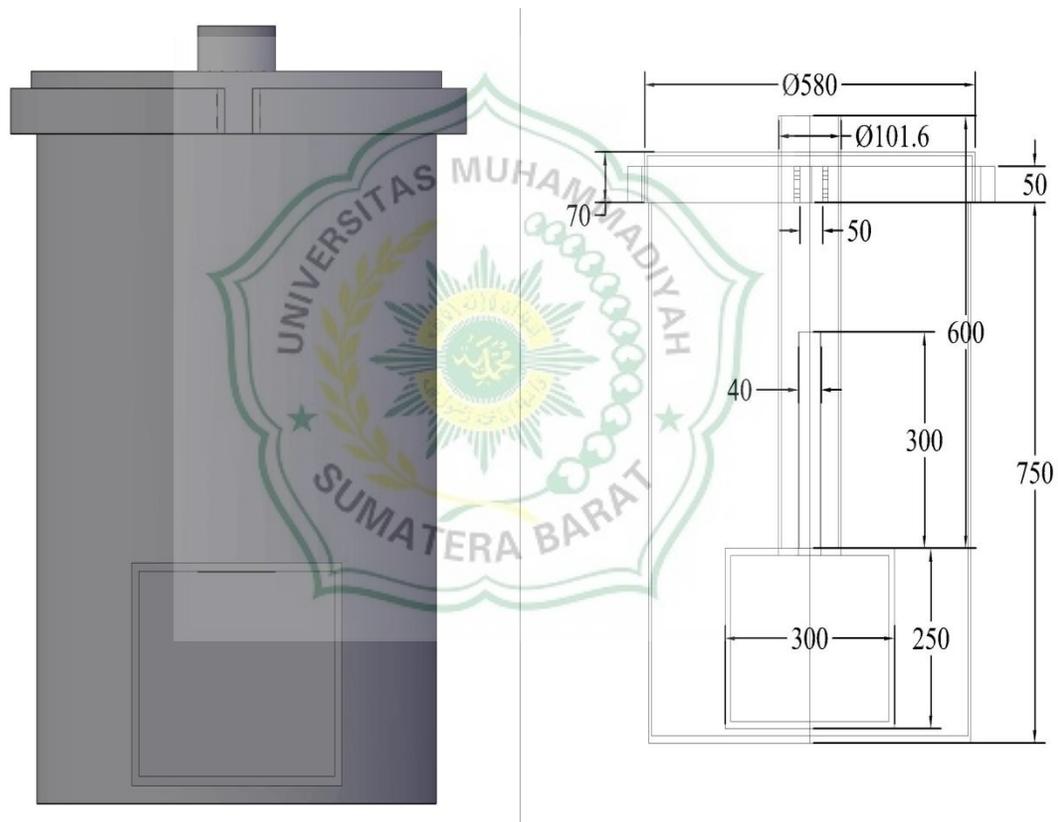
Gambar 3.24 Tabung reaktor pembakaran batok kelapa

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data

Pada penelitian ini dilakukan ujian beban pada Perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa yang berkapasitas 25 kg. dimana dimensi reaktor tersebut terlihat pada tabel 4.1

4.1.1 Data Dimensi Tabung Reaktor

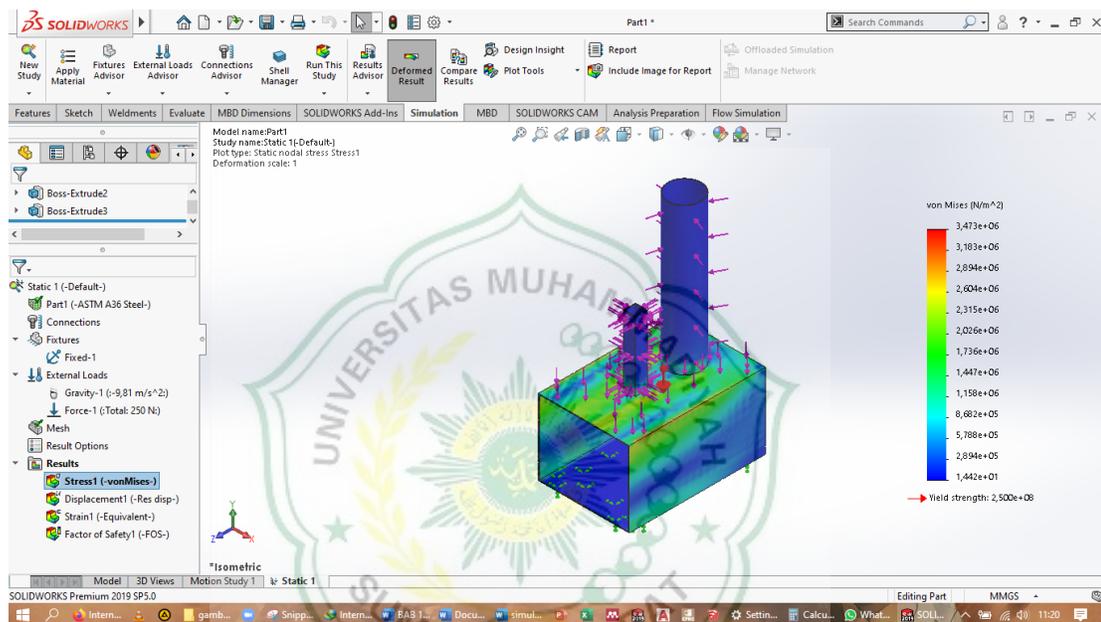


Gambar 4.1 Dimensi tabung reaktor

4.1.2 Data Hasil Simulasi Statis Pada Ruang Pembakaran

Simulasi statis pada beban ruang pembakaran tabung reaktor dilakukan menggunakan *solidWorks 2018* dengan beban 25 kg. Simulasi dilakukan untuk menentukan jenis material dan mengetahui tegangan, pembengkokan dan faktor keselamatan pada ruang pembakaran tabung reactor antara lain sebagai berikut:

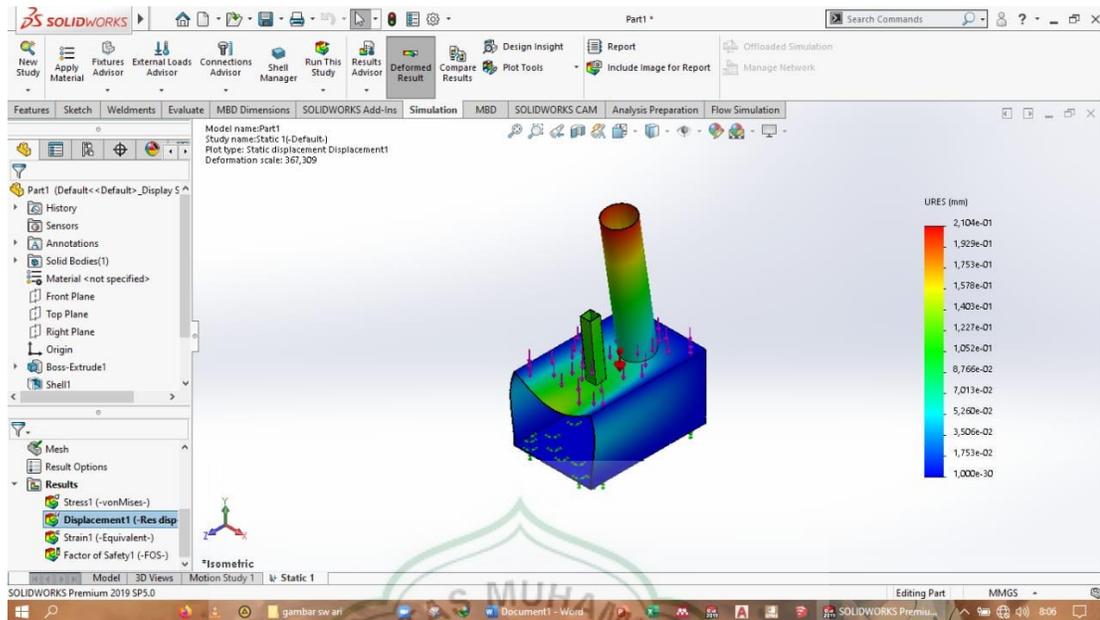
1. Von misses



Gambar 4.2 Hasil *simulation stress von misses* pada massa 25 kg

Von Mises stress adalah resultan dari semua tegangan yang terjadi diturunkan dari *principal axes* dan berhubungan dengan *principal stress*. Warna yang terdapat pada gambar 4.2 diatas merupakan nilai perwakilan dari besar nilai *von misses* yang dapat dilihat disamping model ruang pembakaran. Besar tegangan *von misses* terbesar terjadi pada bagian sudut ruang pembakaran, ditandai dengan warna oren kemerahan dengan besar nilai *von misses* yaitu $3,473e+06 \text{ N/m}^2$ dan nilai terkecil ditandai dengan warna biru sebesar $1,442e+01 \text{ N/m}^2$.

2. Displacement

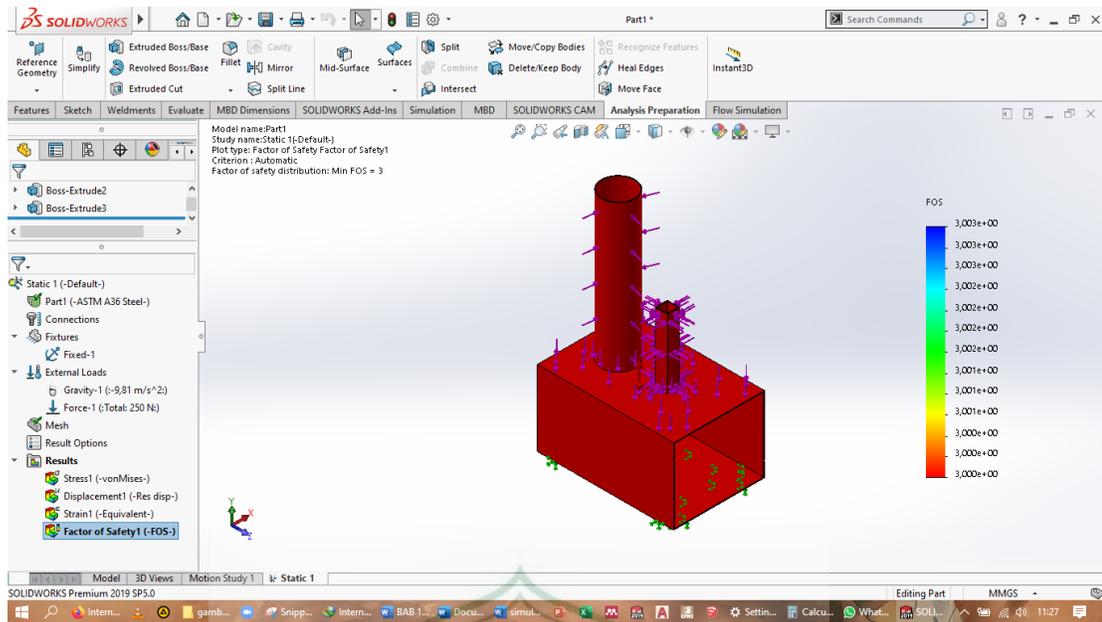


Gambar 4.3 Hasil *simulation displacement* pada massa 25 kg

Displacement merupakan perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Pada simulasi akan dilihat berapa besar *displacement* yang terjadi pada ruang pembakaran melalui *simulation displacement (resultan displacement)*. Pada gambar 4.3 diatas diketahui *resultant displacement* pada ruang pembakaran yang dibebani dengan massa 25 kg. Besar *displacement* maksimum sebesar 2,104e-01 mm dan minimum sebesar 1,000e-30 mm.

3. Safety factor

Factor of safety merupakan nilai keamanan pada suatu desain. Faktor keamanan diperhitungkan dengan acuan pada hasil bagi dari besar tegangan ijin (*yield strength*) dibagi dengan besar tegangan yang terjadi pada simulasi ini, akan berapa besar nilai *factor of safety* sehingga diketahui apakah ruang pembakaran mampu menopang beban 25 kg selama pembakaran.



Gambar 4.4 Hasil *simulation factor of safety* pada massa 25 kg

Pada gambar 4.4 diatas diketahui *factor of safety* pada ruang pembakaran yang dibebani dengan massa 25 kg. Besar *factor of safety* pada ruang pembakaran yang dibebani dengan massa 25 kg yaitu nilai sebesar 3,00.

4.2 Analisa

Analisa yang dapat diambil dari perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket ini antara lain sebagai berikut:

4.2.1 Hasil Analisa Simulasi Kekuatan Struktur ruang pembakaran tabung reaktor *Solidworks 2018*

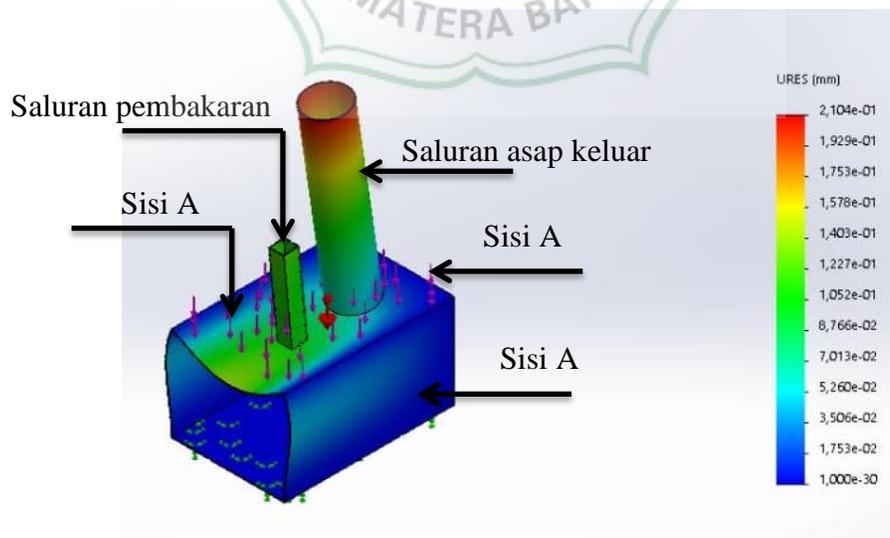
Setelah melakukan simulasi menggunakan *Solidwork 2018*, maka didapat nilai simulasi dalam tabel berikut :

Tabel 4.1. Data hasil simulasi statis ruang pembakaran tabung reaktor menggunakan *Solidwork 2018*

<i>Simulation</i>		<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Yield of strength</i>
<i>Stress</i>	<i>Von misses</i>	3,473e+06 N/m ²	1,442e+01 N/m ²	250.000.000, 00 N/m ²
<i>Displacement</i>	<i>Resultan displacement</i>	2,104 mm	1,000 mm	-
<i>Factor of safety</i>		3,003	3,000	-

Dari tabel diatas, diketahui simulasi statis ruang pembakaran tabung reaktor menggunakan *SolidWork 2018*, beban total yang diberikan 25 kg dengan menggunakan material baja lembaran (JIS G 3141 SPCC SD) dengan panjang sisi 30 mm dan ketebalan 1 mm memiliki nilai *factor of safety* sebesar 3,000. Berdasarkan *Dobrovolsky* dalam buku “*machine element*” rentang *factor of safety* untuk beban dinamis adalah 2,0 – 3,0, maka kekuatan ruang pembakaran tabung reaktor mampu menopang kinerja tabung reaktor selama pembakaran.

4.2.2 Perbandingan Hasil Tegangan Menggunakan Simulasi dan Rumus



Gambar 4.5 Bagian-bagian yang akan dihitung dengan rumus

1. Kotak pembakaran

Pembuatan kotak pembakaran menggunakan material baja lembaran (JIS G 3141 SPCC SD) dengan uji tarik ($\sigma = 40 \text{ N/mm}^2$). Bentuk ruang bakar berbentuk balok dimana panjang balok 42 cm, lebar balok 30 cm, dan tinggi balok 25 cm .

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Tegangan tekanan pada material menggunakan pers. 4.1.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots(4.1.)$$



Gambar 4.6 Kotak pembakaran

a. Sisi A

Diketahui: $m = 25 \text{ kg}$

$$A = p = 420 \text{ mm} = 0,42 \text{ m}$$

$$hf = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$= 0,42 \times 0,001$$

$$A = 0,00042 \text{ m}^2$$

ditanya : $\sigma_A = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned}\sigma_A &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{m \times g}{A} = \frac{25 \text{ kg} \times 10 \text{ N}}{0,00042 \text{ m}^2} \\ &= \frac{250 \text{ N}}{0,00042 \text{ m}^2} \\ &= 595.238,1 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa tegangan dari sisi A lebih kecil dari pada tegangan yang di izinkan. Berarti untuk beban 25 kg sisi A mampu untuk menahannya.

b. Sisi B

Diketahui: $m = 25 \text{ kg}$

$$A = p = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$hf = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$= 0,25 \times 0,3$$

$$= 0,00025 \text{ m}^2$$

Ditanya : $\sigma_B = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned}\sigma_B &= \frac{F}{A} \\ \sigma_B &= \frac{m \times g}{A} = \frac{25 \text{ kg} \times 10 \text{ N}}{0,00025 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{250 \text{ N}}{0,00025 \text{ m}^2} \\
 &= 1.000.000 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa tegangan dari sisi B lebih kecil dari pada tegangan yang di izinkan. Berarti untuk beban 25 kg sisi B mampu untuk menahannya.

c. Sisi C

Diketahui: $m = 25 \text{ kg}$

$$A = P = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$L = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 0,3 \times 0,25 \\
 &= 0,075 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Ditanya : $\sigma_c = \dots?$

Jawab :

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_c = \frac{m \times g}{A} = \frac{25 \text{ kg} \times 10 \text{ N}}{0,075 \text{ m}^2}$$

$$= \frac{250 \text{ N}}{0,075 \text{ m}^2}$$

$$= 3.333,3 \text{ N/m}^2$$

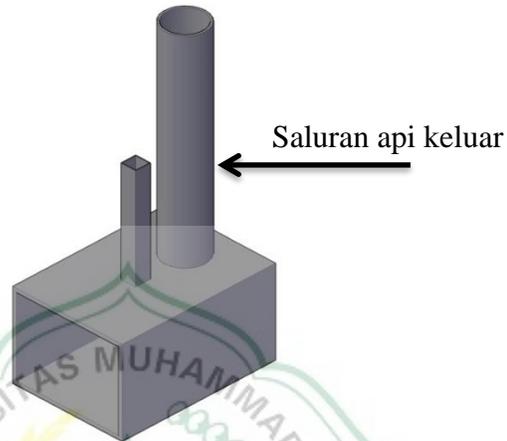
$$= \frac{3.333,3 \text{ N}}{1.000.000 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0033 \text{ N/m}^2$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa tegangan dari sisi C lebih kecil dari pada tegangan yang di izinkan. Berarti untuk beban 25 kg sisi B mampu untuk menahannya.

2. Salura api keluar

Pembuatan saluran api keluar menggunakan material baja profil (*bar*) st 37 dengan uji tarik ($\sigma = 327 \text{ N/mm}^2$).dimana saluran api keluar inilah tempat saluran api atau asap keluar dari ruang pembakaran. Dengan diameter saluran api keluar 10,16 cm, dan tinggi pipa 60 cm .



Gambar 4.7 Saluran api keluar

Diketahui: $m = 25 \text{ kg}$

$$A = d = 10.16 \text{ cm} = 0,1016 \text{ m}$$

$$t = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A &= 2\pi^2 \times r (r + t) \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,0508 (0,0508 + 0,6) \\ &= 19,22 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ditanya : $\sigma_o = \dots?$

Jawab :

$$\begin{aligned} \sigma_o &= \frac{F}{A} \\ \sigma_o &= \frac{m \times g}{A} = \frac{25 \text{ kg} \times 10 \text{ N}}{19,22 \text{ m}^2} \\ &= \frac{250 \text{ N}}{19,22 \text{ m}^2} \\ &= 13,01 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa tegangan saluran asap keluar lebih kecil dari pada tegangan yang di izinkan. Berarti untuk beban 25 kg saluran asap keluar mampu untuk menahannya.

3. Saluran pembakaran

Pembuatan saluran pembakaran menggunakan material baja profil (kubus) baja karbon 0,5% dengan tegangan tarik ($\sigma = 70 \text{ N/mm}^2$). dimana saluran pembakaran inilah yang melakukan proses pembakaran dalam tabung reaktor. Dengan sisi saluran pembakaran $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ dan tinggi saluran pembakaran 30 cm .



Gambar 4.8 Saluran pembakaran

$$\text{Diketahui: } A = S = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$t = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$= S \times S \times t$$

$$= 0,04 \times 0,04 \times 0,3$$

$$A = 0,00048 \text{ m}^2$$

$$\text{Ditanya : } \sigma_{\text{kubus}} = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}\sigma_{kubus} &= \frac{F}{A} \\ \sigma_{kubus} &= \frac{m \times g}{A} = \frac{25 \text{ kg} \times 10 \text{ N}}{0,00048 \text{ m}^2} \\ &= \frac{250 \text{ N}}{0,00048 \text{ m}^2} \\ &= 520.833,33 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa tegangan saluran asap keluar lebih kecil dari pada tegangan yang di izinkan. Berari untuk beban 25 kg saluran asap keluar mampu untuk menahannya.

Keterangan:

σ = nilai uji tarik material (N/mm²)

F = beban (kg)

A = luas penampang

p = panjang sisi

hf = ketebalan baja lembaran

L = lebar sisi

D = diameter pipa

r = jari-jari pipa

m = massa (kg)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket berkapasitas 25 kg dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan reaktor pembakaran ini berhasil dibuat dan mendapatkan hasil yang cukup memuaskan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan tegangan yang telah dilakukan didapatkan tegangan yang terjadi pada material sisi A $595.238,1 \text{ N/mm}^2$, sisi B $1.000.000 \text{ N/m}^2$, sisi C $0,0033 \text{ N/mm}^2$, pipa saluran buang $0,000013 \text{ N/mm}^2$, dan pipa pembakaran $0,52 \text{ N/mm}^2$ lebih kecil dibandingkan tegangan izin material ASTM.
3. Tegangan tertinggi berada pada material baja profil (kubus) baja karbon 0,5 % dengan hasil tegangan $0,52 \text{ N/mm}^2$, sedangkan hasil tegangan yang terendah berada pada material baja profil (*bar*) st 37.
4. Hasil perbandingan simulasi kekuatan rangka menggunakan *software solidwork* 2018 dengan perhitungan rumus mendapatkan selisih angka yang berada dalam zona warna simulasi kekuatan rangka yang aman untuk digunakan.

5.2 Saran

Dari perancangan reaktor pembuatan arang batok kelapa untuk bahan baku briket saran yang dapat di berikan sebagai berikut:

1. Untuk perancangan selanjutnya agar membuat tempat pengambilan arang pada reaktor pembakaran.
2. Menyarankan agar dikemudian hari ada generasi mahasiswa yang memodifikasi dinding tabung reaktor agar, terminimalisirnya kehilangan panas yang keluar melalui dinding reaktor.
3. Perlu uji coba dengan panas yang stabil supaya menghasilkan arang yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

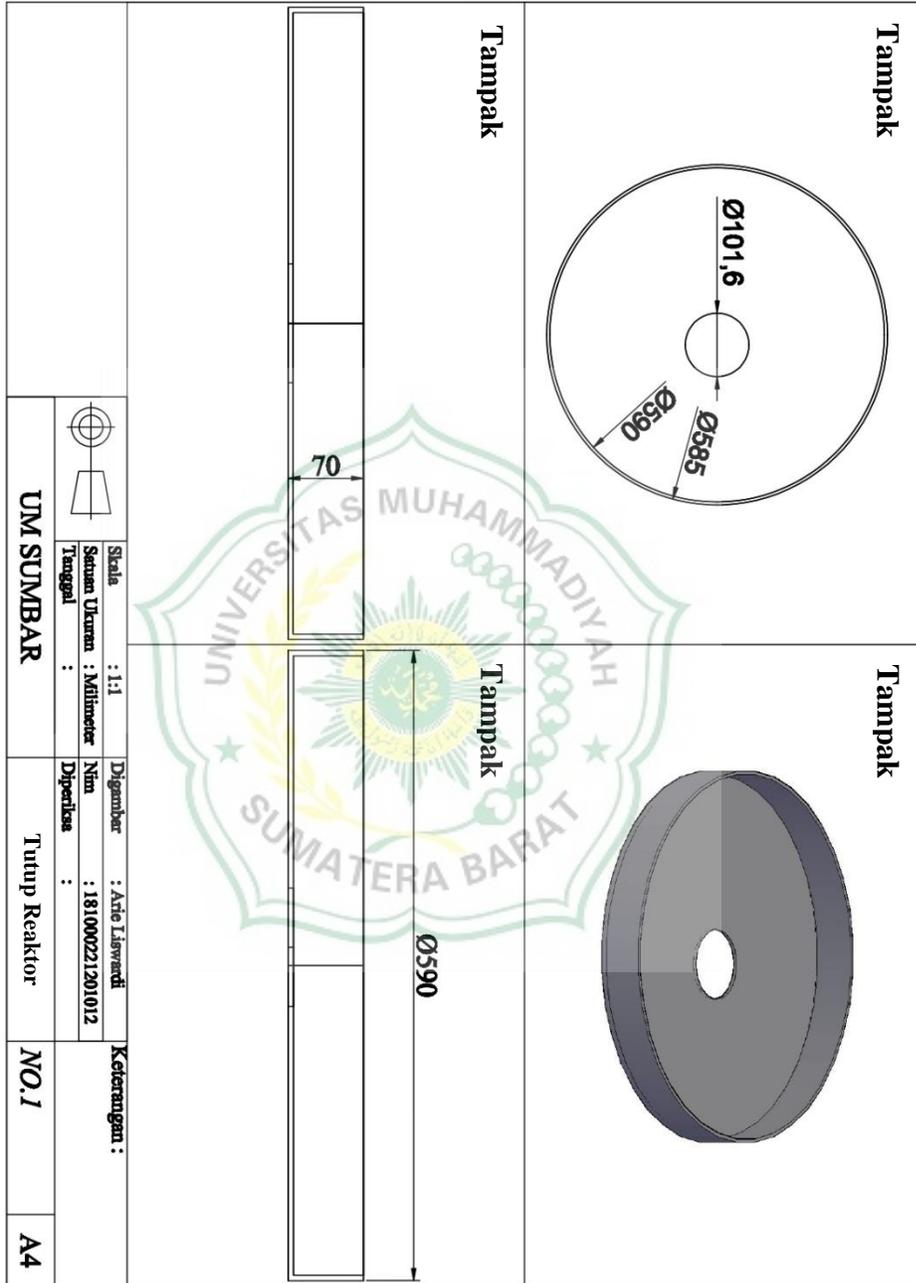
- [1] R. Hadi, “Sosialisasi Teknik Pembuatan Arang Tempurung Kelapa Dengan Pembakaran Sistem Suplai Udara Terkendali,” *Bul. Tek. Pertan.*, vol. 16, no. 2, pp. 77–80, 2011.
- [2] A. T. Kelapa, “2. TINJAUAN PUSTAKA 2.1. Arang Tempurung Kelapa Kelapa (,” pp. 5–27.
- [3] B. Riset, I. Manado, and J. D. No, “Tungku Pembakaran Termodifikasi Coconut Shell Charcoal Processing Process Using a Modified Combustion Furnace,” vol. 11, no. 2, pp. 83–92, 2019.
- [4] I. Fredrika, Y. Polii, and A. Sirun, “Pembuatan Alat untuk Memproduksi Arang Tempurung Kelapa Secara Pirolisis Making Tools to Produce Coconut Shell Charcoal with Pyrolysis Process,” vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2021.
- [5] Cerdika.com, “Termodinamika,” *cerdika.com*.
<https://cerdika.com/termodinamika/> (accessed Aug. 17, 2022).
- [6] M. Reza, “Fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl . Kaptan Mucktar Basri No . 3 Medan 20238 Email : mhdreza241@gmail.com”.
- [7] T. Group, “Mengenal Jenis-Jenis Welding (Pengelasan) Dan Cara Kerjanya,” *www.truelogs.co.id*, 2021. <https://www.truelogs.co.id/mengenal-jenis-jenis-welding-pengelasan-dan-cara-kerjanya/>
- [8] A. Firdausi, “Mekanika Dan Elemen Mesin,” *Malang PPPPTK BOE*, p. 13, 2013.
- [9] Y. B. Yokasing, E. T. Kosat, A. Abdullah, and A. Pangalihan, “Rancang Bangun Teknologi Pembuatan Arang Tempurung Kelapa Cacahan Design And Technology Development To Made Shredded The Chopped of Coconut Shell,” vol. 3, no. 2, pp. 6–11, 2020.

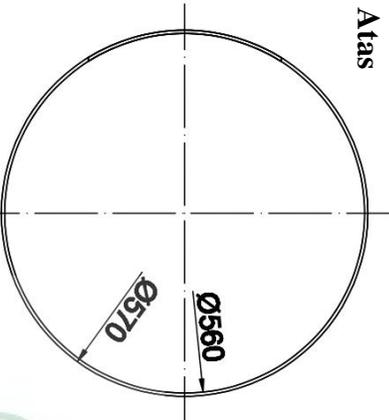
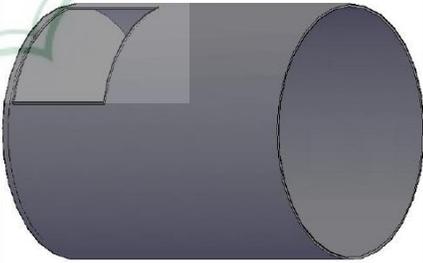
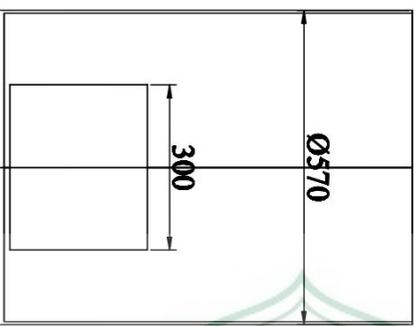
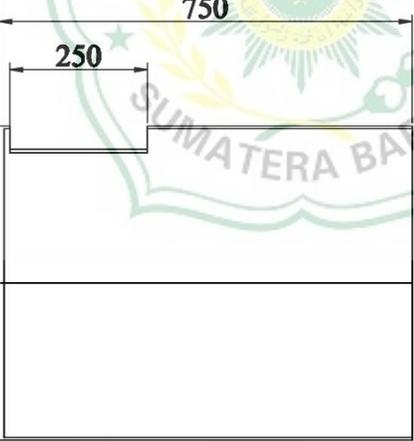
- [10] L. K. Kg and R. Rahadian, “Rancang Bangun Alat Pembuat Arang Kayu Skala Program Studi Diploma III Teknik Mesin Semarang,” 2012.



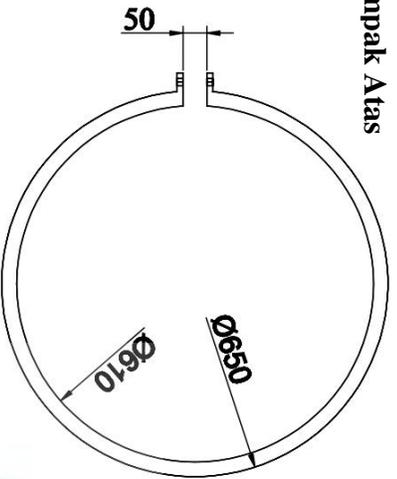


Lampiran 1 Gambar Teknik

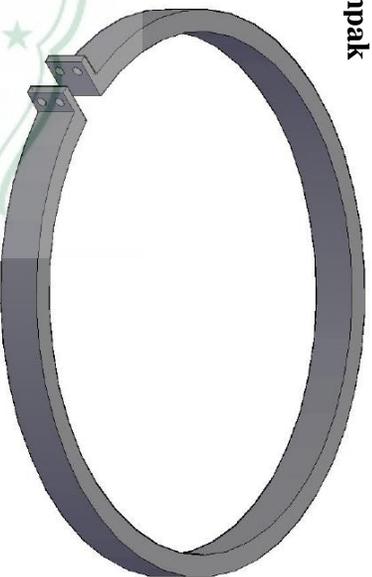


<p>Tampak Atas</p> 	<p>Tampak</p> 		
<p>Tampak Depan</p> 	<p>Tampak Samping</p> 		
<p> Skala : 1:1 Satuan Ukuran : Milimeter Tanggal : Digambar : Arie Liswardi Nim : 181000221201012 Diperiksa : </p> <p>Keterangan :</p>			
<p>UM SUMBAR</p> 	<p>Tabung Reaktor</p>	<p>NO.2</p>	<p>A4</p>

Tampak Atas



Tampak



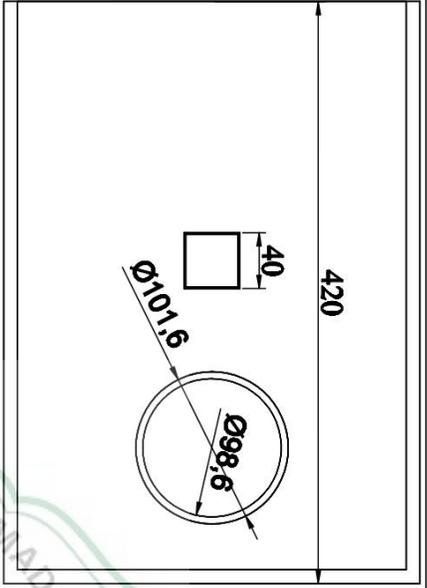
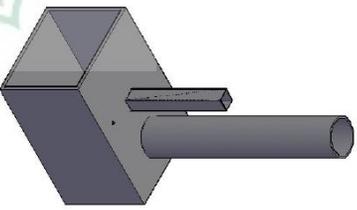
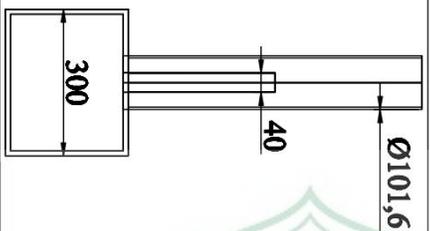
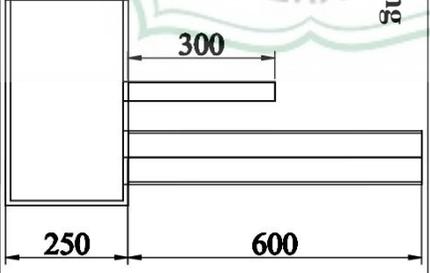
Tampak Depan

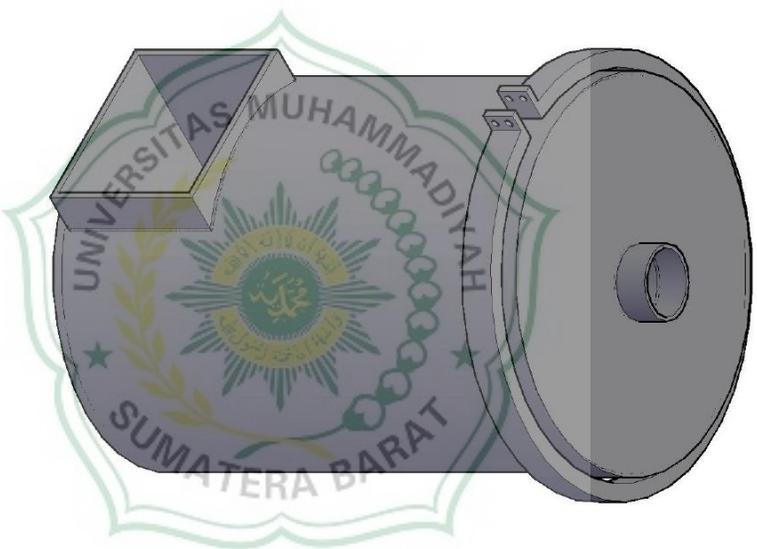


Tampak Samping



		Skala : 1:1	Digambar : Arie Liswardi	Keterangan :	
		Satuan Ukuran : Milimeter	Nim : 181000221201012		
		Tanggal :	Diperiksa :		
UM SUMBAR		Perapat		NO.3	A4

<p>Tampak Atas</p> 	<p>Tampak</p> 							
<p>Tampak Depan</p> 	<p>Tampak Samping</p> 							
		<p>Skala : 1:1 Satuan Ukuran : Milimeter Tanggal :</p>	<p>Digambar : Arie Liswardi NIM : 181000221201012 Diperiksa :</p>	<p>Keterangan :</p>	<p>UM SUMBAR</p>	<p>Ruang Pembakaran</p>	<p>NO.4</p>	<p>A4</p>



Skala : 1:1
Satuan Ukuran : Milimeter
Tanggal :

Digambar : Arie Liswardi
Nim : 181000221201012
Diperiksa :

Keterangan :
Gambar

UM SUMBAR

Tabung Reaktor Pembakaran

NO.5

A4

Lampiran 2 rancangan tabung reactor pembakaran batok kelapa

